

# RIESGOS EN OPERACIONES DE SOLDADURA



MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ASUNTOS SOCIALES



INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO



# **RIESGOS EN OPERACIONES DE SOLDADURA**

*MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES  
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD  
E HIGIENE EN EL TRABAJO*

**Autor:**

Francisco Alonso Valle

**Edita:**

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)  
C/ Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid

**Composición e impresión:**

Servicio de Ediciones y Publicaciones. INSHT Madrid  
28027 Madrid

ISBN: 84-7425-674-7

Dep. Legal: M-41680-2004

NIPO: 211-04-026-6

Mi agradecimiento a las siguientes empresas por la información y fotos aportadas:

AIR LIQUIDE

IBERCLEAN S.A.

OMNI COMERCIAL S.A.

PRAXAIR

## **PRESENTACIÓN**

Las operaciones de soldadura están presentes en muchas de las actividades realizadas por el hombre y en muy diversos sistemas productivos, desde simples operaciones de soldadura manual a cadenas de soldadura robotizada, lo cual requiere una evaluación de los riesgos a que están sometidos los trabajadores mientras que realizan tales operaciones.

Tradicionalmente, los riesgos mayoritariamente contemplados a la hora de evaluar un puesto de soldador, han sido los debidos a las radiaciones ópticas y a los gases y humos desprendidos, no teniendo en cuenta muchas veces otros riesgos que también están presentes y que por lo tanto deben ser evaluados.

Por tal motivo, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo pretende con esta publicación, dirigida a la mediana y pequeña empresa, poner de manifiesto de una forma genérica los riesgos que pueden estar presentes y las medidas preventivas a tener en cuenta, para que las operaciones de soldadura se efectúen en las mejores condiciones de seguridad.



# ÍNDICE

	pág.
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>11</b>
<b>1.. Introducción.....</b>	<b>11</b>
<b>2.. Concepto de soldadura .....</b>	<b>12</b>
<b>3.. Clasificación de los métodos de soldadura .....</b>	<b>12</b>
<b>4.. Soldadura por fusión .....</b>	<b>12</b>
4.1. <b>Soldadura por oxigas .....</b>	13
4.2. <b>Soldadura por arco eléctrico.....</b>	14
4.2.1. <b>Soldadura por electrodo de carbono .....</b>	14
4.2.2. <b>Soldadura por arco eléctrico sin recubrimiento .....</b>	14
4.2.3. <b>Soldadura por arco eléctrico revestido .....</b>	15
4.2.4. <b>Soldadura por arco sumergido .....</b>	16
4.2.5. <b>Soldadura en atmósfera inerte con electrodo de tungsteno (TIG).....</b>	16
4.2.6. <b>Soldadura en atmósfera inerte con varilla metálica (MIG) .....</b>	18
4.2.7. <b>Soldadura en atmósfera de CO<sub>2</sub> con varilla metálica (MAG) .....</b>	18

---

	pág.
4.2.8. Soldadura por plasma (PAW, PLASMA ARC WELDING).....	18
4.2.9. Soldadura por hidrógeno atómico.....	19
4.2.10. Soldadura por espárragos .....	19
4.3. Soldadura por electro escoria .....	19
4.4. Soldadura aluminotérmica .....	20
4.5. Soldadura por resistencia .....	21
4.6. Soldadura láser .....	21
<b>5. Soldadura fuerte .....</b>	<b>21</b>
<b>6. Soldadura blanda .....</b>	<b>22</b>
<b>7. Otros métodos de soldadura .....</b>	<b>22</b>
<b>8. Corte de metales.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>25</b>
1. Aspectos generales sobre riesgos en soldadura .....	25
2. Almacenamiento de materiales .....	25
3. Desengrasado .....	26
4. Manipulación manual de cargas.....	27
4.1. Medidas preventivas a tener en cuenta.....	28
5. Cortes, golpes y magulladuras .....	29
5.1. Medidas preventivas a tener en cuenta.....	29
6. Caídas al mismo y distinto nivel .....	33
6.1. Medidas preventivas a tener en cuenta.....	33

	pág.
<b>7. Ruido .....</b>	35
7.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	36
<b>8. Ergonomía del puesto de trabajo .....</b>	38
<b>9. Carga física.....</b>	39
9.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	40
<b>10. Trabajo en situación de aislamiento.....</b>	40
10.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	42
<b>11. Herramientas manuales.....</b>	43
11.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	43
<b>12. Herramientas manuales a motor .....</b>	45
12.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	46
<b>13. Incendio y explosión.....</b>	49
13.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	50
<b>14. Quemaduras .....</b>	52
14.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	53
<b>15. Riesgo eléctrico.....</b>	54
15.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	55
<b>16. Radiaciones ópticas .....</b>	56
16.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	60
16.2. Protección de los ojos.....	60
16.3. Marcado de los oculares .....	63
16.4. Marcado de la montura.....	64

	pág.
16.5. Marcado de protectores de ojos en los que la montura y los oculares forman un todo .....	65
16.6. Marcado de oculares no específicos de soldadura .....	65
16.7. Información a facilitar por el fabricante al usuario con cada protector de los ojos, ocular y montura de repuesto ....	65
16.8. Protección de las manos .....	65
16.9. Protección de diferentes partes del cuerpo .....	66
16.10. Requisitos de los equipos de protección personal utilizados en soldadura .....	66
<b>17. Contaminantes químicos .....</b>	<b>67</b>
17.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	69
17.2. Medidas a tener en cuenta con respecto a las extracciones localizadas.....	73
17.3. Otras medidas preventivas .....	75
<b>18. Estrés térmico .....</b>	<b>75</b>
8.1. Medidas preventivas a tener en cuenta .....	77
<b>19. Trabajadores con marcapasos implantados .....</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>79</b>
<b>1. Riesgos específicos en determinadas operaciones de soldadura...</b>	<b>79</b>
1.1. Soldadura y corte con láser .....	79
1.2. Soldadura por resistencia y puntos .....	80
1.3. Soldadura por arco sumergido .....	81
1.4. Soldadura en atmósfera inerte con electrodo de tungsteno. (TIG) .....	82

	pág.
<b>2. Riesgos ligados a la utilización de botellas de gases en soldadura.....</b>	<b>83</b>
<b>3. Soldadura en espacios confinados .....</b>	<b>85</b>
3.1.    Medidas a tener en cuenta en un espacio confinado .....	86
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>87</b>



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

La unión de piezas entre sí ha sido una preocupación del hombre a lo largo de su historia, habiéndose encontrado pruebas de que dicha unión se realizó en épocas remotas con mayor o menor éxito, en piezas ornamentales de oro.

El proceso efectivo más antiguo que se conoce es la unión por forja, proceso mediante el cual se calientan dos piezas de metal en una fragua hasta producir reblandecimiento y después se ponen en contacto y se golpeaban en un yunque, para después dejarlas enfriar y endurecer.

En el siglo XIX, Davy, tratando de buscar una aplicación al acetileno que podía producir en grandes cantidades, introdujo el alumbrado por gas, si bien su posterior fracaso, al aparecer la lámpara de incandescencia, le hizo buscar otra aplicación al mencionado gas, y con el concurso de Piccard, que creó el soplete de soldadura, nació la soldadura oxiacetilénica, que dio un cambio radical a las uniones metálicas. Paralelamente, el desarrollo de la electricidad impulsó a utilizarla para operaciones de soldadura, siendo necesario destacar las actuaciones de Slavinoff en 1896, al utilizar el arco eléctrico, sin poder de dejar de citar a O. Kjellberg, el cual en 1908 dio un gran impulso a la soldadura por arco eléctrico al recubrir la varilla desnuda que utilizaba Slavinoff con productos estabilizadores del arco y creando, con ello, la soldadura con arco revestido. La puesta a punto por Sarazin y M. Moneyron del revestimiento básico del electrodo supuso el paso definitivo en el desarrollo de la soldadura mediante arco eléctrico.

Desde aquellos días, el progreso técnico ha dado grandes avances a la soldadura, de tal forma que actualmente está presente en muchas de las actividades y productos del hombre y han aparecido tipos de soldadura tales como MIG y MAG, soldadura por láser, soldadura por plasma, entre otras.

## 2. CONCEPTO DE SOLDADURA

Se puede decir de la soldadura que consiste en unir dos piezas metálicas, de igual o distinta naturaleza, entre sí. Esta unión se efectúa bajo la acción del calor, en ocasiones con la actuación de una presión, y con la interposición o no de material de aportación entre las piezas a unir. El calor, base fundamental de las operaciones de soldadura, puede ser aportado por:

Llama, producida por la combustión de una mezcla de gas combustible con aire uoxígeno.

Arco eléctrico, establecido entre el electrodo y la pieza a soldar, o bien entre doso electrodos.

Resistencia eléctrica ofrecida por la corriente al pasar entre las piezas a soldar.

La aportación de dicho calor permite calentar las piezas hasta la temperatura de soldeo, calentar las piezas a unir hasta que las superficies de unión alcancen un estado líquido o plástico, o fundir el metal de aportación que se interpone entre las piezas.

En cuanto a la presión, cuando se utiliza, efectúa una soldadura por forja de las piezas calentadas.

La combinación de los anteriores parámetros da lugar a los distintos métodos de soldadura, cuya clasificación y características generales se indican seguidamente.

## 3. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE SOLDADURA

Existe un gran número de procedimientos de soldadura cuya descripción precisa escapa al contenido de este texto, razón por la cual se recogen los principales en la Tabla nº 1 y posteriormente se hace una breve descripción de ellos.

## 4. SOLDADURA POR FUSIÓN

La soldadura por fusión agrupa a una serie de procedimientos que se caracterizan por que en ellos se produce la fusión del metal base a soldar y el metal de aportación, cuando éste es utilizado. Dichos procedimientos son los siguientes:

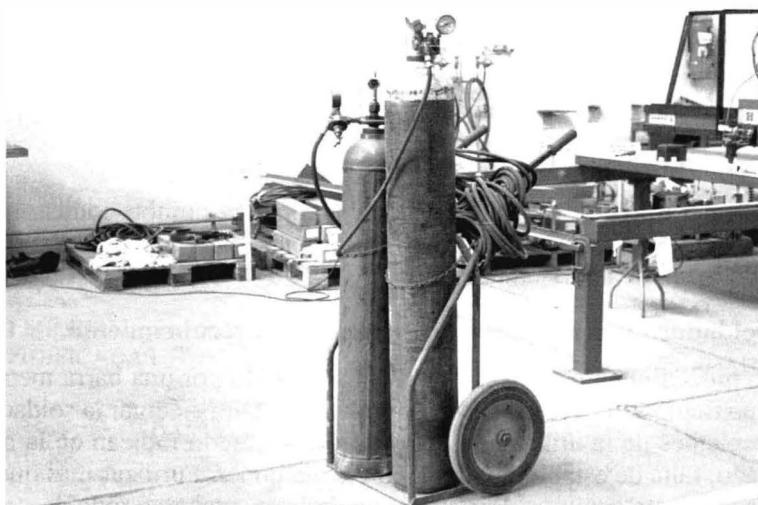
**TABLA N° 1**

T I P O S	FUSIÓN	OXIGAS ARCO ELÉCTRICO RESISTENCIA PARTÍCULAS DE ALTA ENERGÍA ELECTROESCORIA ALUMINOTÉRMICA
	SIN FUSIÓN	
	SOLDADURA FUERTE	
	SOLDADURA BLANDA	

#### 4.1 Soldadura por oxigas.

La aportación calorífica que funde el metal se obtiene de la combustión de una mezcla de gas y oxígeno o gas y aire, siendo los gases más empleados: el acetileno, hidrógeno, propano, butano, gas natural, etc.

En la figura n° 1 se puede apreciar un equipo de soldadura oxiacetilénica compuesto por las botellas de gas, reductores de presión, mangueras de conexión y soplete.

**FIGURA N° 1**

El gas y el oxígeno, procedentes de las botellas de gas, llegan al soplete en el cual tiene lugar la mezcla de ambos en proporciones adecuadas, para lo cual disponen de reguladores de caudal y, una vez mezclados, se queman aportando con ello el calor necesario para la soldadura. Para iniciar la combustión de la mezcla es necesario inicializar la llama con un medio externo, y por otra parte se utiliza una varilla de metal de aportación para unir las piezas. En la figura nº 2 se muestra una operación de soldadura oxiacetilénica.

**FIGURA nº 2**



#### **4.2 Soldadura por arco eléctrico.**

En este procedimiento se aprovecha la energía calorífica producida por un arco eléctrico que se establece entre el metal base a soldar y un electrodo alimentado por una corriente eléctrica, continua o alterna. La elevada temperatura del arco funde tanto el material base como el metal de aportación, si este es utilizado. Dentro de este procedimiento existen diversas variantes:

- **4.2.1 Soldadura por electrodo de carbono.**

Fue el primer tipo de soldadura eléctrica y, como su nombre indica, la materia de la que está constituida el electrodo es carbono. Es necesaria la utilización de varilla de metal de aportación aparte.

- **4.2.2 Soldadura por arco eléctrico metálico sin recubrimiento.**

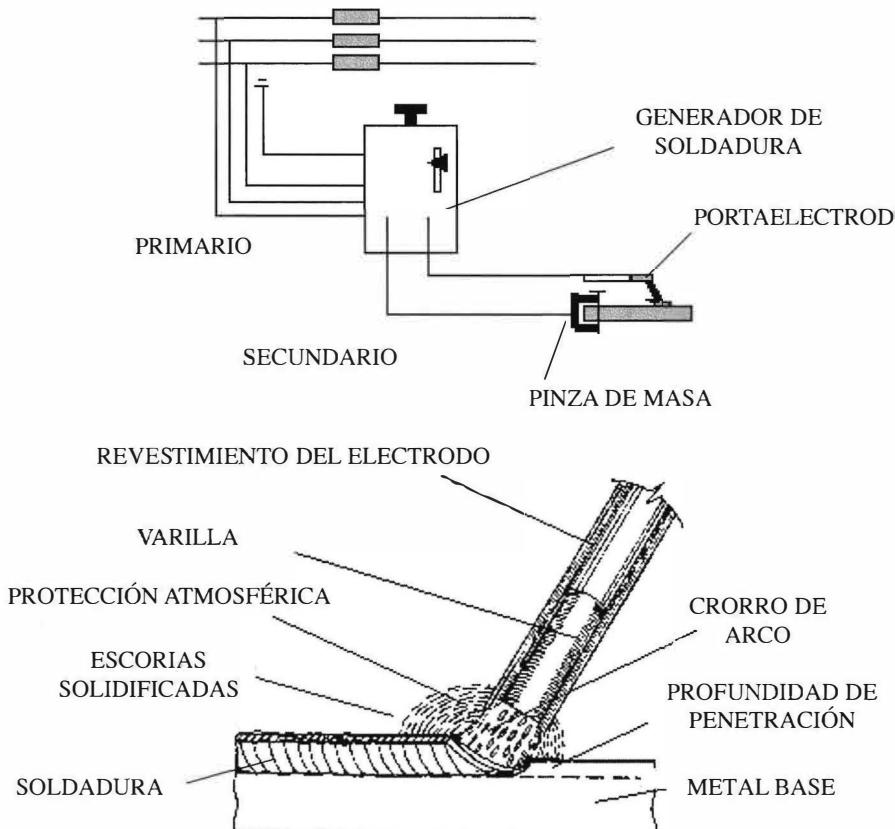
En este procedimiento el electrodo está constituido por una barra metálica que al mismo tiempo sirve como metal de aportación para efectuar la soldadura. Los inconvenientes de la utilización del electrodo desnudo radican en la dificultad de cebado, falta de estabilidad del arco y el no poderse utilizar más que en aparatos de corriente continua. Por otra parte, la fusión del electrodo desnudo favo-

rece la absorción de un gran cantidad de gas , oxígeno y nitrógeno, que dan porosidad al cordón de soldadura, así como la formación de óxido de hierro y nitruro de hierro que disminuyen la capacidad de deformación.

#### • 4.2.3 Soldadura por arco eléctrico revestido.

Es un procedimiento análogo al anterior pero con la salvedad de que el electrodo está revestido de un material constituido por un fundente y una mezcla de elementos de aleación. Al descomponerse el revestimiento del electrodo durante la fusión, los elementos que lo componen pueden absorber el oxígeno, formándose óxidos que van a la superficie del cordón de soldadura, o bien pueden contener elementos reductores que se fijan en el metal fundido con objeto de mejorar las cualidades mecánicas del material depositado. En la figura nº 3 se puede apreciar un esquema de la misma.

**FIGURA N° 3**

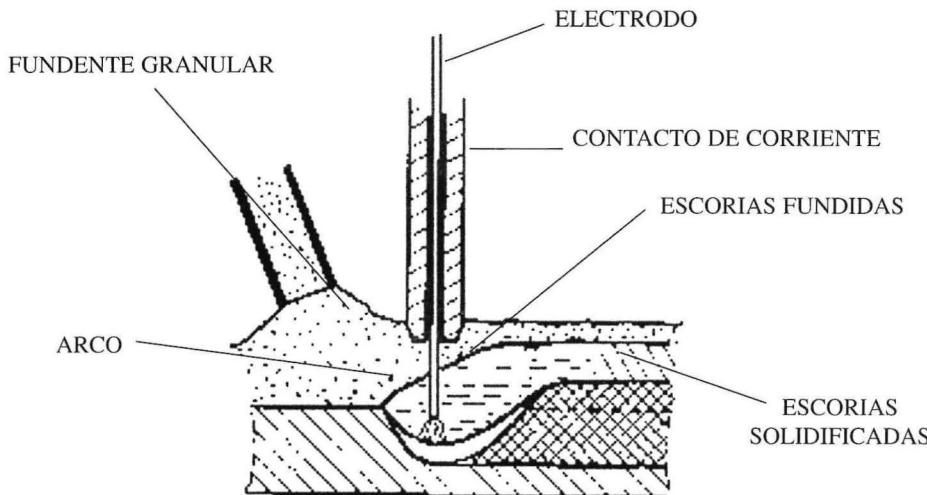


La existencia de una gran variedad de composiciones de electrodos revestidos se traduce en la emisión a la atmósfera de distintos gases los cuales representan un riesgo higiénico para los trabajadores, como se verá más adelante.

#### • 4.2.4 Soldadura por arco sumergido.

En este procedimiento de soldadura se utiliza una capa de material, granulado o polvo (flux), en el que está inmerso el electrodo formado por un alambre desnudo y continuo, de tal forma que el arco que salta entre dicho electrodo y la pieza a soldar no es visible. El proceso es automático o semiautomático y el electrodo se alimenta de forma mecánica a la pistola, que suele tener un alimentador de fundente a lo largo de la unión. La alimentación del fundente puede efectuarse de distintas formas, así puede ser aplicado en su totalidad antes de efectuar la soldadura o bien ir aportándose delante del electrodo mediante una tolva que avanza delante del mismo. En las instalaciones automáticas se suelen disponer sistemas de vacío para succionar el fundente que no se ha fundido con objeto de volverse a utilizar. En la figura nº 4 se muestra un esquema de esta soldadura.

