



# Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines



**American Welding Society®**



**ANSI Z49.1:2012**

**Traducción de:  
Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes  
An American National Standard**

**Documento original aprobado por el  
American National Standards Institute  
9 de marzo de 2012**

# **Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines**

**Reemplaza a la norma ANSI Z49.1:2005**

Preparado por el  
Comité Z49 de Normas Acreditadas,  
Seguridad en Soldadura y Corte

Secretaría  
American Welding Society

## **Resumen**

Esta norma incluye todos los aspectos de la seguridad y la salud en el ambiente de soldadura, y hace hincapié en los procesos de soldadura con oxígeno y por arco, además de cierta mención de la soldadura por resistencia. Contiene información sobre la protección del personal y el área general, ventilación, prevención y protección contra incendios y espacios confinados. Se dedica una parte importante a la información preventiva mediante la presentación de ejemplos y se incluye una bibliografía extensa.



**American Welding Society®**

## Declaración sobre el uso de las normas American National Standard

La aprobación de una norma American National Standard requiere una revisión del ANSI para comprobar que el desarrollador de normas cumplió con los requisitos del debido proceso, consenso y otros criterios de aprobación.

Se establece consenso cuando, a juicio de la Junta de Revisión de Normas del ANSI, se logra un acuerdo sustancial por parte de los intereses afectados directa y materialmente. El acuerdo sustancial significa mucho más que una mayoría simple, pero no necesariamente la unanimidad. El consenso requiere la consideración de todos los puntos de vista y objeciones, así como la realización de esfuerzos concertados hacia su resolución.

El uso de las normas American National Standard es completamente voluntario; su existencia no impide en modo alguno que cualquier persona, independientemente de que haya aprobado las normas o no, fabrique, comercialice, adquiera o utilice productos, procesos o procedimientos que no se ajusten a las normas.

El American National Standards Institute no desarrolla normas y en ningún caso otorgará una interpretación de cualquier American National Standard. Además, ninguna persona tendrá derecho o autoridad para emitir una interpretación de una American National Standard en nombre del American National Standards Institute. Las solicitudes de interpretaciones deberían dirigirse a la secretaría o al patrocinador cuyo nombre aparece en la portada de esta norma.

**AVISO DE PRECAUCIÓN:** Esta American National Standard se puede revisar o dar de baja en cualquier momento. Los procedimientos del American National Standards Institute requieren acciones periódicas para reafirmar, revisar o dar de baja esta norma. Las personas que han adquirido normas American National Standard pueden recibir información actualizada de todas las normas mediante comunicación telefónica o postal con el American National Standards Institute.

Número internacional normalizado del libro (ISBN): 978-0-87171-989-8  
American Welding Society  
- 8669 Doral Blvd, Doral, Florida 33166  
© 2013 por American Welding Society  
Todos los derechos reservados  
Impreso en los Estados Unidos de América

**Derechos de fotocopiado.** No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en ninguna forma ni por ningún procedimiento (mecánico, fotocopia, grabación u otro), sin la previa autorización escrita del propietario de los derechos de reproducción.

La American Welding Society concede la autorización para fotocopiar artículos para el uso exclusivo interno, personal o educativo, o el uso exclusivo interno, personal o educativo de determinados clientes, siempre que se cancele la tarifa correspondiente al Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, tel: (978) 750-8400; Internet: <www.copyright.com>.

### **Descargo de responsabilidad**

Esta publicación es una traducción del American National Standard original en inglés. La única versión aprobada por el American National Standards Institute es la versión en inglés. Aunque se han llevado a cabo los máximos esfuerzos para crear una traducción precisa, AWS no garantiza la precisión o exactitud del texto, y AWS tampoco se hace responsable por ningún error, ambigüedad u omisión que aparezca en este documento como resultado de la traducción. El texto en inglés es la única versión oficial y será la cual deberá ser referida en caso de conflicto.

### **Disclaimer**

This publication is translated from the original English version of an American National Standard. The only version approved by the American National Standards Institute is the English language version. While reasonable efforts have been made to ensure an accurate translation, AWS makes no warranty as to precision or completeness, nor is AWS responsible for any errors, omission, or ambiguities appearing in this document as a result of the translation. The English text is the only official version and shall be referred to in cases of dispute.

Esta página se ha dejado en blanco intencionalmente.

# Personal

(La siguiente es la lista del Comité al momento de la última acción del comité en el documento.)

## Comité de American National Standard Z49

A. F. Manz, Presidente  
S. P. Hedrick, Secretario

### AMERICAN FOUNDRY SOCIETY

F. H. Kohloff

### AMERICAN COLLEGE OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE

L. Lee  
W. Milliken (Suplente)  
E. Favata (Suplente)

### AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION

N. Tristani

### AMERICAN SOCIETY OF SAFETY ENGINEERS

E. R. Ziegler  
T. J. Martin (Suplente)

### AMERICAN WELDING SOCIETY

D. Clark  
S. P. Hedrick (Suplente)

### CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION

J. J. Palach

### CANADIAN WELDING BUREAU

J. MacRae

### COMPRESSED GAS ASSOCIATION

A. F. Manz  
R. A. Smith (Suplente)

### INTERNATIONAL ASSOCIATION OF BRIDGE, STRUCTURAL, ORNAMENTAL AND REINFORCING IRON WORKERS

E. Abbott

### INTERNATIONAL THERMAL SPRAY ASSOCIATION

D. Hayden

### INTERNATIONAL SAFETY EQUIPMENT ASSOCIATION, INCORPORATED

J. Franklin  
C. Fargo

### MECHANICAL CONTRACTORS ASSOCIATION OF AMERICA, INCORPORATED

P. Chaney  
W. Sperko

**NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, INCORPORATED**

F. Stupczy  
G. Winchester (Suplente)

**NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION**

D. Duval

**SHEET METAL WORKERS INTERNATIONAL**

G. Batykefer

**DEPARTAMENTO DE LA FUERZA AÉREA DE EE. UU.**

T. Pazell  
R. G. Cox (Suplente)

**DEPARTAMENTO DEL EJÉRCITO DE EE. UU.**

S. C. Graham  
R. Wright

**DEPARTAMENTO DE TRABAJO DE EE. UU.**

R. B. Bell (sin derecho a voto)

**DEPARTAMENTO DE LA MARINA DE EE. UU.**

E. Berg

**INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL DE EE. UU (NIOSH)**

M. Gressel

## Prefacio

Este prefacio no forma parte de ANSI Z49.1:2012, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, pero se incluye únicamente para fines informativos.

Las enormes demandas de producción que la Segunda Guerra Mundial impuso en los Estados Unidos trajeron consigo una expansión formidable del uso de la soldadura. A mediados de 1943 se reconoció la necesidad de algún tipo de código o norma relacionado con las buenas prácticas para realizar soldaduras. Con los auspicios de la American Standards Association, la norma se elaboró y publicó en 1944. Se titulaba American War Standard Z49.1, *Safety in Electric and Gas Welding, and Cutting Operations* (Seguridad en las operaciones de corte y soldadura eléctrica y a gas).

Después de la guerra, la norma se revisó en 1950. Hubo revisiones posteriores en 1958, 1967, 1973 y 1983. Cada una actualizaba la norma de acuerdo con los cambios tecnológicos y las prácticas de soldadura. Las revisiones hasta 1973 inclusive fueron en gran medida evolutivas y conservaban estrechamente el formato de la norma original de la guerra.

En 1983 se llevó a cabo una vasta reescritura para tener debidamente en cuenta los grandes cambios en la soldadura que se habían producido en los 40 años de existencia de la norma, así como para dar claridad al mosaico de presentaciones que se habían acumulado durante las revisiones evolutivas. El alcance se volvió a definir para abordar con mayor detalle las reglas de seguridad que debe poner en práctica el soldador y que la supervisión y administración de la soldadura deben hacer cumplir. Se suprimieron las disposiciones que habían aparecido en ediciones anteriores, pero que abordaban principalmente la construcción de edificaciones y la instalación de tuberías sobre las que el soldador tenía poco control. Las revisiones de 1988, 1994, 1999 y 2005 mantienen esta misma filosofía. Las revisiones se identifican con una línea vertical en el margen junto al texto.

Durante el período de su publicación, la American Standards Association se transformó en el American National Standards Institute y la War Standard ASA Z49.1-1944 ahora es la norma ANSI Z49.1:2012.

### *SUGERENCIAS*

Los comentarios y sugerencias para la mejora de esta norma son bienvenidos. Deberían enviarse a: Secretary, ANSI Z49 Committee, American Welding Society, 8669 Doral Blvd, Doral, Florida 33166.

### *SOLICITUDES DE INTERPRETACIÓN DE LA NORMA*

Es posible obtener interpretaciones oficiales de cualquiera de los requisitos técnicos de esta norma mediante el envío de una solicitud por escrito a:

Managing Director, Technical Services  
American Welding Society  
8669 Doral Blvd.  
Doral, Florida 33166

Las solicitudes que no se reciban por escrito no se pueden considerar para una interpretación oficial (véase el apéndice E).



Esta página se ha dejado en blanco intencionalmente.

# Índice

	Página N.º
<i>Personal</i> .....	v
<i>Prefacio</i> .....	vii
<i>Lista de tablas</i> .....	xii
<i>Lista de figuras</i> .....	xii
<b>Parte I—Aspectos generales</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Propósito y alcance</b> .....	<b>1</b>
1.1 Propósito .....	1
1.2 Alcance y aplicabilidad .....	1
1.3 Exclusiones .....	2
<b>2. Definiciones</b> .....	<b>2</b>
2.1 Aprobado .....	2
2.2 Espacio confinado .....	3
2.3 Almacenamiento de cilindros .....	3
2.4 Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (IDLH) .....	3
2.5 Otras definiciones .....	3
2.6 Persona calificada .....	3
2.7 Debe o deben .....	3
2.8 Debería o deberían .....	3
2.9 Unidad .....	3
2.10 Soldador .....	3
<b>3. Disposiciones generales, administración y supervisión</b> .....	<b>3</b>
3.1 Configuración e instalación .....	3
3.2 Responsabilidades .....	4
<b>4. Protección del personal y del área general</b> .....	<b>6</b>
4.1 Protección del área general .....	6
4.2 Protección de la cara y los ojos .....	6
4.3 Ropa de protección .....	9
4.4 Control de ruidos .....	10
4.5 Equipo de protección respiratoria .....	10
4.6 Capacitación .....	11
<b>5. Ventilación</b> .....	<b>11</b>
5.1 Generalidades .....	11
5.2 Muestreo de la zona de respiración .....	12
5.3 Evitar el humo .....	12
5.4 Tipos de ventilación .....	12
5.5 Asuntos especiales de ventilación .....	13
<b>6. Prevención y protección contra incendios</b> .....	<b>14</b>
6.1 Áreas que contienen combustibles .....	14
6.2 Protección contra incendios .....	15

6.3	Autorización para el trabajo en caliente	16
6.4	Recipientes para soldadura o corte	16
<b>7.</b>	<b>Espacios confinados</b>	<b>17</b>
7.1	Ventilación en espacios confinados	17
7.2	Ubicación de equipos de servicio	18
7.3	Áreas adyacentes	18
7.4	Señal de emergencia	18
7.5	Personal en áreas inmediatamente peligrosas para la vida o la salud (IDLH)	18
7.6	Hornos para soldadura fuerte	19
<b>8.</b>	<b>Exhibiciones y demostraciones públicas</b>	<b>19</b>
8.1	Aplicación	19
8.2	Supervisión	19
8.3	Sitio	19
8.4	Protección contra incendios	20
8.5	Protección del público	20
8.6	Cilindros	20
8.7	Mangueras, cables y conductos de proceso	21
<b>9.</b>	<b>Información preventiva</b>	<b>21</b>
9.1	Generalidades	21
9.2	Información preventiva para la soldadura por arco y procesos y equipos relacionados	21
9.3	Información preventiva para los procesos y equipos de oxígeno y gas combustible	21
9.4	Información de materiales peligrosos	21
9.5	Metales de aporte con contenido de cadmio para soldadura fuerte	22
9.6	Fundentes con contenido de fluoruros para soldadura fuerte y por gas	22
9.7	Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS)	22
9.8	Símbolos gráficos	23
9.9	Comunicaciones de peligro	23
	<b>Parte II—Procesos específicos</b>	<b>24</b>
<b>10.</b>	<b>Seguridad de soldadura y corte con oxígeno y gas combustible</b>	<b>24</b>
10.1	Alcance	24
10.2	Terminología	24
10.3	Oxígeno y combustibles	24
10.4	Conexiones para la mezcla de gases	24
10.5	Sopletes	24
10.6	Mangueras y conexiones de mangueras	25
10.7	Reguladores reductores de la presión	26
10.8	Cilindros de gas comprimido, y de oxígeno y gas combustible (recipientes)	27
10.9	Distribuidores para cilindros	32
<b>11.</b>	<b>Seguridad de los equipos para soldadura y corte por arco</b>	<b>32</b>
11.1	Generalidades	32
11.2	Aspectos de seguridad en la selección de equipos de soldadura por arco	33
11.3	Instalación de equipos de soldadura por arco	34
11.4	Manejo	35
11.5	Mantenimiento	38
<b>12.</b>	<b>Seguridad de la soldadura por resistencia</b>	<b>39</b>
12.1	Generalidades	39
12.2	Instalación	40
12.3	Protección	40
12.4	Instalación eléctrica	41
12.5	Dispositivos de seguridad estáticos	43

12.6 Ventilación .....	44
12.7 Mantenimiento.....	44
<b>13. Procesos de soldadura y corte por haz de electrones (EBW y EBC) .....</b>	<b>44</b>
13.1 Generalidades .....	44
13.2 Peligros potenciales.....	44
<b>14. Corte y soldadura por rayo láser .....</b>	<b>45</b>
14.1 Generalidades .....	45
<b>15. Seguridad de soldadura fuerte y soldadura blanda .....</b>	<b>45</b>
15.1 Generalidades .....	45
15.2 Peligros potenciales.....	45
Apéndice A (Informativo)—Lista de normas de seguridad y salud de la American Welding Society .....	49
Apéndice B (Informativo)—Lista de otras fuentes .....	51
Apéndice C (Informativo)—Lista de editores .....	53
Apéndice D (Informativo)—Cuadro maestro de procesos de soldadura y unión, y cuadro maestro de procesos afines .....	55
Apéndice E (Informativo)—Guía para la preparación de consultas técnicas para el Comité Z49 .....	57

## Lista de tablas

<b>Tabla</b>	<b>Página N.º</b>
1 Guía de números de tono . . . . .	8

## Lista de figuras

<b>Figura</b>	<b>Página N.º</b>
1 Información preventiva de los procesos y equipos de soldadura por arco. . . . .	22
2 Información preventiva de los procesos y equipos de oxígeno y gas combustible . . . . .	22
3 Información preventiva de los metales de aporte con contenido de cadmio para soldadura fuerte. . . . .	23
4 Información preventiva de los fundentes con contenido de fluoruros para soldadura fuerte y por gas. . . . .	23

# Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines

(La norma Z49.1:2012 utiliza un formato de dos columnas para estipular tanto los requisitos específicos como la información complementaria. La columna de la izquierda se designa como “Requisitos de la norma” y la columna de la derecha se designa como “Información explicativa”. El número del párrafo de la Información explicativa va precedido de la letra “E”).

## Requisitos de la norma

## Información explicativa

### *Parte I* *Aspectos generales*

## 1. Propósito y alcance

**1.1 Propósito.** Esta norma es para la protección de las personas contra lesiones y enfermedades, así como para la protección de bienes (incluidos los equipos) contra daños por incendio y explosiones derivados de los procesos de soldadura, corte y afines.

**E1.1** A partir de la revisión de 1983, el alcance de la norma ANSI Z49.1 se ha reorientado hacia las buenas prácticas para realizar procesos de soldadura, corte y afines que generalmente están dentro del control de implementación del soldador o de la administración del taller de soldadura. Está redactada de una manera adecuada para el soldador y la administración del taller, a los efectos de brindar información práctica que les ayude a realizar estas funciones de forma segura. Además, contiene información útil para educadores, higienistas industriales, ingenieros y otros similares que también sean responsables de la seguridad y la salud en los procesos de soldadura. Con la reorientación de este alcance, se eliminaron algunas disposiciones que aparecían en ediciones anteriores. Se trataba de disposiciones que se focalizaban más en el diseño y la construcción de edificaciones, tuberías en establecimientos e instalaciones eléctricas. De hecho, estas disposiciones aun son importantes y necesarias, y deben acatarse. No son disposiciones que generalmente estén bajo el control inmediato de las operaciones de soldadura y corte.

**1.2 Ámbito y aplicabilidad.** Esta norma debe ser para orientación de educadores, operarios, gerentes y supervisores en la configuración y el uso seguros de equipos de soldadura y corte, así como en el funcionamiento seguro de las operaciones de soldadura y corte.

**E1.2** Se incluyen disposiciones específicas para soldadura y corte por arco, y con oxígeno y gas combustible, soldadura por resistencia, soldadura por haz de electrones, soldadura y corte por rayo láser, y soldadura fuerte y blanda.

Sin embargo, los requisitos de esta norma son generalmente aplicables a otros procesos de soldadura, tales como soldadura por arco sumergido y procesos afines que se indican en el Cuadro maestro de soldadura y procesos afines de la American Welding Society, incluido en el apéndice D.

**1.3 Exclusiones.** Esta norma no debe referirse a lo siguiente:

- (1) Guías para el diseño o la fabricación de equipos
- (2) Sistemas de tuberías en edificaciones
- (3) Sistemas de protección de tuberías y equipos de salida de la estación
- (4) Sistemas de suministro de gas a granel
- (5) Instalaciones eléctricas en edificaciones.

**1.4 Equivalencia.** Ninguna parte de esta norma tiene por objeto impedir el uso de sistemas, métodos o dispositivos de calidad, fuerza, resistencia al fuego, eficacia, durabilidad y seguridad equivalente o superior a las establecidas en esta norma.

**1.4.1** Para demostrar la equivalencia se debe presentar documentación técnica a la autoridad competente.

**1.4.2** La autoridad competente debe aprobar el sistema, método o dispositivo para los fines previstos.

## 2. Definiciones

Las definiciones siguientes se deben aplicar a esta norma.

**2.1 Aprobado.** Como se usan en esta norma, aprobado y aprobación significan aceptable para la autoridad competente.

**2.1.1 Autoridad competente.** Este término se refiere a la organización, oficina o persona responsable de “aprobar” equipos, una instalación o un procedimiento.

**2.1.2 Catalogado.** Este término se refiere al equipo o material incluido en una lista publicada por un laboratorio de ensayos reconocido en el ámbito nacional que realiza una inspección periódica de la producción de equipos o materiales catalogados.

**E1.3** Algunos de estos puntos se incluían en ediciones anteriores de la norma. Estos puntos se eliminaron de la norma ANSI Z49.1 para evitar su inclusión en dos normas diferentes en el marco de auspicios distintos que puedan dar lugar a conflictos o confusión entre normas.

Están contenidos en las normas y códigos de la National Fire Protection Association (NFPA, Asociación Nacional Estadounidense de Protección contra Incendios) de la manera siguiente:

(1) Sistemas de tuberías de oxígeno y gas combustible, dispositivos de protección de tuberías y equipos de salida de la estación—NFPA 51, *Standard for the Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes* (Normas para el diseño y la instalación de sistemas de oxígeno y gas combustible para procesos de soldadura, corte y afines).

(2) Almacenamiento y tubos de distribución de varios cilindros de gas—NFPA 51

(3) Generadores de acetileno y almacenamiento de carburo de calcio—NFPA 51

(4) Sistemas de oxígeno a granel—NFPA 50, *Standard for Bulk Oxygen Systems at Consumer Sites* (Norma para sistemas de oxígeno a granel en los sitios de consumo)

(5) Sistemas a granel de gas de petróleo licuado (GPL) y metilacetileno-propadieno (MPS)—NFPA 58, *Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases* (Almacenamiento y manejo de gases de petróleo licuados).

(6) Instalaciones eléctricas de edificaciones—NFPA 70, *National Electrical Code*<sup>®</sup> (Código nacional de electricidad).

(7) Maquinaria industrial—NFPA 79, *Electrical Standard for Industrial Machinery* (Normas de electricidad para maquinaria industrial).

**2.2 Espacio confinado.** Se refiere a un espacio relativamente pequeño o restringido, tal como un tanque, caldera, recipiente de presión o compartimento pequeño. El confinamiento implica mala ventilación como consecuencia de la construcción, el tamaño o la forma, pero no la restricción del egreso del personal.

**2.3 Almacenamiento de cilindros.** Se refiere a los cilindros de gas comprimido mantenidos como reserva en el sitio (no a los que están en uso o conectados listos para el uso).

**2.3.1 Cilindros en uso.** Este término se refiere a lo siguiente:

- (1) Cilindros conectados para el uso;
- (2) Un solo cilindro para cada gas a utilizar, en la ubicación del uso, listo para conectarse; o
- (3) Un suministro diario de cilindros, en la ubicación del uso, listos para conectarse.

**2.4 Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (IDLH).** IDLH es un estado que representa una amenaza inmediata de pérdida de la vida; puede dar lugar a efectos irreversibles o graves inmediatos en la salud, o a otras condiciones que pudieran impedir el escape.

**2.5 Otras definiciones.** Todos los demás términos de soldadura que se utilizan en esta norma están de conformidad con la edición vigente de la norma AWS A3.0M/A3.0, Definiciones y términos estándar de las soldaduras.

**2.6 Persona calificada.** Persona que en virtud de su capacitación, educación y experiencia es experta en la operación que debe realizar y competente para juzgar los peligros implicados.

**2.7 Debe o deben.** Se utiliza debe o deben para indicar las disposiciones que son obligatorias.

**2.8 Debería o deberían.** Se recomienda el uso de debería o deberían para indicar las disposiciones que no son obligatorias.

**2.9 Unidades.** Los valores numéricos se dan en unidades de uso acostumbrado en los EE. UU. y en unidades métricas (SI).

**2.10 Soldador.** El uso de “soldador” y “operario de soldadura” en esta norma está destinado a designar cualquier operario de equipos eléctricos o con oxígeno y gas combustible para procesos de soldadura, corte o afines.

**E2.2** Consulte información adicional en la norma ANSI Z117.1, *Safety Requirements for Confined Spaces* (Requisitos de seguridad para espacios confinados) y las normas aplicables de OSHA 29 CFR 1910.145 para la industria en general, 29 CFR 1926.353(b) para la construcción y 29 CFR 1915 subparte B para aplicaciones marítimas.

**E2.10** Este término también incluye a educadores y estudiantes que se dedican a actividades similares.

## 3. Disposiciones generales, administración y supervisión

### 3.1 Configuración e instalación

**3.1.1 Mantenimiento de equipos y condiciones.** Todos los equipos de soldadura y corte se deben inspeccionar según la necesidad para asegurar que se encuentren en condiciones seguras de funcionamiento. Cuando se compruebe que los equipos no son capaces de funcionar de manera segura y fiable, el personal calificado debe repararlos antes del uso o retirarlos del servicio.



**3.1.2 Manejo.** Todos los equipos deben manejarse de conformidad con las recomendaciones e instrucciones del fabricante, siempre que sean acordes con esta norma.

**3.1.3 Equipo portátil pesado sobre ruedas.** El equipo portátil pesado montado sobre ruedas debe asegurarse en su posición para evitar el movimiento accidental antes del comienzo de las operaciones.

**3.2 Responsabilidades.** Los operarios y la administración deben reconocer sus responsabilidades mutuas en materia de seguridad en soldadura y corte.

### 3.2.1 Administración

**3.2.1.1 Capacitación.** La administración debe asegurarse de que los soldadores y sus supervisores estén capacitados en el manejo seguro de sus equipos, el uso seguro del proceso y los procedimientos de emergencia.

**3.2.1.2 Comunicaciones de peligro.** Antes del comienzo del trabajo, la administración debe asegurarse de comunicar a los trabajadores, y de que estos comprendan, los peligros y las precauciones de seguridad.

**3.2.1.3 Áreas designadas y responsabilidades.** La administración debe designar áreas aprobadas y establecer procedimientos de soldadura y corte en condiciones seguras.

Un representante designado de la administración debe ser responsable de autorizar las operaciones de soldadura y corte en áreas que no están diseñadas o aprobadas específicamente para esos procesos. La administración debe asegurarse de que la persona sea consciente de los peligros implicados y esté familiarizada con las disposiciones de esta norma.

**3.2.1.4 Equipos aprobados.** La administración debe asegurarse de que se utilicen únicamente aparatos aprobados, tales como sopletes, tubos distribuidores, reguladores, válvulas reductoras de presión, generadores de acetileno, soldadoras, portaelectrodos y dispositivos de protección personal.

**3.2.1.5 Contratistas.** La administración debe seleccionar contratistas que proporcionen personal capacitado y calificado para realizar las soldaduras y que tengan conocimiento de los peligros implicados.

La administración debe informar a los contratistas sobre materiales inflamables o condiciones peligrosas que sean específicas del lugar de trabajo.

La administración debe informar a los contratistas sobre materiales inflamables o condiciones peligrosas de las que puedan no estar percatados.

**E3.1.2** La mayoría de los fabricantes proporcionan información de seguridad junto con la información de manejo y mantenimiento. Los operarios deberían familiarizarse y cumplir con esa información de seguridad.