**FIGURA N° 4**

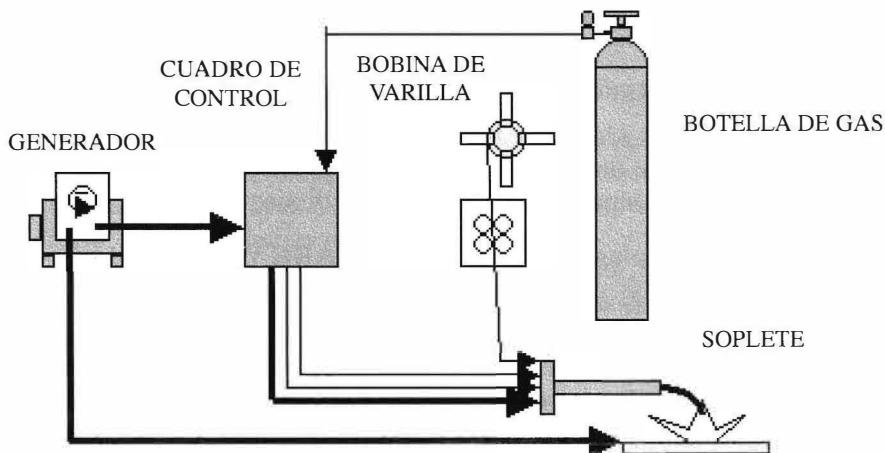
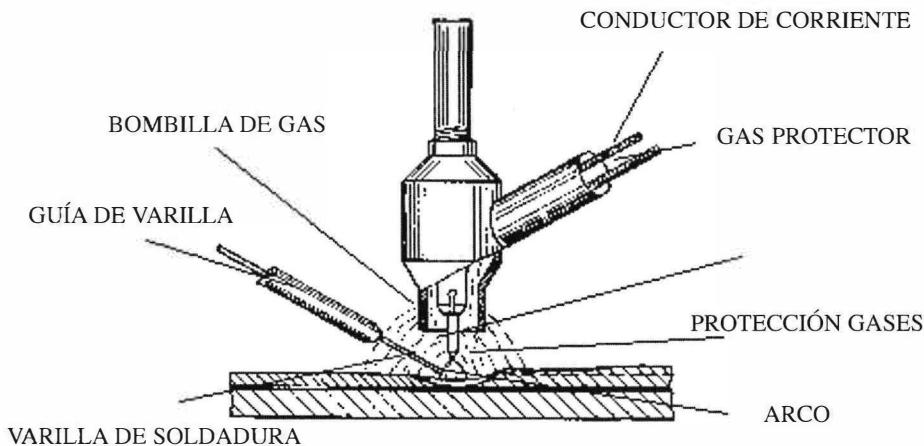


#### • 4.2.5 Soldadura en atmósfera inerte con electrodo de tungsteno (TIG).

Este tipo de soldadura por arco eléctrico se caracteriza porque el arco se hace saltar entre un electrodo de tungsteno y la pieza a soldar en presencia de una atmósfera inerte creada por un gas tal como argón, helio o mezcla de gases de

las cuales existen diversas marcas comerciales. El electrodo, como se puede apreciar, no es consumible y en el caso de necesitarse material de aportación se recurre a la varilla de consumible, análogamente como se hace en la soldadura oxiacetilénica. Aunque se trata de un proceso manual, para algunas fabricaciones se efectúa automáticamente, como por ejemplo para fabricar tubería de pequeño espesor. Requiere gran habilidad por parte del soldador en el caso de realizarse manualmente. En la figura nº 5 se muestra un esquema de este procedimiento y un equipo utilizado para el mismo.

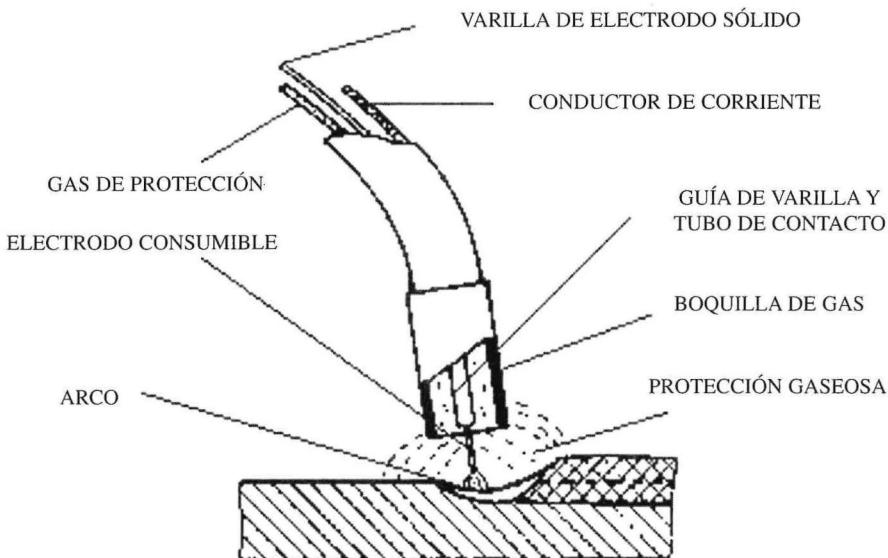
FIGURA N° 5



- **4.2.6 Soldadura en atmósfera inerte con varilla metálica (MIG).**

Procedimiento de soldadura por establecimiento de un arco eléctrico entre la pieza a soldar y un electrodo consumible en presencia de un gas inerte que crea una atmósfera protectora. La diferencia con la soldadura TIG se debe al uso de un electrodo consumible en lugar de tungsteno. El proceso suele ser automático o semiautomático. En la figura nº 6 se indica un esquema del procedimiento.

**FIGURA N° 6**



- **4.2.7 Soldadura en atmósfera de CO<sub>2</sub> con varilla metálica (MAG).**

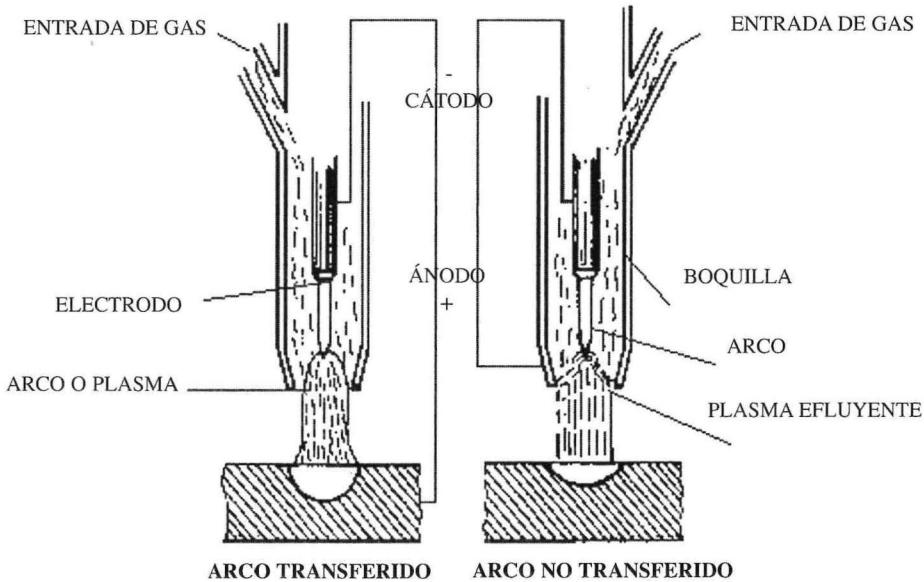
Este procedimiento es idéntico a la soldadura MIG, con la única diferencia de que debido al coste de un gas inerte como el argón o el helio, emplea CO<sub>2</sub>. El equipo utilizado es idéntico al usado en el procedimiento MIG.

- **4.2.8 Soldadura por plasma (PAW, PLASMA ARC WELDING).**

En el procedimiento de soldadura por arco plasma, la fusión se realiza por un chorro plasmático establecido entre un electrodo de tungsteno rodeado de un chorro de gas argón, helio o mezcla de ambos, u otros gases. Por su efecto, el comportamiento es análogo a una llama de oxigas, pero alcanzándose temperaturas de alrededor de 10000 °C, lo que permite soldar espesores más gruesos. El proceso utiliza los mismos principios que la soldadura TIG, electrodo no con-

sumible de tungsteno y chorro de gas inerte. En la figura n° 7 se muestra un esquema de la misma.

**FIGURA N° 7**



#### 4.2.9 Soldadura por hidrógeno atómico.

Este procedimiento se basa en dissociar el hidrógeno dentro de un arco que salta entre dos electrodos metálicos en atmósfera de hidrógeno: El hidrógeno atómico arde después, al contacto con el aire, proporcionando el calor así como protegiendo la soldadura. El proceso puede emplearse con o sin metal de aportación.

#### 4.2.10 Soldadura por espárragos.

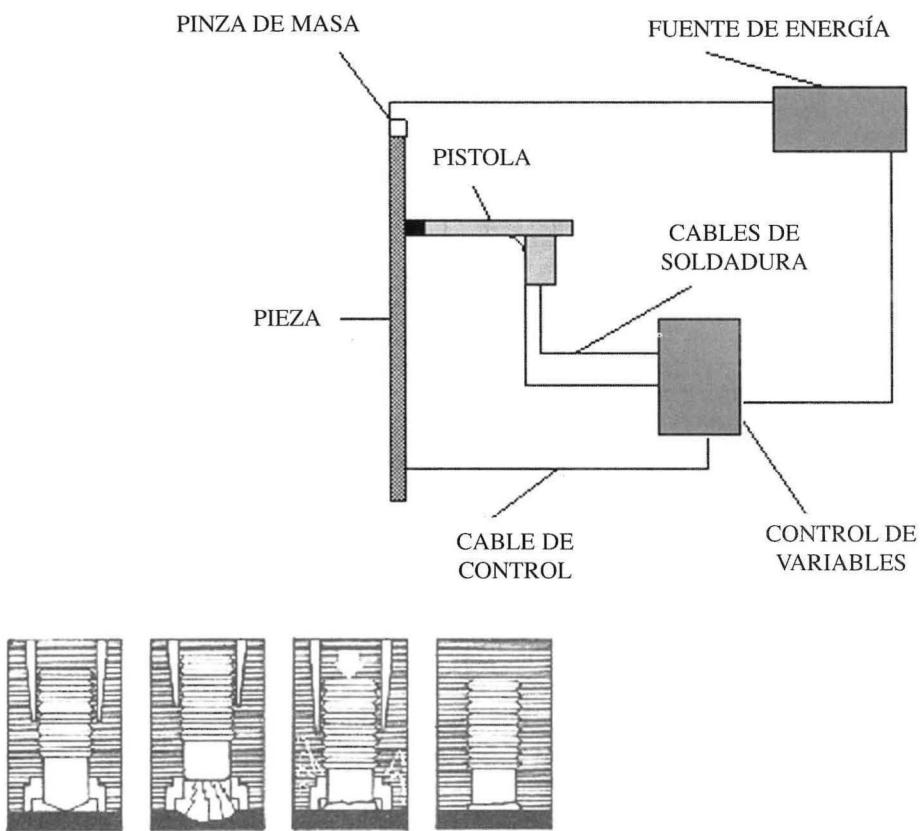
Este procedimiento se basa en calentar el extremo de un espárrago y del lugar donde debe soldarse, mediante un arco eléctrico establecido entre dicho espárrago y el alojamiento del mismo. Una vez alcanzada la temperatura de proceso se lleva al contacto íntimo de ambas partes. Su fundamento comprende principios análogos a los de cualquier procedimiento de soldadura por arco. En la figura n° 8 se muestra un esquema del equipo y del proceso de soldadura.

#### 4.3 Soldadura por electroescoria.

Este tipo de soldadura se emplea para grandes espesores; utiliza una escoria conductora que, al pasar por ella la corriente eléctrica, se funde debido al calor que se genera en la resistencia que opone al paso de dicha corriente. Se alcanza

así una temperatura superior al punto de fusión del metal base y del metal de aportación.

**FIGURA N° 8**



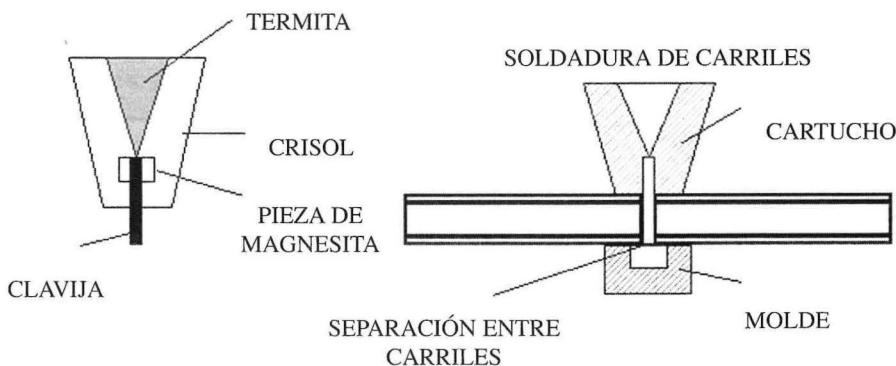
#### 4.4 Soldadura aluminotérmica.

Este procedimiento de soldadura se basa en aprovechar, para soldar, el calor que se produce en la reacción exotérmica entre óxidos de hierro y agentes reductores; normalmente se emplea una mezcla de tres partes de óxido de hierro y una de aluminio, termita, alcanzándose temperaturas del orden de 1700° C que, restado el calor perdido, se queda en 1400° C.

La reacción tiene lugar en un recipiente refractario en cuyo fondo se ha dispuesto una pieza de magnesita, con un orificio para la salida del metal y tapado inicialmente con una clavija. La reacción se inicia introduciendo dentro de la magnesita una cinta de magnesio y es necesario preparar previamente un molde,

con arena para fundición, que se ajuste a la forma de la unión. En la figura nº 9 se indica un esquema y una aplicación práctica a la soldadura de carriles.

**FIGURA N° 9**



#### 4.5 Soldadura por resistencia.

Esta modalidad de soldadura agrupa a un conjunto de procesos en los cuales el calor necesario para la unión se genera por la resistencia que ofrecen al paso de la corriente, de baja tensión y elevada intensidad, los elementos a soldar, que están sometidos a presión durante todo el proceso. La temperatura alcanzada supera la de fusión del metal base. Dentro de este grupo cabe distinguir la soldadura por puntos, por puntos y por roldana, cuyos esquemas se indican en las figuras nº 10 y 11.

#### 4.6 Soldadura láser.

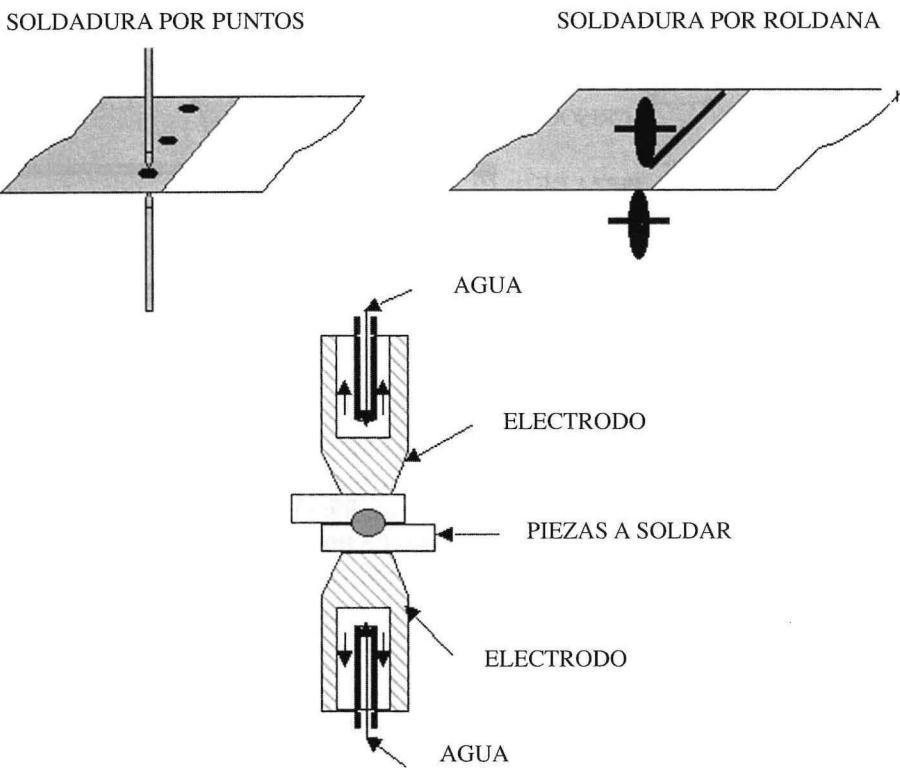
Se basa en aprovechar la potencia energética de un rayo láser para obtener el calor necesario para la soldadura de piezas: Se caracteriza porque la zona afectada por el calor es pequeñísima, con lo que se puede obtener gran precisión en la soldadura por puntos, se pueden unir metales de composición química diferente, etc. Es un procedimiento con muy buenas características para la robotización.

### 5. SOLDADURA FUERTE

Se entiende por soldadura fuerte a la unión de metales mediante la adherencia del metal de aportación líquido a las superficies del metal base, calentado a una temperatura de 450°C: El metal de aportación son aleaciones de metales no ferrosos con un punto de fusión muy por debajo del del metal base. Así mismo, la junta de unión es muy pequeña por lo que el líquido de aportación penetra por capilaridad.

Dentro de esta modalidad de soldadura hay que distinguir entre el proceso manual, que suele utilizar el mismo equipo que la soldadura oxigas, y diversos procedimientos tales como en horno, por inducción, resistencia, etc.

### FIGURAS N° 10 y 11



### 6. SOLDADURA BLANDA

Es análogo al anterior, con la diferencia de que la temperatura de fusión del metal de aportación es inferior a los 425°C, estando constituido por plomo, estaño, zinc y cadmio.

La resistencia mecánica de la soldadura obtenida es inferior a la alcanzada en la soldadura fuerte, y la deformación del conjunto soldado también es menor.

### 7. OTROS MÉTODOS DE SOLDADURA

No se pueden dejar de mencionar, como complemento a los métodos expuestos, otros métodos de soldadura que no utilizan la fusión, entre los cuales están: la

forja, la soldadura por presión, la soldadura por fricción, la soldadura por explosión, etc., remitiendo a la bibliografía existente a las personas interesadas en su conocimiento.

## **8. CORTE DE METALES**

Como complemento a los procedimientos de soldadura hay que indicar que la fusión también se emplea para cortar metales, por ejemplo con soplete oxhídrico.



## **CAPÍTULO II**

### **1. ASPECTOS GENERALES SOBRE RIESGOS EN SOLDADURA**

Tradicionalmente los riesgos que se han asociado a la soldadura han sido los contaminantes que se producen durante la operación y las radiaciones ópticas que se emiten; sin embargo, el soldador realiza en muchas ocasiones otras operaciones distintas a la de soldar o bien éstas se complementan con condiciones especiales, tal es el caso de manejo de cargas, trabajos en altura, ambiente de ruido, etc, todo lo cual origina otros riesgos que deben ser contemplados globalmente a la hora de efectuar una evaluación de riesgos de dichos puestos de trabajo.

Seguidamente se tratan los riesgos que pueden ir asociados a las operaciones de soldadura y las medidas preventivas que se deben tomar para controlarlos.

### **2. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**

Para la realización de operaciones de soldadura es necesario en muchas ocasiones contar con reservas de materiales para ser posteriormente utilizados y que pueden estar constituidos por: perfiles, chapas, virolas, tubos, elementos de sujeción, etc, todo lo cual puede ser el origen de accidentes si el almacenamiento no se realiza en condiciones adecuadas, pudiendo ocasionar golpes, cortes, etc, por caída de materiales, por sobresalir de sus lugares de almacenamiento, o por otras causas.

Como normas generales se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Se deberán disponer espacios adecuados tanto para los almacenamientos fijos como para los temporales

- Cuando se realice el almacenamiento en estanterías, se deberá asegurar la estabilidad mediante arriostramiento y sujeción a elementos estructurales rígidos, como paredes.
- Los materiales rígidos lineales, como perfiles, tubos, etc, deberán almacenarse debidamente estibados y sujetos con soportes que faciliten la estabilidad del conjunto y, si se depositan horizontalmente, deberán situarse distanciados de zonas de paso y con los extremos protegidos.
- Los elementos almacenados no sobresaldrán en ningún caso de las estanterías donde se han dispuesto; los elementos más pesados se dispondrán en la parte inferior y para las pequeñas piezas es aconsejable disponerlas en cestas o cajas.
- Las áreas de almacenamiento deberán mantenerse bien iluminadas, ordenadas y con sistemas claros para clasificar e identificar los materiales.
- Para el traslado de los materiales se dispondrá de carretillas manuales o mecánicas adecuadas y las zonas de circulación de dichos elementos deberán tener la anchura suficiente y estar señalizadas las vías de circulación en el suelo, tal como dispone el Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en los lugares de trabajo, y el Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores en los lugares de trabajo, todo lo cual conlleva una evaluación de riesgos que vendrá facilitada por las Guías Técnicas para la Evaluación de dichos Reales Decretos que tiene editadas el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Adicionalmente se proporcionarán los equipos de protección adecuados a los trabajadores, acordes con el Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual y en este aspecto, como se ha indicado anteriormente, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo tiene editada también una Guía Técnica para la Evaluación.
- En el caso de tratarse de estanterías metálicas, éstas dispondrán de la adecuada toma de tierra.

### 3. DESENGRASADO

El desengrasado es un proceso para la eliminación de aceites y grasas, minerales y vegetales, de la superficie de los metales, así como la eliminación de las partículas de líquidos de corte depositadas sobre los materiales tras su proceso en máquinas herramientas, o bien las aplicadas para evitar la oxidación. Este proceso puede ser un paso previo en operaciones de soldadura y, sin entrar en instalaciones específicas para desengrasado, muchas veces el soldador emplea un desen-

grasado artesanal para quitar los citados elementos antes de proceder a soldar las distintas piezas o componentes, empleando para ello distintos disolventes, muchos de los cuales son sustancias tóxicas e inflamables y otras, soluciones alcalinas, que pueden tener efectos corrosivos sobre la piel y las mucosas.

Es, por ello, fundamental el hacer una evaluación de riesgos en el caso de que sean utilizados, en la que se tendrán en cuenta las sustancias empleadas y los riesgos que de las mismas se derivan, decantándose como medida preventiva primordial, en su caso, la sustitución por otros cuya utilización suponga un riesgo nulo para el trabajador.

#### **4. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS**

La manipulación manual de cargas es una tarea bastante frecuente en amplios sectores de la actividad, entre ellos la soldadura, debido a que en muchas ocasiones se manejan manualmente perfiles, virolas, piezas, etc., tanto para disponerlas en los bancos de soldadura como para retirar los productos una vez efectuadas las operaciones con ellos. La manipulación manual de cargas es responsable, en muchas ocasos, de la aparición de fatiga física, o bien de lesiones que se pueden producir de una forma inmediata o por la acumulación de pequeños traumatismos aparentemente sin importancia, pudiendo lesionarse tanto los trabajadores que manipulan cargas regularmente, como los ocasionales. Hay que tener en cuenta que, según la Organización Internacional del Trabajo, la manipulación manual de cargas es una de las causas más frecuentes de accidentes laborales, estimando entre un 20% y un 25% la proporción entre todos los accidentes que se producen.

Las lesiones más frecuentes que se producen al manejar cargas son, entre otras: contusiones, heridas, cortes, fracturas y lesiones músculo-esqueléticas que, aunque se pueden producir en cualquier parte del cuerpo, los miembros superiores y la espalda, en especial la zona dorsolumbar, son los más sensibles. La manipulación manual de cargas puedes ser también la causa de arañazos y cortes por esquinas afiladas.

Aunque las lesiones anteriormente citadas no suelen ser mortales, pueden tener larga y difícil curación, y en muchos casos requieren un largo periodo de rehabilitación, pudiendo quedar el trabajador incapacitado para su actividad habitual.

Ateniéndonos al R D 487/1997 de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores, se entenderá por "manipulación manual de cargas" a cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Refiriéndonos a la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas, editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, se considera que la manipulación manual de toda carga que pese más de 3 kilogramos puede entrañar un potencial riesgo dorsolumbar no tolerable. En cuanto a la manipulación manual de cargas menores de tres kilogramos, también puede originar trastornos musculoesqueléticos en los miembros superiores debido a esfuerzos repetitivos.

Para la evaluación de riesgos por manejo de cargas superiores a tres kilogramos, remitimos al lector al método contemplado en la mencionada Guía, mientras que para la evaluación correspondiente a cargas menores de tres kilogramos, existen una serie de métodos de evaluación, como el RULA, ERGO-IBU y Strain Index, queriendo destacar que existe un proyecto de norma, ISO/NP 11228-3, *Ergonomics-Manual handling. Part 3: Handling of low loads at hihg frecuency*, en tal sentido.

#### **4.1 Medidas preventivas a tener en cuenta.**

La forma más sencilla de evitar o reducir la manipulación manual de cargas es la automatización o mecanización de los procesos, en tal sentido se pueden utilizar los siguientes equipos:

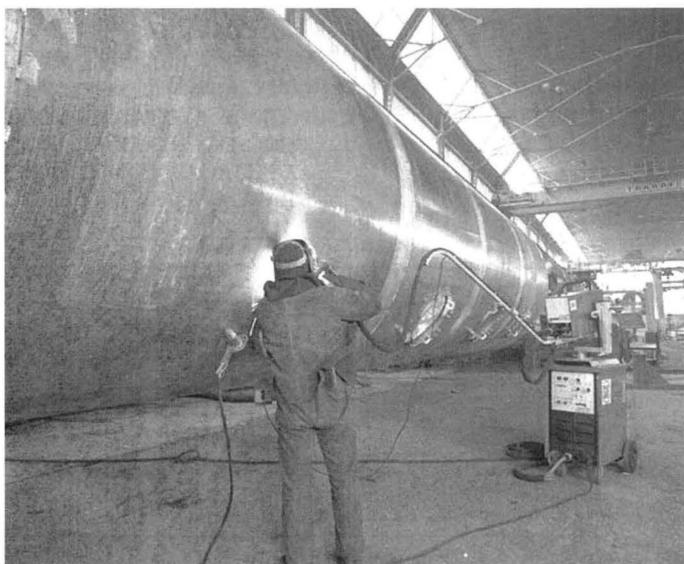
- Grúas y grúas pórtico
- Carretillas.
- Cintas transportadoras
- Posicionadores y mesas elevadoras.
- Etc.

Sobre ellos hay que tener en cuenta que deben de cumplir la legislación vigente referente a equipos de trabajo, R D 1215/1997. En figura nº 12 se muestra un posicionador.

Otro factor a tener en cuenta, cuando se emplean elementos móviles, son las vías de circulación, las cuales deberán estar adecuadamente señalizadas y, en el caso de grúas y grúas pórtico, se atenderá a la señalización gestual para indicar las maniobras a realizar con ellas durante el transporte y elevación de cargas, todo ello contemplado en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, relativo a la señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Punto importante en maniobras con grúas y grúas pórtico es que el recorrido de las cargas suspendidas esté libre de personas y objetos, no situándose ninguna persona debajo de la carga en ningún momento

A pesar de lo indicado, en ciertos casos la manipulación manual de cargas puede resultar imposible de evitar, razón por la que el trabajador deberá ser informado y formado para una adecuada operación con las mismas. En la figura nº 13 se indica una serie de medidas a tomar para el levantamiento desde el suelo de una carga.

**FIGURA N° 12**

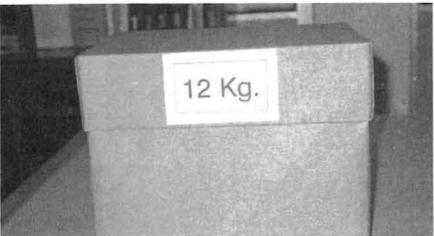
## 5. CORTES, GOLPES Y MAGULLADURAS

En los trabajos de soldadura es muy habitual manejar y trabajar con chapas, flejes, perfiles, varillas etc, que pueden tener aristas, bordes cortantes y partes punzantes, entre otros, lo que puede ser motivo de lesiones al manejarlas, tanto en trabajos preparatorios como durante los trabajos de soldadura propiamente dicha; todo ello sin dejar de tener en cuenta los golpes que se pueden producir en las extremidades inferiores, tanto por choque contra elementos metálicos como por caída de objetos.

### 5.1 Medidas preventivas a tener en cuenta.

Tras la evaluación de riesgos correspondiente, será necesario, en su caso, dotar a los trabajadores de prendas de protección personal como guantes y calzado de seguridad (independientemente de la protección específica de soldar que se verá más adelante) los cuales deberán cumplir unas características que aseguren la protección que brindan, tal como se recoge en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, completado con la Guía Técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual, editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. En la Tabla nº 2 se indican los riesgos, el origen y forma de los riesgos y los factores que deben tenerse en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización de los equipos de protección personal.

**FIGURA N° 13**

	PLANIFICAR EL LEVANTAMIENTO, UTILIZANDO, SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, AYUDAS MECÁNICAS Y TENIENDO EN CUENTA LOS RIESGOS DE LAS CARGAS, COMO CENTRO DE GRAVEDAD INESTABLE, ETC.
	COLOCAR LOS PIES SEPARADOS PARA PROPORCIONAR POSTURA ESTABLE Y EQUILIBRADA PARA EL LEVANTAMIENTO, COLOCANDO UN PIE MÁS ADELANTADO QUE EL OTRO EN LA DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO
	ADOPTAR LA POSTURA DE LEVANTAMIENTO: DOBLAR LAS PIERNAS MANTENIENDO EN TODO MOMENTO LA ESPALDA DERECHA Y MENTÓN METIDO. NO FLEXIONAR DEMASIADO LAS RODILLAS, NO GIRAR EL TRONCO NI ADOPTAR POSTURAS FORZADAS.
	AGARRAR FIRMEMENTE LA CARGA EMPLEANDO AMBAS MANOS Y PEGÁNDOLA AL CUERPO. LEVANTAR SUAVEMENTE POR EXTENSIÓN DE LAS PIERNAS MANTENIENDO LA ESPALDA DERECHA. NO DAR TIRONES A LA CARGA NI MOVERLA BRUSCAMENTE.
	PROCURAR NO EFECTUAR GIROS, ES PREFERIBLE EL MOVER LOS PIES. MANTENER LA CARGA PEGADA AL CUERPO DURANTE TODO EL LEVANTAMIENTO. DEPOSITAR LA CARGA Y DESPUÉS AJUSTARLA SI ES NECESARIO.

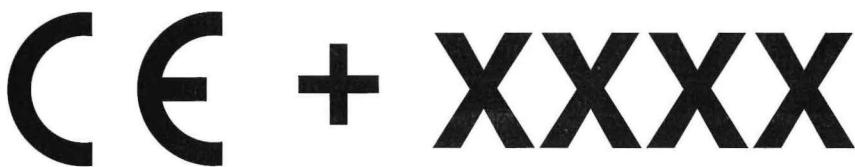
**TABLA N° 2**

<b>GUANTES DE PROTECCIÓN</b>		
<b>RIESGOS</b>	<b>ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS</b>	<b>FACTORES QUE DEBEN TENERESE EN CUENTA</b>
Acciones mecánicas	Por abrasivos de decapado, objetos cortantes o puntiagudos	Resistencia a la penetración a los pinchazos y a los cortes
<b>ZAPATOS Y BOTAS DE SEGURIDAD</b>		
<b>RIESGOS</b>	<b>ORIGEN Y FORMA DE LOS RIESGOS</b>	<b>FACTORES QUE DEBEN TENERESE EN CUENTA</b>
Acciones mecánicas	Caídas de objetos o aplastamiento de la parte anterior del pie Caída e impacto sobre el talón del pie Caminar sobre objetos puntiagudos o cortantes Caída por resbalón	Resistencia a la punta del calzado Capacidad del tacón para absorber energía Calidad de la suela antiperforación Resistencia de la suela al deslizamiento

A la hora de elegir un equipo de protección personal hay que asegurarse de que lleva su marcado CE y que, conjuntamente con el equipo, el fabricante suministra un folleto informativo sobre el mismo. En la figura nº 14 se muestran los elementos informativos del folleto que obligatoriamente deberá entregar el fabricante, remitiendo al lector a la Guía antes citada para aclarar cualquier duda.

Por otra parte, deberá tenerse en cuenta escrupulosamente los requisitos establecidos por el fabricante en lo relativo al almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, desinfección y fecha o plazo de caducidad.

Hay que destacar que los equipos de protección individual deberán cumplir el R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (marcado CE y folleto informativo), y el R.D. 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual. Así mismo se tendrá en cuenta la diferencia entre el marcado CE y el marcado y pictogramas según Normas, identificativas de las prestaciones que proporciona el equipo.

**FIGURA N° 14****ELEMENTOS OBLIGATORIOS A FACILITAR AL USUARIO****1. MARCADO “CE”****A****B**

A = EPI categorías I y II

A + B = EPI categoría III

B = Código de cuatro dígitos identificativos, en el ámbito de la UE, del organismo que lleva a cabo el control de aseguramiento de la calidad de la producción.

**2. FOLLETO INFORMATIVO**

- a) Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- b) Redimientos técnicos alzanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
- c) Accesorios que se puedan utilizar en los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- d) Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- e) Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de algunos de sus componentes.
- f) Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.
- g) Explicación de las marcas, si las hubiese.
- h) En su caso, las referencias de las disposiciones aplicadas para la estampación del marcado “CE”, cuando al EPI le son aplicables, además, disposiciones referentes a otros aspectos y que conlleven la estampación del referido marcado.
- i) Nombre, dirección y número de identificación de los organismos de control notificados que intervienen en la fase de diseño de los EPI.

## 6. CAÍDAS AL MISMO Y DISTINTO NIVEL

Las caídas al mismo y distinto nivel representan una parte muy importante de los accidentes laborales, estimándose que un 10% de los accidentes con baja que se producen en jornada de trabajo tuvieron como causa dichas caídas. En trabajos de soldadura, la posibilidad de que se produzcan caídas, tanto al mismo como a distinto nivel, es elevada si se tiene en cuenta que muchos de dichos trabajos se realizan en altura, como el montaje de tanques, tuberías, estructuras, etc; o bien las piezas dispuestas en el suelo, muchas veces con restos de grasas y aceites de protección, así como la presencia de cables o conducciones de los equipos de soldar propician las caídas, sin olvidar las piezas y restos de distinta índole que pueden encontrarse en el suelo, así como herramientas, máquinas y equipos.

En la figura nº 15 se aprecia la mala disposición de la manguera de un aparato de soldar alrededor de las piernas del trabajador, lo que propicia la caída.

**FIGURA N° 15**



### 6.1 Medidas preventivas a tener en cuenta.

A la hora de tomar medidas preventivas hemos de diferenciar las caídas de altura de las caídas a nivel:

a) **CAÍDAS A DISTINTO NIVEL:** La preventión de las caídas de altura pasa preferentemente por dotar a los trabajadores, siempre que sea posible, de equipos de elevación autónomos que, manejados por ellos mismos, les permita el acceso a las distintas partes en óptimas condiciones de seguridad. En la figura nº 16 se muestra uno de dichos equipos, debiéndose indicar que a la hora de manejarlos se habrán de considerar aquellos riesgos potenciales que puedan existir en su campo de acción, en particular se ha de tener en cuenta:

- Presencia de cables eléctricos en la proximidad que pueden originar electrocuciones.
- Presencia de conducciones de fluidos a presión que puedan ser golpeados.

- Asegurar la estabilidad e inmovilidad del equipo.
- Interferencias en vías de circulación de vehículos.
- Señalar y en su caso acordonar la zona donde exista el riesgo de caídas de objetos.

- Otras medidas que específicamente puedan considerarse.

**FIGURA N° 16**



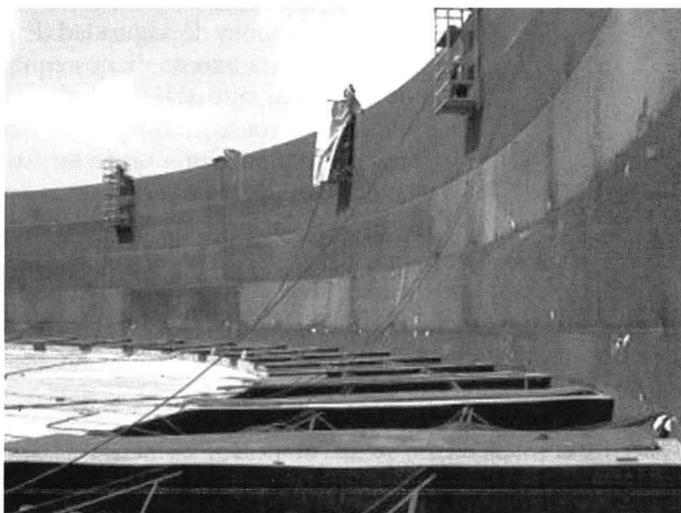
Dado que no siempre es posible la utilización de tales equipos, se deberá recurrir a instalación de andamios o escaleras manuales para el acceso. Los andamios deberán:

- Estar homologados.
- Asentarse sobre superficies planas.
- Ser lo suficientemente resistentes para soportar la carga debida a personas y equipos que deban situarse sobre ellos.
- Al igual que con los equipos de elevación, colocarse estudiando los riesgos potenciales que puedan existir en su proximidad, tales como vías de vehículos, conducciones eléctricas, interferencias con grúas, etc.

- Delimitar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.

En la figura n° 17 se muestran andamios individuales suspendidos para soldar las virolas de un tanque.

**FIGURA N° 17**



Finalmente hay que indicar que en el caso de tener que emplear arneses anti-caída, éstos deberán cumplir los requisitos establecidos para los equipos de protección individual anteriormente indicados, recordando que los cinturones de seguridad se emplearán únicamente como limitadores de posición, para impedir el acceso a los puntos de posible caída, pero no como protección sobre la caída misma. En cuanto a los arneses hay que tener en cuenta que al ser equipos de categoría III, junto con la marca CE deberán llevar el número de identificación del organismo notificado que controla el sistema de garantía de calidad de su fabricación.

b) CAÍDAS AL MISMO NIVEL: Dado que las caídas al mismo nivel pueden ser ocasionadas por tropiezos, resbalamiento, etc. se habrán de tener en cuenta las siguientes medidas:

- Se deberá mantener una adecuada organización de trabajo.
- Todos los restos de piezas que se puedan producir se depositarán en contenedores adecuados, evitándose en todo momento que permanezcan en el suelo.
- Se evitará circular por planchas, piezas, etc, que presenten superficies engrasadas.
- Las mangueras y cables de los aparatos de soldar se guardarán recogidos o enrollados en sus correspondientes equipos.
- Durante las operaciones de soldadura se prestará especial atención a la disposición de cables y conducciones.
- Se utilizará calzado antideslizamiento cuando, tras la evaluación del riesgo de caída, así se aconseje.
- Las herramientas y útiles utilizados se guardarán en lugares apropiados.
- Se procederá a la limpieza de los suelos que queden manchados con grasas, aceites o derrames de cualquier fluido.
- En general se tendrá un orden y limpieza adecuados.

## 7. RUIDO

La presencia de ruido no es infrecuente en trabajos relacionados con la soldadura, ténganse en cuenta las operaciones de picado de escorias, empleo de amoladoras, cinceladoras para preparación de juntas de soldadura, uso de diversas máquinas, etc, que pueden ser fuente de ruido; todo ello acompañado en numerosas ocasiones, con un ruido de fondo del taller o lugar de trabajo donde se realizan las operaciones. Por otra parte, procesos como el TIG, soldadura de espárragos, por puntos, etc, son focos de ruido.

El ruido tiene unos efectos en la salud humana que se pueden dividir en dos grupos; efectos auditivos del ruido y efectos no auditivos.

Dentro de los efectos auditivos, un ruido brusco e intenso puede provocar una disminución de la capacidad auditiva e incluso producir la rotura del tímpano; ahora bien los ruidos menos intensos pero más persistentes pueden producir daños auditivos: cuando existe una exposición a ruidos altos, en un periodo corto de tiempo, se da la fatiga auditiva, si bien al cabo de unas horas, con el descanso, se recupera la capacidad auditiva normal. Cuando la exposición a niveles sonoros excesivos se repite de tal forma que el oído no tiene tiempo de recuperarse entre una exposición y otra, y si esta situación se mantiene de forma continuada, llega a aparecer una lesión irreversible en el oído (hipoacusia), conocido en lenguaje corriente como sordera.

La alteración de la audición es lenta, lesiona las células nerviosas del oído interno, siendo las primeras en dañarse las encargadas de detectar ruidos agudos, de frecuencia próxima a los 4000 Hz, para después extenderse progresivamente, si bien no se tiene conciencia de la perdida de audición hasta que no se ven afectadas las frecuencias de la conversación, siendo el proceso irreversible.

Se ha indicado que el ruido puede tener también efectos no auditivos en la salud humana, dándose la circunstancia de que muchas veces esos efectos no se relaciona con él y por otra parte, en la mayoría de estos efectos no auditivos, no se ha encontrado una relación clara dosis-respuesta que pueda establecer a partir de que niveles de ruido se pueden producir esos efectos.

Estos efectos no auditivos o colaterales pueden ser:

- Reacciones fisiológicas favoreciendo la aparición de estrés
- Interferencias en el sueño con la aparición de insomnio.
- Interferencia en actividades mentales tales como leer, estudiar o disminución de la concentración necesaria para realizar determinadas tareas.
- Interferencias en la comunicación y recepción de señales acústicas, aumentando el riesgo de accidente

## **7. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta**

La aplicación de medidas preventivas pasa por el cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 1316/89, de 27 de octubre, cuyo objeto es la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de exposición al ruido durante el trabajo, y en el cual se establecen las pautas de actuación.

En cuanto a las medidas para controlar el ruido propiamente dichas, pueden ser de control de la fuente, del medio o del receptor. En el primero de los casos, control de la fuente, se trata de eliminar o reducir el ruido emitido; en el segundo caso, control del medio, lo que trata es de controlarlo evitando su transmisión; mientras que el control del receptor, última solución a aplicar, es el evitar que el receptor

reciba el ruido, para lo cual se puede recurrir al empleo de cabinas insonorizadas, difícil de aplicar en muchos casos, o el empleo de protecciones auditivas, lo cual debe tener un carácter temporal y complementario mientras se adoptan otras medidas técnicas y organizativas.

Los protectores auditivos se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Orejeras, compuestos de un casquete y un arnés; el casquete es una pieza de plástico duro que cubre y rodea la oreja y cuyos bordes están recubiertos por almohadillas con el fin de sellar acústicamente la cara. El arnés sujeta y prensiona los casquitos contra la cabeza.
- Tapones, que se utilizan insertos en el conducto auditivo externo obturándolo y que pueden llevar un cordón de sujeción para evitar su pérdida. Pueden ser permanentes, reutilizables varias veces y de un solo uso.
- Orejeras con cascós.