**E3.1.3** Consulte la información adicional en 7.2.2.

**E3.2.1** Como se utiliza en esta norma, la administración incluye a todas las personas responsables de las operaciones de soldadura, tales como propietarios, contratistas, educadores y otros.

**E3.2.1.2** Los peligros que puedan estar implicados en la soldadura se comunican a los usuarios mediante las instrucciones del fabricante, la hoja de datos de seguridad de materiales y el rotulado de productos. Consulte la sección 9, Información preventiva, de esta norma. Consulte especialmente la norma OSHA 29 CFR, Sección 1910.1200, *Hazard Communication Standard* (Normas para la comunicación de peligros).

**E3.2.1.3** Consulte la información adicional en 6.3.

**E3.2.1.5** A los efectos de esta norma, la responsabilidad sobre el soldador en las operaciones del contrato recae en el supervisor del contratista y en la administración del contratista.

## 3.2.2 Supervisores

**3.2.2.1 Uso seguro de los equipos.** Los supervisores deben ser responsables del manejo seguro de los equipos de soldadura y del uso seguro del proceso de soldadura.

**3.2.2.2 Peligros de incendio.** Los supervisores deben determinar los materiales inflamables y combustibles que están presentes o que pueden estar presentes en el lugar de trabajo. Deben garantizar que esos materiales no estén expuestos a la ignición, mediante la adopción de una o más de las acciones siguientes:

(1) Disponer el traslado del trabajo a un lugar libre de combustibles y alejado de áreas peligrosas.

(2) Si el trabajo no se puede trasladar con facilidad, disponer el traslado de combustibles a una distancia segura del trabajo o protegerlos adecuadamente contra la ignición.

(3) Programar la soldadura y el corte de modo que esos materiales no estén expuestos durante las operaciones de soldadura y corte.

**3.2.2.3 Autorización.** La autorización para las operaciones de soldadura o corte se debe obtener del representante designado de la administración antes del comienzo del trabajo en caliente o del ingreso en un espacio confinado. Los supervisores deben controlar que el soldador tenga la aprobación de que las condiciones son seguras antes de proseguir.

**3.2.2.4 Equipo protector y protección contra incendios.** Los supervisores deben asegurarse del uso del equipo adecuado de protección personal y contra incendios. Deben asegurarse de que el equipo de protección contra incendios y de extinción de incendios esté ubicado adecuadamente en el sitio, que se asignen vigías contra incendios y se cumplan los procedimientos de autorización de trabajos en caliente cuando sea necesario.

Cuando no se requieran vigías contra incendios, la supervisión debe realizar una inspección final.

## 3.2.3 Soldadores

**3.2.3.1 Manejo seguro de los equipos.** Los soldadores deben comprender los peligros de la operación que se va a realizar y los procedimientos que se utilizan para controlar las condiciones peligrosas. Los soldadores deben manejar los equipos de manera segura y utilizarlos de modo de no poner vidas y bienes en peligro.

**3.2.3.2 Permiso.** Los soldadores deben tener el permiso de la administración antes de comenzar a soldar o cortar. Los soldadores deben continuar con la soldadura o el corte siempre que no se hayan modificado las condiciones en las cuales se concedió el permiso.

**3.2.3.3 Condiciones seguras.** Los soldadores deben cortar o soldar únicamente donde se hayan cumplido todas las medidas de seguridad.

**E3.2.2** Como se utiliza en esta norma, los supervisores incluyen a todas las personas responsables de supervisar las operaciones de soldadura, tales como propietarios, contratistas, educadores y otros.

**E3.2.2.2** Consulte también la sección 6, Prevención y protección contra incendios.

**E3.2.2.3** Consulte 6.3 y 7.1. Existen algunos casos en los que la autorización debe ser por escrito, por ejemplo, el ingreso en espacios confinados con exigencia de permiso. Consulte especialmente la norma OSHA 29 CFR, Sección 1910.146, *Permit-Required Confined Space Standard* (Normas para el espacio confinado con exigencia de permiso).

**E3.2.2.4** Consulte 6.2, 6.3 y 6.4. Por lo general, la inspección se realiza media hora después de la finalización de las operaciones de soldadura para detectar y extinguir posibles incendios de combustión lenta. Esté alerta a las circunstancias que puedan requerir una prolongación del intervalo de inspección final.

**E3.2.3.1** Los soldadores toman la decisión final de soldar o no soldar. Deben comprender los riesgos antes de proceder.

**E3.2.3.2** Consulte 6.3. En muchas instalaciones, la administración concede un permiso general para corte y soldadura donde no existen peligros de incendio.

**E3.2.3.3** No trabaje solo cuando las condiciones sean especialmente peligrosas, por ejemplo, cuando haya peligro de descargas eléctricas o la ventilación sea deficiente, etc.

**3.2.3.4 Marcado de materiales calientes.** Se debe colocar un aviso en lugares donde otros, sin saberlo, puedan hacer contacto con el material caliente remanente de la soldadura.

## 4. Protección del personal y del área general

### 4.1 Protección del área general

**4.1.1 Equipos.** Los equipos, las máquinas, los cables y otros aparatos de soldadura se deben ubicar de manera de no presentar ningún peligro para el personal. Se debe mantener una buena organización.

**4.1.2 Carteles.** Deben colocarse carteles para designar áreas de soldadura e indicar que deben usarse protección para los ojos y otros dispositivos de protección aplicables.

**4.1.3 Pantallas de protección.** Los trabajadores u otras personas en las inmediaciones de las áreas de soldadura deben estar protegidos contra la energía radiante y las salpicaduras de soldadura y corte mediante el uso de pantallas o escudos no combustibles o resistentes a la llama, o se les debe exigir el uso de protección para los ojos y la cara, así como ropa protectora.

**4.1.4 Reflectividad.** Cuando la soldadura por arco se realiza regularmente, las paredes adyacentes y otras superficies deben tener baja reflectividad a la radiación ultravioleta.

**4.1.5 Cabinas de soldadura.** Cuando las operaciones lo permitan, las estaciones de soldadura deben estar separadas mediante pantallas o escudos no inflamables con características como se describe en 4.1.3.

**4.2 Protección de los ojos y la cara.** La protección de los ojos y la cara debe cumplir con la norma ANSI/ISEA Z87.1, *Occupational and Educational Personal Eye and Face Protection Devices* (Dispositivos de protección ocular y facial ocupacional y educativa).

**E4.1.1** Por ejemplo, los lugares como pasillos, escaleras de mano o escaleras fijas deben mantenerse despejados.

**E4.1.2** Cuando las circunstancias presenten peligros adicionales, se debería colocar información preventiva adicional.

**E4.1.3** Se permiten materiales semitransparentes y protectores contra la radiación. Las pantallas deberían permitir la circulación del aire a nivel del suelo, así como por encima de estas. Consulte información sobre los criterios de resistencia a la ignición en la norma NFPA 701, *Standard Methods of Fire Tests for Flame Propagation Textiles and Films* (Métodos estándar de pruebas de incendio para la propagación de llamas en textiles y películas). Consulte en 4.2.2 la información adicional sobre protección contra la radiación. La intensidad de la energía radiante del arco depende de muchos factores, entre otros, la corriente, el voltaje y los materiales empleados. Consulte 4.2.2.

**E4.1.4** Los acabados formulados con pigmentos tales como dióxido de titanio u óxido de zinc tienen una baja reflectividad a la radiación ultravioleta. Se pueden añadir pigmentos coloreados, siempre que no incrementen la reflectividad. Anteriormente se recomendaba negro de humo como aditivo de pinturas, pero reduce la luz visible y, por lo tanto, es menos deseable en vista de la necesidad de una buena iluminación además de la absorción de la radiación ultravioleta.

No se recomiendan los pigmentos a base de metales en polvo o en escamas debido a su alta reflectividad de la radiación ultravioleta.

Las cortinas de soldadura son otro medio para reducir la reflectividad. Consulte más información en *Ultraviolet Reflectance of Paint* (Reflectancia ultravioleta de la pintura), publicado y ofrecido por la American Welding Society.

## 4.2.1 Selección del tipo

**4.2.1.1 Soldadura por arco y corte por arco con arcos abiertos.** Los operarios y el personal de las inmediaciones que observan el arco deben usar cascos o caretas de mano con lentes con filtro y de protección.

También se deben usar gafas protectoras con escudos laterales, antiparras para arco u otra protección ocular aprobada.

**4.2.1.2 Soldadura y corte con oxígeno y gas combustible, y soldadura por arco sumergido.** Durante todas las operaciones de soldadura y corte con oxígeno y gas combustible, así como de soldadura por arco sumergido se deben usar antiparras, cascos o caretas de soldadura sobre las gafas o antiparras.

**4.2.1.3 Soldadura por resistencia y soldadura fuerte.** Los operarios de equipos de soldadura por resistencia o soldadura fuerte y sus ayudantes deben usar antiparras, cascos o caretas de soldadura sobre las gafas o antiparras para proteger sus ojos y cara.

**4.2.1.4 Visualización en áreas grandes.** En el caso de visualización en áreas grandes, tales como capacitación, demostraciones, presentaciones y ciertas operaciones de soldadura automática, en lugar de la protección para los ojos y la cara se debe permitir el uso de una ventana o cortina grande con filtro. La transmisión de la radiación del material de la ventana o cortina debe ser equivalente a la de la norma ANSI/ISEA Z87.1 para el número de tono apropiado a la operación de soldadura o corte.

Además, se deben proporcionar medios adecuados para evitar la visualización directa del arco sin la protección con filtro y proteger a los observadores de las chispas y astillas de escoria.

## 4.2.2 Requisitos para la protección de los ojos y la cara

**4.2.2.1 Lentes con filtro.** Los lentes con filtro deben estar en conformidad con la norma ANSI/ISEA Z87.1 y el tono se debe seleccionar de acuerdo con la norma AWS F2.2, *Lens Shade Selector* (Selector del tono de lentes) o la Tabla 1.

**4.2.2.2 Propiedades de los materiales.** El cuerpo del casco y la careta de mano debe ser de un material con aislación térmica y eléctrica, no combustible o autoextinguible y opaco a la radiación visible, ultravioleta e infrarroja, y debe cumplir con los requisitos de la norma ANSI/ISEA Z87.1, *Occupational and Educational Personal Eye and Face Protection Devices* (Dispositivos de protección ocular y facial ocupacional y educativa).

**E4.2.1.1** Los cascos de soldadura provistos de lentes con filtro están destinados a proteger a los usuarios de los rayos del arco, así como de las chispas y salpicaduras de soldadura que impactan directamente contra el casco. Para proteger al usuario de los peligros del impacto cuando el casco de soldadura puede levantarse durante el uso, también deben usarse gafas con escudos laterales o antiparras.

Las gafas o antiparras pueden tener lentes transparentes o con filtro, en función del grado de exposición a la radiación de la soldadura o corte adyacente (consulte la Tabla 1). Las demás personas en el área inmediata de soldadura deben usar protección ocular similar. Los cascos de soldadura no protegen contra el impacto fuerte de fragmentos de muelas y discos abrasivos o dispositivos explosivos.

**E4.2.1.2** Se recomienda que esa protección ocular incluya protección lateral. (Consulte la Tabla 1).

**E4.2.2.1** Consulte la última edición de la norma AWS F2.2. Los lentes con filtro deben estar libres de defectos que puedan distraer, bloquear o impedir la visión de cualquier otro modo.

Las personas con afecciones oculares especiales deberían consultar a su médico para obtener información específica sobre los equipos de protección.

**E4.2.2.2** Los cascos, caretas de mano y antiparras de soldadura que cumplen con la norma ANSI/ISEA Z87.1 tienen combustibilidad limitada.

**Tabla 1**  
**Guía de números de tono**  
 (de AWS F2.2:2001(R2010), *Lens Shade Selector*)

**Los números de tono se dan únicamente como guía y pueden variar para adaptarse a las necesidades individuales.**

Proceso	Tamaño de electrodo pulg. (mm)	Corriente del arco (Amperios)	Mínimo tono protector	N.º de tono sugerido* (Comodidad)
Soldadura por arco con electrodo metálico revestido (SMAW)	Menor de 3/32 (2,4)	Menor de 60	7	—
	3/32–5/32 (2,4–4,0)	60–160	8	10
	5/32–1/4 (4,0–6,4)	160–250	10	12
	Menor de 1/4 (6,4)	250–550	11	14
Soldadura por arco con electrodo metálico protegida con gas (GMAW) y soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW)		Menor de 60	7	—
		60–160	10	11
		160–250	10	12
		250–500	10	14
Soldadura por arco con electrodo de tungsteno protegida con gas (GTAW)		Menor de 50	8	10
		50–150	8	12
		150–500	10	14
Corte por arco con electrodo (Ligero) de carbón y aire (CAC-A) (Pesado)		Menor de 500	10	12
		500–1000	11	14
Soldadura por arco de plasma (PAW)		Menor de 20	6	6 a 8
		20–100	8	10
		100–400	10	12
		400–800	11	14
Corte por arco de plasma (PAW)		Menor de 20	4	4
		20–40	5	5
		40–60	6	6
		60–80	8	8
		80–300	8	9
		300–400	9	12
	400–800	10	14	
Soldadura fuerte con soplete (TB)		—	—	3 o 4
Soldadura blanda con soplete (TS)		—	—	2
Soldadura por arco con electrodo de carbón (CAW)		—	—	14
	Espesor de la placa			N.º de tono sugerido* (Comodidad)
	pulg.	mm		
Soldadura con oxígeno y gas combustible (OFW)				
	Ligero	Por debajo de 1/8	Por debajo de 3	4 o 5
	Medio	1/8 a 1/2	6 a 13	5 o 6
Pesado	Por encima de 1/2	Por encima de 13	6 u 8	
Corte con oxígeno (OC)				
	Ligero	Por debajo de 1	Por debajo de 25	3 o 4
	Medio	1 a 6	25 a 150	4 o 5
Pesado	Por encima de 6	Por encima de 150	5 o 6	

<sup>a</sup> Como regla general, comience con un tono muy oscuro para visualizar la zona de soldadura. Después, vaya a un tono más claro que otorgue la visualización suficiente de la zona de soldadura sin pasar por debajo del mínimo. En soldadura, corte y soldadura fuerte con oxígeno y gas combustible, donde el soplete y/o el fundente producen una luz fuertemente amarilla, es deseable usar un lente de filtro que absorba la línea amarilla, o línea de sodio, del espectro de luz visible.

**4.2.2.3 Área de protección.** Cuando exista una posibilidad de exposición peligrosa, los cascos y las caretas de mano deben proteger la cara, la frente, el cuello y las orejas hasta una línea vertical en la parte posterior de las orejas, de la energía radiante directa del arco y de las salpicaduras directas de soldadura.

**4.2.2.4 Efecto de los materiales en la piel.** Los materiales en contacto con el cuerpo no deben irritar ni decolorar fácilmente la piel.

**4.2.2.5 Ventilación de las antiparras.** Las antiparras deben contar con ventilación para impedir el empañamiento de los lentes de acuerdo con la norma ANSI Z87.1.

**4.2.2.6 Lentes con cubierta exterior.** Se deben proporcionar lentes exteriores para proteger la lente con filtro o la lente con filtro de antiparras, cascos o caretas de mano contra salpicaduras, picaduras o rayones de soldadura. Las lentes con cubierta exterior deben ser de vidrio transparente o plástico autoextinguible, pero no es necesario que sean resistentes al impacto.

**4.2.2.7 Lentes interiores o placas.** Cuando se utilizan cascos de soldador con apertura delantera, el interior del marco más cercano a los ojos debe contener un lente de seguridad o placa fija y resistente al impacto para proteger al soldador de partículas en vuelo cuando se levanta la parte delantera.

**4.2.2.8 Marcado.** Los lentes de filtro deben llevar alguna marca distintiva permanente que permita la sencilla identificación del fabricante. Además, todos los lentes con filtro deben estar marcados con su número de tono y de acuerdo con los requisitos de la norma ANSI Z87.1.

**4.2.2.9 Propiedades de transmitancia de la radiación.** Todos los lentes con filtro deben cumplir con el requisito de "Ultraviolet, Luminous and Infrared Transmittance" (transmitancia ultravioleta, luminosa e infrarroja) de la norma ANSI Z87.1.

**4.2.2.10 Mantenimiento.** Los cascos, caretas de mano y antiparras deben estar bien cuidados y no deberían transferirse de un empleado a otro sin limpiarse.

**4.3 Ropa de protección.** La ropa se debe seleccionar para minimizar la posibilidad de ignición, fuego, atrapar chispas calientes o descargas eléctricas.

**E4.2.2.3** Algunos procesos de corriente baja, tales como aquellos con arcos de microplasma, pueden no presentar una exposición peligrosa a la radiación, pero pueden tener exposición a las salpicaduras. Por lo tanto, los operarios deberían recibir gafas de seguridad, aun cuando no exista peligro de radiación.

**E4.2.2.10** Consulte los métodos de limpieza en las instrucciones del fabricante.

**E4.3** Se prefieren los materiales más pesados, tales como ropa de lana o algodón pesado, a los materiales más ligeros porque son más difíciles de encender. Si se usa para protección, la ropa de algodón se debería tratar químicamente para reducir su combustibilidad. La ropa tratada con materiales resistentes a la llama puede perder algunas de sus características protectoras después del lavado o la limpieza de forma repetida. Las prendas hechas con materiales que pueden derretirse y causar quemaduras graves no se deberían usar durante la soldadura o el corte.

Las chispas pueden alojarse en mangas arremangadas, bolsillos de ropas y puños de overoles o pantalones. Por lo tanto, se recomienda mantener las mangas y los cuellos abotonados, y eliminar los bolsillos de la parte delantera de la ropa. Cuando haya bolsillos, deberían vaciarse de materiales inflamables o fácilmente combustibles. Los pantalones u overoles no deberían tener puños y no se deberían doblar hacia afuera. Los pantalones deberían extenderse hasta la parte superior del calzado para evitar que las salpicaduras ingresen en el calzado.



**4.3.1 Selección.** La ropa debe proporcionar cobertura suficiente y estar confeccionada con materiales adecuados, a fin de minimizar quemaduras en la piel provocadas por chispas, salpicaduras o radiación.

**4.3.2 Guantes.** Todos los soldadores y cortadores deben usar guantes protectores resistentes a la llama. Todos los guantes deben estar en buen estado, secos y ser capaces de proporcionar protección contra descargas eléctricas provenientes del equipo de soldadura.

**4.3.4 Polainas.** En el trabajo pesado se deben usar polainas resistentes a la llama u otros medios equivalentes para otorgar protección adicional a las piernas cuando sea necesario.

**4.3.5 Capas y mangas.** En la soldadura sobre cabeza, corte u otras operaciones deben usarse, cuando sea necesario, capas o cubiertas para hombro con peto confeccionados en cuero u otro material resistente a la llama.

**4.3.6 Otras ropas de protección.** Cuando exista peligro para los canales auditivos se deben utilizar tapones resistentes a la llama correctamente introducidos en los canales auditivos, o protección equivalente.

Cuando sea necesario, debajo de los cascos se deben usar gorros confeccionados con materiales resistentes a la llama para evitar quemaduras en la cabeza.

**4.4 Control de ruidos.** Cuando sea posible, el ruido se debe controlar en la fuente. Cuando los métodos de control no pueden establecer la exposición al ruido dentro de los límites permitidos, se deben usar dispositivos de protección personal, tales como orejeras o tapones para los oídos.

**4.5 Equipo de protección respiratoria.** Cuando los controles tales como la ventilación no logran reducir los contaminantes del aire a niveles permitidos o cuando la aplicación de tales controles no es factible, se debe usar un equipo de protección respiratoria para proteger al personal de concentraciones peligrosas de contaminantes en el aire.

**4.5.1** Se debe usar solamente equipo de protección respiratoria aprobado.

**4.5.2** Toda vez que se requiera el uso de respiradores, se debe implementar un programa para establecer la selección y el uso apropiados de los respiradores.

La ropa raída es particularmente susceptible a la ignición y el fuego, y no se debería usar durante la soldadura o el corte. Consulte 11.3 y 11.4.

**E4.3.1** La ropa de protección adecuada para las operaciones de soldadura y corte varía con el tamaño, naturaleza y ubicación del trabajo a realizar. La ropa debe mantenerse limpia, ya que el aceite y la grasa pueden reducir su cualidades protectoras.

**E4.3.2** Se recomiendan guantes de cuero, caucho u otros materiales adecuados. Se deberían utilizar forros aislantes para proteger las áreas expuestas a energía radiante intensa. Consulte E11.2.2.

**E4.3.4** En el trabajo de producción, una pantalla de lámina metálica frente a las piernas del trabajador puede proveer protección adicional en las operaciones de corte contra las chispas y el metal fundido.

**E4.4** En las operaciones de soldadura, corte y afines, el ruido proviene del proceso y de los equipos. Los procesos que pueden producir altos niveles de ruido son el corte y ranurado por arco con electrodo de carbón y aire, así como el corte y ranurado por arco de plasma, además de algunos procesos y equipos con oxígeno y gas combustible, y equipo de apoyo.

Los equipos que a veces tienen un alto nivel de ruido son los generadores impulsados por motores. Otros equipos y procesos, tales como el descascarillado y esmerilado, pueden producir una exposición peligrosa al ruido en función de circunstancias específicas.

**E4.5** Consulte en 5.1 un artículo sobre los niveles permitidos. Consulte una guía del uso de respiradores en espacios confinados en la sección 7, Espacios confinados, de esta norma.

**E4.5.1** El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, Instituto Nacional Estadounidense de Seguridad y Salud Ocupacional) o la Mine Safety and Health Administration (MSHA, Administración de Seguridad y Salud en Minas) aprueban los equipos respiratorios.

**E4.5.2** La reglamentación federal para el uso de respiradores dispone que los respiradores no se pueden transferir de un empleado a otro sin desinfectarse, de acuerdo con la norma OSHA 29 CFR, Sección 1910.134, *Respiratory Protection Standard* (Normas para la protección respiratoria).

**4.5.3** El aire comprimido para respiradores con suministro de aire u otros equipos de respiración deben cumplir al menos con los requisitos de grado D de la norma ANSI/CGA G-7.1 de la Compressed Gas Association, *Commodity Specification for Air* (Especificaciones de productos para aire).

**4.6 Capacitación.** Las personas expuestas a los peligros de las soldaduras deben capacitarse en el uso de la ropa y el equipo de protección, así como comprender las razones del uso.

## 5. Ventilación

**5.1 Generalidades.** Debe proporcionarse una ventilación adecuada para todas las operaciones de soldadura, corte, soldadura fuerte y relacionadas. Una ventilación adecuada debe ser una ventilación suficiente para que la exposición del personal a concentraciones peligrosas de contaminantes en el aire se mantenga por debajo de los límites permitidos que especifica la autoridad competente.

Cuando la ventilación adecuada no es posible, se debe usar equipo de protección respiratoria como se especifica en 4.5.

**E4.6** Las personas incluyen a trabajadores y sus supervisores inmediatos. Consulte las normas ANSI apropiadas sobre ropa y equipo de protección.

**E5.1** Los factores para determinar una ventilación adecuada incluyen lo siguiente:

- (1) Volumen y configuración del espacio en el que se desarrollan las operaciones (consulte la sección 7, Espacios confinados)
- (2) Cantidad y tipo de operaciones que generan contaminantes
- (3) Concentraciones de los contaminantes tóxicos o inflamables específicos que se generan (consulte 5.2)
- (4) Flujo de aire natural (caudal y condiciones atmosféricas generales donde se realiza el trabajo)
- (5) Ubicación de las zonas de respiración del soldador y de otras personas en relación con los contaminantes o fuentes

En los casos donde los valores de los límites de exposición permitida varíen entre autoridades reconocidas, se deben utilizar los valores más bajos a los efectos de la protección máxima del personal.

Los humos y gases de la soldadura y el corte no se pueden clasificar de manera simple. La composición y cantidad de humos y gases dependen del metal que se está trabajando, el proceso y los consumibles utilizados, los recubrimientos de la pieza, tales como pintura, galvanizado o enchapado, los contaminantes en la atmósfera, tales como vapores de hidrocarburos halogenados provenientes de actividades de limpieza y desengrasado, así como de los factores detallados en esta sección para una ventilación adecuada. Una buena práctica para reducir la generación de humos y gases provenientes de pinturas e imprimaciones es esmerilar o lijar la superficie a metal expuesto antes de soldar. Tenga en cuenta, sin embargo, que el método de eliminación puede generar partículas que requieran la protección del trabajador.

En soldadura y corte, la composición de los humos es habitualmente diferente de la composición del electrodo o los consumibles.

Los productos razonablemente esperados en la composición del humo derivado de la operación normal comprenden los provenientes de consumibles, metales base y recubrimientos y los contaminantes atmosféricos señalados.

Los productos gaseosos razonablemente esperados comprenden monóxido de carbono, dióxido de carbono, fluoruros, óxidos de nitrógeno y ozono.

El método recomendado para determinar la ventilación adecuada es tomar muestras de la composición y la cantidad de humos y gases a los que el personal está expuesto (consulte 5.2).



**5.2 Muestreo de la zona de respiración.** Cuando las concentraciones de humos contaminantes en el aire se tienen que determinar por muestreo de la atmósfera, el muestreo se debe hacer de conformidad con la norma AWS F1.1, *Method for Sampling Airborne Particulates Generated by Welding and Allied Processes* (Método de muestreo de partículas suspendidas en el aire generadas por los procesos de soldadura y afines). Cuando se usa un casco, las muestras se deben recoger en el interior del casco en la zona de respiración del soldador.