Las marcas y requisitos que deben cumplir las protecciones individuales contra el ruido son análogos a los ya indicados anteriormente para otras protecciones personales.

Para la elección del protector auditivo adecuado se deberá conocer lo siguiente:

- El nivel diario equivalente de ruido, obtenido mediante un sonómetro integrador.
- La distribución espectral del ruido a las distintas bandas de octava comprendidas entre 63 Hz y 16000 Hz.
- La atenuación del protector a cada frecuencia, proporcionada por el fabricante del mismo.

Con los anteriores datos se determina el nivel sonoro atenuado a cada frecuencia y se calcula el nivel diario equivalente atenuado, comparándose este valor con los niveles admisibles recogidos en el ya mencionado Real Decreto 1316/89, de 27 de octubre.

Cuando sea obligatorio el uso de protectores auditivos, se deberán proporcionar a cada trabajador dos o tres modelos, para que cada uno elija el que le resulte más cómodo, lo que a su vez es una garantía más de que serán utilizados; por otra parte, se señalizará adecuadamente tal obligación, de acuerdo con el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, y la Guía Técnica sobre disposiciones mínimas en señalización de seguridad y salud de los trabajadores, y según se indica en la figura nº 18.

**FIGURA N° 18**

Como complemento a las medidas preventivas indicadas, se informará y formará al trabajador sobre los riesgos derivados de la exposición al ruido.

## 8. ERGONOMÍA DEL PUESTO DE TRABAJO

Las operaciones de soldadura suponen la introducción en el trabajo de diversos problemas ergonómicos, muchos de los cuales no son conocidos o no son tenidos en cuenta y que pueden ser la causa tanto de afecciones en el cuerpo humano como el motivo de un accidente.

La ergonomía trata de ajustar el puesto de trabajo a las necesidades del trabajador en lugar de adaptar al trabajador al puesto de trabajo, resultando en este último caso la realización de movimientos repetitivos desordenados, acumulación de lesiones, baja productividad, baja calidad del trabajo y falta de satisfacción por parte del trabajador. La solución de los problemas ergonómicos pasa por reconocer la repetitividad de movimientos y las lesiones acumuladas, que hacen sentir debilidad, como primeros síntomas de lesiones más graves. Todos los síntomas musculares aparecen de la misma manera, y rediseñar los puestos de trabajo de acuerdo con los trabajadores (lo que hace que se sientan parte del proceso de trabajo), junto con el empleo de nuevos diseños y el desarrollo de nuevas ideas es una buena táctica para solucionar los problemas que se originan.

Algunos de los muchos factores a tener en cuenta al diseñar el puesto de trabajo de los soldadores son los siguientes:

- La aptitud del trabajador para la realización del mismo.
- El peso de la pistola o soplete de soldar.
- El diseño de las herramientas.
- La posición del trabajador para la realización de las tareas.
- El tipo de protección personal que debe utilizar el soldador.
- El espacio de trabajo donde se realiza la operación, lo que incluye, entre otras cosas, la iluminación, tamaño del espacio, temperatura, ruido, vibraciones, etc
- Los requerimientos físicos del trabajo, como la elevación, giros posturales, posiciones forzadas, etc.
- Los requerimientos mentales del trabajo, como atención, concentración, motivación, etc.

La solución de estos problemas es mucho más fácil en puestos fijos de trabajo que en los móviles o de campo.

En los siguientes apartados se tratan algunos de estos factores individualmente.

## 9. CARGA FÍSICA

Determinadas demandas físicas, como andar o correr, obligan a que los músculos se contraigan y estiren rítmicamente, denominándose a esa contracción muscular "isotónica" y el trabajo o ejercicio realizado recibe el nombre de "dinámico".

En otras actividades, el músculo se contrae y mantiene una contracción durante un tiempo variable, cosa que ocurre al sostener un peso o estar en una postura determinada, denominándose a esta contracción "isométrica" y el trabajo realizado, "estático". En principio, un trabajo dinámico, que se realice a ritmo adecuado a la persona y cuando el esfuerzo no sea de excesiva intensidad, puede ser efectuado durante largo tiempo; sin embargo, durante el trabajo estático, la contracción prolongada de músculos comprime los vasos sanguíneos, provocando un menor aporte de sangre al músculo, al hueso y a las articulaciones de la zona, lo que determina una menor aportación de oxígeno y nutrientes, lo que a su vez origina la aparición de fatiga muscular de la contracción.

En las operaciones de soldadura es frecuente la aparición de tal fatiga, debido a tener que adoptar muchas veces determinadas posturas o posiciones forzadas, como el trabajo en cuclillas o de rodillas, los estiramientos, la posición elevada de extremidades superiores, las inclinaciones de tronco, el aumento de la fuerza que se ejerce con la mano para asir un objeto por el uso de guantes, etc. Como ejemplo, en la figura nº 19 se aprecian algunas de las posturas indicadas.

FIGURA Nº 19



Todo ello representa un riesgo, que se materializa en trastornos muscoesqueléticos y cuya manifestación precoz es dolor, molestia u hormigueo en una parte del cuerpo, para con el tiempo aparecer artrosis, bursitis, síndrome del túnel carpiano, meniscopatías, tensiovinitis, etc

### **9. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta**

La prevención derivada de la carga física pasa por lo siguiente:

- Evitar en todo lo posible trabajar en cuclillas, de rodillas y con los brazos en posición alta.
- Evitar inclinaciones excesivas del tronco o laterales de la cabeza.
- En general, evitar toda postura que suponga una posición forzada, estiramientos, etc; téngase en cuenta que el forzar posturas, por no llegar adecuadamente a puntos de trabajo, puede implicar otros riesgos que se pueden manifestar en caídas.
- Emplear posicionadores, mesas de trabajo o elementos mecánicos, para disponer las piezas a trabajar en planos de trabajo adecuados.
- Organización adecuada del trabajo.
- Establecer en su caso las pausas y descansos oportunos.
- En aquellos puestos de trabajo que sean fijos, diseñarlos de forma que el trabajo se realice de una forma ergonómica, teniendo en cuenta los principios enumerados al principio de este apartado, y como ejemplo cabe indicar la posibilidad de modificar la altura de trabajo en función del tamaño de la pieza, o de forma que el trabajador maneje la pistola de soldar por debajo del nivel de los codos.

### **10. TRABAJO EN SITUACIÓN DE AISLAMIENTO**

Se entiende por trabajo en situación de aislamiento, con independencia del trabajo que se realice, aquellos trabajos que se realizan en situación de soledad sin otras personas que realicen labores en el mismo lugar, y en los que a menudo no pueden oír ni ser oídos sin el uso de teléfonos o elementos similares.

En el trabajo de soldadura esta situación se puede dar en la construcción de estructuras, depósitos y tanques de grandes dimensiones, etc, muestra de lo cual se puede apreciar en la figura nº 20 en la que se observa a un soldador realizando en solitario la soldadura de virolas de un tanque.

Las personas que trabajan en tales condiciones están sometidas a riesgos derivados de la seguridad y riesgos derivados de factores psicosociales.

**FIGURA N° 20**

Los riesgos derivados de la seguridad pueden ser debidos a:

- Errores o incertidumbres de la persona que trabaja en situación de aislamiento: Al trabajar aislada es más fácil que se produzcan errores de actuación, al no poder comparar su actividad con nadie; o incertidumbre, al no tener a quien preguntar en caso de duda u olvido.
- Falta de ayuda tras una situación crítica o accidente: Se puede sufrir un contratiempo en el puesto de trabajo que le impida salir del mismo, y que en un plazo más o menos corto de tiempo puede influir en su salud, o bien puede sufrir una alteración súbita de la salud, siendo necesario en todo caso una actuación inmediata, a menudo no garantizada.

#### Riesgos derivados de factores psicosociales:

- Derivados del propio aislamiento, lo cual puede producir un desequilibrio en el ser humano al presentarse tanto a nivel socio-afectivo como a nivel cognitivo.

En el primero de los casos el trabajo rutinario sin la presencia de otras personas puede implicar aburrimiento, descenso en la vigilancia e incluso una alteración de la percepción del tiempo. En cuanto a nivel cognitivo, la carencia de información, formación o de medios para tomar decisiones obliga a recurrir a la propia experiencia. La elaboración de respuestas mediante la representación mental del proceso de trabajo y sus posibles disfunciones, junto con la propia experiencia laboral, no es nada fácil para un trabajador en situación de soledad, ya que este proceso requiere el intercambio de conocimientos y experiencias con otras personas. Una incertidumbre muy frecuente sobre el estado del sistema podría entrañar un desequilibrio emocional en el propio trabajador y una reacción inadecuada en caso de situación imprevista.

Estos cambios conductuales pueden llevar fácilmente al error o incertidumbre en la actuación de la persona que trabaja en situación de aislamiento.

- Fatiga psicológica, ya que el trabajo en aislamiento puede dar lugar a una carga psíquica que puede traducirse en sentimiento de soledad o angustia. Durante sucesos excepcionales es posible que una persona que trabaja sola sufra una fatiga física, intelectual o psíquica, motivada por la falta de ayuda proveniente de otras personas. En estas situaciones de estrés, se aumenta la probabilidad de que la persona que trabaje sola tome decisiones erróneas, realice falsas manipulaciones o improvise peligrosamente.

### **10. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta**

La primera medida a tener en cuenta es estudiar si es imprescindible que el trabajo sea efectuado en solitario, teniendo presente que económicamente puede ser mucho más caro el tomar medidas para prestar ayuda en el momento preciso que resituar o redefinir el puesto de manera que el trabajo pueda ser desarrollado junto con otras personas. Dado que tal medida no puede ser llevada en ocasiones a la práctica, como medidas sustitutivas se tendrán en cuenta las siguientes:

- Minimizar los riesgos derivados de la seguridad de cara a evitar cualquier lesión por dicha circunstancia.
- Disponer un sistema de ayuda rápida en el caso de accidente o alteración puntual de la salud, para lo que se deberán tener en cuenta los plazos máximos para los primeros auxilios en función de los probables daños sufridos, remitiendo al lector a la Nota Técnica de Prevención nº 344 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, "Trabajos en situación de aislamiento", en la cual quedan recogidos.
- Disponer medios técnicos de alarma para aquellos casos en los que la persona que trabaja sola se vea imposibilitada de pedir ayuda.
- Facilitar la asistencia de otra persona en caso de necesidad, ya sea mediante teléfono, radioteléfono o alarma. La persona que esté sola ha de poder llamar a otras personas cuando se encuentre en situación crítica.
- Procurar los medios para que la persona que trabaja sola no carezca de apoyo e información para el desarrollo de su tareas: En el caso de trabajo en aislamiento la persona debe disponer de una amplia información sobre lo que está haciendo, sobre el margen de decisión que se tiene y sobre los posibles fallos que pueden ocurrir.
- Favorecer las relaciones, tanto con el mando como con el resto de personas que puedan estar más o menos cercanas a la zona donde trabaja.
- Adjudicar los trabajos en aislamiento a personas con aptitudes apropiadas, es decir que además de los conocimientos específicos requeridos para el cumplimiento de la tarea, deberán cumplir con una serie de requisitos relacionados con las aptitudes psíquicas, han de poder superar la angustia que supone la soledad y han de ser capaces de enfrentarse a situaciones problemáticas que deberán resolver, en muchos casos, por sí mismos.

- Aplicar medidas técnicas y organizativas que reduzcan la posible carga de trabajo y al mismo tiempo no incrementen los riesgos a que están sometidas las personas que trabajan solas.

## 11. HERRAMIENTAS MANUALES

El empleo de herramientas manuales está ampliamente difundido en operaciones conexas con la soldadura, compases de trazado, tijeras para cortar chapas, picos para la eliminación de escorias, martillos para golpear, etc. Dichas herramientas son con bastante frecuencia el origen de lesiones debidas a golpes, cortes, pinchazos, proyección de partículas, caídas de la propia herramienta, etc.

Además de las citadas lesiones se pueden producir otras cuyo origen estriba en un prolongado uso de las mismas y que son la causa del síndrome del túnel carpiano, entumecimiento de dedos y síntomas de tendosinovitis como la imposibilidad temporal de doblar o estirar los dedos. Es por lo tanto necesario tener en cuenta una serie de medidas preventivas en su utilización, al objeto de evitar la producción de accidentes.

### 11. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta

Como principales medidas preventivas hay que tener en cuenta aquellas que afectan tanto a la propia herramienta como a la utilización de la misma:

- El primer paso será la adquisición de una herramienta de calidad reconocida.
- La elección de la herramienta será adecuada al trabajo que se efectuará con ella, empleándola exclusivamente para la función para la que fue diseñada.
- A la hora de elegir una herramienta manual se tendrá en cuenta el que no se necesite forzar mucho la mano y al tomarla por el mango se debe sentir comodidad, descartando aquellas herramientas que presenten bordes o ranuras donde descansar los dedos. El mango debe ser no deslizante y preferentemente que este cubierto con un material suave como goma o plástico
- Si se tiene que aplicar mucha fuerza en la operación a realizar con la herramienta, el mango debe caber en toda la mano y no sólo en los dedos; debe poderse sujetar con firmeza cubriendolo con toda la mano y no sólo en un punto determinado.
- Cuando se trate de escoger una herramienta manual hay que probar varias al objeto de elegir la que sea más cómoda para su uso.
- La herramienta se utilizará exclusivamente para la función para la que ha sido diseñada. No se emplearán, por ejemplo, llaves como martillos, destornilladores por cortafriós, etc.
- Cada usuario comprobará el buen estado de las herramientas antes de su uso, inspeccionando cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móvi-

les, etc. Deberá dar cuenta de los defectos que encuentre a fin de que sean sustituidas.

- Las herramientas se mantendrán limpias y en buenas condiciones.
- No se utilizarán herramientas con mangos flojos, mal ajustados y astillados. Se tendrá especial atención con martillos y mazas.
- Las herramientas no deberán ser lanzadas a otros usuarios sino entregarse en mano.
- Las herramientas no se llevarán en los bolsillos, debiéndose transportar en cajas portátiles.
- Cuando se realicen trabajos en altura con herramientas, se llevarán en bolsa o mochilas o bien en el cinto portaherramientas, con el fin de tener las manos libres. Especial atención se tendrá en disponerlas en lugares desde los que no puedan caerse y originar daños a terceras personas, en particular, y cuando sea necesario, se señalizará y delimitará la zona donde puedan caerse dichas herramientas.
- Las herramientas de corte se mantendrán afiladas y con el corte protegido o tapado mediante tapabocas de caucho, plástico, cuero, etc.
- Las herramientas permanecerán ordenadas adecuadamente, tanto durante su uso como en su almacenamiento, procurando no mezclar las que sean de distintas características.
- El trabajador será formado adecuadamente para el uso de la herramienta y, en caso de duda para la utilización, se pedirán las aclaraciones pertinentes antes de su uso.
- Cuando se usen cortafríos, punteros, etc, se hará sujetándolas con las pinzas o tenazas o empleando protectores de goma en los mismos.
- Las herramientas que actúen por percusión se utilizarán siempre con protectores de goma.
- No utilizar cortafríos, punteros, etc, con rebabas, filos romos o saltados.
- Sujetar firmemente la pieza sobre la que se trabaja con los elementos apropiados.
- Cuando se empleen tijeras, permanecerán, mientras que no se usen, en su bolsa o funda protectora. Las tijeras para cortar chapas dispondrán de un tope que impida el aprisionamiento de los dedos para quien las use.
- No se usarán destornilladores con la boca de ataque redondeada, afilada o mellada, ya que es muy fácil que se escape al utilizarlo.
- El esfuerzo a efectuar durante la utilización se realizará verticalmente, ya que en caso contrario se puede escapar, como en el caso anterior, y producir lesio-

nes en manos o cuerpo. Así mismo, la mano que queda libre se situará de forma que quede fuera de la posible trayectoria del destornillador en caso de que se produjese el escape, y tampoco se apoyará la pieza sobre dicha mano libre.

- Las limas no se utilizarán sin mango, con las puntas rotas o los dientes desgastados. La espiga deberá montarse sobre un mango liso sin grietas y la fijación asegurarse mediante virola o abrazadera.

Para mantenerlas limpias de restos de materiales y grasas se limpiarán con cepillo de alambre. Jamás se utilizarán como palanca, punzón u otros fines distintos de su uso específico.

- Las tenazas y alicates no se emplearán si tienen las mandíbulas desgastadas o sueltas y su filo cortante no estará mellado. No se usarán en sustitución de llaves para soltar o apretar tornillos.
- Cuando se utilicen compases trazadores para chapas, permanecerán en su correspondiente caja en tanto no sean usados, devolviéndose a la misma tras su utilización.
- En todas aquellas operaciones en las que el uso de herramientas pueda suponer la proyección de partículas se emplearán gafas de seguridad resistentes a impactos y cuyas características se verán al hablar de las pantallas de soldador.
- Toda herramienta que no se use se almacenará en su funda o caja fuera del espacio de trabajo.

## 12. HERRAMIENTAS MANUALES A MOTOR

La preparación de las piezas a soldar hace necesario tener que cortar materiales, perfiles y tubos, etc, así como efectuar taladros y mecanizar los cordones de soldadura una vez realizados. Para tales operaciones se suele utilizar una serie de herramientas manuales a motor tales como: radiales, ingletadoras, cortadoras de tubo, amoladoras, etc. Dichas máquinas suelen tener un accionamiento eléctrico aunque en ocasiones puede ser también neumático.

Como riesgos derivados de la utilización de dichas máquinas cabe citar los siguientes:

- Contacto eléctrico, directo e indirecto: En el primero de los casos su origen viene determinado por el fallo del aislamiento en los conductores o en los elementos en tensión, mientras que en el segundo caso se debe a fallos del aislamiento entre las partes en tensión y la carcasa de la herramienta.
- Atrapamientos por partes móviles.
- Cortes y punzamientos.
- Proyecciones de partículas.

- Proyecciones de fragmentos de útiles por rotura de los mismos.
- Caídas de las propias máquinas y de objetos.
- Ruido y vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- En el caso de herramientas accionadas por aire comprimido, escapes del mismo y rotura de mangueras con el consiguiente movimiento en látigo.

### **12.1. Medidas preventivas a tener en cuenta**

El primer paso será la elección de una máquina que sea adecuada para los trabajos que se van a realizar con ella y, una vez elegida, ver que cumple con los requisitos especificados en la legislación vigente, Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995, relativos a máquinas, y el Real Decreto 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

En particular se deberán tener en cuenta las siguientes medidas:

- Las máquinas se destinaran exclusivamente al uso para el que están indicadas, debiendo estar adecuadas en todo momento al trabajo que se va a realizar.
- Antes de la utilización de una máquina el trabajador deberá ser instruido adecuadamente en el manejo de la misma, debiendo este último preguntar cualquier duda que se le presente durante su utilización. Así mismo se deberán leer con atención los manuales de uso que obligatoriamente deberá entregar el fabricante en idioma español.
- Las máquinas se utilizarán correctamente, siguiendo las instrucciones del fabricante y no forzándolas en ningún momento.
- Cuando no se utilicen las máquinas, se deberán desconectar de la red.
- Los útiles a emplear, tales como brocas, discos, etc., serán de la calidad adecuada y en ningún caso deberá conectarse a la máquina un útil fabricado por el propio trabajador: El riesgo de que se rompa, salga despedido, etc. es muy grande y puede ser origen de graves lesiones.
- Las herramientas se someterán al mantenimiento explícitamente indicado por el fabricante, debiéndose utilizar, en caso de tener que sustituir algún elemento, los repuestos que el mismo suministre.
- Se establecerá un plan de mantenimiento preventivo periódico y serán revisadas por el trabajador antes de su utilización: En el caso de detectar cualquier anomalía deberá comunicarlo inmediatamente a la persona que la Organización determine, poniéndose fuera de servicio hasta la subsanación de defectos encontrados.