**5.3 Evitar el humo.** Los soldadores y cortadores deben tomar precauciones para evitar respirar el humo en forma directa.

**5.4 Tipos de ventilación.** Si la ventilación natural no es suficiente para mantener los contaminantes por debajo de los límites permitidos que se mencionan en 5.1, se deben proveer ventilación mecánica o respiradores.

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) u otros pueden ser la autoridad competente.

Aunque no es una autoridad competente, muchos de estos límites de exposición están tomados de las publicaciones de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH, Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales). Consulte E4.1.3, Pantallas de protección, y la sección 7, Espacios confinados.

**E5.3** Se puede evitar el humo por medio de la ubicación de la pieza o de la cabeza o por medio de la ventilación que captura el humo o lo aleja de la cara. Los ensayos han demostrado que el control de humos es más eficaz cuando el flujo de aire se dirige cruzado frente a la cara del soldador, en lugar de hacerlo desde atrás. La mayor parte del humo aparece como un penacho claramente visible que se eleva directamente desde el lugar de soldadura o corte.

**E5.4** La ventilación natural es aceptable para los procesos de soldadura, corte y afines en los que se adoptan las precauciones necesarias para mantener la zona de respiración del soldador alejada de los humos y donde el muestreo de la atmósfera indica que la concentración de contaminantes está por debajo de los límites permitidos que se mencionan en 5.1.

La ventilación mecánica comprende ventilación local por extracción, ventilación local por aire forzado y movimiento mecánico del aire en el área general. Se prefiere la ventilación local por extracción.

La ventilación local por extracción se refiere a campanas extractoras fijas o móviles colocadas lo más cerca posible de la pieza y capaces de desarrollar una velocidad de captura suficiente para mantener los contaminantes en el aire por debajo de los límites permitidos que se mencionan en 5.1. La ventilación local por aire forzado se refiere a un sistema local de movimiento de aire (tal como un ventilador) colocado de manera de desplazar el aire horizontalmente frente a la cara del soldador. Además de la ventilación local por aire forzado puede ser necesaria la ventilación mecánica general.

Los ejemplos de ventilación mecánica general son extractores de techo, extractores de pared y circuladores de aire similares para áreas grandes.

Habitualmente, la ventilación mecánica general no es tan satisfactoria para el control de los peligros para la salud como la ventilación mecánica local. Sin embargo, a menudo es útil cuando se utiliza además de la ventilación local.

La velocidad del aire de ventilación no debería ser mayor de aproximadamente 100 pies por minuto (0,5 metros por segundo) en el área de trabajo (soldadura o corte). Esto es para evitar perturbaciones del arco o la llama. Se debería

**5.4.1 Recirculación.** Se deben tomar precauciones para asegurarse de no dispersar niveles excesivos de contaminantes a otras áreas de trabajo. Cuando el aire se recircula, se debe evitar la acumulación de los contaminantes por encima de los límites permitidos que se mencionan en 5.1. Se deben respetar las precauciones del fabricante relacionadas con los consumibles y procesos.

**5.4.2 Purificadores de aire.** Se deben usar purificadores de aire solamente cuando se haya determinado por muestreo atmosférico que mantienen el nivel de contaminantes peligrosos por debajo de los límites permitidos que se mencionan en 5.1.

## 5.5 Asuntos especiales de ventilación

**5.5.1 Materiales de límite permitido bajo.** Toda vez que los materiales siguientes se identifiquen como distintos de los elementos traza en operaciones de soldadura, soldadura fuerte o corte, a menos que el muestreo de la zona de respiración en las condiciones más adversas haya establecido que el nivel de componentes peligrosos se encuentra por debajo de los límites permitidos de 5.1, se deben tomar las precauciones especiales de ventilación que se establecen en 5.5.1.1 y 5.5.1.2: antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, manganeso, mercurio, níquel, ozono, selenio, plata y vanadio.

**5.5.1.1 Espacios confinados.** Toda vez que los materiales excedan los límites permitidos que se mencionan en 5.5.1 en las operaciones en espacios confinados, se debe usar ventilación mecánica local por extracción y, cuando sea necesario, protección respiratoria (consulte también la sección 7).

**5.5.1.2 Personas en las inmediaciones.** Todas las personas en las inmediaciones de las operaciones de soldadura y corte que empleen los materiales mencionados en 5.5.1, deben estar igualmente protegidas.

**5.5.2 Compuestos de flúor.** Cuando las operaciones de soldadura o corte realizadas en espacios confinados empleen fundentes, recubrimientos u otros materiales que contengan compuestos de flúor, se deberá proporcionar ventilación mecánica local por extracción o protección respiratoria.

reconocer que una velocidad del aire de aproximadamente 100 pies por minuto (0,5 metros por segundo) es un valor máximo recomendado a los fines del control de calidad en la soldadura y el corte. No se pretende implicar que brinde el adecuado control de contaminantes para la protección de la salud del trabajador.

**E5.4.2** Los purificadores de aire son dispositivos que hacen circular el aire contaminado a través de filtros y devuelven el aire filtrado al entorno ambiental.

Los dispositivos reducen la cantidad de aire expulsado al exterior y reducen los requisitos para la recuperación del aire. La mayoría de los filtros no eliminan gases. Por lo tanto, se debe efectuar una monitorización adecuada para asegurarse de que las concentraciones de gases nocivos se mantengan por debajo de los límites permitidos.

**E5.5.1** Ciertos materiales, a veces contenidos en consumibles, metales base, revestimientos o atmósferas de operaciones de soldadura o corte, tienen límites permitidos muy bajos.

Consulte las hojas de datos de seguridad de materiales que proporciona el fabricante para identificar cualquiera de los materiales que figuran en esta norma.

**E5.5.2** Los humos y gases de compuestos de flúor pueden ser peligrosos para la salud y pueden provocar quemaduras en los ojos y la piel por contacto. Consulte en 9.6 el rotulado de fundentes para soldadura fuerte y soldadura con gas que contengan fluoruros.

Cuando la soldadura o el corte en espacios abiertos empleen materiales que contengan compuestos de flúor, la necesidad de ventilación local por extracción o protección respiratoria dependerá de cada circunstancia. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que dicha protección es deseable para la soldadura de producción en ubicaciones fijas y para la soldadura de producción en

**5.5.3 Zinc o cobre.** Las operaciones de soldadura o corte que empleen consumibles, metales base o recubrimientos que contengan zinc o cobre se deben realizar como se describe en 5.5.2 para los compuestos de flúor.

**5.5.4 Compuestos de limpieza.** Cuando se utilizan compuestos de limpieza antes de la soldadura, se deben seguir las instrucciones del fabricante.

**5.5.4.1 Hidrocarburos clorados.** Las operaciones de desengrase o limpieza que empleen hidrocarburos clorados deben ubicarse de modo que sus vapores no lleguen ni sean arrastrados a la atmósfera que rodea el metal de soldadura fundido ni al arco.

Además, estos materiales deben mantenerse alejados de las atmósferas penetradas por la radiación ultravioleta de las operaciones de soldadura por arco.

**5.5.5 Corte por arco y con gas.** Para realizar el corte con oxígeno que emplea un fundente químico o polvo de hierro, el corte por arco protegido con gas o el corte por plasma se debe utilizar ventilación mecánica local u otros medios adecuados para eliminar los humos generados.

**5.5.6 Hornos para soldadura fuerte.** En todos los casos, debe proporcionarse ventilación mecánica adecuada para eliminar todos los gases explosivos o tóxicos que puedan emanar de las operaciones de purga de los hornos y de la soldadura fuerte.

**5.5.7 Asbesto.** Cuando la soldadura o el corte se tienen que realizar en superficies cubiertas por aislamiento de asbesto, se deben consultar los reglamentos de la autoridad competente antes de comenzar el trabajo.

## 6. Prevención y protección contra incendios

### 6.1 Áreas que contienen combustibles

**6.1.1 Condiciones para el corte o la soldadura.** La soldadura o el corte no se deben realizar a menos que la atmósfera no sea inflamable y a menos que los combustibles se alejen o protejan del peligro de incendio.

aceros inoxidables. Esa protección no es necesaria cuando las muestras de aire tomadas en zonas de respiración indican que los fluoruros liberados están por debajo de los límites permitidos.

**E5.5.3** Los humos que contienen compuestos de zinc o cobre pueden producir síntomas de náuseas, mareos o fiebre, a veces llamada “fiebre de humos metálicos”.

**E5.5.4.1** Cuando esos vapores ingresan en la atmósfera de las operaciones de soldadura por arco se genera un producto de la reacción que tiene un olor característico, desagradable e irritante, que además incluye gas fosgeno altamente tóxico. Los niveles bajos de exposición pueden producir sensación de náuseas, mareos y malestar general. Las exposiciones prolongadas pueden producir trastornos graves de la salud.

**E5.5.5** El uso de mesas de agua, cortinas de agua, corte bajo agua, ventilación o una combinación de estos depende de cada circunstancia. La experiencia ha demostrado que dicha protección es deseable para la soldadura de producción en ubicaciones fijas y para la soldadura de producción en aceros inoxidables. Esa protección no es necesaria cuando las muestras de aire tomadas en zonas de respiración indican que los materiales liberados están por debajo de los límites permitidos.

**E5.5.6** Cuando la combustión completa tiene lugar en el horno durante el ciclo de calentamiento, los requisitos de ventilación pueden ser menores.

**E5.5.7** La protección de los empleados en el área puede requerir capacitación, protección respiratoria, humedecimiento del asbesto y el uso de ropa de protección especial, además de ventilación especial. Consulte también las normas para asbesto de OSHA.

## E6. Prevención de incendios

Consulte más información sobre las precauciones siguientes, así como las responsabilidades en la protección y prevención contra incendios de soldadores, supervisores (incluidos los contratistas externos) y administración en la norma NFPA 51B, *Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work* (Norma para la prevención de incendios durante la soldadura, el corte y otros trabajos en caliente).

**E6.1** La soldadura y el corte deben efectuarse, preferentemente, en áreas especialmente designadas que se hayan diseñado y construido para minimizar el riesgo de incendios. Se debería mantener una buena organización.

**6.1.2 Trabajos desplazables.** Cuando sea posible, el trabajo se debe trasladar a un lugar designado seguro.

**6.1.3 Elementos desplazables con peligro de incendio.** Cuando no sea posible desplazar el trabajo, todos los elementos próximos desplazables que presenten peligro de incendio se deben trasladar a un lugar seguro.

**6.1.4 Trabajo y elementos de peligro de incendio no desplazables.** Cuando el trabajo y los elementos de peligro de incendio no sean desplazables, se deben usar salvaguardias para proteger los elementos de peligro de incendio no desplazables y el personal de las inmediaciones contra el calor, las chispas y la escoria.

**6.1.4.1 Pisos combustibles.** Los pisos combustibles deben estar limpios y protegidos mediante humedecimiento con agua o cobertura con arena húmeda, chapas metálicas o equivalentes. Cuando los pisos están mojados, se deben tomar medidas para proteger al personal contra las descargas eléctricas. Excepción: Los pisos de madera extendidos directamente sobre concreto no requieren humedecimiento.

**6.1.4.2 Aberturas cercanas.** Se deben cubrir o cerrar todas las grietas o aberturas en el piso, o se deben tomar precauciones para proteger los materiales inflamables o combustibles por debajo del piso contra las chispas que pudieran caer a través de las aberturas. Se deben adoptar las mismas precauciones con respecto a las grietas o aberturas en paredes, puertas abiertas o ventanas abiertas o rotas.

## 6.2 Protección contra incendios

### 6.2.1 Extintores y rociadores

**6.2.1.1** Se debe disponer del equipo de extinción de incendios suficiente y listo para usar donde se está realizando el trabajo de soldadura y corte. El equipo de extinción de incendios permitido serán cubos de agua, cubos de arena, mangueras o extintores portátiles, en función de la naturaleza y la cantidad de material combustible expuesto.

**6.2.1.2** Cuando exista un sistema de protección por rociado, este debe permanecer operativo durante la soldadura o el corte. Se debe permitir que los cabezales de rociadores automáticos en las inmediaciones de la soldadura estén protegidos temporalmente con una lámina de material no combustible o guardas de paño húmedo en los lugares que podrían activarse por el calor del proceso de soldadura.

**6.2.2 Vigías contra incendios.** Los vigías contra incendios deben ser personas calificadas, expertas en los procedimientos de informe de incendios y procedimientos de rescate de emergencia, a las que se asignan funciones para detectar y prevenir la propagación de incendios. Los vigías contra incendios se deben asignar en lugares donde se realiza la soldadura o el corte y donde se pueda desarrollar un incendio grande, o cuando existan cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) *Proximidad de combustibles.* Los materiales combustibles para la construcción de edificaciones o contenidos están dentro de un radio de 35 pies (10,7 metros) del lugar de operación.

(2) Aberturas. Existen aberturas en las paredes o el piso dentro de un radio de 35 pies (10,7 metros) que

**E6.2.2** Los vigías contra incendios son personas asignadas para trabajar con los soldadores, a fin de mantenerse atentos a los incendios resultantes de las operaciones de soldadura, corte y soldadura fuerte. Cuando la soldadura o el corte se realizan en posiciones elevadas, se debe tener cuidado de protegerse contra la caída de chispas y salpicaduras. Las acumulaciones de polvo pueden encenderse por chispas o salpicaduras y transportar el fuego a otras ubicaciones.

Normalmente, los vigías contra incendios están atentos a los incendios en áreas que el soldador no observa fácilmente, tales como los lados opuestos de paredes, los niveles inferiores o áreas ocultas, u observan un área después de que el soldador se haya retirado.

exponen los materiales combustibles de áreas adyacentes, incluidos espacios ocultos en paredes, cielo rasos o pisos.

(3) *Paredes y tuberías metálicas.* Materiales combustibles adyacentes al lado opuesto de tabiques, paredes, cielo rasos o techos metálicos, o en contacto con tuberías, que son propensos a la ignición por conducción o radiación.

(4) *Trabajo en navíos.* El trabajo en navíos realizado en el lado opuesto de las paredes de tanques, cubiertas, cubiertas superiores y mamparos, donde la penetración directa de chispas o la transferencia de calor en la soldadura pueda presentar un peligro de incendio en un compartimiento adyacente.

**6.2.3 Vigías adicionales contra incendios.** Cuando sea necesario observar áreas que están ocultas a la vista de un solo vigía contra incendios (el lado opuesto de tabiques, paredes, cielo rasos, etc.) se deben asignar vigías adicionales contra incendios.

**6.2.4 Deberes del vigía contra incendios.** Los vigías contra incendios deben capacitarse en el uso de equipos de extinción de incendios. Deben estar familiarizados con las instalaciones para hacer sonar una alarma en caso de incendio y deben permanecer fuera de cualquier espacio confinado para estar en comunicación con las personas que trabajan en el interior.

Deben estar atentos a incendios en todas las áreas expuestas, tratar de extinguirlos solo cuando se encuentren obviamente dentro de la capacidad del equipo disponible, o de lo contrario hacer sonar la alarma. Se debe mantener un vigía contra incendios durante al menos media hora después de la finalización de las operaciones de soldadura o corte, a fin de detectar y extinguir posibles incendios de combustión lenta. Se debe permitir que los vigías contra incendios tengan otros deberes; sin embargo, estos deberes adicionales no deben distraer la atención de sus responsabilidades como vigía contra incendios.

**6.3 Autorización de trabajo en caliente.** Antes del comienzo de la soldadura o el corte en un lugar no diseñado para tal fin, se debe requerir la inspección y autorización de un representante designado de la administración.

**6.4 Recipientes para soldadura o corte.** El trabajo de soldadura o corte no debe comenzar hasta no preparar el recipiente para el trabajo en caliente. Antes de comenzar los trabajos en caliente, los trabajadores deben estar totalmente familiarizados con la norma AWS F4.1, *Safe Practices for the Preparation of Containers and Piping for Welding and Cutting* (Prácticas de seguridad recomendadas para la preparación de recipientes y tuberías para soldadura y corte).

Los procesos tales como corte por arco de plasma y corte por arco con electrodo de carbón y aire pueden provocar chispas que se desplazan a más de 35 pies (10,7 metros).

En Canadá, la distancia recomendada es de 50 pies (15 metros).

**E6.2.4** La duración de la vigilancia contra incendios debe extenderse hasta que ya no exista peligro de incendio. Manténgase alerta: los combustibles, tales como el polvo de madera pueden arder durante largos periodos de tiempo (días). Consulte el *Fire Protection Handbook*, 20.<sup>a</sup> edición, sección 9, página 5, de la NFPA.

**E6.3** El trabajo en caliente es cualquier trabajo que implica llamas, soldadura u operaciones similares que puedan iniciar incendios o explosiones. La autorización se realiza, por lo general, en la forma de un permiso escrito. Consulte un ejemplo de un permiso de trabajo en caliente en la norma NFPA 51B.

**E6.4** Todos los contenedores deberían considerarse inseguros para la soldadura o el corte, a menos que se haya demostrado su seguridad o que una persona calificada los haya declarado seguros. Cuando se sueldan o cortan recipientes, existe la posibilidad de explosiones, incendios y la liberación de vapores o humos tóxicos. Los recipientes comprenden vasijas con camisa, tanques, tambores, piezas cubiertas u otras situaciones equivalentes. Los recipientes aparentemente vacíos podrían contener materiales ocultos en grietas y hendiduras que liberan humos peligrosos cuando la soldadura o el corte los calientan. Los subproductos de la corrosión pueden originar atmósferas explosivas (hidrógeno) en un recipiente. Incluso un tanque de agua debería considerarse peligroso, a menos que una persona calificada haya declarado que es seguro para soldar o cortar.

También se puede encontrar información sobre la preparación de recipientes que han contenido sustancias peligrosas en la norma NFPA 326, *Standard for the Safeguarding of Tanks and Containers for Entry, Cleaning, or Repair* (Normas para la salvaguardia de tanques y recipientes para el ingreso, la limpieza o la reparación) y en varios documentos del API. Consulte los detalles en los apéndices B y C.

## 7. Espacios confinados

**7.1 Ventilación en espacios confinados.** La ventilación en espacios confinados debe ser suficiente para asegurar la cantidad adecuada de oxígeno para la vida, evitar la acumulación de mezclas asfixiantes, inflamables o explosivas, evitar las atmósferas enriquecidas en oxígeno y mantener los contaminantes del aire en atmósferas respirables por debajo de los límites permitidos que se mencionan en 5.1.

**7.1.1 Ventilación antes del ingreso.** No se debe ingresar a espacios confinados si no están bien ventilados ni se han sometido a ensayo para garantizar que son seguros para el ingreso. Cuando no es posible mantener el espacio seguro para el ingreso, solo se debe ingresar en el mismo cuando se cumplan las condiciones siguientes:

(1) el espacio se ha sometido a ensayo y se determinó que no presenta una atmósfera deficiente de oxígeno o enriquecida en oxígeno, un peligro de incendio o explosión, o una atmósfera peligrosa para la vida;

(2) fuera del espacio confinado se encuentra una segunda persona capacitada y equipada para el rescate.

**7.1.2 Ensayo de atmósferas.** Los espacios confinados se deben someter a ensayo en busca de gases, polvos y vapores tóxicos o inflamables, y para comprobar el oxígeno adecuado o en exceso antes del ingreso y durante la ocupación. Se deben aplicar las mismas precauciones en áreas tales como pozos, fondos de tanques, áreas bajas y áreas cercanas a pisos cuando hay presentes gases y vapores más pesados que el aire, y en áreas tales como la parte superior de tanques, áreas elevadas y cercanas a cielo rasos cuando hay presentes gases más livianos que el aire.

**7.1.3 Personas en las inmediaciones.** La ventilación adecuada en espacios confinados se debe garantizar no solo para proteger los propios soldadores o cortadores, sino también para proteger a todo el personal que pueda estar presente en el área.

**7.1.4 Calidad y cantidad del aire.** La calidad y cantidad del aire para ventilación debe ser tal que la exposición del personal a contaminantes peligrosos se mantenga por debajo de los límites permitidos que se especifican en 5.1. El aire para respiración que suministran los cilindros o compresores debe cumplir con los requisitos de grado D de la norma ANSI/CGA G-7.1.

La línea de suministro de aire para respiradores debe ser una línea exclusiva que no pueda conectarse con válvulas a cualquier otra línea que pudiera admitir gases peligrosos o tóxicos en la línea de aire para los respiradores.

**7.1.5 Gases de ventilación prohibidos.** No se debe utilizar oxígeno, o cualquier otro gas o mezclas de gases, excepto aire, para ventilación.

**7.1.6 Ventilación en áreas inmediatamente peligrosas para la vida o la salud (IDLH).** Cuando los procesos de soldadura, corte o relacionados se realizan en áreas inmediatamente peligrosas para la vida o la salud, se deben cumplir los requisitos de la norma OSHA 29 CFR 1910.146.

**E7.1** El trabajo en espacios confinados requiere precauciones especiales. Los trabajadores, incluido el personal del propietario y del contratista, deberían estar familiarizados con las guías escritas del programa de trabajo en espacios confinados o deberían hacer supervisar el trabajo por un persona capacitada. La asfixia provoca inconsciencia y la muerte sin previo aviso. Las atmósferas enriquecidas en oxígeno intensifican considerablemente la combustión y pueden provocar rápidamente quemaduras graves y frecuentemente fatales.

**E7.1.1** Consulte 7.5.

**E7.1.2** Consulte precauciones adicionales en las normas ANSI Z117.1 y OSHA 29 CFR 1910.146. Si es posible, cuando se trabaja en espacios confinados se debería utilizar un sistema de monitorización continua con alarmas audibles. Los gases tales como argón, propano y dióxido de carbono son más pesados que el aire. Los gases tales como el helio y gas natural son más livianos que el aire.

**E7.1.4** En la norma 29 CFR 1910.134 se puede encontrar información adicional sobre la calidad del aire para respiradores y su uso.

**E7.1.5** El aire puede ser aire natural o aire sintético para fines respiratorios.

**E7.1.6** Consulte en 7.5.1 la información sobre las responsabilidades de las personas presentes.



## 7.2 Ubicación de equipos de servicio

**7.2.1 Cilindros de gas comprimido y fuentes de alimentación para soldadura.** Cuando se realiza soldadura o corte en espacios confinados, los cilindros de gas y las fuentes de alimentación de soldadura se deben ubicar fuera del espacio confinado.

**7.2.2 Equipo portátil pesado sobre ruedas.** Antes de comenzar las operaciones en un espacio confinado, el equipo portátil pesado montado sobre ruedas debe asegurarse en su posición para evitar el movimiento accidental. Consulte la información adicional en 3.1.3.

**7.2.3 Conductos de ventilación.** Los conductos que se emplean para proporcionar ventilación local por extracción en operaciones de soldadura, corte o relacionadas deben estar contruidos con materiales no combustibles. Estos conductos se deben inspeccionar según la necesidad para garantizar el funcionamiento adecuado y que las superficies internas están libres de residuos combustibles.

**7.3 Áreas adyacentes.** Cuando la soldadura o el corte se tienen que realizar por encima o en las adyacencias de un espacio confinado, el personal debe ser consciente de los peligros existentes en el espacio confinado y no debe ingresar en dichos espacios sin seguir primeramente las precauciones indicadas en las normas ANSI Z117.1 y OSHA 29 CFR 1910.146.

**7.4 Señal de emergencia.** Cuando una persona ingresa en un espacio confinado a través de una boca de inspección u otra abertura pequeña, se deben proporcionar medios de señalización al personal externo para obtener ayuda, como se especifica en la norma OSHA 29 CFR 1910.146.

**7.5 Personas concurrentes en áreas inmediatamente peligrosas para la vida o la salud (IDLH).** Cuando las operaciones se realizan en espacios confinados, donde pueden estar presentes o se pueden desarrollar atmósferas inmediatamente peligrosas para la vida o la salud, las personas concurrentes se deben ubicar fuera del espacio confinado, como se especifica en la norma OSHA 29 CFR 1910.146.

**7.5.1 Responsabilidades de las personas concurrentes.** Las personas concurrentes deben contar con un procedimiento de rescate planificado previamente para rescatar o proteger rápidamente a las personas que trabajan en el interior en caso de emergencia, deben observar a los trabajadores en el interior o estar en comunicación constante con ellos y deben ser capaces de implementar operaciones de rescate. Toda persona concurrente que deba ingresar como rescatista o socorrista debe disponer de un aparato de respiración autónomo de presión positiva.

**7.5.2 Sistemas de arnés corporal.** Cuando se utilizan sistemas de arnés corporal para fines de rescate de emergencia, estos se deben ajustar al cuerpo de la persona de manera de no obstruirse cuando pasen por una salida pequeña o tortuosa con el objeto de cumplir con el procedimiento de rescate planificado previamente.

**E7.2** El propósito de esta disposición es evitar la contaminación de la atmósfera de un espacio confinado a causa de posible fugas de los cilindros de gas o humos de fuentes de alimentación de equipos de soldadura o similares, así como minimizar la posibilidad de descargas eléctricas.

**E7.2.3** Cuando las actividades de soldadura o corte se desarrollan cerca de conductos de ventilación o sistemas de transporte, se debe tener el cuidado de comprobar que las chispas y salpicaduras no se trasladen a lugares con materias combustibles o explosivos.