- Se evitara en todo lo posible la conexión a la red mediante conductores auxiliares, razón por la cual se deberán disponer en los puestos de trabajo las tomas de corriente adecuadas.
- En ningún caso se utilizarán extremos desnudos en el cable de alimentación de la herramienta para la conexión a la red.
- Una vez utilizadas, las herramientas se alojarán en los lugares dispuestos para las mismas, evitando en todo momento que permanezcan en el suelo.
- En el caso de producirse una caída de la herramienta o después de haber sufrido algún golpe deberá ser revisada para detectar la posible anomalía que la caída haya originado en la máquina.
- El transporte de la herramienta se efectuará en su caja u elemento dispuesto para ello, no debiendo ser arrastradas tirando del cable de conexión a la red en ningún momento, ni colgando de dicho cable.
- Aquellos útiles que requieran afilarse, como por ejemplo brocas, deberán estar en todo momento en condiciones óptimas.
- Los útiles que deban acoplarse en las herramientas serán adecuados para los trabajos a efectuar con ellas, así no se deberá utilizar un disco de corte de metal para corte de madera.
- Cuando se deba realizar algún trabajo con una máquina herramienta eléctrica manual se deberá evaluar previamente si el procedimiento es el adecuado: Por ejemplo para cortar un elemento metálico que está recibido en hormigón puede ser preferible el utilizar el corte oxiacetilénico en lugar de una radial, ya que se puede sobrepasar el espesor del elemento metálico y la máquina ser bruscamente retenida con el consiguiente rebote que puede ocasionar lesiones o caídas al trabajador.
- Los cables de conexión de las máquinas manuales eléctricas suelen estar sometidas a gran erosión al disponerse sobre suelos, chapas, etc, lo que puede deteriorar su aislamiento y producir cortes en el mismo con el consiguiente riesgo de contacto eléctrico.
- Las máquinas eléctricas no se emplearán en ningún caso como elementos para golpear materiales.
- Cuando el trabajo con máquinas herramientas deba ser efectuado forzosamente en escaleras, se deberán tener en cuenta los esfuerzos que ello pueda suponer y utilizar el elemento anticaída adecuado, tal como prescribe el RD 486/1997 sobre condiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores en los lugares de trabajo, escaleras de mano.
- En ningún momento se retirará ninguna protección de seguridad de una máquina herramienta, ya que con ello la máquina pierde su Certificación y no proporciona las medidas de seguridad que el marcado CE acredita.

- Se utilizarán los Equipos de Protección Personal que el empresario o el Servicio de Prevención establezca para el uso de las herramientas. Hay que tener en cuenta que dichos equipos han sido propuestos tras una evaluación previa de riesgos.
- Si para la realización de alguna tarea con alguna de estas herramientas existiese un procedimiento de trabajo determinado, se seguirá adecuadamente: hay que tener en cuenta que se ha establecido para una adecuada seguridad.
- Siempre se utilizarán las máquinas teniendo las manos secas y limpias de grasas o aceites.
- No se expondrán las herramientas eléctricas a la lluvia ni se utilizarán cerca de líquidos o gases inflamables.
- Las máquinas no se sobrecargarán, debiéndose utilizar dentro del margen de potencia indicado en el manual de la misma.
- Se deberá emplear un dispositivo de fijación para mantener firme la pieza sobre la que se trabaja.
- Se evitarán los arranques involuntarios de la máquina.
- No se trasportarán conectadas a la red y con las manos apoyadas en el interruptor.
- Antes de enchufar un máquina se comprobará que está apagada.

Dado que las amoladoras son máquinas extremadamente peligrosas, se deberán extremar las medidas de seguridad, en particular:

- Nunca se utilizarán discos que no sean adecuados al admitido por la amoladora, ya que supondría el tener que retirar la carcasa protectora del disco: Estas máquinas están diseñadas para un determinado número de revoluciones en función del diámetro del disco, de tal forma que a mayor diámetro menor velocidad, por lo que poner un disco de mayor diámetro podría ocasionar la rotura del mismo y salir proyectados los fragmentos con gran energía.
- La carcasa protectora estará colocada de tal forma que la mano que sujetla la empuñadura esté totalmente protegida del disco.
- Nunca se emplearán discos de corte para el desbarbado: Los discos de corte tienen la malla que los hace resistentes por los lados y, si se emplean para desbarbar, se podría romper la malla y partirse el disco saliendo proyectados los fragmentos. Los discos de desbarbar son más gruesos que los de corte y la malla se encuentra en la cara opuesta a la de trabajo, razón por la cual no pierde resistencia al utilizarlo.
- Para utilizar la amoladora siempre se agarrará con las dos manos.
- Se utilizarán discos específicos para amoladoras.

- Se utilizarán los equipos de protección adecuados, como se puede apreciar en la figura nº 21 cuyos requisitos deberán cumplir lo indicado en anteriores apartados.

**FIGURA N° 21**

### 13. INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Los procesos de soldadura y corte son causa de proyecciones de partículas de metal fundido, chispas, escorias incandescentes, así como origen de superficies calientes, todo lo cual puede originar incendios y explosiones si no se han tomado las medidas adecuadas.

Una de las principales causas de fuego y explosión son precisamente las chispas desprendidas durante la soldadura, las cuales pueden alcanzar distancias de hasta diez metros horizontalmente desde el punto de generación, y distancias aún mayores cuando esas chispas o partículas de metal incandescente caen verticalmente. Ver figura nº 22.

**FIGURA N° 22**

Por otra parte, hay que tener en cuenta que las chispas pueden atravesar o quedar retenidas en hendiduras, vestimenta, aperturas en tuberías, así como en otras pequeñas oquedades de suelos y paredes.

Tampoco hay que olvidar que las chispas y partículas incandescentes se pueden producir en el uso de máquinas de corte, amoladoras etc.

Se ha indicado cuales pueden ser las fuentes de ignición, pero también hay que tener en cuenta cuales pueden ser los materiales o substancias que necesariamente han de intervenir como combustible en todo incendio o explosión, y a este respecto se ha de tener en cuenta:

- Suelos, tabiques o techos de material combustible.
- Materiales almacenados en proximidad, como por ejemplo madera, papel, vestidos, plásticos y líquidos o gases inflamables, por citar algunos.
- Restos, como por ejemplo grasas, polvo o cualquier otra sustancia combustible.
- Particular importancia se le debe dar a la posibilidad de existencia en el espacio en donde se realiza la soldadura de gases inflamables, vapores líquidos o polvo.
- Depósitos, tuberías, etc. que hayan podido contener fluidos combustibles.

Lo anterior constituye una lista no exhaustiva y habrá de efectuarse en cada caso una evaluación previa para determinar cuáles son los focos de ignición y qué materias son las que pueden ser el origen del incendio o la explosión.

### **13. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta.**

Para prevenir fuegos y explosiones se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Se diseñarán los puestos de trabajo fijos de tal forma que se asegure la imposibilidad de incendio y explosión.
- Siempre que sea posible los trabajos de soldadura móviles se efectuarán en zonas seguras, donde no exista el riesgo de incendio o explosión.
- Se retirarán a lugar seguro todos aquellos elementos o materiales que puedan dar lugar al incendio o explosión.
- Cuando el lugar de trabajo y los elementos o materiales causa del riesgo de incendio o explosión no puedan ser trasladados, se dispondrán medios de protección para proteger, tanto a elementos causa del riesgo como a las personas que se encuentren en la proximidad del calor, chispas y partículas de metal fundido.
- Se emplearán materiales resistentes al fuego para cubrir o bloquear puertas, ventanas, grietas o cualquier otra apertura.

- Siempre que sea posible se encerrará el área de trabajo mediante pantallas portátiles resistentes al fuego.
- Se protegerán los suelos, paredes y techos combustibles de las chispas y el calor mediante cubiertas resistentes al fuego.
- Si se trabaja sobre una pared, techo, etc., metálico, se preverá la ignición de materiales combustibles que puedan existir al otro lado, trasladándolos a lugares seguros.
- Si el alejamiento de combustibles no pudiera verificarse, se designará a alguna persona encargada de ver la posible ignición, equipado con los elementos de extinción adecuados. Esta supervisión se realizará durante todo el proceso de soldadura y al menos una hora y media después de haberse terminado la misma.
- No se soldarán materiales que tengan una capa de pintura o una estructura interna combustible, como por ejemplo paredes o techos, si antes no se ha determinado un método para eliminar el riesgo.
- No se echarán las escorias, restos de electrodos al sustituirlos, etc, sobre contenedores que puedan tener material combustible.
- El soldador deberá disponer de un extintor adecuado en su proximidad y haber sido instruido convenientemente sobre su uso.
- Después de terminar la operación de soldado se examinará el entorno para tener la certeza de que no existe fuego: Téngase presente que el humo o la llama de un incendio de la mayoría de productos sólidos, no se presenta hasta después de cierto tiempo de haberse iniciado el incendio.
- Un equipo inadecuado o la sobrecarga del mismo puede producir sobrecalentamientos con el consiguiente riesgo de incendio.
- Se comprobará que todo equipo eléctrico y los cables de conexión están instalados adecuadamente y se dispone del adecuado circuito de protección.
- No se soldará en atmósferas que contengan gases o vapores, líquidos o polvos inflamables.
- Si existiese la más mínima sospecha o el lugar de trabajo así lo aconsejase, antes de realizar cualquier operación de soldadura se evaluará la posibilidad de la existencia de una atmósfera explosiva recurriendo a los equipos de medición adecuados.
- Particular importancia se dará a la comprobación de la posible existencia de una atmósfera explosiva en un espacio confinado, debiéndose disponer de un Permiso de Trabajo antes de realizar cualquier operación.
- Dependiendo del lugar de trabajo de que se trate se podrá requerir, previamente a la realización de cualquier tipo de soldadura, un Permiso de Fuego,

en el que se contemplen los posibles riesgos y las medidas tomadas para controlarlos. Estos Permisos de Fuego pueden ser exigidos en lugares tales como refinerías, parques de almacenamientos de cualquier sustancia combustible, trabajos en proximidad a depósitos de combustibles, etc.

- No se aplicará calor a depósitos que han contenido un fluido que se desconoce o sustancias inflamables, el calor puede ser la causa de que se produzcan vapores o inflamables o explosivos.
- Los equipos de soldadura se limpiarán periódicamente de las acumulaciones de polvo que se han podido depositar en su interior.
- Se limpiarán y purgarán los contenedores o cualquier otro recipiente antes de aplicarles calor y de soldar sobre ellos. Si en su interior existe un gas no combustible, el calentamiento del mismo puede dar lugar a su dilatación y producir una explosión física del contenedor.
- Se dispondrá previamente una adecuada ventilación de las áreas de trabajo para prevenir la acumulación de gases, vapores y polvos combustibles.
- Cuando se utilice soldadura oxiacetilénica, se apagará el soplete al interrumpir el trabajo y se cerrarán las botellas de gas que se utilizan. Dichos sopletes no aseguran en ocasiones la completa estanqueidad del circuito y se pueden producir escapes de gases combustibles.
- Antes de comenzar una soldadura oxiacetilénica se revisará el equipo y estado de las mangueras, sustituyéndolas en caso necesario. Nunca se intercambiarán mangueras de oxígeno con las de acetileno.
- En soldadura oxiacetilénica las mangueras de conexión de las botellas con el soplete deberán disponer del consiguiente elemento anti- retorno de llama.
- En las paradas momentáneas en soldadura oxiacetilénica se dispondrá el soplete sobre un soporte adecuado, de tal forma que la llama no incida sobre las botellas o cualquier otro elemento. El sobrecalentamiento puntual de una botella por el soplete puede producir una modificación de la estructura del acero de la botella y explotar ante un golpe o caída.
- Las conducciones de gas de la soldadura oxiacetilénica no deberán estar enroilladas en el cuerpo.
- Se desarrollarán procesos de soldadura adecuados y se usará el equipo conveniente para realizar un trabajo con seguridad.

## 14. QUEMADURAS

En las operaciones de soldadura existe el riesgo de que se produzcan quemaduras, siendo sus principales fuentes las siguientes:

- Las chispas y partículas de metal fundido desprendidas durante la operación y que, como se vio anteriormente, pueden salir desprendidas a distancias considerables desde el punto donde se originan.
- Los equipos y piezas soldadas, que pueden alcanzar temperaturas elevadas.
- Los restos de electrodos reemplazados, restos de piezas cortadas, etc., que conservan una temperatura elevada y son la causa de quemaduras, tanto al soldador como a otros trabajadores, si se dejan en el suelo o en lugares no adecuados.

#### 14. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta

Como medidas preventivas se deberán tener en cuenta las siguientes:

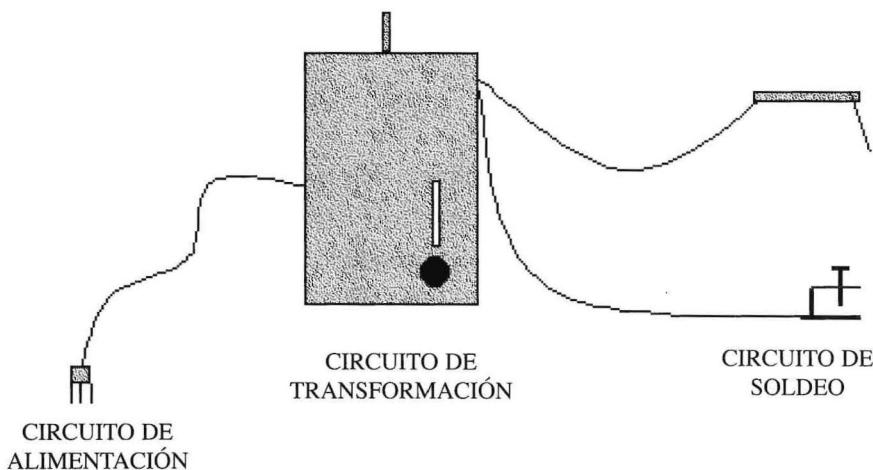
- Dado que el contacto con porta-electrodos, pistolas de soldadura, etc, pueden producir quemaduras, se deberán utilizar los guantes adecuados o bien establecer un periodo de enfriamiento pertinente antes de realizar alguna operación con ellos. Los mismos cuidados se deberán tener en cuenta cuando se deban tocar partes de equipos que estén próximas a los puntos de soldadura o corte.
- Los elementos de protección utilizados, como guantes, cascos, pantalones, calzado, etc, estarán exentos de grasa y libres de agujeros.
- No se vestirán pantalones con dobladillos, camisas con doble puño, bolsillos abiertos, etc, ya que en ellos se pueden quedar retenidas chispas y partículas de metal fundido.
- El calzado utilizado será de caña alta o en su caso se utilizarán polainas, siendo en todo caso resistentes al fuego.
- Se utilizarán cascos o pantallas de mano que proporcionen una protección adecuada de cara, cuello y orejas, debiéndose proteger también la cabeza con el correspondiente gorro.
- Cualquier vestido utilizado estará exento de grasa, aceite, disolvente o cualquier sustancia inflamable.
- Se retirará de los bolsillos cualquier elemento combustible, como por ejemplo cerillas o mecheros.
- Si alguna sustancia combustible se derramase sobre los vestidos deberán cambiarse antes de empezar cualquier operación de soldadura o corte.
- Para aquellos procesos o trabajos que resulten extraordinariamente peligrosos se considerará la alternativa de su automatización.

- Hay que tener en cuenta que la protección se efectuará no sólo del soldador sino también de aquellas otras personas que pudiesen sufrir las quemaduras. En particular se ha de tener en cuenta lo siguiente:
  - Se emplearán pantallas o barreras para proteger a otras personas que pudieran verse afectadas.
  - Se señalizarán adecuadamente las piezas o elementos calientes que puedan causar quemadura o fuego.
  - Si para la realización del trabajo se requiere la presencia de varias personas, por ejemplo ayudantes, todos deberán disponer de igual equipo de protección y seguir el procedimiento establecido para la realización del trabajo.
- Para aquellos trabajos que necesariamente se deban realizar en altura y, por lo tanto, es previsible la caída de elementos incandescentes, se deberá acotar la zona para impedir el acceso de personas y se señalizará el riesgo adecuadamente.

## 15. RIESGO ELÉCTRICO

Los equipos empleados en soldadura pueden causar accidentes muy graves o mortales por contacto eléctrico, producir graves quemaduras o, como efectos adicionales, ser la causa de caídas debido al shock que se produce en un contacto eléctrico. Hay que tener en cuenta que tanto el electrodo como el circuito eléctrico que se forma durante el trabajo están puesto en tensión cuando el equipo está conectado a la red y, por otra parte, tanto el circuito de alimentación al equipo de soldadura como las partes internas de dicho equipo también están en tensión (ver figura nº 23).

**FIGURA N° 23**



Finalmente también hay que considerar que cuando se suelda con hilo continuo, tanto el hilo como el carrete y todas aquellas partes metálicas que están en contacto con el hilo, también están en tensión.

### **15.1. Medidas preventivas a tener en cuenta**

Se deberán tomar las medidas de seguridad adecuadas y dar entrenamiento a las personas que deban efectuar operaciones de soldadura para garantizar que se efectúa en adecuadas condiciones de seguridad, y en particular:

- Los equipos utilizados en soldadura deberán cumplir el Real Decreto 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los equipos eléctricos de soldadura deberán estar acordes con las condiciones establecidas en el Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. En particular la puesta a tierra de los equipos.
- Se deberán tener en cuenta las instrucciones que sobre instalación, operación y servicio debe entregar el fabricante del mismo.
- Las operaciones de instalación, mantenimiento y reparación de equipos se realizarán exclusivamente por personal cualificado.
- Se evitará en todo momento el tocar partes en tensión.
- Se utilizarán guantes adecuados los cuales deberán estar secos y en buenas condiciones de uso en todo momento. Así mismo se utilizará la vestimenta de protección adecuada.
- Se utilizará calzado de suela aislante o una plataforma aislante.
- Se utilizarán exclusivamente porta-electrodos que aseguren un completo aislamiento.
- No se introducirán los porta-electrodos en agua para enfriarlos.
- No se situarán los porta-electrodos sobre superficies metálicas: se dispondrán elementos de soporte de los mismos que sean adecuados.
- No se tocará a otras personas con el electrodo o con el porta-electrodos.
- No se utilizarán cables de conexión que estén desgastados, rotos o que sean de sección inadecuada.
- No se utilizarán cables que presenten empalmes.
- En ningún caso se utilizarán cables con los bordes de conexión desnudos.
- Antes de utilizar los equipos, asegúrese de que las conexiones no presentan ningún defecto y están limpias y secas.

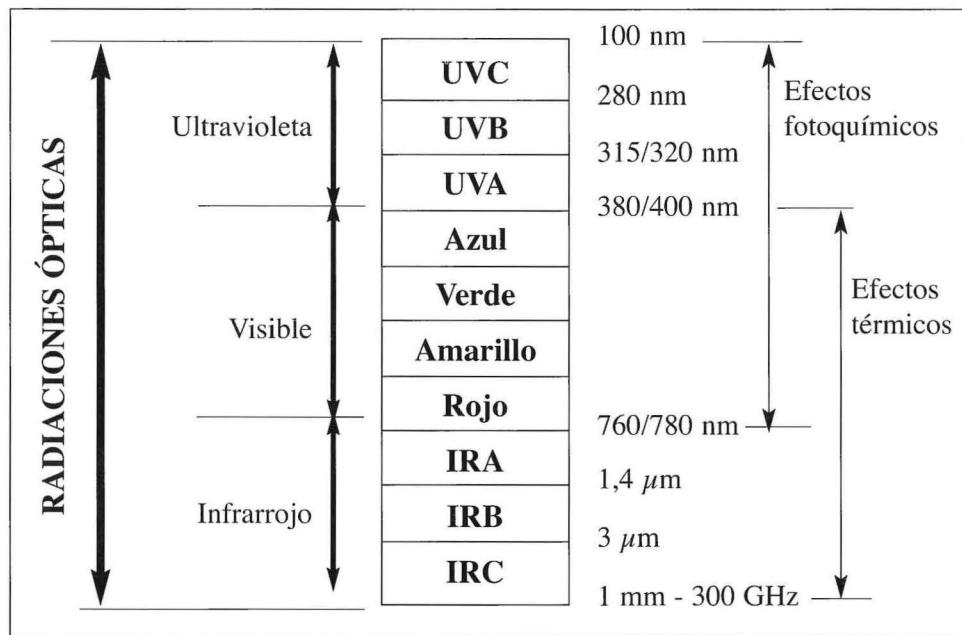
- Se pondrá especial atención en no cerrar el circuito de trabajo tocando simultáneamente el electrodo y la pieza a soldar.
- Cuando no se usen los equipos, en las paradas de trabajo o puesta fuera de servicio, se deberán desconectar siempre de la red.
- Durante las operaciones de instalación o mantenimiento de los equipos, éstos deberán estar desconectados de la red, disponiéndose en su caso medidas adicionales para que no se puedan poner accidentalmente en tensión, tales como candados que impidan cerrar circuitos o retirar los fusibles.
- Se utilizarán exclusivamente equipos cuyo mantenimiento se efectúe siguiendo las instrucciones del fabricante y utilizando los repuestos por él recomendados. Todo equipo que presente daños deberá ser reemplazado o separado antes de su utilización.
- Se deberá asegurar que, durante las operaciones de soldadura, no caen chispas o partículas de metal fundido sobre los cables de conexión, disponiendo, cuando así se requiera, de los elementos de protección adecuados para eliminar el contacto.
- No se deberán tener enrollados en el cuerpo cables que estén puestos en tensión.
- Las cubiertas o carcásas externas de los equipos deberán estar dispuestas en su lugar, no debiéndose utilizar en ningún caso equipos cuyas cubiertas o carcásas se han eliminado.
- Si se produjese un shock debido a contacto eléctrico, se deberán tomar las siguientes medidas elementales de primeros auxilios:
  - Se desconectará el equipo de la red.
  - Se utilizarán materiales no conductores, como por ejemplo madera, para separar a la víctima de los cables o partes que están en tensión.
  - Si la víctima no respirase, se aplicará la respiración boca a boca para tratar de reanimarla, una vez que se ha roto el contacto con la parte puesta en tensión.
  - Se avisará al equipo médico, continuándose la respiración boca a boca hasta que la víctima respire o llegue dicho equipo.
  - Si se han producido quemaduras, se tratarán aplicando compresas frías y se prevendrá la posible contaminación de la herida utilizando tejidos limpios y secos.

## 16. RADIACIONES ÓPTICAS

Las radiaciones electromagnéticas son energía que se transmite en forma de ondas o de partículas, transmisión que se puede efectuar tanto en el vacío como

a través del aire o de algún material que sea transparente a las radiaciones. Las radiaciones electromagnéticas se diferencian entre sí por la cantidad de energía que pueden transportar, que se expresa en electronvoltios (eV), y hay que distinguir entre las radiaciones electromagnéticas cuya energía es suficiente para ionizar la materia viva y que tienen gran poder de penetración, radiaciones ionizantes, y las radiaciones no ionizantes que no presentan esa característica, y entre las que se encuentran las denominadas radiaciones ópticas, cuya clasificación, longitudes de onda y efectos quedan recogidos en la tabla nº 3.

TABLA Nº 3



Durante las operaciones de soldadura y corte, el arco eléctrico o la llama son fuentes de emisión de radiaciones ópticas, las cuales pueden ocasionar efectos dañinos a los soldadores y a las personas que se encuentren en su proximidad. Hay que tener en cuenta que, contrariamente a las radiaciones ópticas visibles, las infrarrojas y ultravioleta no son percibidas.

Los efectos que producen las radiaciones ópticas se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Efectos sobre los ojos: Las radiaciones UVB y UVC pueden ser absorbidas por la córnea y la conjuntiva produciendo fotoqueratitis y fotoconjuntivitis, que se caracterizan por dolor intenso, lagrimeo, sensación como de tener arena

en los ojos, fotofobia, etc. Son efectos agudos pero reversibles, y suceden siempre que se produce una exposición a dosis de alta radiación, por ejemplo cuando se trabaja sin protección ocular en soldadura por arco. Estos efectos no aparecen hasta pasadas unas horas desde la exposición y normalmente se curan de forma natural al cabo de 48 horas.

El cristalino absorbe parte de la radiación ultravioleta y protege la retina, por eso las personas operadas de cataratas y sin lente intraocular ( aquellas a las que se les ha extirpado el cristalino) pueden presentar lesiones fotoquímicas en la retina incluso en UV, a partir de los 300 nm de longitud de onda.

En el caso de la luz o radiación visible, esta puede producir lesiones térmicas y/o fotoquímicas en la retina, con pérdida de visión parcial o total, si se mira directamente a fuentes artificiales muy intensas que se usan en procesos industriales, como por ejemplo la soldadura, al igual que ocurre cuando se mira al sol. Son efectos agudos que pueden ser reversibles e irreversibles. Estos efectos sólo aparecen en exposiciones accidentales de muy corta duración o en exposiciones a fuentes pulsadas durante un tiempo más largo. En exposiciones de corta duración (de pocos segundos), la lesión es de origen térmico, mientras que el efecto fotoquímico predomina sobre el térmico en el intervalopectral del azul (450-550 nm), para tiempos de exposición largos (de más de 10 segundos). Los movimientos reflejos de los ojos actúan como protección natural cuando el tiempo de exposición es superior a 0,25 s.

Finalmente, la exposición repetida a radiaciones IR, producidas por las altas temperaturas, como por ejemplo en la soldadura, ocasionan cataratas de origen térmico, las cuales son consideradas como una enfermedad profesional. Son efectos crónicos e irreversibles.

- Efectos sobre la piel: A corto plazo, la exposición a radiación intensa UVA, UVB y UVC produce eritemas o quemaduras solares caracterizadas por un enrojecimiento e inflamación de la piel, acompañado a veces de ampollas y levantamientos de la piel. Es un efecto agudo y reversible. A largo plazo, las exposiciones repetidas a radiación UV ocasionan dos tipos de daño:
  - a) Unos efectos que se producen siempre, como la aceleración del envejecimiento de la piel y la aparición de queratomas o manchas: Su presencia sirve de aviso de exposición excesiva a la radiación UV. Son efectos crónicos e irreversibles.
  - b) Efectos aleatorios, como el incremento de la probabilidad de desarrollar algún tipo de cáncer.

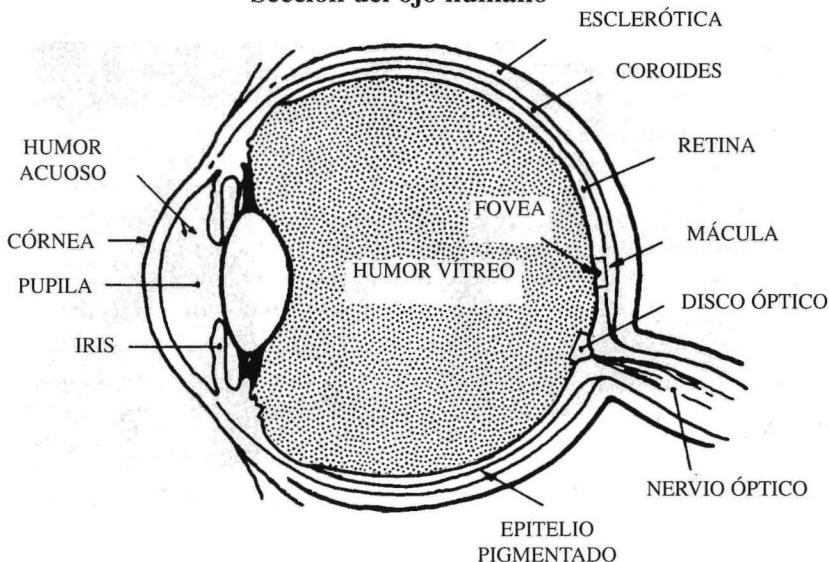
Hay que indicar que, junto a las radiaciones ópticas que el propio proceso de soldadura produce, dichos trabajos se realizan en muchas ocasiones al aire libre, con lo que a las mismas hay que sumar las radiaciones propias del sol.

Los efectos que las radiaciones ópticas pueden producir sobre el hombre quedan resumidos en la figura n° 24.

FIGURA N° 24

**Efectos fisiológicos de las radiciones ópticas**

	UV - B y C 200-315 nm	UV - A 315-400 nm	VISIBLE Riesgo Fotoquím. 300-700 nm	VISIBLE Riesgo Térmicos 380-1400 nm	IR 780-3000nm
O	CÓRNEA Queratitis. Conjuntivitis				
J	CRISTALINO Cataratas Fotoquím.				Cataratas Térmicas
S	RETINA Lesión Fotoquímica		Lesión Térmica		
PIEL	Eritemas. Efectos cancerígenos		Lesión térmica		

**Sección del ojo humano**


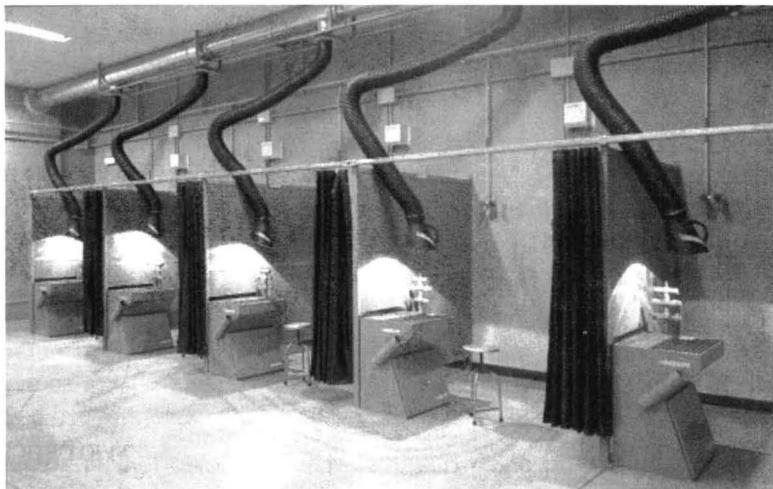
### 16. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta

Para la protección de los trabajadores de las radiaciones ópticas que se producen durante la soldadura hay que tener en cuenta que no solamente el operario que la realiza está expuesto a las radiaciones, sino también aquellas otras que, ligadas o no a la operación, se encuentran en las proximidades de la fuente, razón por la cual las medidas preventivas que se deben tomar irán encaminadas a proteger a unos y otros, y pasarán por lo siguiente:

- Empleo de pantalla o casco de soldador con filtro de grado de protección adecuado, y que se extenderá no solamente al operario que realiza la operación sino también a otros, tales como ayudantes.
- Protección de la piel con guantes y vestimenta adecuada.
- Eliminación de los reflejos procedentes de fuentes de soldadura.
- Localización de las operaciones de soldadura de tal forma que otros trabajadores no puedan verse afectados directa o indirectamente por la radiación, empleando para ello pantallas, cortinas y en su caso el alejamiento suficiente del foco emisión.

En la figura nº 25 se muestran puestos de trabajo con las cortinas de protección frente a radiaciones ópticas.

**FIGURA N° 25**



### 16. 2. Protección de los ojos

Para proteger los ojos de las radiaciones ópticas durante operaciones de soldadura y corte se emplean las pantallas faciales, que pueden ser:

- Pantalla de soldadura de mano que, como su nombre indica, se lleva en la mano y protege los ojos, cara y cuello.
- Pantalla de soldadura de cabeza, que se lleva en la cabeza y protege los ojos, cara, cuello y toda la parte superior de la cabeza.
- Casco de soldador.

En la figura nº 26 se muestra una de dichas protecciones.

**FIGURA N° 26**



En todos los casos llevan filtros que atenúan la radiación incidente, por lo general en una determinada banda de longitudes de onda, y su elección se efectuará en función de factores tales como tipo de soldadura, intensidad de corriente empleada o caudal de gas empleado en el caso de soldadura oxiacetilénica. Prácticamente, el grado de protección de filtro que se requiere viene determinado en la tabla nº 4 para soldadura eléctrica, contenida en la Norma UNE EN 169 (OCTUBRE 1993) y en la que se contempla la intensidad de corriente en amperios que se utilizará durante la soldadura y el procedimiento de soldadura o técnicas relacionadas.

A título de ejemplo se puede indicar que en una operación de soldadura con electrodos revestidos y para la que se emplea una intensidad de corriente de 125 amperios, el grado de protección requerido será de 11. Si un operario, una vez elegido el grado de protección requerido, percibiese sensación de molestias en las condiciones de uso adecuadas, será conveniente la realización de controles de vista del operario y de las condiciones de trabajo. Recurrir a grados de protección superiores no aseguran un mejor protección y, al contrario, si se utiliza un filtro demasiado oscuro obligará al operario a mantenerse demasiado cerca de la fuente de emisión y con ello existirá la posibilidad de respirar gases nocivos que se emiten durante el proceso como se vera posteriormente.

En cuanto a la soldadura con gas, el grado de protección que se requiere viene determinado en la tabla nº 5, también contenida en la Norma UNE EN 169 mencionada.

Hay, así mismo, que indicar que los modernos cascos de soldadura portan un filtro electrónico que automáticamente se oscurece en función de la radiación óptica que recibe.

TABLA N° 4

Procedimiento de soldadura o técnicas relacionadas	Intensidades de la corriente en amperios													
	0.5	2.5	10	20	40	80	125	175	225	275	350	450		
	1	5	15	30	60	100	150	200	250	300	400	500		
Electrodos revestidos				9	10	11		12		13				
MIG sobre metales pesados <sup>2)</sup>							11		12		13			
MIG sobre aleaciones ligeras								11	12	13	14			
TIG sobre todos los metales y aleaciones			9	10	11	12	13	14						
MAG					10	11	12	13	14	15				
Ranurado por arco de aire							10	11	12	13	14	15		
Corte por chorro de plasma						11		12		13				
Soldadura por arco de micro plasma					10	11	12	13	14	15				

**TABLA N° 5**

Trabajo	<b><math>q = \text{caudal de acetileno en } 1/\text{h}</math></b>			
	$q < 70$	$70 < q < 200$	$200 < q < 800$	$q > 800$
Soldadura y soldadura al cobre de metales pesados <sup>1)</sup>	4	5	6	7
Soldadura con flujos radiantes (aleaciones ligeras principalmente)	4a	5a	6a	7a

1) La expresión “metales pesados” cubre los aceros, los aceros de aleación, el cobre y sus aleaciones.

Trabajo	<b><math>q = \text{caudal de acetileno en } 1/\text{h}</math></b>		
	$900 < q < 2000$	$2000 < q < 4000$	$4000 < q < 8000$
Oxicorte	5	6	7

Para facilitar la identificación y el uso correcto de un protector ocular, y no solamente para soldar, se ha de marcar tanto los oculares como la montura de forma permanente, en donde se indican sus prestaciones, siendo esencial que el marcado sea visible cuando el ocular está armado y que no reduzca el área mínima del ocular de las pantallas faciales o en su caso la luz libre mínima para gafas de montura universal.

La montura y el ocular deben ser marcados por separado, si bien en el caso de que el ocular y la montura formen una unidad, el marcado se realizará de forma completa sobre la montura, tal como establece la Norma EN 166:1995.

### 16. 3. Marcado de los oculares

De una forma general el marcado de los oculares debe contener los datos técnicos más relevantes presentados, según se indica a continuación:

- Clase de protección, solamente para los filtros.
- Identificación del fabricante.
- Clase óptica, que es un número del 1 al 3, siendo el 1 el mejor (representa la neutralidad óptica).
- Símbolo de resistencia mecánica, si fuese aplicable, y que viene determinado por las siguientes letras:

Sin símbolo: resistencia mecánica mínima.

Letra S: resistencia mecánica incrementada.

Letra F: resistencia mecánica a impacto de baja energía.

Letra B: resistencia mecánica a media energía.

Letra A: resistencia mecánica a alta energía.

- Símbolo de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes, si fuese aplicable, y que se determina por el número 9.
- Símbolo de resistencia al deterioro superficial por partículas finas, si fuese aplicable, y que se determina por la letra K.
- Símbolo de resistencia al empañamiento, si fuese aplicable, representado por la letra N.
- Oculares laminados: ciertos oculares planos laminados pueden requerir una orientación especial en la montura con el fin de colocar hacia el exterior las capas susceptibles de romperse de forma peligrosa: Tales oculares deben ser identificados con una señal en la parte nasal de la cara anterior para evitar un montaje incorrecto.

Seguidamente y con objeto de familiarizar al lector con el marcado, se indican algunos ejemplos:

- Filtro de soldadura con grado de protección 12 y clase óptica 1: **12X1**, donde la X representa la identificación del fabricante.
- Filtro de soldadura de grado de protección 5, clase Óptica 2 y que además presenta una resistencia mecánica incrementada: **5X2S**.
- Filtro de soldadura con grado de protección 7, clase óptica 2, resistencia mecánica frente a impacto de baja energía y resistencia al deterioro superficial por partículas finas: **7X2FK**.

#### **16. 4. Marcado de la montura**

La montura deberá llevar así mismo un marcado de los datos técnicos significativos, según se indica a continuación.

- Identificación del fabricante.
- Inscripción EN 166:1995, correspondiente al número de Norma.
- Campo de uso, cuando sea el caso, que puede ser:

Sin símbolo, para uso básico, cuando dicho uso puede conllevar riesgos mecánicos no especificados y riesgos engendrados por la radiación ultravioleta, infrarroja, solar y visible.

Número 3, para líquidos (gotas o salpicaduras).

Número 4, para partículas de polvo gruesas, es decir, polvo con grosor de partícula > 5mm.

Número 5, para gas y partículas de polvo finas, es decir, gas, vapores, gotas vaporizadas, humo y polvo con grosor de partícula < 5mm.

Número 8, para arco eléctrico de cortocircuito, es decir, arco eléctrico causado por un cortocircuito.

Número 9, para metal fundido y sólidos calientes, es decir, salpicaduras de metal fundido y penetración de sólidos calientes.

- Resistencia al impacto de partículas a gran velocidad, en su caso, cuya indicación podrá ser las letras F, B y A anteriormente indicadas al hablar de la resistencia mecánica de los oculares.

#### **16. 5. Marcado de protectores de ojos en los que la montura y los oculares forman un todo**

Los protectores de los ojos en los que la montura y los oculares forman un todo deben ir marcados en la montura, y este marcado debe comprender: el marcado completo del ocular, un guión, el número de norma EN166:1995 y los símbolos apropiados indicando el campo de uso y el nivel de impacto. A título de ejemplo se indica el marcado en un protector de ojos formando un todo cuyo ocular cumple los requisitos de los filtros de soldadura: **4X1-EN166:1995**, que indica un grado de protección de 4 y una clase óptica de 1.

#### **16. 6. Marcado de protectores oculares no específicos de soldadura**

En operaciones de soldadura y tal como se indicó en apartados anteriores, el operario que las realiza también puede efectuar cometidos como desbarbado, amolado de cordones de soldadura, taladros, etc, lo cual puede suponer un riesgo para los ojos debido a las partículas que se pueden desprender. En dichos casos el operario deberá disponer del correspondiente equipo de protección cuyo marcado sigue los requisitos indicados, razón por la cual se deberá consultar la citada Norma UNE EN 166:1995.

#### **16. 7. Información a facilitar por el fabricante usuario con cada protector de los ojos, ocular y montura de repuesto**

Para la información que sobre los protectores oculares debe entregar el fabricante del mismo, remitimos al lector a lo ya indicado anteriormente.

#### **16. 8. Protección de las manos**

Los guantes de soldador protegen las manos y las muñecas durante los procesos de soldadura y tareas relacionadas, es decir, contra pequeñas gotas de metal fundido, exposición de corta duración a una llama limitada, calor convectivo,

calor de contacto, radiación ultravioleta emitida por el arco, además de proteger frente a las agresiones mecánicas.

Dichos guantes deberán llevar el marcado CE y el fabricante deberá suministrar un folleto informativo en donde explicará e indicará los niveles de protección ofrecido por los mismos, el mantenimiento, etc.

Así mismo, remitimos al lector interesado a la Norma UNE-EN 12477 de abril de 2002, donde encontrará más información al respecto.

Hay que indicar que dichos guantes no se deberán utilizar húmedos, deberán estar exentos de grasa o aceite y no presentarán desgarros o agujeros, debiéndose sustituir cuando la disminución del espesor del material constituyente, por desgaste, así lo aconseje.

También hay que indicar que durante las operaciones de soldadura puede ser necesario el tener que coger con los guantes pequeñas piezas, operación que, según el tipo de guante de que se disponga, podrá ser o no realizable. En este sentido se deberá tener en cuenta la dexteridad de los guantes, es decir, la facilidad con que permite la acción antes indicada, así por ejemplo en la soldadura TIG se necesitan guantes de alta dexteridad.

### **16. 9. Protección de diferentes partes del cuerpo**

Además de las protecciones indicadas, el soldador deberá disponer de otra ropa de protección adecuada, que se traduce en el empleo de chaquetas, pantalones, mandiles, mangas, manguitos y polainas. Estas prendas ofrecen protección frente a la proyección de partículas incandescentes y posibles contactos accidentales con llamas. El material más adecuado es el cuero, aunque ningún material puede ser descartado en principio, si supera los ensayos en base a la norma UNE-EN-470-1, "Ropa de soldador".

Este tipo de prendas no deberán tener elementos metálicos como cierres, ganchos, etc, que atraviesen la prenda totalmente y estén en contacto con el usuario, ya que al estar expuestos al calor pueden elevar su temperatura produciendo quemaduras. La utilización de alguna o todas de estas prendas de protección vendrá condicionada por la actividad que se desarrolle.

### **16. 10. Requisitos de los equipos de protección personal utilizados en soldadura**

Todos los equipos de protección personal utilizados en operaciones de soldadura deberán atenerse a lo establecido en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección personal BOE de 12 de junio de 1997) y el Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE de 28 de diciembre de 1992).