**E7.5.1** Las operaciones de rescate deberían tener en cuenta elementos tales como la cantidad de trabajadores que requieren rescate, el tiempo disponible para llevar a cabo el rescate en función de los diversos escenarios de accidente y el tiempo necesario para convocar a personal adicional de rescate.

## 7.6 Hornos para soldadura fuerte

**7.6.1 Soporte vital.** Si los hornos de soldadura fuerte requieren el ingreso de personal en el horno o áreas adyacentes, se deben cumplir las disposiciones de 7.1.

**7.6.2 Incendio y explosión.** Si los hornos de soldadura fuerte utilizan un gas inflamable para su atmósfera interior, o si se quema un gas inflamable para crear una atmósfera interior, se deben seguir procedimientos que garanticen que no se produzca una mezcla explosiva de gas inflamable y aire en los hornos.

**7.6.3 Venteo.** El venteo de la atmósfera del interior de hornos de soldadura fuerte se debe descargar en una ubicación que no presente un peligro para el personal.

## 8. Exhibiciones y demostraciones públicas

**8.1 Aplicación.** Se deben aplicar todos los requisitos de la norma a exhibiciones y demostraciones públicas, excepto cuando esta sección los reemplace.

**8.2 Supervisión.** La instalación y el manejo de equipos de soldadura, corte y relacionados deben estar a cargo de una persona calificada o bajo su supervisión.

### 8.3 Sitio

**8.3.1 Diseño del sitio.** El sitio se debe construir, equipar y utilizar de modo de minimizar la posibilidad de lesiones a los espectadores presentes.

**8.3.2 Ubicación del sitio.** Los materiales y equipos del sitio se deben ubicar de manera de no interferir con la evacuación de personas durante una emergencia.

**E7.6** Los hornos para soldadura fuerte son, en muchos aspectos, un tipo de espacio confinado. Emplean diversas atmósferas para excluir el oxígeno durante el proceso de soldadura fuerte. Esas atmósferas pueden comprender gas inerte, gas inflamable, productos de la combustión de gases inflamables o vacío. Los siguientes son los peligros posibles del funcionamiento de hornos para soldadura fuerte:

(1) asfixia del personal que ingresa o trabaja en áreas adyacentes donde la atmósfera contiene oxígeno insuficiente para el soporte vital;

(2) desarrollo de mezclas explosivas de gases inflamables y aire en el interior del horno durante la generación o el venteo de la atmósfera en el horno;

(3) acumulación de humos o gases peligrosos en el área de trabajo debido al proceso de soldadura fuerte.

## E8. Consulte la norma NFPA 51B. Los códigos y las normativas locales pueden requerir medidas adicionales.

**E8.1** Esta sección contiene precauciones de seguridad específicas para la soldadura y el corte realizados en demostraciones y exhibiciones públicas, exposiciones y ferias comerciales (denominadas de aquí en adelante como el sitio) a fin de garantizar la protección de los espectadores, demostradores y el público.



## 8.4 Protección contra incendios

**8.4.1 Extintores.** Los sitios deben estar provistos de extintores portátiles del tamaño y tipo apropiados.

**8.4.2 Combustibles.** Los materiales combustibles en el sitio deben estar protegidos de llamas, chispas y metal fundido.

**8.4.3 Departamento de bomberos.** El departamento de bomberos debe recibir notificación con antelación al uso del sitio.

## 8.5 Protección del público

**8.5.1 Llamas, chispas y metal fundido.** El público debe estar protegido de las llamas, chispas y metal fundido.

**8.5.2 Radiación.** El público debe estar protegido de la radiación ultravioleta, infrarroja y otras radiaciones electromagnéticas. El blindaje debe proteger a los espectadores directos y transeúntes adyacentes.

**8.5.3 Humos y gases.** El público debe estar protegido contra la inhalación de concentraciones peligrosas de humos y gases.

**8.5.4 Descargas eléctricas.** El público debe estar protegido del contacto con partes eléctricas vivas.

## 8.6 Cilindros

**8.6.1 Capacidad.** Los cilindros no se deben cargar más de la mitad de su capacidad máxima permitida por peso o presión. Los cilindros de gases no licuados y acetileno se deben cargar a no más de la mitad de su presión de carga máxima permitida en psig (kPa). Los cilindros de gases licuados se deben cargar a no más de la mitad de la capacidad máxima en libras (kilogramos).

**8.6.2 Almacenamiento.** Los cilindros desconectados, almacenados en el lugar, se deben limitar a aproximadamente el consumo de un día de cada gas utilizado. Los demás cilindros se deben almacenar en un área de almacenamiento aprobada, preferentemente al aire libre, pero no cercana a una salida de la edificación.

**8.6.3 Carretillas.** Cuando se transportan, los cilindros que pesan más de 40 libras (18 kilogramos) se deben trasladar en una carretilla de carga manual o motorizada.

**8.6.4 Válvulas de cilindros.** Las válvulas de los cilindros deben estar cerradas cuando el equipo queda sin vigilancia.

**8.6.5 Tapas de válvula.** Cuando los cilindros se diseñan para equiparse con tapas de protección de válvulas, las tapas deben estar colocadas en su lugar, excepto cuando los cilindros están en servicio o conectados listos para el servicio.

**8.6.6 Protección.** Los cilindros deben estar ubicados o asegurados de modo que no puedan derribarse.

**E8.4** Consulte también la sección 6, Prevención y protección contra incendios.

**E8.5** Consulte también la sección 6, Prevención y protección contra incendios.

**E8.6** Consulte también 10.8 y 10.9.

**E8.6.4** Las válvulas de los cilindros deben estar cerradas y tapadas cuando el equipo queda sin vigilancia durante un tiempo prolongado, por ejemplo, durante varios días. Consulte 8.6.5.

## 8.7 Mangueras, cables y conductos de proceso

**8.7.1 Daños físicos.** Las mangueras, cables y conductos deben ubicarse y protegerse de manera de no sufrir daños físicos.

**8.7.2 Tropiezos.** Las mangueras, cables y conductos deben ubicarse y protegerse para minimizar los riesgos de tropiezo.

## 9. Información preventiva

**9.1 Generalidades.** El personal debe recibir información sobre los posibles peligros provenientes de humos, gases, descargas eléctricas, calor, radiación y ruido.

**9.2 Información preventiva para la soldadura por arco, y procesos y equipos relacionados.** La información que se muestra en la Figura 1, o su equivalente, se debe colocar en recipientes de materiales tales como alambres, fundentes y electrodos, así como en equipos principales, tales como fuentes de alimentación, alimentadores de alambre y controles utilizados en procesos de soldadura por arco, corte por arco y afines. La información debe ser fácilmente visible y puede estar contenida en un rótulo, tarjeta u otra forma impresa.

Cuando se haya determinado que el ruido es un peligro, la declaración de peligro “el RUIDO puede dañar la audición” debe colocarse a continuación de la declaración de peligro “la DESCARGA ELÉCTRICA puede ser FATAL”.

Cuando se proporciona información sobre primeros auxilios, debe colocarse a continuación de la última medida de precaución.

En el rótulo deben figurar el nombre y la dirección de la empresa, a menos que sean fácilmente visibles en otra parte del producto.

**9.3 Información preventiva para los procesos y equipos de oxígeno y gas combustible.** Como mínimo, la información que se muestra en la Figura 2, o su equivalente, se debe colocar en recipientes de suministro de materiales, tales como varillas y fundentes, así como en el equipo principal que se utiliza en procesos de soldadura y corte oxígeno y gas combustible, y afines. La información debe ser fácilmente visible y puede estar contenida en un rótulo, tarjeta u otra forma impresa.

Cuando se haya determinado que el ruido es un peligro, la declaración de peligro “el RUIDO puede dañar la audición” debe colocarse a continuación de la declaración de peligro “los RAYOS CALORÍFICOS (RADIACIÓN INFRARROJA) provenientes de llamas o metales calientes pueden lesionar los ojos”. Esta información debe colocarse a continuación de la última medida de precaución. En el rótulo deben figurar el nombre y la dirección de la empresa, a menos que sean fácilmente visibles en otra parte del producto.

**E8.7** Consulte también 10.6.

**E9.1** Consulte información adicional sobre posibles peligros en la sección 4, Protección del personal y del área general. Consulte también la norma OSHA 29 CFR Sección 1910.1200.

**E9.2** Esta información es un requisito mínimo. Otras normas y reglamentos pueden requerir información y rotulado adicional. Lo importante es el mensaje. Esta información está destinada a llegar al usuario final. Consulte también la serie de normas ANSI Z535 en materia de carteles y colores de seguridad.

Generalmente, la información sobre primeros auxilios se recomienda solo en productos que presenten riesgos inmediatos e importantes para la salud.

En el rótulo debe figurar un número de identificación de rótulo.

Cuando se determina que los materiales son más peligrosos que los que requieren el uso de la palabra señal ADVERTENCIA, esta se debe cambiar a PELIGRO y se debe agregar un mensaje de precaución apropiado.

**E9.3** Consulte el comentario de 9.2. Algunos procesos carecen de arco y de llama. Modifique la información de la Figura 2 para reflejar la fuente de calor adecuada y los peligros correspondientes.

**ADVERTENCIA:**

PROTÉJASE y proteja a los demás. Lea y comprenda esta información

Los HUMOS Y GASES pueden ser peligrosos para su salud.

Los RAYOS DEL ARCO pueden lesionar los ojos y quemar la piel.

La DESCARGA ELÉCTRICA puede ser FATAL.

- Antes de usar, lea y comprenda las instrucciones del fabricante, las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) y las prácticas de seguridad de su empleador.
- Mantenga su cabeza alejada de los humos.
- Use ventilación suficiente, extracción en el arco, o ambos, para mantener los humos y gases fuera de su zona de respiración y del área general.
- Use protección adecuada para ojos, oídos y cuerpo.
- No toque las partes eléctricas vivas.
- Consulte la norma Z49.1, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, publicada por la American Welding Society, 8669 Doral Blvd, Doral, Florida 33166; OSHA *Safety and Health Standards*, disponibles en la Imprenta del Gobierno de los EE. UU.

**NO RETIRE ESTA INFORMACIÓN**

### Figura 1—Información preventiva de los procesos y equipos de soldadura por arco

**9.4 Información sobre materiales peligrosos.** Cuando el humo de un producto contiene un subproducto cuyo límite permitido se va a exceder antes que el límite permitido de humos de soldadura en general, el subproducto se debe identificar en la Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS). Estas incluyen, entre otros, los subproductos de los materiales que se detallan en 5.5.1.

**9.5 Metales de aporte para soldadura fuerte que contienen cadmio.** Como mínimo, los metales de aporte para soldadura fuerte que contienen cadmio como constituyente designado deben portar la información que se indica en la Figura 3, o su equivalente, en tarjetas, cajas u otros recipientes y en las bobinas de alambre que no se suministren al usuario en un recipiente rotulado.

**9.6 Fundentes para soldadura fuerte y a gas que contienen fluoruros.** Como mínimo, los fundentes para soldadura fuerte y a gas que contienen compuestos de flúor deben contar con la información de precaución que se indica en la Figura 4, o su equivalente, en tarjetas, cajas u otros recipientes para indicar que contienen compuestos de flúor.

**ADVERTENCIA:**

PROTÉJASE y proteja a los demás. Lea y comprenda esta información.

Los HUMOS Y GASES pueden ser peligrosos para su salud.

LOS RAYOS CALORÍFICOS (RADIACIÓN INFRARROJA) provenientes de llamas o metal caliente pueden lesionar los ojos.

- Antes de usar, lea y comprenda las instrucciones del fabricante, las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) y las prácticas de seguridad de su empleador.
- Mantenga su cabeza alejada de los humos.
- Use ventilación suficiente, extracción en la llama, o ambos, para mantener los humos y gases fuera de su zona de respiración y del área general.
- Use protección adecuada para ojos, oídos y cuerpo.
- Consulte la norma Z49.1, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, publicada por la American Welding Society, 8669 Doral Blvd, Doral, Florida 33166; OSHA *Safety and Health Standards*, disponibles en la Imprenta del Gobierno de los EE. UU.

**NO RETIRE ESTA INFORMACIÓN**

### Figura 2—Información preventiva de los procesos y equipos de oxígeno y gas combustible

**E9.4** En fundentes, recubrimientos, cubiertas y metales de aporte utilizados en soldadura y corte se emplea una serie de materiales potencialmente peligrosos, o bien, estos se liberan a la atmósfera durante la soldadura y el corte. La reglamentación federal exige las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS). Consulte también 9.7.

**E9.5** Consulte E9.3.

**E9.6** Consulte E9.3.

**PELIGRO: Contiene cadmio.**

Protéjase y proteja a los demás. Lea y comprenda esta información.

LOS HUMOS SON VENENOSOS Y PUEDEN SER FATALES.

- Antes de usar, lea y comprenda las instrucciones del fabricante, las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) y las prácticas de seguridad de su empleador.
- No respire los humos. Aun la exposición breve a altas concentraciones debería evitarse.
- Use ventilación o extracción suficiente, o ambas, para mantener los humos y gases fuera de su zona de respiración y del área general. Si esto no es posible, use respiradores con suministro de aire.
- Durante el uso, mantenga alejados a los niños.
- Consulte la norma Z49.1, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, publicada por la American Welding Society, 8669 Doral Blvd, Doral, Florida 33166; OSHA *Safety and Health Standards*, disponibles en la Imprenta del Gobierno de los EE. UU.

Primeros auxilios: Si tiene dolor de pecho, falta de aliento, tos o fiebre después del uso, solicite ayuda médica de inmediato.

**NO RETIRE ESTA INFORMACIÓN**

### **Figura 3—Información preventiva de metales de aporte para soldadura fuerte que contienen cadmio**

**9.7 Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS).** Los proveedores de materiales de soldadura deben suministrar una Hoja de datos de seguridad de materiales que identifique los materiales peligrosos, si los hubiere, empleados en sus productos para soldadura y corte.

**9.8 Símbolos gráficos.** Se deben permitir símbolos gráficos en lugar de texto cuando presenten información de precaución equivalente.

**9.9 Comunicaciones de peligro.** Los empleadores deben asegurarse de que se comunique la información que se describe en esta sección a los usuarios finales de los productos (consulte 3.2.1.2 de esta norma).

**ADVERTENCIA: Contiene fluoruros.**

Protéjase y proteja a los demás. Lea y comprenda esta información.

LOS HUMOS Y GASES PUEDEN SER PELIGROSOS PARA SU SALUD. QUEMA LOS OJOS Y LA PIEL POR CONTACTO. SI SE INGIERE PUEDE SER FATAL.

- Antes de usar, lea y comprenda las instrucciones del fabricante, las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) y las prácticas de seguridad de su empleador.
- Mantenga su cabeza alejada del humo.
- Use ventilación o extracción suficiente, o ambas, para mantener los humos y gases fuera de su zona de respiración y del área general.
- Evite el contacto del fundente con los ojos y la piel.
- No ingiera.
- Durante el uso, mantenga alejados a los niños.
- Consulte la norma Z49.1, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, publicada por la American Welding Society, 8669 Doral Blvd, Doral, Florida 33166; OSHA *Safety and Health Standards*, disponibles en la Imprenta del Gobierno de los EE. UU.

Primeros auxilios: En caso de contacto con los ojos, lave inmediatamente con agua durante al menos 15 minutos. En caso de ingestión, induzca el vómito. Nunca ofrezca nada por boca a una persona inconsciente. Llame a un médico.

**NO RETIRE ESTA INFORMACIÓN**

### **Figura 4—Información preventiva para fundentes de soldadura fuerte y a gas que contienen fluoruros**

**E9.7** La norma OSHA 29 CFR Sección 1910.1200 exige las MSDS.

**E9.8** Consulte también las normas ANSI Z535 y NEMA EW6, *Guidelines for Precautionary Labeling for Arc Welding and Cutting Products* (Guía para el rotulado de precaución de productos para soldadura y corte por arco).

## *Parte II*

### *Procesos específicos*

## 10. Seguridad de soldadura y corte con oxígeno y gas combustible

**10.1 Alcance.** Esta sección incluye las prácticas seguras para los usuarios de soldadura, corte, soldadura fuerte y soldadura blanda con oxígeno y gas combustible, así como materiales y equipos relacionados. No incluye especificaciones para el diseño y la construcción de estos equipos, ni para la construcción o instalación del suministro de gas a granel ni de los sistemas de distribución por tuberías.

### 10.2 Terminología

**10.2.1 Llamemos al oxígeno por su nombre.** El oxígeno se debe llamar por su propio nombre, oxígeno, y no por la palabra “aire”.

**10.2.2 Llamemos a los gases combustibles por su nombre.** Los combustibles, gases combustibles y combustibles líquidos deben llamarse por sus propios nombres, tales como, acetileno, propano, gas natural y no por la palabra “gas”.

### 10.3 Oxígeno y combustibles

**10.3.1 Mantenga el oxígeno sin combustibles.** Los cilindros de oxígeno, válvulas de cilindro, acoplamientos, reguladores, mangueras y aparatos deben estar libres de aceite, grasa y otras sustancias inflamables o explosivas. Los cilindros o aparatos de oxígeno no deben manejarse con las manos o los guantes engrasados.

**10.3.2 Usos prohibidos del oxígeno.** El oxígeno no se debe utilizar como sustituto del aire comprimido. El oxígeno no se debe utilizar en herramientas neumáticas, quemadores para el precalentamiento de aceite ni para arrancar motores de combustión interna, soplar tuberías, desempolvar la ropa o las piezas, ni para crear presión para la ventilación o aplicaciones similares. No se debe permitir que los chorros de oxígeno impacten sobre una superficie aceitosa o la ropa engrasada, o que ingresen en tanques de fueloil u otros tanques de almacenamiento.

**10.3.3 Equipo de oxígeno.** Los cilindros, equipos, tuberías o aparatos de oxígeno no se deben intercambiar con otros gases.

**10.4 Conexiones para la mezcla de gases.** A menos que se aprueben por tal fin, no se debe permitir ningún dispositivo o conexión que facilite o permita las mezclas de aire u oxígeno con gases inflamables antes del consumo, excepto en un quemador o en un soplete.

### 10.5 Sopletes

**10.5.1 Aprobación.** Se deben utilizar solamente sopletes aprobados, tal como se define en 2.1.

**E10.1** Tenga en cuenta que esto se aplica a los USUARIOS, no a los fabricantes de los equipos. Consulte 1.3.

**E10.2.1** El empleo del propio nombre disminuye la probabilidad del mal uso.

**E10.2.2** La identificación exacta es necesaria para determinar los peligros correctos.

**E10.3.1** El oxígeno no arde, pero promueve y acelera vigorosamente la combustión, por lo que los materiales arden con gran intensidad. El aceite o la grasa en presencia de oxígeno pueden encenderse fácilmente y arder con violencia.

**E10.3.2** Estas prohibiciones disminuyen la posibilidad de que se produzca un incendio voraz alimentado por oxígeno. El oxígeno no es inflamable, pero promueve vigorosamente la combustión. La ropa puede absorber oxígeno. Una chispa ligera puede provocar quemaduras graves.

**E10.3.3** La contaminación del equipo de oxígeno con sustancias combustibles puede dar lugar a una combustión espontánea o explosión de oxígeno.

**E10.4** Esto evita la acumulación de mezclas explosivas.

**E10.5.1** Consulte información adicional sobre sopletes en la norma CGA E-5, *Torch Standard for Welding and Cutting* (Normas para sopletes de soldadura y corte).

## 10.5.2 Manejo

**10.5.2.1 Conexiones de prueba para detectar fugas.** Después del montaje y antes de encender el soplete, las conexiones se deben someter a prueba en busca de fugas. No se deben usar llamas.

**10.5.2.2 Purga de mangueras.** Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se deben purgar una por una. Las mangueras no se deben purgar en espacios confinados ni cerca de fuentes de ignición. Las mangueras se deben purgar después de un cambio de cilindro.

**10.5.2.3 Encendido del soplete.** Se deben utilizar un encendedor de fricción, una llama piloto estacionaria u otra fuente adecuada de ignición. No se deben utilizar fósforos, encendedores de cigarrillos o arcos de soldadura para encender sopletes.

Se deben seguir los procedimientos de los fabricantes en relación con la secuencia de las operaciones de encendido, ajuste y extinción de las llamas de los sopletes.

**10.5.2.4 Espacios confinados.** Si se trabaja en espacios confinados, cuando el soplete no se vaya a utilizar, por ejemplo, durante el almuerzo o durante la noche, se deben cerrar las válvulas del soplete y, además, el suministro de gas combustible y oxígeno al soplete se debe cerrar en un lugar fuera del área confinada. Los sopletes y las mangueras sin vigilancia deben retirarse del espacio confinado.

## 10.6 Mangueras y conexiones de mangueras

**10.6.1 Especificaciones.** Las mangueras para el servicio de oxígeno y gas combustible deben cumplir con la norma IP-7 *Specification for Rubber Welding Hose* (Especificaciones para las mangueras de caucho para soldadura) de la Rubber Manufacturers Association (Asociación de Fabricantes de Caucho).

**10.6.2 Colores.** Las mangueras para el servicio de oxígeno y gas combustible deben estar codificadas por color de acuerdo con las autoridades competentes.

**10.6.3 Cobertura con cinta.** En los casos en que, por razones de conveniencia y para evitar que se enreden, se unen con cinta longitudes iguales de las mangueras de oxígeno y gas combustible, se deben cubrir con cinta no más de 4 pulgadas (100 milímetros) por cada 12 pulgadas (300 milímetros).

**10.6.4 Mantenimiento.** Las mangueras que presenten fugas, quemaduras, lugares desgastados u otros defectos que las hagan inadecuadas para el servicio, se deben reparar o reemplazar.

**E10.5.2.1** Se recomiendan las soluciones disponibles comercialmente para pruebas en busca de fugas en conexiones de oxígeno. Las pruebas en busca de fugas deberían repetirse después de que el equipo se haya utilizado de una manera tal que podría provocar fugas.

**E10.5.2.2** La purga consiste en permitir el flujo de cada gas por separado a través de su respectiva manguera, a fin de expulsar cualquier mezcla inflamable de la manguera. Es importante purgar antes de encender el soplete.

**E10.5.2.3** Esto es para minimizar las quemaduras de las manos y los dedos. No trate de encender o volver a encender el soplete de un metal caliente en una cavidad pequeña, orificio, horno, etc., donde pueda acumularse gas. Apunte el soplete lejos de personas o del material combustible.

**E10.5.2.4** Esto es para minimizar la posibilidad de acumulación de gas en el espacio confinado debido a fugas o válvulas mal cerradas una vez que finaliza la soldadura o el corte con gas. Consulte también en la sección 7, Espacios Confinados, de esta norma, otras precauciones que se deben seguir durante el trabajo en espacios confinados.

**E10.6.1** No se recomiendan las mangueras revestidas en metal o blindadas. Sin embargo, cuando las condiciones de uso hacen que el refuerzo de metal sea ventajoso, la manguera se puede usar como parte de una máquina o un aparato, siempre que dicho metal de refuerzo no quede expuesto a los gases internos ni a la atmósfera externa.

**E10.6.2** Los colores generalmente aceptados en los Estados Unidos son rojo para la manguera de gas combustible, verde para la manguera de oxígeno y negro para la manguera de aire y gas inerte. A veces, otros países utilizan colores distintos. Los colores internacionales generalmente reconocidos se describen en la norma ISO 3821, *Welding—Rubber Hoses for Welding, Cutting, and Allied Processes* (Mangueras de caucho para procesos de soldadura, corte y afines).

**E10.6.3** Esto deja 2/3 de las mangueras visible para su identificación por color y proporciona una ventilación adecuada para evitar el atrapamiento de gas en caso de fugas en la manguera.

**E10.6.4** La frecuencia de inspección depende de la cantidad y severidad del uso. Las áreas de flexión en las conexiones del regulador y del soplete son propensas a agrietarse y producir fugas a causa del esfuerzo adicional.



**10.6.5 Especificaciones para la conexión de mangueras.** Las conexiones de las mangueras deben cumplir con la especificación estándar para la conexión de mangueras, Folleto E-1 de la CGA, *Regulator Connection Standards* (Normas para la conexión de reguladores).

Las conexiones de mangueras para las líneas de soldadura con gas no deben ser compatibles con las conexiones de aire respirable.

**10.6.6 Calidad de las conexiones de mangueras.** Las conexiones de mangueras se deben fabricar de modo que resistan, sin fugas, el doble de la presión a la que normalmente se someten en servicio, pero en ningún caso menor de 300 psi (2070 kPa). En los ensayos se debe utilizar aire libre de aceite o gas inerte libre de aceite.

**10.6.7 Dispositivos.** En los sistemas de oxígeno y gas combustible solo se deben utilizar dispositivos aprobados como se define en 2.1.

**10.6.7.1** Se debe permitir el uso de supresores de retroceso de llama apropiados y aprobados.

**E10.6.7** Cuando en un sistema de soplete para soldadura y corte con oxígeno y gas combustible se utiliza un dispositivo aprobado, tal como una válvula de retención de mangueras o un supresor de retroceso de llama, el dispositivo se debe utilizar y mantener de conformidad con las instrucciones de los fabricantes. Consulte el Folleto E-2 de la CGA, *Standard Hose Connection Specifications* (Especificaciones estándar para las conexiones de mangueras).

**E10.6.7.1** Los supresores de retroceso de llama pueden proporcionar un cierto grado de protección contra los peligros del retroceso de llama. Para mantener esta protección y garantizar que no se haya dañado o inutilizado durante el uso, se debe seguir durante el uso un programa de inspección de rutina tal como se especifica. Además, se debe seguir un programa de inspección regular como se especifica en las instrucciones que proporciona el fabricante.

Muchos años de experiencia de campo han demostrado que los diversos sopletes de oxígeno y gas combustible son aparatos fiables y seguros cuando se manejan de acuerdo con las instrucciones que recomienda el fabricante. En ciertas circunstancias, el incumplimiento de estas instrucciones por parte del usuario puede provocar el flujo inverso de gas no deseado y/o el retroceso de la llama hacia el equipo.

## 10.7 Reguladores reductores de presión

**10.7.1 Aprobación.** Se deben utilizar solamente reguladores reductores de presión aprobados, tal como se define en 2.1.

**10.7.2 Servicio designado.** Los reguladores reductores de presión se deben utilizar solo para el gas y las presiones para los cuales están rotulados. Las conexiones de entrada del regulador deben cumplir con la norma V-1 de ANSI/CGA, *Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections* (Normas para las conexiones de salida y entrada de válvulas de cilindros de gas comprimido).

Los reguladores no se deben intercambiar entre servicios de gas designados.

**10.7.3 Inspección antes del uso.** Antes del uso se deben inspeccionar las tuercas y conexiones de unión de los reguladores para detectar asientos defectuosos que puedan provocar fugas cuando los reguladores se conectan a válvulas de cilindros o mangueras. Las tuercas o conexiones dañadas se deben reemplazar.

**E10.7.1** Consulte la norma CGA E-4, *Standard for Gas Regulators for Welding and Cutting* (Normas para reguladores de gas para soldadura y corte).

**E10.7.2** La contaminación puede conducir a explosiones e incendios.

**10.7.4 Medidores de oxígeno.** Los medidores que se emplean para el servicio de oxígeno deben llevar la indicación “NO USAR ACEITE”.

**10.7.5 Reguladores de oxígeno.** Los reguladores se deben drenar de oxígeno antes de conectarlos a un cilindro o tubo distribuidor para cilindros, o antes de abrir la válvula del cilindro (consulte también 10.8.4.4 y 10.8.4.11). Las válvulas del cilindro de oxígeno o del tubo distribuidor para cilindros siempre se deben abrir lentamente (véanse 10.8.4.3 y 10.8.4.4).

**10.7.6 Mantenimiento.** Cuando los reguladores o partes de reguladores, incluidos los medidores, necesitan reparación, el trabajo debe estar a cargo de mecánicos calificados.

## **10.8 Cilindros de gas comprimido y de oxígeno y gas combustible (recipientes)**

### **10.8.1 Disposiciones generales para los cilindros**

**10.8.1.1 Aprobación.** Todos los cilindros portátiles que se emplean para el almacenamiento y transporte de gases comprimidos deben construirse y mantenerse de conformidad con la reglamentación 49 CFR 173 del Departamento de Transporte (Department of Transportation, DOT) de los EE. UU.

**10.8.1.2 Autorización para el llenado.** Ninguna persona, excepto el propietario del cilindro o la persona autorizada por el propietario, debe llenar un cilindro.

**10.8.1.3 Mezcla de gases.** Ninguna persona que no sea el proveedor de gas debe mezclar gases en un cilindro o trasvasar gases de un cilindro a otro.

**10.8.1.4 Identificación del contenido.** A los fines de identificar el contenido gaseoso, los cilindros de gas comprimido deben estar claramente marcados con el nombre químico o comercial del gas, de conformidad con la norma C-7 de ANSI/CGA, *Guide to Preparation of Precautionary Labeling and Marking of Compressed Gas Containers* (Guía para la preparación del rotulado y marcado de prevención de recipientes de gas comprimido). No se deben usar los cilindros con etiquetado ausente o ilegible. Se deben devolver al proveedor.

**10.8.1.5 Cambio de marcas.** Los números y marcas estampados en los cilindros no se deben cambiar, excepto de conformidad con la reglamentación de la norma 49 CFR 173 del DOT de los EE. UU.

**E10.7.5** El regulador conectado a un cilindro se puede drenar de oxígeno mediante la apertura momentánea y luego el cierre de la línea a la atmósfera corriente abajo, a la vez que el tornillo de ajuste del regulador se mantiene apretado y la válvula del cilindro se mantiene cerrada. A continuación, la válvula del cilindro se abre lentamente. Antes de conectar el regulador, la conexión de salida del cilindro de oxígeno o el tubo distribuidor para cilindros se deberían limpiar con un paño limpio libre de aceite y pelusa, y la válvula del cilindro se debería abrir parcialmente (“crack”). (Consulte 10.8.4.3.)

Estos pasos ayudan a reducir la posibilidad de que el oxígeno alimente incendios en el regulador cuando este se presuriza desde una fuente de alta presión.

**E10.8** Los cilindros de gas comprimido que se emplean en procesos de soldadura y corte contienen gases generalmente a presiones de aproximadamente 2500 psi (17.237 kPa), pero a veces mucho más elevadas. Si no se manejan adecuadamente, los gases a estas presiones son peligrosos. Los procedimientos descritos en esta sección están destinados a prevenir el daño o mal uso de los cilindros de gas que podrían provocarles fugas o explosiones, con la consecuencia de daños graves, lesiones o la muerte.



**10.8.1.6 Roscas de conexión.** Los cilindros de gas comprimido deben estar equipados con conexiones que cumplan con la norma V-1 de ANSI/CGA, *Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections* (Normas para las conexiones de salida y entrada de válvulas de cilindros de gas comprimido).

**10.8.1.7 Protección de las válvulas.** Todos los cilindros con una capacidad de peso de agua de más de 30 libras (13,6 kilogramos) deben estar equipados con un medio para conectar una tapa de protección de la válvula con un collarín o rebaje para proteger la válvula.

**10.8.1.8 Temperatura del cilindro.** No se debe permitir que la temperatura de almacenamiento del contenido del cilindro exceda de 125°F (52°C). La temperatura de uso no debe exceder de 120°F (49°C).

**10.8.1.9 Cilindros dañados.** No se deben utilizar los cilindros que presenten daños graves, corrosión o exposición al fuego.

## 10.8.2 Almacenamiento de cilindros

**10.8.2.1 Protección.** Los cilindros deben almacenarse donde no vayan a exponerse a daños físicos, manipulación indebida o someterse a temperaturas que elevarían el contenido por encima de los límites de 10.8.1.8.

Los cilindros se deben almacenar lejos de ascensores, escaleras o pasarelas, en lugares asignados donde no se derriben ni se dañen por el paso o la caída de objetos. Los cilindros deben asegurarse en el almacenamiento para evitar su caída.

**10.8.2.2 Cilindros separados de combustibles.** Los cilindros almacenados deben estar separados de líquidos inflamables y combustibles, así como de materiales de fácil ignición tales como madera, papel, materiales de embalaje, aceite y grasa por al menos 20 pies (6,1 metros), o mediante una barrera no combustible de al menos 5 pies (1,6 metros) de alto y que sea resistente al fuego durante al menos media hora.

**10.8.2.3 Oxígeno separado del gas combustible.** Los cilindros de oxígeno almacenados deben, además, estar separados de los cilindros de gas combustible, o de las reservas de carburo de calcio, por una distancia o barrera tal como se describe en 10.8.2.2.

**10.8.2.4 Oxígeno en edificaciones generadoras de acetileno.** Los cilindros de oxígeno almacenados en locales externos generadores de acetileno deben estar separados del generador o de las salas de almacenamiento de carburo por un tabique no combustible que sea resistente al fuego durante al menos una hora. Este tabique no debe tener aberturas y debe ser estanco a los gases.

El oxígeno no se debe almacenar en el interior de salas generadoras de acetileno.

**10.8.2.5 Cilindros de gas combustible en posición vertical.** Los cilindros de acetileno y gas licuado se deben utilizar con el extremo de la válvula hacia arriba.

**10.8.2.6 Límites de almacenamiento de gas combustible.** Los límites de almacenamiento de gas combustible deben estar de conformidad con la norma

**E10.8.1.8** Los gases calientes pueden expandirse e incrementar las presiones por encima de los límites permitidos. Para obtener información adicional comuníquese con la Compressed Gas Association (Asociación de Gas Comprimido).

**E10.8.2.1** Cuando considere la ubicación del almacenamiento, compruebe si existen combustibles por encima, tales como líneas y tuberías aéreas, materiales suspendidos del cielo raso, etc. El lugar de almacenamiento debe estar bien ventilado para evitar la acumulación de gases peligrosos en caso de fugas en el cilindro.

**E10.8.2.2** El calor puede provocar un incremento de la presión y puede conducir a la rotura del cilindro o el funcionamiento de los dispositivos de protección.

**E10.8.2.5** Esto impide el flujo de líquido en mangueras y reguladores.

NFPA 51, *Standard for the Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes* (Normas para el diseño y la instalación de sistemas de oxígeno y gas combustible para procesos de soldadura, corte y afines).

### 10.8.3 Manipulación de cilindros

**10.8.3.1 Manipulación brusca.** Los cilindros no se deben dejar caer, golpear ni permitir que golpeen objetos violentamente de manera que se pueda dañar el cilindro, la válvula o el dispositivo de seguridad.

**10.8.3.2 Palancas.** No se deben utilizar barras debajo de válvulas o tapas protectoras de válvulas para elevar los cilindros por palanca cuando están congelados al piso o fijados de cualquier otra forma.

**10.8.3.3 Rodillos o soportes.** Los cilindros, tanto llenos como vacíos, nunca se deben utilizar como rodillos o soportes.

**10.8.3.4 Dispositivos de seguridad.** Los dispositivos de seguridad no se deben manipular indebidamente.

**10.8.3.5 Válvulas cerradas.** Antes de transportar cilindros se deben cerrar sus válvulas.

**10.8.3.6 Tapas protectoras de válvulas.** Las tapas protectoras de válvulas, cuando el cilindro está diseñado para aceptarlas, deben estar siempre colocadas y apretadas a mano (excepto cuando los cilindros están en uso o conectados para el uso).

**10.8.3.7 Elevación manual.** No se deben utilizar las tapas protectoras de válvulas para levantar cilindros.

**10.8.3.8 Equipo de elevación.** Cuando se transporten cilindros mediante grúa o cabria, se debe utilizar una base o plataforma adecuada. No se deben usar eslingas o electroimanes para este fin.

**10.8.3.9 Transporte de cilindros.** Cuando los cilindros se transportan en vehículos de motor, se deben asegurar y transportar de conformidad con los reglamentos del Departamento de Transporte, cuando sea necesario.

**10.8.3.10 Cilindros con reguladores conectados.** Cuando los cilindros se transportan con los reguladores conectados, se deben asegurar en su posición y la válvula del cilindro debe estar cerrada.

### 10.8.4 Uso de los cilindros

**10.8.4.1 Regulador de presión.** Nunca se debe utilizar el gas comprimido de los cilindros sin reducir la presión mediante un regulador adecuado conectado a la válvula o al tubo distribuidor del cilindro, a menos que el equipo utilizado esté diseñado para soportar la presión del cilindro lleno.

**10.8.4.2 Presión máxima de acetileno.** El acetileno no se debe utilizar a una presión que exceda de 15 psig (103 kPa) o 30 psia (206 kPa). Este requisito no debe aplicarse al almacenamiento de acetileno disuelto en un solvente adecuado en cilindros fabricados y mantenidos de conformidad con los requisitos del Departamento de Transporte o del acetileno para uso químico.

**E10.8.3.2** Se recomienda el uso de agua caliente (no hirviendo).

**E10.8.3.6** Las tapas protectoras de válvulas de cilindros deben mantenerse con los cilindros para que puedan volver a montarse cuando se retira el regulador.

**E10.8.3.9** Es especialmente peligroso transportar cilindros de gas combustible en el interior de cualquier vehículo, tal como un automóvil, donde el gas de una fuga se puede acumular en el habitáculo o el maletero. Al abrir la puerta o el maletero se activa un interruptor de luz que actúa para encender el gas acumulado y provocar una explosión fatal.

**E10.8.4.2** El acetileno puede disociarse (descomponerse con violencia explosiva) cuando supera estos límites de presión.

El límite de 30 psia (206 kPa) está destinado a impedir el uso inseguro de acetileno en cámaras presurizadas, tales como cajones hidráulicos, excavaciones subterráneas o la construcción de túneles.

**10.8.4.3 Apertura parcial (“cracking”) de la válvula del cilindro.** Antes de conectar un regulador a una válvula de cilindro, la salida de la válvula se debe limpiar con un paño limpio libre de aceite y pelusa, y la válvula se debe abrir momentáneamente y cerrarse inmediatamente.

Esta apertura parcial de la válvula se debe realizar de pie a un costado de la salida, nunca frente a esta. La apertura parcial de las válvulas de los cilindros de gas combustible no se debe realizar en las cercanías de otros trabajos de soldadura o de chispas, llamas u otras fuentes posibles de ignición.

**10.8.4.4 Procedimiento especial para cilindros de oxígeno.** Después de conectar el regulador a los cilindros de oxígeno debe realizarse lo siguiente:

(1) Apriete el tornillo de ajuste y abra la línea corriente abajo para drenar el regulador de gas.

(2) Afloje el tornillo de ajuste y abra un poco la válvula del cilindro para que la aguja del indicador de presión del regulador del cilindro se desplace lentamente hacia arriba antes de abrir totalmente la válvula.

(3) Cuando abra la válvula del cilindro párese a un costado del regulador y no delante de donde apunta el medidor.

**10.8.4.5 Martillo o llave inglesa.** Las válvulas de cilindro acopladas con volantes no se deben abrir mediante el uso de un martillo o una llave inglesa.

**10.8.4.6 Llave inglesa especial.** Mientras están en servicio, los cilindros que no tienen volantes acoplados deben tener llaves, manijas o llaves inglesas no ajustables en los vástagos de la válvula para que el flujo de gas se pueda detener rápidamente en caso de emergencia. En instalaciones de varios cilindros, al menos una de esas llaves inglesas debe estar siempre disponible para el uso inmediato.

**10.8.4.7 Válvula completamente abierta.** Cuando un cilindro de gas a alta presión (no licuado) está en uso, la válvula debe abrirse por completo para evitar fugas en el vástago de la misma.

**10.8.4.8 Válvula parcialmente abierta.** Las válvulas de cilindros de acetileno no se deben abrir más que aproximadamente un giro y medio y, preferentemente, no más que tres cuartos de giro, a menos que el fabricante especifique otra cosa.

**10.8.4.9 Interferencia.** Cuando un cilindro está en uso, no se debe colocar nada en su parte superior que pueda dañar el dispositivo de seguridad o interferir con el cierre rápido de la válvula.

**10.8.4.10 Válvulas cerradas.** Toda vez que el equipo esté sin vigilancia, las válvulas de los cilindros deben estar cerradas.

**10.8.4.11 Regulador de drenaje.** Antes de retirar el regulador de un cilindro, se debe cerrar la válvula del cilindro y liberar el gas del regulador.

**10.8.4.12 Asegure los cilindros durante el uso.** Se deben utilizar carretillas para cilindros, cadenas o dispositivos de estabilización adecuados para evitar derribar los cilindros mientras están en uso.

**E10.8.4.3** Esta acción, generalmente denominada cracking, tiene por objeto limpiar la válvula de polvo o suciedad que de otra manera podría ingresar en el regulador.

**E10.8.4.4** Si se aplica oxígeno a alta presión de forma repentina, es posible provocar la ignición de los componentes del regulador y lesionar al operario. Consulte información adicional en el Folleto E-4 de la CGA.

**E10.8.4.8** Esto es para que, de ese modo, se pueda cerrar rápidamente en caso de emergencia.

**10.8.4.13 Protección contra incendios.** Los cilindros se deben mantener lo suficientemente alejados de las operaciones reales de soldadura o corte, de modo de no ser alcanzados por chispas, escoria caliente o llamas; de lo contrario, se deben proporcionar barreras resistentes al fuego.

**10.8.4.14 Circuitos eléctricos.** Los cilindros no se deben colocar donde podrían entrar en contacto con un circuito eléctrico. Se deben evitar los contactos con un tercer riel, líneas de transporte, etc. Los cilindros deben mantenerse alejados de radiadores, sistemas de tuberías, mesas de diseño, etc., que se puedan utilizar para la puesta a tierra de circuitos eléctricos, tales como para soldadoras por arco. Se debe prohibir el golpeteo de electrodos contra un cilindro. No inicie un arco sobre los cilindros.

**10.8.4.15 Tasas de extracción de cilindros de gas combustible.** Las tasas de extracción de cilindros de gas no deben exceder las recomendaciones de los fabricantes.

## 10.8.5 Emergencias de los cilindros

**10.8.5.1 Fugas en el montaje de la válvula de combustible.** Si se encuentra una fuga en el vástago de la válvula de un cilindro de gas combustible, se deben apretar las tuercas de montaje o cerrar la válvula del cilindro.

**10.8.5.2 Fugas de gas combustible que no se pueden detener.** Si al apretar la tuerca de la empaquetadura no se detiene una fuga en el vástago de la válvula, o si una válvula de gas combustible tiene una fuga en la junta hermética y no se puede detener mediante el cierre firme de la válvula, o si la fuga se desarrolla en un tapón fusible del cilindro u otro dispositivo de seguridad, los cilindros de gas combustible se deben trasladar a un lugar seguro al aire libre, lejos de cualquier fuente de ignición, marcarlos correctamente y notificar al proveedor.

Cuando un cilindro con fugas no se puede desplazar de forma segura a una ubicación al aire libre, el área o la edificación se deben evacuar inmediatamente y se debe notificar de la emergencia a los bomberos.

Se debe colocar una señal de precaución de no acercarse al cilindro con fugas con un cigarrillo encendido o una fuente de ignición.

**10.8.5.3 Incendios del cilindro de combustible.** Los incendios pequeños en cilindros de gas combustible que generalmente provienen de la ignición de fugas descritas en 10.8.5.1 y 10.8.5.2 se deben extinguir, si es posible, mediante el cierre de la válvula del cilindro o mediante el uso de agua, paños húmedos o un extintor de incendios. Después, las fugas se deben tratar como se describe en esas secciones.

En el caso de un incendio grande en un cilindro de gas combustible, tal como el proveniente del funcionamiento de un tapón fusible o un dispositivo de seguridad, el personal debe ser evacuado del área y el cilindro se debe mantener húmedo con un chorro fuerte de agua para conservarlo frío.

**E10.8.4.14** Los cilindros no se deberían conectar a tierra o situarse donde puedan formar parte de un circuito eléctrico. Los cilindros dañados por arcos pueden tener fugas o explotar.

**E10.8.4.15** En el caso de acetileno, las tasas de extracción excesivas pueden conducir al agotamiento de la acetona del cilindro. Algunos materiales pueden resultar dañados por la acetona y crear fugas. La estabilidad del acetileno puede verse reducida. En el caso de los gases combustibles licuados, las tasas de extracción excesivas provocan enfriamiento.

**E10.8.5.1** Las fugas pueden originar atmósferas deficientes de oxígeno o explosivas.

**E10.8.5.2** Al aire libre, la válvula del cilindro se puede abrir ligeramente para la descarga gradual del contenido.

**E10.8.5.3** Normalmente, conviene dejar que el fuego continúe para quemar y consumir el gas que se escapa; de lo contrario, puede encenderse de nuevo con violencia explosiva. Si las circunstancias lo permiten, frecuentemente conviene dejar que el cilindro arda en el lugar hasta consumirse, en vez de tratar de desplazarlo.

Si el cilindro se encuentra en un lugar donde no se debería permitir arder en el lugar hasta consumirse, se puede intentar trasladarlo a un lugar seguro, preferentemente al aire libre. El personal debe permanecer tan lejos como sea posible y el cilindro se debería mantener frío con un chorro de agua.

## 10.9 Tubos distribuidores en cilindros

**10.9.1 Aprobación.** Los tubos distribuidores de gas combustible y de oxígeno a alta presión para usar con cilindros de oxígeno que tienen una presión de servicio del DOT por encima de 250 psig (1724 kPa) se deben aprobar, ya sea por separado para cada pieza componente o como una unidad montada.

**10.9.2 Servicio de gas.** Todos los tubos distribuidores y las piezas se deben utilizar solo para los gases para los que están aprobados.

**10.9.3 Límites y ubicaciones de las capacidades de los tubos distribuidores de gas combustible.** Los límites y ubicaciones de las capacidades de los tubos distribuidores de gas combustible deben estar de conformidad con la norma NFPA 51.

**10.9.4 Límites y ubicaciones de las capacidades de los tubos distribuidores de oxígeno.** Los límites y ubicaciones de las capacidades de los tubos distribuidores de oxígeno deben estar de conformidad con la norma NFPA 51.

**10.9.5 Requisitos de los tubos distribuidores.** Los límites y ubicaciones de las capacidades de los tubos distribuidores de gas combustible y oxígeno deben estar de conformidad con la norma NFPA 51.

**10.9.6 Instalación y manejo de tubos distribuidores.** La instalación y el manejo de tubos distribuidores deben estar de conformidad con la norma NFPA 51.

**E10.9.3** La norma NFPA 51 estableció como límite en interiores una capacidad total de gas no licuado de 3000 pies cúbicos (84 metros cúbicos) para cilindros de gas combustible conectados a un tubo distribuidor. La razón de este límite es que una edificación típica de 100 pies por 100 pies con un techo de 15 pies (150 000 pies cúbicos, 4200 metros cúbicos) podría contener una fuga de 3000 pies cúbicos de acetileno y no exceder el límite inferior de explosividad si se distribuye de manera uniforme. El acetileno tiene el límite de explosividad más bajo de los gases combustibles comúnmente usados?. Consulte detalles adicionales en la norma NFPA 51.

## 11. Seguridad del equipo de soldadura y corte por arco

### 11.1 Generalidades

**11.1.1 Alcance.** Esta sección contiene precauciones de seguridad específicas para la instalación y el manejo de equipos de soldadura y corte por arco.

**11.1.2 Equipos.** Los equipos de soldadura y corte por arco se deben elegir como se especifica en 11.2 y se deben instalar como se especifica en 11.3.

**11.1.3 Personal.** Las personas a cargo de equipos o designadas para manejar equipos de soldadura y corte por arco deben haberse instruido y calificado apropiadamente para mantener o manejar esos equipos y haber sido aprobadas como competentes para sus responsabilidades laborales. Las reglas e instrucciones relativas al manejo y mantenimiento de los equipos de soldadura y corte por arco deben estar fácilmente disponibles.

**E11.1.2** Los equipos de gas que se emplean en la soldadura por arco deberían manipularse como se describe en la sección 10, Seguridad de soldadura y corte con oxígeno y gas combustible. Consulte 11.5.5.

## 11.2 Aspectos de seguridad en la selección de equipos de soldadura por arco

**11.2.1 Normas de seguridad.** La seguridad en el diseño de equipos de soldadura por arco debe estar de conformidad con las normas aplicables NEMA y ANSI. Las máquinas para fines especiales que no están incluidas en las normas mencionadas anteriormente deben cumplir en todos los aspectos con las normas establecidas en esta publicación.

**11.2.2 Condiciones ambientales.** Cuando se utilizan soldadoras por arco de corriente alterna (CA) o corriente continua (CC), el operario de soldadura debe tener especial cuidado de evitar descargas eléctricas cuando trabaja en condiciones eléctricamente peligrosas. Cuando se encuentran condiciones de servicio inusuales se debe consultar al fabricante.

**E11.2.2** El agua o la transpiración pueden provocar condiciones eléctricamente peligrosas. Se puede prevenir una descarga eléctrica mediante el uso de guantes, ropa y calzado no conductores, así como evitar el contacto con partes eléctricas vivas.

Otros ejemplos de condiciones eléctricamente peligrosas son los lugares en los que la libertad de movimiento está restringida, de manera que el operario se ve forzado a realizar el trabajo en una posición limitada (arrodillado, sentado, acostado) con contacto físico con partes conductoras, y lugares que están total o parcialmente limitados por elementos conductores y en los que existe un alto riesgo de contacto inevitable o accidental por parte del operario. Estos riesgos se pueden minimizar mediante el aislamiento de las partes conductoras en los alrededores del operario.

Si se pasa una cantidad importante de tiempo de trabajo en condiciones eléctricamente peligrosas, se recomienda el uso de controles automáticos para reducir el voltaje de vacío a un valor que no exceda de 38 voltios RMS en CA o 50 voltios en corriente continua (CC) al voltaje nominal de entrada. Esto también se aplica a 11.2.3.1. En la norma EW1 de ANSI/NEMA, *Electric Arc Welding Power Sources* (Fuentes de alimentación para soldadura por arco eléctrico) se describen ejemplos de condiciones de servicio inusuales.

### 11.2.3 Otras condiciones

**11.2.3.1 Voltaje de circuito abierto (procesos especiales).** Cuando los procesos especiales de soldadura y corte requieren voltajes de circuito abierto superiores a los especificados en la norma EW1 de ANSI/NEMA, se debe proveer aislamiento adecuado u otros medios para proteger al operario de hacer contacto con el alto voltaje.