## 17. CONTAMINANTES QUÍMICOS

Las operaciones de soldadura son el origen de humos y gases de muy distinta índole y que están afectados por multitud de factores que concurren en la ejecución de la misma. De una forma genérica, se puede indicar que la contaminación del ambiente de trabajo obedece a las siguientes causas:

- a) Fuente de calor: La temperatura que se desarrolla en el arco o en la llama de combustión es muy elevada, dando lugar a la aparición de productos formados a partir del oxígeno y nitrógeno atmosférico. La energía eléctrica y la energía calorífica forman gases nitrosos y, por otra parte, el calor y la radiación ultravioleta dan lugar a la aparición de ozono.
- b) Volatilización de metales fundidos: Debido a las altas temperaturas que se generan durante la soldadura se origina la fundición rápida de los metales, produciéndose un sobrecalentamiento tanto por la zona catódica como por la anódica del arco, con lo cual la volatilización de los metales es rápida. En ello va a influir tanto el metal base como el metal de aportación, por lo que el conocimiento de la composición de ambos nos va a indicar de alguna forma los posibles constituyentes de los humos aunque no sus concentraciones. Por ejemplo, las soldaduras sobre hierro proporcionan unos humos con concentración de hierro que varía del 20% al 50% del total de humos.
- c) Gases y humos producidos por los revestimientos de los electrodos: Debido a la gran complejidad de los componentes que recubren los electrodos y las altas temperaturas que se originan en el proceso, se producen una gran cantidad de reacciones complejísimas que dan lugar a la aparición de multitud de compuestos.

La cantidad de humos y gases que se generan dependen del tipo de revestimiento de los electrodos, ácidos, de rutilo, básicos, neutros, etc, siendo los que desprenden los electrodos básicos los más perjudiciales; así por ejemplo, el difluoruro de calcio, que es un componente importante dentro del revestimiento de los electrodos básicos, se descompone formando tetrafluoruro de silicio, el cual reacciona con el vapor de agua presente produciéndose cantidades importantes de ácido fluorhídrico.

Es importante la presencia de sílice en los humos de soldadura debido a los revestimientos de los electrodos ácidos principalmente: Revestimientos pude tener silicatos, fenosilicatos, caolín, feldespatos, mica, etc. La sílice se presenta al parecer en forma cristalina, silicio fundido y silicatos, dadas las altas temperaturas que se crean en el arco.

En las líneas anteriores se ha relacionado la composición de algunos de los humos, remitiendo al lector a la bibliografía especializada que al respecto existe, y donde podrá encontrar información mucho más ampliada.

La velocidad de generación en m/s con que se producen los gases y humos en las operaciones de soldadura está en función, además, de la tensión e intensidad de la soldadura, del diámetro de los electrodos y del tipo de recubrimiento. Finalmente hay que indicar que los electrodos que producen menos humos son los de recubrimientos ácidos y los que más los de recubrimiento de rutilo y básico.

- d) Gases y humos producidos por los elementos que cubren los metales: Si los metales o aleaciones a soldar están cubiertos de barnices u otros productos, el calor puede modificar el producto cubriente, emitiendo vapores o humos, siendo el efecto tanto mayor cuanto mayor sea la temperatura y mayor la superficie afectada. Los casos más importantes se presentan con chapas pintadas con minio y con chapas galvanizadas: En el primero de los casos el minio u óxido de plomo se descompone por el calor, siendo la descomposición total por encima de los 575° C en oxígeno y PbO el cual empieza a volatilizarse a 700° C, razón por la cual la inhalación de óxido de plomo y plomo es muy acusada.

En cuanto a la chapa galvanizada, su soldadura da lugar a la evaporación de cinc en forma de óxido además de existir también pequeñas cantidades de plomo.

Como ya se ha indicado, se han recogido en los anteriores apartados algunos de los riesgos higiénicos presentes, en cuanto a humos y gases, durante las operaciones de soldadura, si bien cada uno de los tipos de soldadura, que se describieron someramente en el capítulo I, tiene sus particularidades específicas.

Como complemento de la información, en las tablas nº 6 y nº 7 se recogen los posibles contaminantes y algunos de los efectos que los humos y gases procedentes de las operaciones de soldadura ejercen sobre el cuerpo humano.

*En la publicación del INSHT "Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2004" (LEP s) se le asigna a los humos de soldadura un valor límite ambiental para un modelo de exposición de 8 horas / día (VLA-ED) en su forma más sencilla, para analizarlos globalmente por gravimetría y valorarlos de manera estándar (es decir, emisión de humos de baja toxicidad) y se aclara lo siguiente:*

" La composición y cantidad de humos, y el total de partículas, dependen de la aleación que se suelda y los electrodos que se usan. Las evaluaciones basadas en la concentración de humo inhalable son generalmente adecuadas si en la varilla para soldar del metal o el revestimiento del metal no hay elementos tóxicos y las condiciones no contribuyen a la formación de gases tóxicos. En caso contrario, debe procederse a determinar si se sobrepasan los Límites de Exposición Profesional específicos".

El control ambiental mediante procedimiento de Toma de Muestras / Análisis Químico para evaluar los humos de soldadura debe seguir las pautas recogidas en los siguientes documentos:

- Métodos de toma de muestra de contaminantes químicos en aire. Fichas 103.8.A/91 Polvo total, 402.1.A/91 Metales y Humos Metálicos, Publicadas por el INSHT.
- Determinación de metales y compuestos iónicos en aire. Método de filtro de membrana / espectrometría de absorción atómica. Métodos de tomas de muestra y análisis, publicación del INSHT MTA/MA-025/A92.
- Norma UNE-EN-81599:96 " Calidad de aire. Atmósferas en el lugar de trabajo: determinación de materia particulada (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método gravimétrico.
- Norma UNE-EN-689:1996. Atmósferas en el lugar de trabajo: Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición.
- Norma UNE-EN 482:1995 . Atmósferas en el lugar de trabajo: Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medición de agentes químicos.

En cualquier caso, durante la toma de muestra personal en la medición de humos de soldadura o de óxidos metálicos el filtro o soporte se mantendrá en el interior de la pantalla o casco del soldador para que la muestra sea representativa de la concentración de humos inhalada.

## 17. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta

Para controlar los riesgos debidos a los contaminantes que se generan en los procesos de soldadura será necesario efectuar una evaluación de riesgos por un higienista. En primer lugar se identificarán los tipos de contaminantes que se producen, lo que depende, como ya se ha indicado, de una serie de factores como son el proceso de soldadura utilizado, la naturaleza de las piezas a soldar, etc. Una vez identificados los contaminantes, es necesario conocer las concentraciones que pueden existir en los distintos puestos de trabajo y valorar dichas concentraciones con respecto al límite de exposición admitido para cada uno de ellos, sin dejar de tener en cuenta que algunas personas, por tener unas características específicas, aun manteniéndose la concentración por debajo de límites aceptados, no los pueden tolerar, circunstancia que deberá ser tenida en cuenta.

Una vez efectuada la evaluación de riesgos, y cuando sea el caso, se tomarán las medidas preventivas de control, medidas que pueden obedecer a alguna de las que a continuación se enumeran:

TABLA N° 6

OPERACIÓN		ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES		CONTAMINANTES PRESENTES A DETERMINAR	
TODO TIPO DE SOLDADURA	BASE DEL MATERIAL SOLDADO	ACER AL CARBINO 90% Hierro, 2% Manganeseo		HIERRO MANGANEZO	
		ACERO INOXIDABLE		CROMO NÍQUEL	
	RECUBRIMIENTO DEL MATERIAL SOLDADO	ALUMINIO GALVANIZADO CROMADO NIQUELADO	ÓXIDOS DE	ALUMINIO ZINC CROMO NÍQUEL	
		COBREADO		COBRE	
		CADMIADO		CADMIO	
		PINTADO CON MINIO		PLOMO	
		RESTOS DE ACEITES		ACROLEINA	
		RESTOS DESENGRASANTES (Clorados)			
	MATERIAL APORTADO	REVESTIMIENTO DEL ELECTRODO	ACIDO RUTILO BÁSICO	SÍLICE AMORFA ÓXIDO DE TITANIO FLUORUROS	
	AL ARCO CON APORTE DE ANHIDRIDO CARBÓNICO		ANHÍDRIDO CABÓNICO	MONÓXIDO DE CARBONO	
AUTÓGENA		FUNDENTES		FLUORUROS	
	AL ARCO	REACCIONES EN EL AIRE	DEBIDO A LA RADIAción UV	OZONO	
	AUTÓGENA		POR OXIDACIÓN DE NITRÓGENO	GASES NITROSOs ÓXIDO Y DIOXIDO DE NITRÓGENO	

TABLA N° 7

GAS	FUENTES DE CONTAMINANTES	EFECTOS DE INHALACIÓN TÓXICA	
		CRÍTICA	CRÓNICA
Gases de fluorhídrico (FH)	Materiales fundentes, productos de descomposición de productos de revestimientos que posean fluoruros.	Irritación nasal, hemorragias nasales, posiblemente un edema pulmonar.	“Fluorosis”, incluso un aumento de densidad radiográfica de huesos y posiblemente anormalidades anatómicas.
Otros gases ácidos (Cl H)	Materiales fundentes, descomposición de productos de revestimientos.	Irritación pulmonar, algunas veces edema pulmonar	Enfermedades respiratorias, posibles efectos sistémicos con algunos ácidos.
Óxidos de nitrógeno	Soldaduras de arco, o arco protegido en aceros inoxidables.	Irritación pulmonar, algunas veces un peligroso edema pulmonar y hemorragias, 200/400 ppm es rápidamente fatal.	Enfermedades respiratorias, efectos posiblemente en la sangre.
Ozono	Procedente de las radiaciones UV producidas por soldaduras al arco, plasma arco y al arco protegido con gas	Irritación pulmonar, algunas veces peligro de edema pulmonar. Exposición de 50 ppm por más de una hora puede ser fatal.	Bronquitis crónica enfisema, aceleración de enfermedades de los pulmones.
Fosgeno	Descomposición de productos de hidrocarburos clorados en presencia	Severas irritaciones pulmonares, edemas pulmonares, enfisemas, bronquitis. Exposiciones superiores de 50 ppm probablemente puede ser fatal.	Enfisema y fibrosis pulmonar.

TABLA N° 7 (continuación)

<b>HUMO DE ÓXIDO METÁLICO</b> (Del metal base o aleación del revestimiento del electrodo de aportación o protección)	<b>EFFECTOS DE INHALACIÓN TÓXICA</b>	
	<b>CRÍTICO</b>	<b>CRÓNICO</b>
ALUMINIO	Inerte relativamente	Relativamente inerte; humos de óxido de aluminio o polvos pueden contribuir a la “enfermedad de SHAVER”
BERILIO (Beryllium)	Irritación respiratoria, incluida la neumoconiosis. Algunas veces fatal.	“Berilosis”. Tos crónica con disnea, pérdida de peso. Anorexia. Algunas veces puede ser fatal.
CADMIO (Cadmium)	“Humo metálico de fiebre” con gran irritación en los pulmones que puede llegar a muerte debida a la neumoconiosis. La irritación es un pobre índice de exposición.	Enfisemas, anemia, perjuicios en el riñón. Algunas veces fatal.
COBRE (Copper)	“Fiebre de humos metálicos” con irritación respiratoria.	Efectos en el hígado, riñones y bazo. Anemia
ACERO (Iron)	Relativamente inerte.	“Siderosis”. Comienzo de neumoconiosis.
PLOMO (Lead)	Primariamente un veneno crónico. Signos corrientes: pérdida de sangre, cólicos, neuritis.	Veneno crónico que puede ser causa de encefalopatía, parálisis, enfermedades crónicas del riñón.
ESTAÑO	Relativamente inerte.	“Estannosis”. Comienzo de neumoconiosis.
ZINC	“Fiebre de humos metálicos” o “escalofríos del cinc”.	No tiene efectos crónicos significantes.

- a) Ventilación general o por dilución: No puede considerarse en sí misma como una solución al problema, ya que con esta técnica lo que se pretende es diluir los contaminantes, no eliminarlos, hasta valores que se pueden considerar como inocuos. Únicamente se podría emplear cuando los contaminantes generados sean de baja toxicidad y las operaciones de soldadura que se realizan sean muy reducidas.

El método consiste en inyectar aire que actúa diluyendo la concentración del contaminante, si bien no se tiene garantía de una homogeneidad de distribución del aire y, por lo tanto, de dilución, además de que el rango de exposiciones pueden variar de unas zonas a otras. La ventilación por dilución es un buen método complementario cuando se utiliza junto con la extracción localizada.

- b) Extracción localizada: Este método se basa en la captación de los contaminantes por aspiración, lo más cerca posible del punto de emisión con lo que se evita su difusión en el ambiente y la posibilidad de que puedan ser respirados. Como parámetros a tener en cuenta para que la captación sea efectiva, se deberán considerar: la velocidad de generación de los contaminantes, la velocidad de arrastre, que deberá ser suficiente para lograr una captación adecuada y que sea compatible con las exigencias de la soldadura, la distancia al punto de emisión del elemento captador, entre otros.

Dentro de este método cabe distinguir los siguientes sistemas:

- Sistemas fijos: Se emplean cuando el puesto de soldadura es fijo, estando constituido por mesas de soldadura que llevan incorporadas una campana de extracción. Dadas las limitaciones que suponen el mantener unas distancias máximas desde la boca de captación al punto de generación, sólo será aplicable cuando se trate de soldar piezas hasta un determinado tamaño.
- Sistemas móviles: Se utilizan cuando durante el trabajo es necesario desplazarse por la necesidad de soldar piezas de gran tamaño, o para aquellos trabajos que no se realizan siempre en el mismo lugar

En la figura nº 27 se pueden apreciar los captadores indicados.

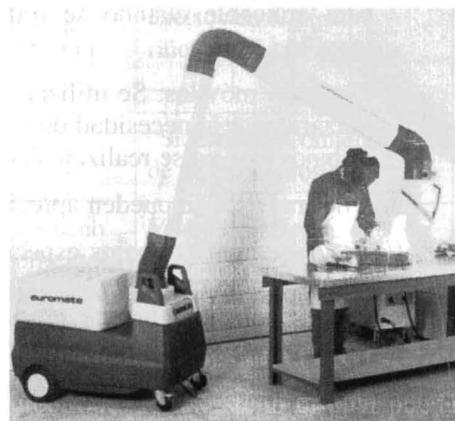
- Protecciones para trabajos especiales: Las operaciones de soldadura pueden tener que realizarse en lugares con riesgos muy particulares, como por ejemplo los espacios confinados, en cuyo caso será la evaluación de riesgos la que determine las medidas a tomar y que deberán quedar reflejadas en un permiso de trabajo.

## 17. 2. Medidas a tener en cuenta con respecto a las extracciones localizadas

Para un correcto funcionamiento de las campanas extractoras se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Se seguirán en todo momento las instrucciones que el fabricante deberá entregar obligatoriamente.
- El foco emisor se situará entre el operario y la campana extractora.
- Se utilizarán campanas cuyo caudal de aspiración sea adecuado al volumen de gases y humos a captar, así como a su velocidad de generación.
- Si disponen de filtros, se mantendrán en buen estado, estableciéndose un mantenimiento de sustitución según indica el fabricante. En particular, si disponen de indicador de suciedad del filtro, no se operará con ellos cuando dicho marcador indique que está saturado.
- Particular importancia se dará a la distancia existente entre el foco de emisión y la boca de la campana, ya que, a medida que dicha distancia aumenta, disminuye la eficacia de la captación.
- Cuando se empleen ventiladores portátiles con manguera de aspiración, como por ejemplo para soldar en tubos, depósitos u otros recintos cerrados, tal como se indica en la figura nº 28, se prestará especial atención a que las mangueras estén en buen estado, inspeccionándose antes de empezar cualquier trabajo. Cualquier desperfecto o rotura en la manguera ocasionará que los humos no sean eliminados y queden en el ambiente de trabajo.

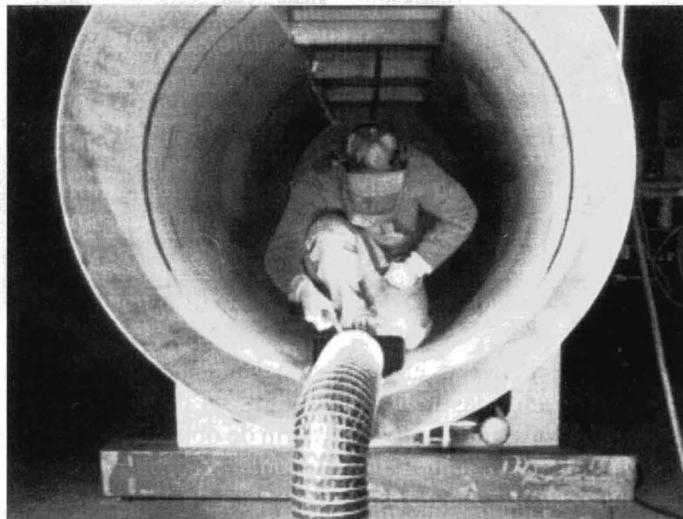
FIGURA N° 27



### 17. 3. Otras medidas preventivas

- Cuando la soldadura se efectúe en exteriores en los que no exista la posibilidad de montar sistemas extractores, el soldador se situará de forma tal que las posibles corrientes de aire circulen por detrás de la cabeza, evitando con ello que los gases y humos incidan directamente sobre su nariz.
- Cuando se suelde en exteriores se tendrán también en cuenta las corrientes citadas para que el humo de soldadura que arrastren no se introduzca en lugares de trabajo donde permanezcan otros trabajadores ajenos a la tarea.
- Como se indicó anteriormente, el grado de protección del filtro empleado para proteger de las radiaciones ópticas será adecuado a la soldadura a realizar: Si éste fuese muy oscuro, potenciará que el soldador se aproxime más al foco de emisión para ver bien y, en consecuencia, respirará con mayor facilidad los humos y gases que se desprenden.
- Otra medida a tener en cuenta es el empleo de pantallas de soldador en las que el aire es impulsado a la pantalla mediante una bomba adosada al cinturón del trabajador en la parte posterior, tal como se indica en la figura nº 29.

**FIGURA N° 28**



### 18. ESTRÉS TÉRMICO

El ambiente térmico o las condiciones termo-higrométricas en las que se realiza el trabajo pueden afectar en mayor o menor medida a la salud y seguridad de los trabajadores, aun cuando las condiciones no sean extremas, es decir, incluso cuando no haga mucho calor o mucho frío o el trabajo no sea pesado, además de

influir en la calidad del trabajo desarrollado. En condiciones normales el cuerpo humano presenta una temperatura central de aproximadamente 37°C y esta temperatura debe mantenerse invariable dentro de un pequeño margen, aunque las condiciones térmicas del entorno o ambiente que nos rodea sean calurosas o frías, y también aunque aumente la producción de calor natural, ya que, de lo contrario, se pueden producir diversos trastornos para la salud, que van desde el malestar hasta la muerte en casos extremos. Por ello es necesario mantener un equilibrio térmico entre las ganancias de calor y las pérdidas del mismo para que la temperatura central del cuerpo permanezca constante.

**FIGURA N° 29**



El motivo por el que el cuerpo, en condiciones normales, tiene una temperatura central de 37° C se debe a las reacciones químicas de oxidación de la materia orgánica que constituyen los alimentos con el fin de obtener energía, y puede verse aumentado por la realización de trabajo corporal.

Además del calor producido internamente, el cuerpo puede ganar calor o perderlo, cosa que tiene lugar mediante mecanismos físicos de convención, radiación, conducción y evaporación, y también la ropa juega un papel importante, ya que, aun no siendo generadora de calor, aísla y, por lo tanto, evita el intercambio con el medio ambiente.

Cuando el cuerpo tiene exceso de calor, para poderlo eliminar y recuperar el equilibrio térmico entran en acción una serie de efectos como son la vaso dilata-

ción, que a su vez eleva la frecuencia cardíaca, así como la aparición de la sudoración.

Los efectos que produce el calor en el cuerpo humano son los siguientes:

- Sarpullido, erupciones cutáneas.
- Deshidratación.
- Agotamiento debido al calor.
- Síncope debido al calor.
- Golpe de calor.
- Trastornos emocionales.

Y en cuanto a los efectos del frío, se citarán los siguientes:

- Hipotermia.
- Congelación local del cuerpo.
- Pie de trinchera.
- Alteraciones psicológicas.

En operaciones de soldadura se pueden dar estos efectos debido al calor generado por el propio proceso, al lugar donde se desarrolle, por ejemplo en locales cerrados con mala ventilación o al aire libre, como es el caso del montaje de estructuras, tanques o depósitos, espacios confinados, etc., o bien en situaciones de baja temperatura.

Para la evaluación del estrés térmico se puede recurrir al método WBGT (Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo), método recomendado por la Guía Técnica para la evaluación y la prevención de riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## 18. 1. Medidas preventivas a tener en cuenta

Una vez evaluado como inaceptable el riesgo de estrés térmico se deberá proceder a tomar las medidas preventivas adecuadas, medidas que pasan por lo siguiente:

- Medidas en la fuente: automatización del proceso total o parcialmente, reducción de la radiación por aislamiento de la fuente, apantallamiento de la fuente.
- Medidas en el medio: disminución de la temperatura del aire mediante persianas, parasoles, extracción localizada de los gases calientes. Y ventilación general.
- Sobre el individuo: aclimatación y aptitud física, reducción del tiempo de exposición mediante cambios en la organización del trabajo, formación e

información del trabajador, estimular el consumo de bebidas apropiadas, hábitos alimenticios adecuados y prohibición de beber alcohol.