**E11.2.3.1** Algunos procesos, tales como el corte por arco de plasma pueden utilizar voltajes de circuito abierto de 400 voltios en CC. Cuando existe un alto voltaje de circuito abierto se deberían considerar rotulaciones de precaución, carteles en el lugar de trabajo o capacitación especial de los empleados. Consulte 11.2.2.

**11.2.3.2 Terminal de masa a gabinete con conexión a tierra.** La pieza debe estar conectada a tierra de conformidad con 11.3.2. En el caso de instalaciones que han seguido la práctica de conectar a tierra el cable de masa en un terminal de la fuente de alimentación, que a su vez está conectada a tierra mediante una conexión al gabinete de la fuente de alimentación conectado a tierra, el terminal de la fuente de alimentación debe conectarse al gabinete de la fuente de alimentación conectado a tierra mediante un conductor de menor diámetro (al menos dos calibres de alambre más altos) que el conductor del gabinete de la fuente de alimentación conectado a tierra, y el terminal debe marcarse para indicar que está conectado a tierra. Una conexión entre el terminal del cable de masa y el gabinete de la fuente de alimentación conectado a tierra nunca se debe emplear intencionalmente en lugar del cable de masa para transportar corriente de soldadura.

**E11.2.3.2** La práctica de conectar el terminal de masa al gabinete de la fuente de alimentación no se recomienda y debería evitarse. Es probable que un operario de soldadura retire inadvertidamente la conexión entre la pinza de masa y la pieza y, por lo tanto, provoque el flujo de corriente de soldadura a través de los conductores de conexión a tierra del sistema eléctrico. Se deben tomar medidas para impedir el flujo de corriente de soldadura a través de los conductores de conexión a tierra. Los conductores de conexión a tierra están dimensionados para otros fines. Las corrientes de soldadura pueden ser demasiado altas para algunos conductores de conexión a tierra en el área de soldadura o la red de alimentación.



**11.2.3.3 Terminales de soldadura.** Los terminales para cables de soldadura deben estar protegidos contra el contacto eléctrico accidental por parte del personal o de objetos metálicos, por ejemplo, vehículos o ganchos de grúa.

**11.2.3.4 Dispositivos de control portátiles.** No se deben efectuar conexiones para dispositivos de control portátiles que deba ejecutar el operario, tales como botones pulsadores, a un circuito de CA de más de 120 voltios. Las partes metálicas expuestas de los dispositivos de control portátiles que funcionen en circuitos de más de 50 voltios deben estar conectadas a tierra mediante un conductor de conexión a tierra en el cable de control.

**11.2.3.5 Autotransformadores.** Los autotransformadores o reactores de CA no se deben utilizar para extraer corriente de soldadura directamente de cualquier fuente de alimentación principal de CA que tenga un voltaje superior a 80 voltios.

**11.2.3.6 Carga de los equipos.** En la aplicación de equipos de soldadura por arco se debe tener la precaución de asegurarse de que el régimen de amperios elegido sea adecuado para realizar el trabajo. Las soldadoras no se deben utilizar por encima de los regímenes de amperios y ciclos de trabajo nominales correspondientes que especifica el fabricante, ni tampoco se deben utilizar para otras aplicaciones distintas de las que especifica el fabricante.

**11.2.3.7 Cables de soldadura.** Los cables de soldadura deben ser del tipo flexible diseñado especialmente para los rigores del servicio de soldadura y de un tamaño adecuado para la corriente y los ciclos de trabajo razonablemente previstos. Se debe prestar atención especial al aislamiento de los cables que se utilizan con equipos que incluyen osciladores de alto voltaje y alta frecuencia.

### 11.3 Instalación de equipos de soldadura por arco

**11.3.1 Requisitos del código.** La instalación, incluyendo conexión a tierra, desconexiones necesarias, fusibles y tipo de líneas de alimentación de entrada, debe estar de conformidad con los requisitos de la norma vigente NFPA 70, *National Electrical Code*<sup>®</sup> (Código eléctrico nacional estadounidense) y todos los códigos locales.

**11.3.2 La pieza.** La pieza o metal sobre la cual el soldador realiza la soldadura debe estar conectada independientemente de los cables de soldadura a una buena conexión a tierra, a menos que una persona calificada garantice que es seguro trabajar sobre una pieza sin conexión a tierra.

**E11.2.3.3** La protección se puede obtener mediante el uso de una construcción de frente muerto que emplee receptáculos para las conexiones de enchufes, mediante la ubicación de los terminales en un hueco o debajo de una tapa abatible fija, mediante mangas con fuerte aislamiento u otro medio mecánico equivalente para satisfacer los requisitos.

**E.11.2.3.4** Consulte la norma NFPA 79.

**E11.2.3.6** El uso de soldadoras por encima de los regímenes de amperios y ciclos de trabajo produce sobrecalentamiento que conduce al deterioro prematuro del aislamiento e incrementa el riesgo de descargas eléctricas. Si la soldadura se realiza con cables cortos o bajos voltajes de arco, debe prestarse atención al hecho de que las corrientes reales de soldadura pueden ser mayores de las que muestran los indicadores en las máquinas. Las sobrecorrientes altas son particularmente probables en soldadoras de uso general cuando se utilizan con procesos de bajo voltaje de arco, tales como la soldadura por arco con electrodo de tungsteno protegida con gas.

**E11.2.3.7** Consulte también 11.2.3.6. Consulte la información adicional en 11.5.4.

**E11.3.2** Cuando el terminal de masa está conectado a tierra, se debería tener cuidado de comprobar que la pieza no esté separadamente conectada a tierra. Consulte 11.3.2.1. Antes de comenzar la soldadura, el operario debería asegurarse de que el cable de masa esté conectado correctamente. Esto elimina la posibilidad de que la corriente de soldadura se dirija erróneamente al sistema conductor de conexión a tierra de otros equipos. La corriente de soldadura dirigida erróneamente puede dañar los conductores que no cuenten con la ampacidad adecuada. Consulte el artículo 630.15 de la norma NFPA 70, *National Electrical Code*<sup>®</sup>.

**11.3.2.1 Conexión a tierra.** La conexión a tierra se debe realizar mediante la ubicación de la pieza sobre un piso metálico o platina conectados a tierra, o mediante la conexión a un bastidor conectado a tierra u otra conexión a tierra satisfactoria. Se debe tener cuidado de evitar el flujo de corriente de soldadura a través de una conexión destinada únicamente a proveer una conexión a tierra, ya que la corriente de soldadura puede ser de mayor magnitud de la que el conductor de la conexión a tierra puede transportar de manera segura.

**E11.3.2.1** A veces, el cable de masa y la pinza del cable de masa se denominan incorrectamente “cable de tierra” y “pinza de tierra”. Cable de masa y cable de tierra no son lo mismo. El cable de masa no debería denominarse cable de tierra. Es preferible conectar el cable de masa directamente a la pieza. Por lo tanto, no es correcto denominar el cable como “cable de tierra” o la conexión como “pinza de tierra”. La pinza de masa nunca debería almacenarse mediante su sujeción a cualquier parte de la fuente de alimentación conectada a tierra. La conexión a tierra de los sistemas eléctricos y conductores de circuitos se hace para limitar los voltajes debidos a rayos, sobretensión de las líneas o al contacto accidental con líneas de mayor voltaje, y para estabilizar el voltaje a tierra durante el funcionamiento normal.

También facilita el funcionamiento del dispositivo de sobrecorriente en caso de fallas de la conexión a tierra. (Consulte el artículo 250.4 de la norma NFPA 70, *National Electrical Code*®.) La conexión a tierra de piezas, carcasas de equipos, gabinetes y bastidores metálicos u otros materiales conductores que forman parte del equipo se hace para limitar el voltaje a tierra sobre estos objetos. Si el voltaje se limita mediante la conexión a tierra, se ayuda a evitar descargas accidentales cuando el equipo está mal conectado o el aislamiento falla. (Consulte el artículo 250.4 de la norma NFPA 70, *National Electrical Code*®).

El equipo que se utiliza con sistemas de alimentación sin conexión a tierra, tales como los que se emplean en sistemas navales a bordo, debería conectarse de conformidad con los requisitos de la autoridad competente.

En los equipos que utilizan estabilizadores de arco de alta frecuencia puede ser aconsejable una conexión a tierra especial en radiofrecuencia. (Consulte *Recommended Installation and Test Procedures for High Frequency Stabilized Arc Welders* [Procedimientos recomendados de instalación y prueba para soldadores con estabilizador de arco de alta frecuencia], 1970, Sección de Soldadura por Arco de NEMA [Asociación Nacional Estadounidense de Fabricantes Eléctricos]).

**11.3.2.2 Cable de masa.** La corriente de soldadura debe regresar a la soldadora mediante un cable con suficiente capacidad de corriente. Sin embargo, la conexión de un cable desde la soldadora a un conductor común o estructura unida adecuadamente sobre la que descansa la pieza, o a la que está conectada la pieza, será un procedimiento alternativo permitido. Se debe permitir que las máquinas de corriente alterna monofásica en grupos de tres, con sus entradas conectadas en delta a un circuito de alimentación trifásico conectado en Y en los circuitos secundarios utilicen un solo cable de masa, desde el neutro de las tres unidades hasta la estructura a soldar.

El cable de masa debe utilizar un solo cable de un tamaño adecuado para el régimen de corriente de al menos una máquina.

**11.3.3 Limitaciones para la conexión a tierra de conductos y tuberías.** Los conductos que contienen conductores eléctricos no se deben utilizar para completar un circuito del cable de masa. Las tuberías no deben utilizarse como parte permanente de un circuito de soldadura, pero pueden emplearse durante la construcción, ampliación o reparación, siempre que la corriente no se transporte a través de juntas roscadas, juntas con pestaña

**E11.3.2.2** Consulte en 11.3.6 las consideraciones para voltaje y descargas eléctricas. Se debe tener cuidado de que en el procedimiento alternativo permitido no exista ninguna otra conexión o trayectoria eléctrica.

**E11.3.3** La corriente que fluye a través de juntas que no están destinadas para tal uso puede originar el desarrollo de puntos calientes. Estos puntos calientes pueden conducir al desarrollo de incendios ocultos o explosiones. Consulte otras precauciones en 11.4.



atornillada o juntas selladas con soldadura. Además, se deben tomar precauciones especiales para evitar chispas en la conexión del cable de masa.

**11.3.4 Conexiones prohibidas del cable de masa.** No deben usarse cadenas, cables, grúas, montacargas ni elevadores para transportar la corriente de soldadura.

**11.3.5 Continuidad eléctrica en estructuras.** Si durante la construcción o modificación se emplea una edificación, o cualquier otra estructura metálica fabricada, para un circuito de retorno de la corriente de soldadura, esta se debe verificar para determinar si existe un contacto eléctrico correcto en todas las juntas. La presencia de chispas o calentamiento en cualquier lugar deben ser motivo de rechazo de la estructura como circuito de retorno.

**11.3.6 Conexiones para minimizar el peligro de descargas eléctricas.** Cuando los soldadores trabajan en una estructura lo suficientemente cercanos entre sí y existe la posibilidad de que alguien toque simultáneamente las partes expuestas de más de un portaelectrodo, las máquinas deben estar conectadas de modo de minimizar el peligro de descargas eléctricas de la manera siguiente:

**11.3.6.1 Máquinas de CC.** A menos que sea necesario por un caso especial, todas las máquinas de CC deben conectarse con la misma polaridad.

**11.3.6.2 Máquinas de CA.** A menos que sea necesario por un caso especial, todas las máquinas de CA monofásica deben conectarse a la misma fase del circuito de alimentación y con la misma polaridad instantánea.

**11.3.6.3 Casos especiales.** El operario y el personal de otras áreas deben recibir instrucciones sobre la importancia de evitar el contacto simultáneo de las partes expuestas de más de un portaelectrodo.

## 11.4 Manejo

**11.4.1 Instrucción del trabajador.** Los trabajadores asignados para manejar o mantener equipos de soldadura por arco deben estar familiarizados con las partes de esta norma aplicables a sus tareas laborales.

**11.4.2 Revisión de las conexiones.** Después del montaje de cualquier conexión a la máquina, cada conexión montada se debe verificar para comprobar que se haya realizado correctamente antes de iniciar las operaciones. Además, el cable de masa debe estar conectado firmemente a la pieza; las pinzas de masa magnéticas deben estar libres de partículas metálicas y salpicaduras adheridas a las superficies de contacto.

**E11.3.4** Consulte 11.4.9.2.

**E11.3.5** Antes de proceder se debe obtener la aprobación del propietario o la persona responsable.

**E11.3.6.1** Se puede utilizar una lámpara de prueba o un voltímetro para determinar si las conexiones son correctas. Consulte 11.3.6.3

**E11.3.6.2** Se puede utilizar un voltímetro para determinar si las conexiones son correctas. Consulte 11.3.6.3

**E11.3.6.3** Cuando las operaciones sobre una estructura implican varias soldadoras, los requisitos del proceso de soldadura con CC pueden exigir el uso de ambas polaridades, o las limitaciones del circuito de alimentación de la soldadura con CA pueden exigir la distribución de las máquinas entre las fases del circuito de alimentación. Los voltajes de vacío entre portaelectrodos son el doble de lo normal en las máquinas de CC, o 1, 1.41, 1.73, o el doble de lo normal en las máquinas de CA. Si en la misma estructura se realizan soldaduras tanto con CA como CC existirán diferencias de voltaje similares.

**E11.4** Esta sección se aplica a todos los procesos de soldadura y corte por arco. En el caso de la soldadura por arco protegida con gas, consulte los documentos de prácticas recomendadas tales como AWS C5.6-89, *Recommended Practices for Gas-Metal Arc Welding* (Prácticas recomendadas para la para soldadura por arco con electrodo metálico protegido).

**E11.4.1** Las secciones de especial interés son la sección 4, Protección del personal y del área general, la sección 5, Ventilación y la sección 6, Prevención y protección contra incendios.

**E11.4.2** Para evitar el calentamiento local se necesitan conexiones limpias y bien ajustadas. Las conexiones secas y correctamente aisladas son necesarias para evitar corrientes eléctricas parásitas y posibles descargas o cortocircuitos.

El enrollamiento del cable de soldadura debe mantenerse en un mínimo y antes del uso se debe extender cualquier

**11.4.3 Conexión a tierra del bastidor de la máquina.** Se debe verificar la conexión a tierra del bastidor de la soldadora. Se debe prestar atención especial a las conexiones a tierra de las máquinas portátiles. Consulte la norma NFPA 70, *National Electric Code*®, Artículo 250, Grounding (Conexión a tierra).

**11.4.4 Fugas.** No debe haber fugas de agua de enfriamiento, gas de protección ni combustible de motores que puedan afectar negativamente la seguridad del soldador.

**11.4.5 Instrucciones de manejo seguro.** Las reglas e instrucciones escritas sobre el manejo seguro de los equipos se deben poner a disposición del soldador y se deben cumplir estrictamente.

**11.4.6 Interrupciones del trabajo.** Cuando el soldador abandona el trabajo o se detiene durante un tiempo considerable, la salida del equipo o la máquina se deben apagar o desconectar.

**11.4.7 Traslado de la máquina.** Cuando la máquina se tiene que trasladar, la fuente de alimentación de entrada al equipo se debe desconectar de la electricidad.

**11.4.8 Equipos que no se usan.** Cuando no están en uso, los electrodos de metal y de carbón se deben retirar de los portaelectrodos para eliminar el peligro de contacto eléctrico con personas u objetos conductores. Cuando no están en uso, los portaelectrodos se deben colocar de modo que no puedan hacer contacto eléctrico con personas, objetos conductores, tales como metal o tierra húmeda, líquidos inflamables o cilindros de gas comprimido. Cuando no están en uso, las pistolas de las soldadoras semiautomáticas se deben colocar de modo que el interruptor de la pistola no se pueda activar accidentalmente.

**11.4.9 Descargas eléctricas.** El soldador debe recibir capacitación para evitar las descargas eléctricas. Las descargas eléctricas inexplicables se deben notificar al supervisor para su investigación y corrección antes de continuar. Cuando se trabaja con equipos que tienen los voltajes necesarios para la soldadura por arco se deben cumplir los procedimientos de seguridad en todo momento.

**11.4.9.1 Partes metálicas vivas.** El soldador nunca debe permitir que las partes metálicas vivas de un electrodo, portaelectrodo u otros equipos, toquen la piel expuesta o cualquier cobertura húmeda del cuerpo.

**11.4.9.2 Aislamiento.** Los soldadores deben protegerse del contacto eléctrico con la pieza o la conexión a tierra mediante material aislante seco; particularmente, cuando trabajan en una posición sentada o boca abajo deben protegerse del contacto de áreas grandes mediante aislamiento.

exceso para evitar el sobrecalentamiento y los daños al aislamiento. Los trabajos que requieren alternativamente cables cortos y largos deberían equiparse con conectores aislados, de manera que los tramos que no se utilizan se puedan desconectar cuando no se necesiten.

**E11.4.4** La humedad puede conducir la corriente eléctrica y elevar la posibilidad de una descarga eléctrica, los gases de protección pueden provocar asfixia y los combustibles pueden provocar explosiones o incendios.

**E11.4.9** No se deberían usar objetos de joyería y ropa (tales como pulseras de reloj, brazaletes, anillos, llaveros, collares, delantales metalizados, paños con hilos conductores o elementos metálicos para la cabeza) que puedan ser conductores si se ponen en contacto con partes energizadas expuestas. Sin embargo, se pueden usar esos objetos? si se transforman en no conductores, ya sea por cobertura, envoltorio u otros medios de aislamiento.

**E11.4.9.2** Cuando se requiere que el trabajador realice la soldadura o el corte desde una escalera, esta no debería ser conductora o, de lo contrario, debe aislarse de la pieza y la conexión a tierra. Se debería usar calzado seco y en buenas condiciones. En áreas húmedas deberían usarse botas o zapatos con suela de goma. Los trabajadores deberían usar botas de protección cuando trabajan en agua estancada u otras áreas húmedas.

**11.4.9.3 Guantes.** Se deben usar guantes secos y en buen estado.

**11.4.9.4 Portaelectrodos y pistolas.** Los portaelectrodos y las pistolas deben estar bien aislados y mantenerse en buen estado.

**11.4.9.5 Inmersión en agua.** Los portaelectrodos y las pistolas no se deben enfriar mediante inmersión en agua.

**11.4.9.6 Portaelectrodos enfriados por agua.** No se deben utilizar portaelectrodos y pistolas enfriados por agua si existen fugas o condensación de agua que puedan afectar negativamente la seguridad del soldador.

**11.4.9.7 Cambio de electrodos.** A excepción de la soldadura por arco con electrodo metálico revestido, la salida de la soldadora se debe desconectar de la electricidad cuando se cambian electrodos o puntas de contacto.

**11.4.9.8 Otras prácticas que deben evitarse.** El soldador no debe enrollar o envolver el cable de electrodos de soldadura en partes de su cuerpo. Cuando el soldador trabaja por encima del nivel del suelo se deben tomar precauciones para evitar las caídas inducidas por descargas eléctricas.

**11.4.9.9 Usuarios de marcapasos.** Los usuarios de marcapasos u otros equipos electrónicos fundamentales para la vida deben consultar a los fabricantes y a su médico para determinar si existe algún peligro.

## 11.5 Mantenimiento

**11.5.1 Generalidades.** Todos los equipos de soldadura por arco deben mantenerse en estado de funcionamiento seguro en todo momento. El soldador o el personal de mantenimiento deben informar al supervisor de cualquier defecto de los equipos o peligro de seguridad, y el uso de estos equipos se debe suspender hasta que se haya garantizado su seguridad. Las reparaciones deben estar a cargo de personal calificado solamente.

**11.5.2 Equipos de soldadura.** Los equipos de soldadura deben mantenerse en buenas condiciones mecánicas y eléctricas para evitar peligros innecesarios. Los conmutadores de equipos eléctricos rotatorios deben mantenerse limpios para evitar chispazos excesivos.

Cuando efectúe soldaduras desde andamios suspendidos, reduzca la posibilidad de arcos de corriente de soldadura a través del cable de suspensión mediante el uso de una vaina aislada para conectar cada cable de suspensión a su soporte colgante (tales como ganchos de cornisa o estabilizadores). Aísle el exceso del cable de suspensión y aísle de la conexión a tierra todas las líneas independientes adicionales. Cubra el cable de suspensión con material aislante que se extienda al menos 4 pies por encima del montacargas. Aísle el cabo por debajo del montacargas para evitar el contacto con la plataforma. Guíe o retenga la porción del cabo que cuelga suelto por debajo del andamio para que no quede conectado a tierra (consulte 29 CFR 1926.451(f)(17)).

**E11.4.9.3** El uso de guantes húmedos o mojados puede conducir a una descarga eléctrica. Cuando la humedad o la transpiración presentan un problema, se deberían usar guantes de goma u otros medios de aislamiento. Consulte también 4.3.2 y E11.2.2.

**E11.4.9.9** Los soldadores y otras personas que tengan que trabajar en un entorno de soldadura deberían informar a su médico antes de someterse a los procedimientos de colocación de los dispositivos.

**E11.5.1** Se recomiendan ampliamente las inspecciones periódicas.

**11.5.2.1 Inspección.** El equipo de soldadura se debe inspeccionar con frecuencia para detectar acumulaciones de material extraño que pueda interferir con la ventilación o el aislamiento. Los conductos de ventilación de bobinas eléctricas se deben inspeccionar y limpiar de manera similar. Los sistemas de combustible de las máquinas accionadas por motor se deben inspeccionar y revisar en busca de posibles fugas y acumulaciones de agua que puedan causar oxidación. Los componentes móviles y rotatorios deben mantenerse protegidos y lubricados correctamente.

**11.5.2.2 Soldadura al aire libre.** El equipo de soldadura que se emplea al aire libre debe protegerse de las inclemencias del tiempo. Las cubiertas de protección no deben obstruir la ventilación necesaria para evitar el sobrecalentamiento de la máquina.

**11.5.2.3 Modificaciones.** Cuando sea necesario modificar el equipo, tal como para cumplir con los requisitos del nivel de ruido, se debe determinar que las modificaciones o adiciones al equipo no provoquen el exceso o la sobrecarga respecto de los valores nominales eléctricos o mecánicos del equipo.

**11.5.3 Máquinas mojadas.** Las máquinas que se hayan mojado se deben secar a fondo y verificar adecuadamente antes del uso. Cuando no estén en uso, los equipos se deben proteger o almacenar adecuadamente en un lugar limpio y seco.

**11.5.4 Cable de soldadura.** El cable de soldadura se debe inspeccionar en busca de desgaste o deterioro. Los cables con el aislamiento o los conectores dañados se deben reemplazar o reparar, a fin de lograr la resistencia mecánica, calidad aislante, conductividad eléctrica e impermeabilidad al agua del cable original. La unión de tramos de cables se debe realizar mediante métodos destinados específicamente para ese fin. Los métodos de conexión deben tener el aislamiento adecuado para el servicio.

**11.5.5 Gases comprimidos.** El uso de gases comprimidos para protección en las operaciones de soldadura por arco debe cumplir con las disposiciones aplicables de la sección 10, Seguridad de soldadura y corte con oxígeno y gas combustible.

**E11.5.2.1** La suciedad en equipos eléctricos puede elevar la temperatura, disminuir la vida útil y, posiblemente, conducir a corto cortocircuitos.

Es una buena práctica soplar toda la soldadora con aire comprimido limpio y seco, con las precauciones de seguridad adecuadas.

**E11.5.2.2** Los filtros de aire del sistema de ventilación de componentes eléctricos no deberían usarse, a menos que el fabricante de la soldadora lo disponga o lo apruebe. La reducción del flujo de aire que resulta del uso de un filtro de aire en equipos no designados para ello puede someter los componentes internos a un estado de sobrecalentamiento y consecuente avería.

**E11.5.2.3** Las modificaciones deberían estar solamente a cargo del fabricante del equipo o de un técnico de servicio calificado.

**E11.5.4** Los terminales desconectados de cables de soldadura se deben almacenar adecuadamente para evitar el cierre involuntario de circuitos eléctricos.

## 12. Seguridad de la soldadura por resistencia

### 12.1 Generalidades

**12.1.1 Alcance.** El alcance de esta sección se limita a los equipos de soldadura que emplean los principios de la soldadura por resistencia tal como se definen en la publicación titulada AWS A3.0M/A3.0, Definiciones y términos estándar de las soldaduras. Además, se remite a los usuarios a la Parte I de este documento que es aplicable a la seguridad general en soldadura y corte.

**12.1.2 Selección.** Todos los equipos de soldadura por resistencia se deben seleccionar para su aplicación segura

al trabajo previsto. Cuando se elige el equipo para el trabajo a realizar, se deben considerar los aspectos de seguridad del personal de soldadura por resistencia.

**12.1.3 Capacitación del operario.** Los trabajadores designados para manejar equipos de soldadura por resistencia deben haber sido correctamente instruidos y considerados competentes para manejar esos equipos.

**12.2 Instalación.** Todos los equipos se deben instalar de conformidad con las normas NFPA 79, *Electrical Standard for Industrial Machinery* (Normas de electricidad para maquinaria industrial), NFPA 70E, *Standard for Electrical Safety in the Workplace*<sup>®</sup> (Normas para la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo) y NFPA 70 *National Electrical Code*<sup>®</sup> (Código eléctrico nacional estadounidense) o su equivalente en protección, sobre la base de los avances de la tecnología. La instalación de los equipos debe estar a cargo de personal calificado con la dirección de un supervisor técnico.

### 12.3 Protección

**12.3.1 Dispositivos de inicio de control.** Los dispositivos de inicio de control como pulsadores, interruptores de pedal, sistemas de retracción e interruptores de programación dual en cualquier equipo de soldadura, incluidas las pistolas portátiles, se deben ordenar o proteger para evitar que el operario los active inadvertidamente.

#### 12.3.2 Equipos estáticos

**12.3.2.1 Generalidades.** Todas las cadenas, engranajes, accionadores de funcionamiento y correas asociados con equipos de soldadura deben protegerse de conformidad con la norma B15.1 de ANSI, *Safety Standard for Mechanical Power Transmission Apparatus* (Norma de seguridad para los aparatos de transmisión de energía mecánica).

#### 12.3.2.2 Equipos de un solo pistón y monopunto.

En las soldadoras estáticas de un solo pistón, a menos que el tamaño de la pieza, la configuración o el utillaje (por ejemplo, la plantilla guía o portapieza) ocupen ambas manos del operador de forma remota desde el punto de operación durante el ciclo de la máquina, las operaciones deben realizarse de manera de evitar lesiones al operario mediante uno o varios de los puntos siguientes:

(1) Guardas protectoras de las máquinas o portapiezas que impidan que las manos del operario pasen por debajo del punto de operación:

(2) Controles con ambas manos;

(3) Pestillos;

(4) Dispositivos de detección de presencia; o

(5) Cualquier dispositivo o mecanismo similar que impida el funcionamiento del pistón mientras las manos del operario están por debajo del punto de operación.

**12.3.2.3 Equipos con pistolas múltiples.** Cuando se prevé que los dedos del operario pasarán por debajo del punto de operación, todas las operaciones en máquinas de soldadura de pistolas múltiples deben estar protegidas eficazmente mediante el uso de dispositivos, tales como, entre otros, dispositivos de detección de presencia, pestillos, bloques, barreras o controles para ambas manos.

#### 12.3.3 Equipos portátiles

**12.3.3.1 Seguridad del sistema de soporte.** Todos los equipos suspendidos de pistola manual, con la

**E12.1.3** Consulte la norma OSHA 29 CFR 1910.225. |

**E12.2** Consulte la norma OSHA 29 CFR 1910 Subparte S, Electricidad.

excepción del montaje de la pistola manual, deben estar equipados con un sistema de soporte capaz de sostener la carga de impacto total en caso de falla de cualquiera de los componentes del sistema de soporte. El sistema debe estar diseñado a prueba de fallas. Se debe permitir el uso de dispositivos tales como cables, cadenas, abrazaderas, etc.

**12.3.3.2 Soporte móvil.** Cuando penetra en el cuerpo de la pistola, el mecanismo de soporte móvil debe estar diseñado de manera que no presente puntos de cizallamiento para los dedos colocados en el soporte móvil en funcionamiento; de lo contrario debe proveerse una protección. Si no se puede lograr una protección adecuada, se debe permitir el uso de dos manijas, una para cada mano con uno o dos interruptores de funcionamiento ubicados en puntos de sujeción adecuados para el uso. Estas manijas e interruptores de funcionamiento deben estar lo suficientemente alejados del punto de cizallamiento o punzonamiento, o ambos, para eliminar la posibilidad de que cualquier dedo ingrese en el punto de cizallamiento o punzonamiento cuando las manos están en los controles.

## 12.4 Instalación eléctrica

**12.4.1 Voltaje.** Ninguno de los circuitos externos de control de inicio de la soldadura debe funcionar por encima de 120 voltios CA RMS en equipos estáticos ni por encima de 36 voltios CA RMS en equipos portátiles.

### 12.4.2 Soldadoras por resistencia con energía almacenada

**12.4.2.1 Mantenimiento y servicio.** Cuando se realiza el servicio de soldadoras con energía almacenada, el personal de mantenimiento no debe confiar en la existencia de medios de disipación de energía o indicadores de energía, y siempre debe usar un método seguro para verificar que se haya disipado la energía almacenada antes de reparar el equipo.

**12.4.2.2 Soldadoras por resistencia con energía almacenada, equipos y controles.** Los equipos de soldadura por resistencia y los paneles de control que contengan dispositivos tales como condensadores, inductores y baterías para soldadura por resistencia con energía almacenada deben tener el aislamiento y la protección adecuados mediante gabinetes completos, cuyas puertas deben estar provistas de enclavamientos y contactos adecuados conectados al circuito de control (similar a los enclavamientos de elevadores). Estos enclavamientos o contactos deben estar diseñados de modo de interrumpir eficazmente la energía y garantizar la disipación (para inductores y condensadores) o el aislamiento (para baterías), según corresponda, de la energía almacenada cuando se abre la puerta del gabinete.

Además de los enclavamientos o contactos mecánicos, se debe instalar un interruptor de accionamiento manual o dispositivo positivo adecuado, como medida de seguridad adicional que garantice la descarga absoluta de todos los condensadores.

La soldadora con energía almacenada debe tener un medio para determinar el estado de la energía almacenada, tales como puntos de prueba con aislamiento. Se debe utilizar un rotulado de precaución apropiado para referirse a esta energía almacenada.



El panel de control por sí solo se considera un gabinete y, cuando se cumplen las demás condiciones del párrafo, los condensadores ubicados dentro en una caja de ese panel no deben requerir otro gabinete adicional.

### 12.4.3 Soldadoras con inversores.

**12.4.3.1 Mantenimiento y servicio.** Cuando se realiza el servicio de controles de soldadura por resistencia con corriente continua de frecuencia media (MFDC) y controles de soldadura por resistencia con corriente continua de alta frecuencia (HFDC), el personal de mantenimiento no debe depender de la existencia de medios de disipación del condensador de filtro y siempre debe usar un método seguro para verificar que los condensadores se hayan disipado antes de reparar el equipo.

**12.4.3.2 Controles con inversor.** Las máquinas que incorporan controles de soldadura por resistencia con MFDC y controles de soldadura por resistencia con HFDC pueden incorporar condensadores de filtro de gran tamaño, que almacenan cantidades peligrosas de energía. Estos controles deben cumplir con los requisitos de la norma NFPA 79, *Electrical Standard for Industrial Machinery*. Los controles de MFDC y HFDC deben incluir un medio para determinar el estado de los condensadores de filtro, tales como puntos de prueba con aislamiento. También debe emplear un rotulado de precaución apropiado para informar de este peligro de voltaje.

### 12.4.4 Bloqueos y enclavamientos

**12.4.4.1 Puertas.** Las puertas y paneles de acceso de todas las soldadoras por resistencia y los paneles de control accesibles al nivel del suelo de la producción, deben mantenerse bloqueados o enclavados para evitar el acceso de personas no autorizadas a las partes vivas del equipo. Una puerta o panel de acceso se deben considerar bloqueados si se requieren una llave, llave inglesa u otro instrumento para abrirlos.

**12.4.4.2 Paneles de control de ubicación remota.** Los paneles de control ubicados en plataformas aéreas o en salas separadas deberán bloquearse, enclavarse o protegerse mediante una barrera física y carteles, y cuando el equipo no está sometido a servicio los paneles se deben cerrar. Los carteles deben estar de conformidad con las normas ANSI Z535.

Para el equipo de soldadura por chispa se debe proveer protección contra las chispas que sea de un material adecuado resistente al fuego, a fin de controlar las chispas en vuelo y el metal fundido.

**12.4.5 Protecciones contra chispas.** Se debe proveer protección contra el peligro proveniente de chispas en vuelo mediante métodos tales como la instalación de un protector adecuado de material resistente al fuego o el uso de gafas de protección personal aprobadas. Las variantes de las operaciones de soldadura por resistencia son tales que cada instalación se debe evaluar individualmente.

**12.4.6 Botones de parada.** Se deben proveer uno o más botones de seguridad para parada de emergencia en todas las soldadoras que presenten las características siguientes:

**E12.4.5** El objetivo principal es la protección del personal que no sea el operario, cuya protección se trata en la sección 4, Protección del personal y del área general. Se deben tomar las precauciones adecuadas para evitar incendios, como se establece en la sección 6, Prevención y protección contra incendios.

**E12.4.6** El término secuencia tal como se usa en este manual significa la acción y el tiempo que requiere la máquina desde el momento en que los botones de ejecución se bloquean (enclavan) y pueden liberarse, hasta que la máquina se detiene por sí misma.

(1) requieren tres o más segundos para completar una secuencia,

(2) tienen movimientos mecánicos que pueden ser peligrosos para las personas si se eliminaran las guardas protectoras, y

(3) la instalación y el uso de estos botones de parada de emergencia no crean otros peligros para las personas.

#### 12.4.7 Conexión a tierra.

**12.4.7.1 Conexión a tierra general de soldadoras por resistencia.** El secundario del transformador de soldadura se debe conectar a una toma de tierra protectora mediante uno de los métodos de (1), (2), (3) siguientes, o se debe proveer un medio alternativo de protección como en (4):

(1) Conexión a tierra permanente del circuito secundario de la soldadora mediante un conductor de tamaño apropiado.

(2) Unión del circuito secundario de CC de la soldadora mediante un resistor de tamaño adecuado.

(3) Conexión de un reactor de puesta a tierra a través del devanado secundario que tiene la o las derivaciones del reactor a tierra.

(4) Como alternativa, en máquinas en las que en funcionamiento normal no hay interacción humana con el circuito secundario o su utillaje asociado, utilice un contactor de aislamiento para abrir ambos lados de la línea al primario del transformador de soldadura. Cuando se emplea este método, se debe tener el cuidado apropiado durante los procedimientos de mantenimiento, tales como la soldadura de cupones de prueba, para garantizar que el personal esté protegido contra las corrientes de falla.

**12.4.7.2 Conexión a tierra de pistolas Transgun portátiles.** Además de los requisitos de 12.4.7.1, las pistolas manuales que incorporan un transformador integral para soldadura por resistencia con voltaje primario de más de 120 voltios requieren medios complementarios para garantizar la protección del operario. Estos medios complementarios deben incluir como mínimo:

(1) Detección de falla de tierra que desconecte el suministro en caso de falla.

(2) Verificación de la conexión a tierra.

(3) Un cable primario de protección con conexión a tierra para proporcionar protección mecánica y eléctrica complementaria.

(4) Un medio para verificar el funcionamiento de los sistemas de seguridad.

**12.5 Dispositivos estáticos de seguridad.** En las soldadoras de gran tamaño que incorporan una platina, se deben proveer dispositivos de seguridad enclavados eléctricamente como clavijas, bloques o pestillos, donde la placa o el cabezal puedan desplazarse. Durante el uso, el dispositivo debe provocar la ruptura del circuito energizante, y el propio dispositivo evitará el movimiento

**E12.4.7** Cuando se emplea una conexión a tierra permanente en sistemas que incorporan alimentación primaria multifásica, voltajes secundarios diferentes o ambos, pueden circular corrientes indeseables a través de la pieza o el portapieza. Esas situaciones requieren el uso de un reactor de puesta a tierra (para máquinas de CA), una resistencia de puesta a tierra (para máquinas de CC) o un contactor de aislamiento (cuando no hay interacción humana con el circuito secundario o su utillaje asociado).

**E12.4.7.2** Los operarios y el personal de mantenimiento requerirán capacitación adicional sobre el manejo y mantenimiento de este equipo y debería haber un programa regular de inspección para garantizar que el equipo de seguridad esté funcionando según lo previsto.

**E12.5** El objetivo es exigir estos dispositivos cuando el área de la máquina es tan amplia que el mantenimiento o la configuración requerirían la inserción de más que las manos en el área de confinamiento.



de la platina o el cabezal en condiciones de carga estática. Pueden ser necesarios más de un dispositivo, según el tamaño o la accesibilidad de la máquina, pero cada dispositivo por sí solo debe ser capaz de sostener la totalidad de la carga estática implicada.

**12.6 Ventilación.** La ventilación se debe proveer de conformidad con la sección 5.

**12.7 Mantenimiento.** Las inspecciones periódicas y reparaciones necesarias deben estar a cargo de personal autorizado. Los operarios y el personal de mantenimiento deben informar al personal de supervisión de cualquier defecto en los equipos.

### 13. Procesos de soldadura y corte por haz de electrones (EBW y EBC)

**13.1 Generalidades.** Estas recomendaciones de prácticas seguras están extraídas del documento AWS C7.1, *Recommended Practices for Electron Beam Welding* (Prácticas recomendadas para soldadura por haz de electrones).

**13.2 Peligros potenciales.** Se debe usar protección contra los peligros potenciales siguientes asociados con la soldadura por haz de electrones:

- Descarga eléctrica (13.2.1)
- Gases y humos (13.2.2)
- Radiación de rayos X (13.2.3)
- Radiación visible (13.2.4)
- Vacío (13.2.5)

**13.2.1 Descarga eléctrica.** Se deben fijar carteles preventivos adecuados sobre los equipos. Todas las puertas y paneles de acceso al equipo de soldadura por haz de electrones deben estar debidamente aseguradas y enclavadas para evitar el acceso accidental o no autorizado. Todos los conductores de alto voltaje deben estar completamente confinados mediante barreras conductoras con conexión a tierra que también estén enclavadas. Antes de revisar la pistola de haz de electrones y las fuentes de alimentación de alto voltaje se debe usar una sonda de conexión a tierra.

**13.2.2 Humos y gases.** Se debe proveer ventilación por extracción y filtración positiva de los procesos de soldadura por haz de electrones (EB) en cámara de vacío medio y a presión atmosférica. En la soldadura por EB en cámara de alto vacío, se debe tener cuidado adicional durante la limpieza del interior de la cámara de vacío para asegurarse de que los vapores de los solventes y las soluciones de limpieza no alcancen niveles peligrosos.

Antes de soldar materiales desconocidos o de usar materiales de limpieza desconocidos, se debe leer la Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS) para determinar si existen peligros.

**E13.1** Para obtener un tratado completo sobre el tema se debería consultar el documento AWS C7.1. Asimismo, consulte en la Parte I de esta norma las consideraciones generales de seguridad asociadas con los procesos y equipos de soldadura y corte.

**E13.2.1** El voltaje primario típico de una soldadora por haz de electrones es de 440 voltios. Los voltajes que se emplean en procesos de soldadura por haz de electrones son mucho más altos que los de la mayoría de los procesos de soldadura.

Cuando se efectúa el servicio en estos equipos (especialmente en sistemas energizados) debería haber una segunda persona en el área en caso de descarga accidental. Para la pistola de haz de electrones y también para el o los medidores de vacío (ionización) el voltaje primario de entrada se eleva hasta varios miles de voltios. Estos voltajes, y sus corrientes asociadas, son letales.

**E13.2.2** La soldadura por haz de electrones genera ozono, óxidos de nitrógeno y humos metálicos. Consulte la información adicional sobre la manipulación de sustancias peligrosas en 3.2.1.2; en la sección 5, Ventilación, se encuentra una descripción detallada de los sistemas de ventilación adecuados y en la sección 7, Espacios confinados, información sobre el trabajo en espacios confinados.

**13.2.3 Radiación de rayos X.** Se requiere protección adecuada del equipo de EBW para eliminar, o reducir a niveles aceptables, la radiación de rayos X en el lugar de trabajo. Cualquier modificación de la protección contra la radiación debe estar solamente a cargo del fabricante del equipo o de un técnico de servicio calificado. Una vez que el fabricante del equipo o los técnicos calificados hayan terminado las modificaciones, se debe realizar una medición de radiación.

**13.2.4 Radiación no ionizante.** El vidrio de plomo que se utiliza en los puertos de visualización debe proporcionar la protección de visión óptica suficiente de la radiación UV e IR, y se deben seleccionar y usar filtros apropiados para reducir la luz visible a un nivel cómodo de visualización.

**13.2.5 Vacío.** Los usuarios del proceso de soldadura por haz de electrones deben ser conscientes de las precauciones necesarias para trabajar con sistemas de vacío.

**E13.2.3** La radiación de rayos X se produce cuando los electrones chocan con una sustancia (tal como un gas o metal). La intensidad de los rayos X producidos aumenta a medida que se incrementa el voltaje del haz, la corriente del haz y el número atómico del material alcanzado por el haz. El equipo del haz de electrones se debería someter a inspección y a una medición periódica de la radiación, con la documentación y publicación de los resultados. Las precauciones típicas y los procedimientos de la medición que deberían seguirse para proporcionar la protección adecuada deberían consultarse en publicaciones tales como las normas ANSI N43.3, *General Safety Standards for Installations Using Non-Medical X-Ray and Sealed Gamma Ray Sources, Energies Up to 10 MeV* (Normas de seguridad general de instalaciones para uso no médico de fuentes de rayos X y precintadas de rayos gamma, energías hasta 10MeV), y AWS C7.1M/C7.1, *Recommended Practices for Electron Beam Welding* (Prácticas recomendadas para soldadura por haz de electrones).

**E13.2.4** La visualización directa de la zona de soldadura durante la soldadura por haz de electrones puede ser perjudicial para la vista, ya que se produce radiación visible, infrarroja (IR) y ultravioleta (UV). Consulte también 4.2.2. Se debería consultar una guía para la selección de filtros ópticos en la norma ANSI Z87.1, *Occupational and Educational Eye and Face Protection Devices* (Dispositivos de protección ocular y facial ocupacional y educativa).

**E13.2.5** Todas las máquinas de soldadura por haz de electrones requieren un alto vacío para generar el haz. Además, la mayoría de las máquinas requieren un cierto nivel de ambiente de vacío para la pieza. El usuario debería ser consciente de que los sistemas de vacío de la EBW pueden generar altos niveles de ruido. En la publicación de la American Vacuum Society (Sociedad Estadounidense de Vacío) *Vacuum Hazards Manual* (Manual de los peligros del vacío) se proporciona una descripción detallada de estas precauciones.

## 14. Corte y soldadura por rayo láser

**14.1 Generalidades.** Las operaciones de corte y soldadura que emplean la tecnología del rayo láser deben ajustarse a las secciones aplicables de esta norma y a la norma ANSI Z136.1, *Safe Use of Lasers* (Uso seguro de láseres).

## 15. Seguridad en soldadura fuerte y soldadura blanda

**15.1 Generalidades.** Esta sección incluye buenas prácticas para la soldadura fuerte y soldadura blanda.

**15.2 Peligros potenciales.** Se debe usar protección contra los peligros potenciales siguientes asociados con la soldadura fuerte y soldadura blanda:

**E15.1** Los peligros que se encuentran en la soldadura fuerte y soldadura blanda son similares a los asociados con los procesos de soldadura y corte. Las buenas prácticas implementadas para la soldadura y el corte son igualmente aplicables a la soldadura fuerte y la soldadura blanda con respecto a protección del personal y del área general, ventilación, prevención y protección contra incendios y espacios confinados (consulte las secciones 4, 5, 6 y 7).

- (1) sustancias inflamables y corrosivas (consulte 15.2.1);
- (2) quemaduras (consulte 15.2.2);
- (3) fundentes y metales de aporte (consulte 15.2.3);
- (4) gases y humos (consulte 15.2.4); y
- (5) mantenimiento de los equipos (consulte 15.2.5).

**15.2.1 Sustancias inflamables y corrosivas.** Durante el montaje y el almacenamiento, los operarios deben aislar de las llamas abiertas y fuentes de calor a aquellos recipientes de soluciones de fundente a base de alcohol o que contengan alcohol. Como los fundentes son sustancias corrosivas, se deben almacenar, transportar y desechar de conformidad con las prácticas reglamentarias para materiales ácidos. Durante el transporte, manipulación y uso de fundentes, los operarios deben usar protección para los ojos, protección para la cara y ropa de protección adecuadas. Antes de utilizar estas sustancias, se deben consultar las hojas de datos de seguridad de sustancias inflamables y corrosivas.

Las atmósferas de hornos para soldadura fuerte se deben purgar mediante el empleo de procedimientos seguros antes de introducir gases inflamables (incluidos gases combustibles, hidrógeno y amoníaco disociado) que se utilizan frecuentemente como atmósferas (consulte 5.5.6).

**15.2.2.1 Marcación de materiales calientes.** Los operarios deben rotular con el cartel apropiado todos los montajes, herramientas y superficies que estén a altas temperaturas (consulte 3.2.3.4).

**15.2.2.2 Soldadura fuerte por inmersión.** Cuando se efectúa la soldadura fuerte por inmersión, los montajes y portapiezas que se sumerjan en el baño de sales fundidas deben estar completamente secos.

**15.2.2.3 Aluminio.** Los operarios deben tomar precauciones cuando manipulan aluminio para evitar quemaduras graves provenientes de montajes muy calientes.

**15.2.2.4 Hidrógeno.** Los operarios deben tomar precauciones cuando utilizan hidrógeno como gas combustible para evitar quemaduras al personal.

**15.2.3 Fundentes y metales de aporte.** Los operarios deben retirar todos los alimentos (como café, bebidas gaseosas y otras bebidas) del área de trabajo donde se manipulan metales de aporte para soldadura fuerte, aleaciones para soldadura blanda y fundentes. Se debe evitar el contacto casual entre las manos, cara, nariz o boca cuando se manipulan metales de aporte, aleaciones para soldadura blanda, fundentes o materiales base. Cuando sea posible, se deben usar guantes. Se deben consultar las hojas de datos de seguridad de materiales para fundentes de soldadura fuerte y metales de aporte antes de utilizar estas sustancias.

**15.2.4 Humos y gases.** Los operarios deben utilizar ventilación adecuada durante los procedimientos de soldadura fuerte y soldadura blanda (consulte la sección 5). Después de los procesos de soldadura fuerte o soldadura blanda y antes de retirar los montajes, los hornos no evacuados deben purgarse para eliminar los humos nocivos.

**E15.2.1** Numerosos fundentes para aplicaciones estructurales y electrónicas contienen alcohol como vehículo o como agente de dilución, por lo que los fundentes son altamente inflamables. Además, los fundentes son materiales corrosivos. El nivel de corrosividad varía de muy leve (por ejemplo, resina de trementina pura) a altamente activo (por ejemplo, soluciones de ácido clorhídrico, ácido nítrico, etc.), sin embargo, aun los ácidos débiles pueden provocar lesiones por quemaduras al operario. Algunos materiales limitadores, cementos y aglutinantes contienen solventes y son inflamables.

**E15.2.2.1** Las altas temperaturas son las temperaturas a las cuales el objeto en particular no se puede sostener con la mano expuesta.

**E15.2.2.2** La presencia de humedad en los montajes o portapiezas provoca una generación instantánea de vapor que puede expulsar el contenido del recipiente de inmersión con fuerza explosiva y crear un peligro de quemaduras graves.

**E15.2.2.3** Cuando el aluminio está muy caliente, no cambia de color como el acero, por lo que el aluminio caliente es engañoso.

**E15.2.2.4** Las llamas del hidrógeno ardiente son casi invisibles.

**E15.2.3** Las aleaciones para soldadura blanda contienen típicamente metales pesados (por ejemplo, antimonio, plomo, plata, etc.) que son tóxicos para los humanos. La ingestión de cantidades pequeñas de estos metales por períodos prolongados puede provocar complicaciones crónicas de salud.

**E15.2.4** Se pueden emplear temperaturas que provoquen la vaporización de algunos elementos del metal de aporte. Los elementos tales como antimonio, berilio, cadmio, plomo o mercurio son materiales tóxicos. Los humos de zinc pueden causar la fiebre por humos metálicos. Algunos metales de aporte contienen posibles cancerígenos, como níquel y cromo. Estos pueden oxidarse a alta temperatura y

generar humos peligrosos. Los fundentes que contienen compuestos químicos de flúor o cloro son nocivos si se inhalan o entran en contacto con la piel. La aplicación del calor a fundentes y metales de aporte puede generar gases y humos tóxicos. Los materiales limitadores son generalmente cerámicas finas y deberían considerarse como material particulado en polvo.

## 15.2.5 Mantenimiento de equipos

**15.2.5.1 Limpieza.** Los operarios que limpien montajes con cualquier solvente, incluso agua de grifo, deben usar protección adecuada para los ojos, la cara y el cuerpo. Se deben usar guantes para evitar lesiones a causa de los residuos ácidos o cáusticos generados en el agente de limpieza, así como la posible ingestión de metales desprendidos del frotamiento de juntas y materiales base.

Los operarios deben desechar todas las soluciones de limpieza de conformidad con las normas ambientales y los procedimientos de la empresa.

**15.2.5.2 Eliminación de la acumulación de magnesio.** La acumulación de magnesio proveniente de los hornos de soldadura fuerte debe eliminarse periódicamente. Se debe usar ropa de protección (es decir, chaquetas, pantalones y guantes resistentes al fuego), así como ventilación adecuada o respiradores (consulte 5.4) para evitar la inhalación de polvo de magnesio y óxido de magnesio acumulados durante la operación de raspado.

Para raspar el magnesio y óxido de magnesio de las paredes y otras partes internas del horno se deben emplear herramientas que no formen chispas. A intervalos regulares, el escombros acumulado se debe colocar en una caja metálica y retirar del área de hornos para evitar la ignición del magnesio por una chispa accidental.

El área alrededor del horno debe mantenerse limpia en todo momento. Debe disponerse de varios cubos de arena y del extintor adecuado para extinguir posibles incendios de magnesio. En ningún caso se debe utilizar agua para apagar un incendio de magnesio. Durante este procedimiento de extracción una persona no debe trabajar sola en ningún momento. Otra persona debe estar siempre presente en el área inmediata en caso de incendio accidental.

**E15.2.5.1** Cuando se limpia el montaje, la protección es especialmente importante. A pesar de que el solvente pueda ser inofensivo (por ejemplo, agua del grifo), se contamina rápidamente con residuos de fundente, por lo que, de esta manera, se forman soluciones cáusticas o ácidas que pueden afectar la visión o causar quemaduras en la piel. Este peligro es especialmente frecuente durante la fase de secado de la etapa de limpieza, que pueden emplear gases a alta presión (por ejemplo, aire comprimido o nitrógeno) para desplazar el líquido limpiador del montaje.

**E15.2.5.2** El magnesio es un metal muy inflamable que se añade a los metales de aporte para soldadura fuerte a fin de facilitar la soldadura fuerte del aluminio.

Esta página se ha dejado en blanco intencionalmente.

## Apéndice A (Informativo)

### Lista de normas de seguridad y de salud de la American Welding Society

Este apéndice no forma parte de ANSI Z49.1:2012, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, pero se incluye únicamente para fines informativos.

- A3.0 Definiciones y términos estándar de las soldaduras
- | C7.1M/C7.1 Recommended Practices for Electron Beam Welding (Prácticas recomendadas para soldadura por haz de electrones)
- F1.1 Method for Sampling Airborne Particulates Generated by Welding and Allied Processes (Método de muestreo de partículas suspendidas en el aire generadas por los procesos de soldadura y afines)
- F1.2 Laboratory Method for Measuring Fume Generation Rates and Total Fume Emission of Welding and Allied Processes (Método de laboratorio para medir los índices de generación de humos y la emisión total de humos de los procesos de soldadura y afines)
- F1.3 Evaluating Contaminants in the Welding Environment: A Sampling Strategy Guide (Evaluación de contaminantes en el ambiente de la soldadura: guía de muestreo estratégico)
- F1.5 Methods for Sampling and Analyzing Gases from Welding and Allied Processes (Métodos de muestreo y análisis de gases de los procesos de soldadura y afines)
- F1.6 Guide for Estimating Welding Emissions for EPA and Ventilation Permit Reporting (Guía para estimar las emisiones de la soldadura para los informes de la EPA y permisos para ventilación)
- F2.2 Lens Shade Selector (Selector de tonos para lentes)
- F2.3 Specification for Use and Performance of Transparent Welding Curtains and Screens (Especificación para el uso y el desempeño de cortinas y pantallas transparentes para soldadura)
- F3.2 Ventilation Guide for Weld Fume (Guía para la ventilación de humos de soldadura)
- F4.1 Safe Practices for the Preparation of Containers and Piping for Welding and Cutting (Prácticas de seguridad recomendadas para la preparación de recipientes y tuberías para soldadura y corte)

Esta página se ha dejado en blanco intencionalmente.

## Apéndice B (Informativo)

### Lista de otras fuentes

Este apéndice no forma parte de ANSI Z49.1:2012, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, pero se incluye únicamente para fines informativos.

Los siguientes códigos, normas, especificaciones, folletos y libros contienen información que puede ser útil para el cumplimiento de los requisitos de esta norma. Las consultas acerca de la disponibilidad y el costo de cualquiera de estas publicaciones deberían dirigirse directamente a los editores indicados en el apéndice C.

ACGIH		Threshold Limit Values (TLVs®) for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment (Valores umbrales límite para sustancias químicas y agentes físicos en el ambiente de trabajo)
		Industrial Ventilation Manual (Manual de ventilación industrial)
AGA		Purging Principles and Practices (Principios y prácticas del purgado)
ANSI	A13.1	Scheme for the Identification of Piping Systems (Esquema para la identificación de sistemas de tuberías)
	B11.1	Safety Requirements for Construction, Care and Use of Mechanical Power Presses (Requisitos de seguridad para la construcción, el cuidado y el uso de prensas mecánicas)
	B15.1	Safety Standard for Mechanical Power Transmission Apparatus (con ASME) (Normas de seguridad para los aparatos de transmisión de energía mecánica)
	B31.1	Power Piping (con ASME) (Tubería de potencia)
	Z535.4	Standard for Product Safety Signs and Labels (Norma para los signos y rótulos de seguridad de los productos)
API	1104	Welding of Pipelines and Related Facilities (Soldadura de tuberías e instalaciones relacionadas)
	PUBL 2009	Safe Welding, Cutting, and Other Hot Work Practices in the Petroleum and Petrochemical Industries (Prácticas de seguridad para soldadura, corte y otros trabajos en caliente de las industrias petroleras y petroquímicas)
	PUBL 2013	Cleaning Mobile Tanks in Flammable or Combustible Liquid Service (Limpieza de tanques móviles en el servicio de líquidos inflamables o combustibles)
	STD 2015	Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks (Ingreso y limpieza seguros en tanques de almacenamiento de petróleo)
	PUBL 2201	Safe Hot Tapping Practices in the Petroleum and Petrochemical Industries (Prácticas de seguridad de perforación de tuberías en servicio en las industrias petroleras y petroquímicas)
AVS		Vacuum Hazards Manual (Manual de los peligros del vacío)
CGA	C-7	Guide to Preparation of Precautionary Labeling and Marking of Compressed Gas Containers (Guía para la preparación del rotulado y la marcación de prevención de recipientes de gas comprimido)
	E-1	Standard Connections for Regulator Outlets, Torches, and Fitted Hoses for Welding and Cutting (Conexiones estándar para salidas de reguladores, sopletes y mangueras acopladas para soldadura y corte)
	E-2	Hose Line Check Valve Standards for Welding and Cutting (Normas de las válvulas de retención en las líneas de flexibles para soldadura y corte)
	G-7.1	Commodity Specification for Air (Especificación de las características y manejo de productos de aire)
	P-1	Safe Handling of Compressed Gases in Containers (Manipulación segura de gases comprimidos en recipientes)
	V-1	Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections (Norma para las conexiones de salida y entrada de válvulas de cilindros de gas comprimido)



ISEA	Z87.1	Occupational and Educational Personal Eye and Face Protection Devices (Dispositivos de protección ocular y facial ocupacional y educativa)
	Z89.1	Industrial Head Protection (Protección industrial de la cabeza)
NEMA	EW1	Electric Arc Welding Power Sources (Fuentes de alimentación para soldadura por arco eléctrico)
	EW4	Graphic Symbols for Arc Welding and Cutting Apparatus (Símbolos gráficos para aparatos de soldadura y corte por arco)
	EW6	Guidelines for Precautionary Labeling for Arc Welding and Cutting Products (Guía para el rotulado de precaución de productos para soldadura y corte por arco)
NFPA	50	Standard for Bulk Oxygen Systems at Consumer Sites (Norma para sistemas de oxígeno a granel en sitios de consumo)
	51	Standard for the Design of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes (Normas para el diseño de sistemas de oxígeno y gas combustible para procesos de soldadura, corte y afines)
	51B	Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work (Normas para la prevención de incendios durante la soldadura, el corte y otros trabajos en caliente)
	70	National Electrical Code® (Código eléctrico nacional estadounidense)
	70E	Standard for Electrical Safety in the Workplace® (Normas para la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo)
	79	Electrical Standard for Industrial Machinery (Normas de electricidad para maquinaria industrial)
	306	Standard for Control of Gas Hazards on Vessels (Normas para el control de peligros por gases en navíos)
	326	Standard for the Safeguarding of Tanks and Containers for Entry, Cleaning, or Repair (Normas para la salvaguardia de tanques y recipientes para el ingreso, la limpieza o la reparación)
	701	Standard Methods of Fire Tests for Flame Propagation of Textiles and Films (Métodos estándar de pruebas de incendio para la propagación de llamas en textiles y películas)
NIOSH	78–138	Safety and Health in Arc Welding and Gas Welding and Cutting (Seguridad y salud en soldadura por arco y soldadura y corte a gas)
		Certified Equipment List (Lista de equipos certificados)
NSC		Accident Prevention Manual (Manual de prevención de accidentes)
		Fundamentals of Industrial Hygiene (Fundamentos de higiene industrial)
OSHA		Occupational Safety and Health Standards for General Industry (29 CFR Part 1910, Subpart Q) (Normas de seguridad y salud ocupacional para la industria en general [29 CFR Parte 1910, Subparte Q])
		Occupational Safety and Health Standards for General Industry (29 CFR Part 1910,134) (Normas de seguridad y salud ocupacional para la industria en general [29 CFR Parte 1910,134])
		Occupational Safety and Health Standards for General Industry (29 CFR Part 1910.146) (Normas de seguridad y salud ocupacional para la industria en general [29 CFR Parte 1910.146])
		Occupational Safety and Health Standards for Construction (29 CFR Part 1926, Subpart J) (Normas de seguridad y salud ocupacional para la construcción [29 CFR Parte 1926, Subparte J])
RMA	IP-7	Specification for Rubber Welding Hose (Especificación de mangueras de caucho para soldadura)
RWMA		Resistance Welding Machine Standards (Normas para soldadoras por resistencia)
UL	252	Standard for Compressed Gas Regulators (Normas para reguladores de gas comprimido)
	551	Standard for Transformer-Type Arc Welding Machines (Normas para soldadoras por arco de tipo transformador)

## Apéndice C (Informativo)

### Lista de editores

Este apéndice no forma parte de ANSI Z49.1:2012, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, pero se incluye únicamente para fines informativos.

ACGIH:	American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240 (teléfono: 513-742-2020; sitio web: <a href="http://www.acgih.org">www.acgih.org</a> )
AGA:	American Gas Association, 400 N. Capitol Street, NW, Suite 450, Washington, DC 20001 (teléfono: 202-824-7000; sitio web: <a href="http://www.aga.org">www.aga.org</a> )
ANSI:	American National Standards Institute, 25 West 42nd Street, 4th Floor, New York, NY 10036 (teléfono: 212-642-4980; sitio web: <a href="http://www.ansi.org">www.ansi.org</a> )
API:	American Petroleum Institute, 1220 L Street NW, Washington, DC 20005 (teléfono: 202-682-8000; sitio web: <a href="http://www.api.org">www.api.org</a> )
ASME:	ASME International, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990 (teléfono: 800-843-2763; sitio web: <a href="http://www.asme.org">www.asme.org</a> )
ASTM:	ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2559 (teléfono: 610-832-9585; sitio web: <a href="http://www.astm.org">www.astm.org</a> )
AVS	American Vacuum Society, 120 Wall Street, 32nd Floor, New York, NY 10005 (teléfono: 212-248-0200; sitio web: <a href="http://www.avs.org">www.avs.org</a> )
AWS:	American Welding Society, 8669 Doral Blvd, Doral, Florida 33166 (teléfono: 800-443-9353; sitio web: <a href="http://www.aws.org">www.aws.org</a> )
CGA:	Compressed Gas Association, 4221 Walney Road, 5th Floor, Chantilly, VA 20151-2923 (teléfono: 703-412-0900; sitio web: <a href="http://www.cganet.com">www.cganet.com</a> )
ISEA	International Safety Equipment Association, 1901 N. Moore Street, Suite 808, Arlington, VA 22203 (teléfono: 703-525-1695; sitio web: <a href="http://www.safetysitequipment.org">www.safetysitequipment.org</a> )
MSHA:	Mine Safety and Health Administration, 1100 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22209 (teléfono: 202-693-9400; sitio web: <a href="http://www.msha.gov">www.msha.gov</a> )
NEMA:	National Electrical Manufacturers Association, 1300 North 17th Street, Suite 1847, Rosslyn, VA 22209 (teléfono: 703-841-3200; sitio web: <a href="http://www.nema.org">www.nema.org</a> )
NFPA:	National Fire Protection Association, One Batterymarch Park, Quincy, MA 02169—7471 (teléfono: 800-344-3555; sitio web: <a href="http://www.nfpa.org">www.nfpa.org</a> )
NIOSH:	National Institute for Occupational Safety and Health, 4676 Columbia Parkway, Cincinnati, OH 45226 (teléfono: 800-356-4674; sitio web: <a href="http://www.ede.gov/niosh/homepage.html">www.ede.gov/niosh/homepage.html</a> )
NSC:	National Safety Council, 1121 Spring Lake Drive, Itasca, IL 60143-3201 (teléfono: 630-285-1121; sitio web: <a href="http://www.nsc.org">www.nsc.org</a> )
OSHA:	Occupational Safety and Health Administration, 200 Constitution Avenue NW, Washington, DC 20210 (teléfono: 800-321-6742; sitio web: <a href="http://www.osha.gov">www.osha.gov</a> )

- RWMA: Resistance Welding Manufacturing Alliance, 8669 Doral Blvd, Doral, FL 33166 (teléfono: 305-443-9353; sitio web: <http://www.aws.org/rwma>)
- RMA: Rubber Manufacturers Association, 1400 K Street NW, Washington, DC 20005 (teléfono: 202-682-4800; sitio web: [www.rma.org](http://www.rma.org))
- UL: Underwriters Laboratories, Incorporated, 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062 (teléfono: 847-272-8800; sitio web: [www.ul.com](http://www.ul.com))
- US: U.S. Government Printing Office, 732 North Capitol Street NW, Washington, DC 20401 (teléfono: 202-512-0000; sitio web: [www.gpo.gov](http://www.gpo.gov))

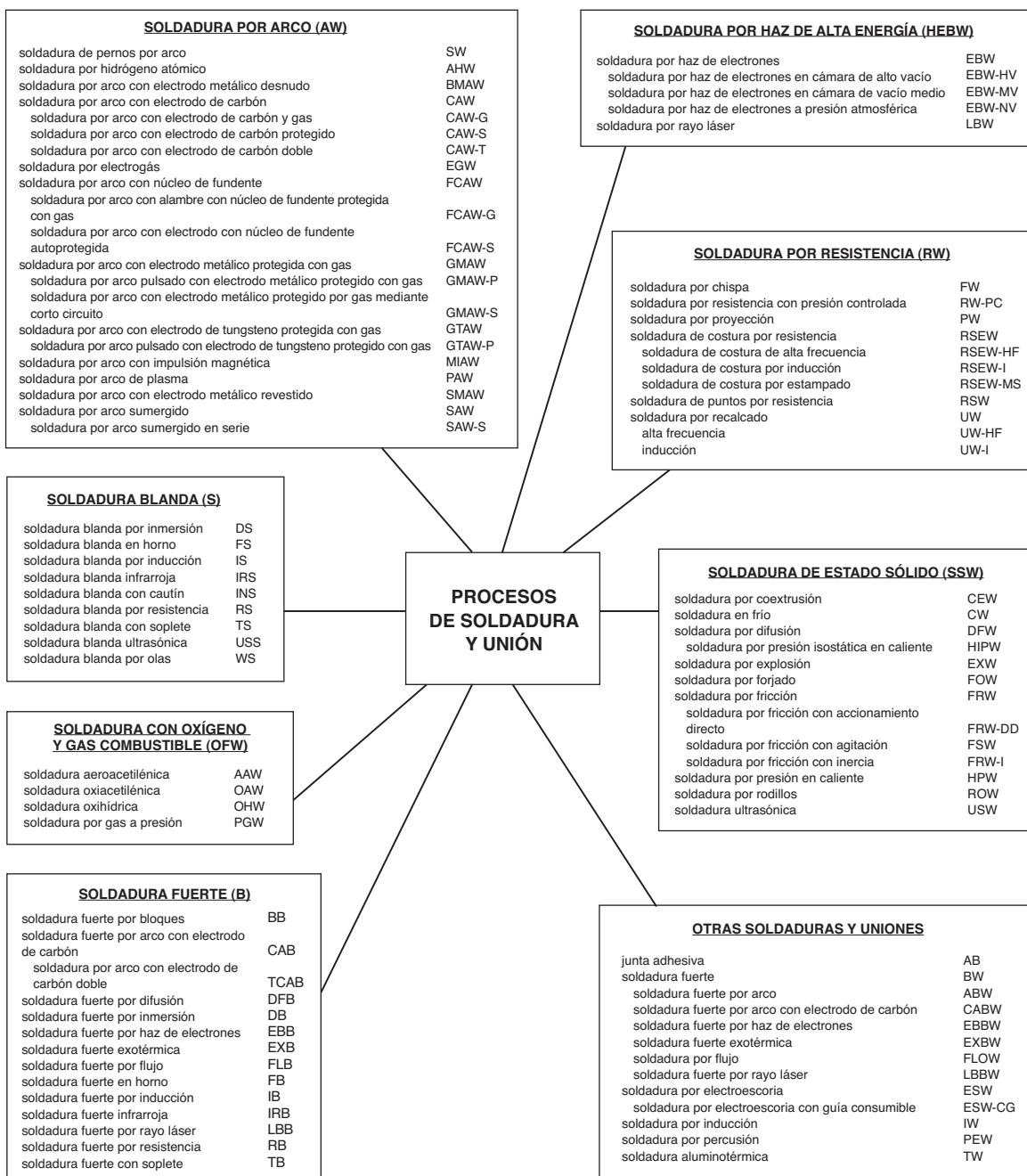
## Apéndice D (Informativo)

# Cuadro maestro de procesos de soldadura y unión y Cuadro maestro de procesos afines

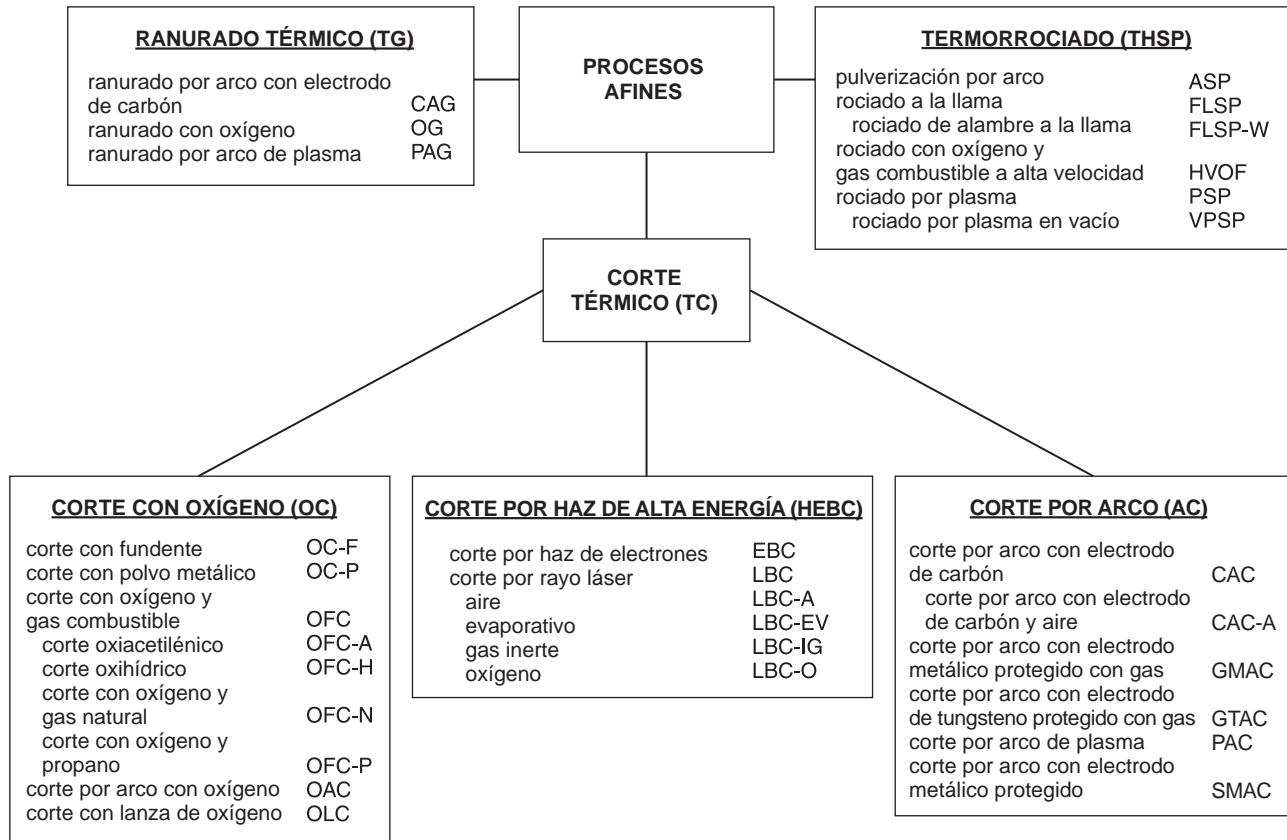
(de AWS A3.0M/A3.0:2010, *Definiciones y términos estándar de las soldaduras*)

Este apéndice no forma parte de ANSI Z49.1:2012, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, pero se incluye únicamente para fines informativos.

### Cuadro maestro de procesos de soldadura y unión



## Cuadro maestro de procesos afines



# Apéndice E (Informativo)

## Guía para la preparación de consultas técnicas para el Comité Z49.1

Este apéndice no forma parte de ANSI Z49.1:2012, *Seguridad de los procesos de soldadura, corte y afines*, pero se incluye únicamente para fines informativos.

### E1. Introducción

La Junta Directiva de la American Welding Society (AWS) ha adoptado una política por la cual todas las interpretaciones oficiales de las normas de la AWS se manejan de una manera formal. En el marco de esta política, el comité responsable de la norma realiza todas las interpretaciones. La comunicación oficial relativa a la interpretación se dirige a través del funcionario de la AWS que trabaja con ese comité. La política requiere que todas las solicitudes de interpretación se presenten por escrito. Dichas solicitudes se tratarán con la mayor rapidez posible, pero debido a la complejidad del trabajo y los procedimientos que se deben seguir, algunas interpretaciones pueden requerir un tiempo considerable.

### E2. Procedimiento

Todas las consultas deben dirigirse a:

Managing Director  
Technical Services Division  
American Welding Society  
8669 Doral Blvd.  
Doral, Florida 33166

Todas las consultas deben incluir el nombre, la dirección y la afiliación del consultante y deben proveer información suficiente para que el comité comprenda el objetivo de la consulta. Cuando el objetivo no esté claramente definido, la consulta se devolverá para su aclaración. Para un manejo eficiente, todas las consultas deberían estar escritas a máquina y en el formato que se especifica más adelante.

**E2.1 Alcance.** Cada consulta debe abordar una sola disposición de la norma, a menos que el objetivo de la consulta implique dos o más disposiciones relacionadas entre sí. Esta disposición o disposiciones deben identificarse en el alcance de la consulta, junto con la edición de la norma que contiene la o las disposiciones que aborda el consultante.

**E2.2 Propósito de la consulta.** El propósito de la consulta se debe enunciar en esta parte de la consulta. El propósito puede ser obtener una interpretación de un requisito de la norma o solicitar la revisión de una determinada disposición de la norma.

**E2.2 Contenido de la consulta.** La consulta debe ser concisa pero completa, a fin de permitir que el Comité comprenda el objetivo de la consulta. Cuando sea apropiado deberían usarse bocetos y citarse todos los párrafos, figuras y tablas (o apéndices) relacionados con la consulta. Si el objetivo de la consulta es obtener una revisión de la norma, la consulta debe proporcionar una justificación técnica para esa revisión.

**E2.4 Respuesta propuesta.** Como respuesta propuesta, el consultante debería enunciar una interpretación de la disposición que es el objetivo de la consulta, o proporcionar el texto de la revisión propuesta, si eso es lo que pretende el consultante.

### E3. Interpretación de las disposiciones de la norma

Las interpretaciones de las disposiciones de la norma están a cargo del comité técnico correspondiente de la AWS. El secretario del comité remite todas las preguntas al presidente del subcomité en particular que tiene competencia sobre la parte de la norma que aborda el consultante. El subcomité revisa la consulta y la respuesta propuesta para determinar cuál debería ser la respuesta a la consulta. Después del desarrollo de la respuesta que efectúa el subcomité, la consulta y la respuesta se presentan a la totalidad del comité para su revisión y aprobación. Tras la aprobación del comité, la interpretación es una interpretación oficial de la Sociedad y el secretario transmite la respuesta al consultante y al *Welding Journal* para su publicación.

#### **E4. Publicación de las interpretaciones**

Todas las interpretaciones oficiales se publicarán en el *Welding Journal* y en el sitio web de la AWS.

#### **E5. Consultas telefónicas**

Las consultas telefónicas a la sede de la AWS en materia de normas de la AWS deberían limitarse a preguntas de carácter general o asuntos directamente relacionados con el uso de la norma. El Manual de política de la Junta de la AWS requiere que todos los miembros del personal de la AWS respondan a una solicitud telefónica para una interpretación oficial de cualquier norma de la AWS con la información de que esa interpretación solo puede obtenerse mediante una solicitud por escrito. El personal de la sede no puede proporcionar servicios de consultoría. Sin embargo, el personal puede remitir al solicitante a cualquiera de los consultores cuyos nombres figuran en los archivos de la sede de la AWS.

#### **E6. Comité Z49 de American National Standard**

Las actividades del Comité Z49 en materia de interpretaciones se limitan estrictamente a la interpretación de las disposiciones de la norma o la consideración de revisiones a las disposiciones existentes, en base a las novedades en datos o tecnología. Ni el comité ni el personal se encuentran en condiciones de ofrecer servicios de interpretación o consultoría sobre requisitos que se aparten del alcance de la norma o puntos que no estén específicamente tratados en la norma. En esos casos, el consultante debería procurar la asistencia de una persona competente con experiencia en el sector particular de interés.

---

---