- Finalmente, cuando no se ha conseguido reducir el riesgo por medios anteriores, se recurrirá a las prendas de protección personal.

## **19. TRABAJADORES CON MARCAPASOS IMPLANTADOS**

Los marcapasos son mecanismos implantados en personas con problemas cardíacos y que tienen como misión asegurar un adecuado ritmo del corazón. Dado que dichos mecanismos operan electrónicamente, su función puede verse afectada por campos electromagnéticos, razón por la cual se ha de tener en cuenta esa circunstancia ya que en la soldadura al arco se originan campos eléctricos y magnéticos intensos. Por dicha razón, el trabajador comunicará al empresario y/o Servicio de Prevención tal circunstancia con objeto que sea tenido en cuenta al evaluar los riesgos a que está sometido en su trabajo.

## **CAPÍTULO III**

### **1. RIESGOS ESPECÍFICOS EN DETERMINADAS MODALIDADES DE SOLDADURA**

Se indican seguidamente una serie de riesgos de las principales modalidades de soldadura sin que ello suponga una lista exhaustiva.

#### **1. 1. Soldadura y corte con láser**

El láser es un mecanismo que puede emitir un haz de luz coherente, direccional e intenso que puede ser diseñados para descargar una gran cantidad de energía en un área muy pequeña; dado que dicha energía puede calentar rápidamente y a elevada temperatura los metales es por lo que se utiliza en operaciones de soldadura y de corte. Hay que tener en cuenta que la radiación que incide sobre la pieza de trabajo es reflejada en parte y ello puede dar lugar a la aparición de riesgos, máxime cuando algunos láseres que se utilizan en soldadura emiten una radiación no visible (infrarrojo y ultravioleta).

Los riesgos potenciales que se derivan de esta modalidad de soldadura y corte son los siguientes:

- Radiación: Tanto la radiación visible como la no visible que se produce durante la soldadura por láser interactúan con la pieza de trabajo y puede ser reflejada desde la pieza al área de trabajo, lo que puede producir graves quemaduras en los ojos y la piel.
- Fuego y explosión: Dado que el láser produce una aplicación muy puntual y de alta energía, el riesgo de incendio y explosión es muy grande si el haz

choca contra materiales inflamables. Además, la radiación reflejada puede iniciar fuegos en lugares insospechados.

- Humos y nieblas: Los láseres vaporizan el metal muy fácilmente, lo que produce humos y nieblas que suponen un riesgo para el aparato respiratorio, máxime cuando a menudo estos humos y nieblas no son vistos.
- Riesgos debidos a fallos mecánicos: El mecanismo óptico o los brazos de los robots, en su caso, pueden funcionar inadecuadamente y enviar el haz de láser en una dirección no deseada.
- Riesgo por contacto eléctrico: Los riesgos eléctricos están presentes debido a la gran cantidad de energía eléctrica que es necesario emplear.
- Daños en manos y ojos: La soldadura puede producir graves lesiones en las manos y los ojos además de las quemaduras ya citadas.

Como medidas preventivas se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Se dispondrán alejadas todas las sustancias y materias inflamables.
- Se protegerá y cubrirá cualquier elemento que sea inflamable en el entorno del área de trabajo.
- Se empleará la ventilación y extracción localizada necesaria.
- Los equipos y robots deberán cumplir con la normativa específica.
- Se leerá, comprenderá y seguirá en todo momento el manual de instrucciones que necesariamente debe entregar el fabricante.
- Se utilizarán protecciones personales para los ojos que sean compatibles con las especificaciones del fabricante

## 1. 2. Soldadura por resistencia y puntos

La soldadura por puntos o resistencia es uno de los procesos de soldadura más antiguo que se sigue utilizando hoy en día; como su nombre indica y ya se dijo anteriormente, utiliza la resistencia al paso de la corriente de las piezas a soldar para producir el calor y una presión adicional efectuada por mecanismos adecuados. Al contrario que otros procesos de soldadura, esta modalidad desprende menor cantidad de humos y una radiación casi despreciable. Sin embargo, presenta un elevado riesgo de tipo mecánico, manifestado en pinchazos y cortes en manos y dedos. Así mismo, las posibilidades de lesiones en ojos y cara son elevadas debido a las partículas de metal y a las chispas desprendidas fuera de la soldadura.

Resumiendo se puede indicar que los riesgos presentes son los siguientes:

- Las chispas desprendidas pueden ser causa de fuego y explosiones.
- Las partículas de metal y chispas pueden ser lanzadas fuera de la junta de soldadura y causar quemaduras en la piel y los ojos.

- El metal caliente puede ocasionar quemaduras.
- Las partes móviles encargadas de hacer presión en las piezas pueden atrapar dedos y manos.
- Los humos propios de la soldadura o los procedentes de restos de desengrasantes, pinturas o placado pueden ser peligrosos.

Como medidas preventivas se deberán tener en cuenta las siguientes:

- Se llevarán gafas o pantallas de seguridad.
- Se vestirá ropa con mangas.
- No se soldará en las proximidades de materias inflamables.
- Existirá un extintor apropiado en las proximidades y los trabajadores serán formados para su uso.
- Se portarán guantes secos y aislantes.
- La instalación y la toma de tierra serán las adecuadas según el Reglamento de baja tensión.

### 1. 3. Soldadura por arco sumergido

En la soldadura por arco sumergido se emplea un flux que está disponible de varias formas, tales como gránulos, polvo, etc, lo cual supone unos riesgos cuando se trabaja con ellos y que se pueden esquematizar en los siguientes:

- Inhalación por vía respiratoria de polvo de flux, corrosivo o tóxico.
- Contacto y alojamiento de polvo del flux en la piel o los ojos.
- Inhalación por vía digestiva de polvo (humos y gases) de flux, corrosivo o tóxico.
- Inhalación del polvo de flux durante las operaciones de recogida y machacado del flux.

El grado de riesgo que se presenta dependerá del tipo de flux y el proceso que se lleva a cabo con él, si bien hay que tener en cuenta las características específicas de los trabajadores, como alergias o enfermedades pulmonares, que pueden convertir el riesgo en inaceptable para concentraciones inferiores a los límites de exposición inferiores a los legalmente establecidos. Los efectos de la sobreexposición se pueden dividir en efectos agudos y efectos crónicos; como efectos agudos cabe indicar:

- Irritación, quemadura y sangrado del tejido expuesto, dolor de cabeza, vértigos o mareos y falta de respiración.
- Irritación de la piel, ojos o sistema respiratorio.

- Los humos que contengan compuestos de cromo o níquel pueden irritar la piel o el tracto respiratorio y causar la fiebre de los humos metálicos.
- Los flux que contengan compuestos de fluoruro e hidrógeno pueden generar ácido fluorhídrico que puede causar irritación en la piel, ojos, nariz y garganta.
- La inhalación por vía respiratoria de polvo o humo de óxido de bario puede causar vómitos, parálisis e incluso la muerte.

En cuanto a los efectos crónicos debidos al polvo de flux, dependerá de la concentración y del tiempo de exposición, encontrándose lo siguiente:

- Los efectos debidos a las partículas de flux pueden verse agravados por circunstancias personales, como por ejemplo el tabaquismo o la exposición a otros agentes no específicos de soldadura.
- La absorción crónica de fluorhídrico puede decolorar los dientes y producir pérdida de calcio de los huesos.
- La exposición prolongada a óxidos de manganeso puede afectar el sistema nervioso causando fatiga, insomnio, debilidad muscular, disturbios emocionales y espasmos musculares al andar.
- La exposición prolongada a la sílice puede causar silicosis y enfermedades pulmonares.

Como medidas preventivas se recomiendan la utilización de un flux seguro, así como un manejo cuidadoso para evitar la inhalación por vía respiratoria o digestiva; en particular se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Se dispondrá de una protección adecuada de las manos, cara y cuerpo cuando se manejen.
- Se evitará la inhalación de polvo, humo y gases, para lo cual se utilizará una ventilación adecuada, se dispondrá extracción localizada o bien ambos, cuando la evaluación de riesgos así lo determine.
- Si fuese necesario, se utilizarán equipos de protección respiratoria.
- No se consumirá comida o bebida en lugares donde el polvo de flux o sus humos o gases se puedan generar o están presentes.
- No se sobre calentarán los fluxes y se seguirán en todo momento las recomendaciones del fabricante. Un sobre calentamiento puede provocar una sobre-exposición de humos y gases.

#### **1. 4. Soldadura en atmósfera inerte con electrodo de Tungsteno (TIG)**

Esta modalidad de soldadura utiliza un electrodo de tungsteno el cual puede contener un porcentaje de torio radiactivo, razón por la cual, cuando se realizan operaciones de afilado del electrodo, el polvo que se produce y que puede conte-

ner torio puede ser inhalado por vía respiratoria, por lo que esa operación deberá ser efectuada disponiendo la extracción localizada adecuada y en su caso empleando la protección respiratoria apropiada. Tal como indica la AMERICAN WELDING SOCIETY, Safety and Health, en sus Fact Sheet.

## 2. RIESGOS LIGADOS A LA UTILIZACIÓN DE BOTELLAS DE GASES EN SOLDADURA

Como se vio al hablar de los distintos procesos de soldadura, el empleo de gases es bastante habitual, tanto en soldadura eléctrica como en el caso de soldadura oxiacetilénica cuyo fundamento es precisamente la combustión de un gas. Dado que las botellas de gas pueden dar lugar a la aparición de accidentes es necesario tener en cuenta una serie de medidas preventivas que a continuación se indican:

- Al recibir una botella del suministrador se comprobará que la fecha de realización de prueba hidráulica no está caducada, en caso de estar caducada se devolverá.
- El traslado de botellas hasta el lugar de utilización se efectuará en carros porta-botellas, sin que en ningún caso se realice haciéndolas rodar por el suelo, lo que podría ocasionar abolladuras o cortes con el consiguiente riesgo de explosión.
- Cuando se tengan que elevar botellas se efectuará en la correspondiente jaula sin que en ningún momento se eleven atándolas con cuerdas o empleando medios electromagnéticos; la rotura de la cuerda o el fallo de la corriente puede ocasionar la caída de la botella.
- Una vez que la botella esté en el lugar de utilización, para el acoplamiento se podrá mover haciéndola rodar por su base, inclinada.
- Para el manejo de botellas se utilizarán guantes y calzado de seguridad.
- Las botellas deben utilizarse tal como son suministradas por el proveedor, no quitándose en ningún caso la tulipa protectora del grifo. Esta pieza tiene como misión proteger el grifo de la botella ante golpes y caídas ya que al ser la parte más débil de la botella podrían producirse escapes de gas e incluso el salir despedido el grifo.
- Las botellas tienen que estar identificadas en cada momento, el color de su cuerpo indica el tipo de gas contenido y el de la ojiva el gas específico. Si la botella no estuviese correctamente identificada se devolverá al suministrador. Nunca se deben pintar las botellas.
- Las botellas no se utilizarán jamás como soporte para golpear piezas o como rodillos para desplazar piezas o materiales. Dichas acciones comportan el

riesgo de producir abolladuras o cortes en la botella con el consiguiente riesgo de explosión.

- Las botellas no se utilizarán para cebar arcos ni como soporte para soldar piezas: el calor de dicho arco puede ocasionar modificaciones en las características del acero o bien cráteres con espesores de pared disminuido, etc, todo lo cual lleva aparejado el riesgo de explosión de la botella.
- Análogamente al apartado anterior cuando se efectúe la soldadura oxiacetilénica, durante las paradas del trabajo no se dejará el soplete encendido colgado de la botella, ya que el calor del soplete puede modificar las características resistentes de la botella o iniciar la descomposición del acetileno, traduciéndose todo ello en el riesgo de explosión de la botella.
- Las botellas no deben someterse a bajas temperaturas sin la autorización del suministrador del gas, ya que, dependiendo de las características del acero que constituye el material de las mismas, se puede fragilizar por efecto del frío y posteriormente explotar.
- Antes de utilizarse una botella habrá que asegurarse del contenido de la misma, y se leerán marcas y etiquetas. Ante cualquier duda sobre su contenido o sobre su utilización se deberá consultar al suministrador del gas.
- Los grifos de las botellas deberán abrirse lentamente y de forma progresiva: En el caso de que presentaran alguna dificultad para abrirse, no se forzarán ni utilizarán herramientas debiendo ser devuelta al suministrador.
- Los grifos de las botellas no deberán engrasarse ni se actuará sobre ellos con trapos o guantes llenos de aceite o grasa, ya que algunos gases como el oxígeno presentan reacción explosiva con dichas sustancias.
- Los grifos de las botellas deberán situarse de forma que sus bocas de salida apunten en direcciones opuestas.
- Una vez colocado el manorreductor a la botella, el grifo se abrirá lentamente para no deteriorarlo ya que podría romperse por efecto de la presión y proyectarse piezas del mismo.
- Las juntas de conexión entre el manorreductor y la botella deberán ser suministradas por el proveedor del gas para que no exista incompatibilidad, así por ejemplo, las juntas de material orgánico, como la goma o el cuero, pueden dar lugar a explosiones en contacto con el oxígeno.
- Cuando para la utilización del gas sea necesario utilizar un caudal mayor que el que pueda suministrar una botella, de acuerdo con las especificaciones del suministrador, se utilizarán varias botellas dispuestas en paralelo o se recurirá a un bloque de botellas: Jamás se recurrirá al calor para obtener un mayor caudal ya que se corre el riesgo de explosión.

- Cuando se tenga que recurrir a soldar en espacios confinados, además del Permiso de Trabajo, se deberá en todo momento cerrar las botellas en las paradas de los trabajos, no debiéndose confiar la estanqueidad a los sopletes utilizados, ya que pueden dar lugar a escapes y sus consiguientes riesgos.
- En ningún caso se recurrirá a efectuar trasvases entre botellas.
- En el caso de tener que disponer de un almacenamiento de botellas fijo, se atendrá a lo dispuesto en la Instrucción APQ-5 del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, R.D. 379/2001, de 6 de abril lo que exige el tener legalizado el almacén con sus correspondientes requisitos y superar las revisiones periódicas que en el mismo se establecen. Estos requisitos también son exigibles en la modificación o ampliación de un almacén.
- Para las botellas almacenadas se establecerá un plan de rotación a efectos de no utilizar siempre las últimas que han llegado.

### 3. SOLDADURA EN ESPACIOS CONFINADOS

Son muchos los lugares de trabajo en los que es necesario efectuar operaciones de soldadura y corte; algunos de éstos son los denominados "espacios confinados", que tal como los define la *American Standard Institute* (ANSI), presentan las siguientes características:

- No están previstos para ser ocupados permanentemente.
- Presentan dificultades para la entrada y salida de los mismos.
- Pueden presentar riesgos potenciales o riesgos conocidos.

De una forma genérica dichos espacios son ocupados ocasionalmente para efectuar en ellos operaciones de mantenimiento, reparación o soldadura y como ejemplos de ellos se puede citar los locales pequeños, reactores, pozos y arquetas, túneles, tinajas, bodegas o sótanos, galerías de servicio, esquinas de locales poco ventilados, hornos, tanques de almacenamiento, tuberías, alcantarillas, silos, desengrasadores, calderas, compartimentos de barcos, conductos de ventilación, etc. Los riesgos que en dichos espacios puede ocasionar la soldadura vienen determinados por la posibilidad de fuego, shock eléctrico, exposición a contaminantes, explosión y asfixia.

Aunque el tratamiento de trabajos en espacios confinados no es tema a tratar en la presente publicación, si es necesario llamar la atención sobre ellos y avisar sobre unas medidas de prevención a tener en cuenta y que se recogen seguidamente, si bien será la correspondiente evaluación de riesgos la que determine el conjunto de acciones y medidas preventivas.

### **3. 1. Medidas a tener en cuenta en un espacio confinado**

- Evaluar la atmósfera existente en el interior sobre contenido de oxígeno, materias combustibles, tóxicas o reactivas. Ello requerirá equipos y entrenamiento adecuados.
- Aislar las líneas que confluyen en el espacio confinado.
- Disponer medios de corte rápido de electricidad, gas, etc, desde el exterior del espacio confinado, que serán accionados en su caso por un vigilante exterior.
- Proteger o eliminar cualquier material o materiales que puedan suponer un riesgo físico o sobre la salud cuando se calientan o están expuesto a la soldadura.
- Disponer de un sistema de ventilación y comprobar periódicamente o continuamente la atmósfera del espacio confinado, para asegurarse de que los humos y gases producidos en la soldadura no sobrepasan los límites admitidos.
- Cuando la evaluación de riesgos así lo requiera, se empleará un equipo de respiración adecuado.
- Las personas y equipos no implicados en los trabajos en el espacio confinado se mantendrán fuera de él y alejados.
- Situar en el exterior del espacio confinado todos aquellos equipos que, aun siendo necesarios para el trabajo, puedan estar en el exterior.
- El vigilante externo citado mantendrá una continua comunicación con las personas que han accedido al espacio confinado.
- Establecer un Permiso de Trabajo para las actuaciones en espacio confinado.

## **BIBLIOGRAFÍA**



## LEGISLACIÓN

- Ley 31/1995 de 8.11 (BOE de 10.11.1995) de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, (BOE de 13.12.2003) de Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17.1 (BOE de 31.1.1997). Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 12.1.1963 (BOE de 13.3.93). Normas reglamentarias para reconocimientos, diagnósticos y calificación de enfermedades profesionales. Complementada por Orden de 15.12.1965 (BOE de 17.1.1966).
- Real Decreto 1995/1978 de 12.5 (BOE de 25.8.1978). Cuadro de enfermedades profesionales. Modificado por Real Decreto 2821/1981 (BOE de 1.12.1981).
- Real Decreto 1316/1989 de 27.11 , sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos de exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto Legislativo 1/1994 de 20.6 (BOE de 29.6.94).
- Real Decreto 485/1997 de 14.4 (BOE de 23.4.1997). Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14.4 (BOE de 23.4.1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30.5 (BOE de 12.6.97). Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1407/1992 de 20.11 (BOE de 28.12.1992). Condiciones de comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual
- Real Decreto 379/2001 de 6.4 (BOE de 19.10.2001). Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1435/1992 de 27.11 (BOE de 10.12.1992). Dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. (modificado por R.D. 56/95).
- Real Decreto 1215/1997 de 18.7 (BOE de 7.8.97). Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 842/2002 de 2.8 (BOE de 18.9.2002). Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementaria.

- Real Decreto 1942/1993 de 5.11. (BOE de 14.12.1993) y rectificación de 7.5.1994. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, modificado por Orden de 16.4.1998 (BOE de 28.4.1998) y desarrollado por Orden de 21.12.1999 (BOE de 25.1.2000).
- Real Decreto 400/1996 de 1.3.1996 (BOE de 8.4.1996) sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Real Decreto 681/2003 de 12 de junio (BOE de 18.6.2003) sobre la protección y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

### **GUIAS TÉCNICAS PUBLICADAS POR EL INSHT**

- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.
- Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico.
- Guía técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Guía técnica para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.
- Guía técnica para la utilización y prevención de los riesgos relativos a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos.

### **NOTAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN\***

- Actitudes riesgos laborales prevención, NTP492 y 493.
- Agentes químicos, exposición, NTP 548 y 548
- Agentes químicos, dermatosis, NTP 166
- Almacenamiento, NTP 298 y 307
- Amoladoras angulares, NTP 281
- Atrapamientos máquinas, NTP 325
- Contactos eléctricos indirectos, NTP 71 y 142

- Suboxigenación por gases inertes, NTP 340
- Botellas de gas, riesgos genéricos en su utilización., NTP 397
- Soldadura eléctrica arco, NTP 494
- Soldadura oxiacetilénica, NTP 495
- Espacios confinados, NTP 223
- Oxicorte, NTP 495
- Posturas, fatiga, NTP 232

#### **OTRAS PUBLICACIONES Y ENTIDADES DE CONTACTO**

- American Welding Society, Safety and health, Fact Sheet 1 to 25.  
(<http://www.aws.org/technical/FACT-PDF.EXE/SNH.HTM>)
- American National Standards Institute (ANSI), Safety in welding, cutting, and allied Processes, Z49.1

\*En la colección de Notas Técnicas de Prevención (NTP), aunque las citas legales a las que pueden referir algunas NTP se encuentran derogadas, se han incluido debido a que el contenido de las mismas es operativo desde el punto de vista técnico de su aplicación.



ET103



8 474256 747002



MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ASUNTOS SOCIALES



INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO