

N° de Documento: NRF-084-PEMEX-2004	 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETROLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS
Rev.: 0	
Fecha: 19 de junio de 2004	SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA
PÁGINA 1 DE 130	

ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

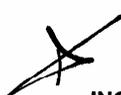
Página 2 de 130

HOJA DE APROBACIÓN

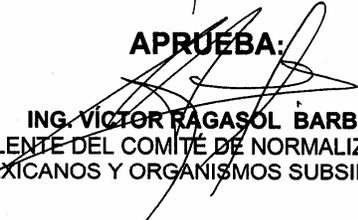
ELABORA:


ING. DANIEL A. MORALES SERRAT
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

PROPONE:


ING. MARCOS RAMIREZ SILVA
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN

APRUEBA:


ING. VÍCTOR RIVASOL BARBEY
PRESIDENTE SUPLENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS
MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 3 de 130

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
0.	INTRODUCCIÓN	6
1.	OBJETIVO	7
2.	ALCANCE	7
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	8
4.	ACTUALIZACIÓN	8
5.	REFERENCIAS	8
6.	DEFINICIONES	8
7.	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	13
8.	DESARROLLO	14
8.1	SECCIÓN I. Especificación para electrodos de acero al carbono y baja aleación para soldadura de arco con electrodo revestido (SMAW)	14
8.1.1	Generalidades	14
	Parte A. Requisitos generales	15
8.1.2	Clasificación	15
8.1.3	Aceptación	15
8.1.4	Certificación	15
	Parte B. Pruebas, Pruebas, procedimientos y requisitos	15
8.1.5	Resumen de pruebas	15
8.1.6	Verificación de resultados	16
8.1.7	Ensamble de prueba	16
8.1.8	Análisis químico	23
8.1.9	Pruebas radiográficas	24
8.1.10	Prueba de tensión	27
8.1.11	Pruebas de impacto	28
8.1.12	Prueba de soldadura de filete	29
8.1.13	Prueba de humedad	31
8.1.14	Prueba de absorción de humedad	32
8.1.15	Prueba de difusión de hidrógeno	34
	Parte C. Manufactura, identificación y empaque	35
8.1.16	Método de manufactura	35
8.1.17	Medidas y longitudes	35
8.1.18	Alambre y recubrimiento	35
8.1.19	Núcleo expuesto	35
8.1.20	Identificación del electrodo	35
8.1.21	Empaque	36
8.1.22	Marcaje de los empaques	36
8.2	SECCIÓN II. Electrodo de acero al carbono y baja aleación para soldadura de arco metálico con gas (GMAW)	37
8.2.1	Generalidades	37
	PARTE A. Requisitos generales	37
8.2.2	Clasificación	38
8.2.3	Aceptación	38
8.2.4	Certificación	38



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 4 de 130

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
	PARTE B. Pruebas, procedimientos y requisitos	38
	8.2.5 Resumen de pruebas.....	38
	8.2.6 Verificación de resultados.....	38
	8.2.7 Ensamble de prueba.....	39
	8.2.8 Análisis químico.....	43
	8.2.9 Pruebas radiográficas.....	44
	8.2.10 Prueba de tensión.....	46
	8.2.11 Pruebas de impacto.....	47
	8.2.12 Prueba de difusión de hidrógeno.....	48
	Parte C. Manufactura, identificación y empaque	49
	8.2.13 Método de manufactura.....	49
	8.2.14 Medidas.....	49
	8.2.15 Terminado y uniformidad.....	49
	8.2.16 Formas de empaque.....	50
	8.2.17 Requisitos de embobinado.....	50
	8.2.18 Identificación del metal de aporte.....	50
	8.2.19 Empaque.....	52
	8.2.20 Marcaje de los Empaques.....	52
8.3	SECCIÓN III. Alambre tubular de acero al carbono y baja aleación para soldadura de arco con fundente en el núcleo (FCAW)	53
	8.3.1 Generalidades.....	53
	Parte A. Requisitos generales	54
	8.3.2 Clasificación.....	54
	8.3.3 Aceptación.....	54
	8.3.4 Certificación.....	54
	Parte B. Pruebas, procedimientos y requisitos	55
	8.3.5 Resumen de pruebas.....	55
	8.3.6 Verificación de Resultados.....	55
	8.3.7 Ensamble de prueba.....	55
	8.3.8 Análisis químico.....	59
	8.3.9 Pruebas radiográficas.....	61
	8.3.10 Prueba de tensión.....	61
	8.3.11 Pruebas de impacto.....	63
	8.3.12 Prueba de soldadura de filete.....	65
	8.3.13 Prueba de difusión de hidrógeno.....	65
	Parte C. Manufactura, identificación y empaque	67
	8.3.14 Método de manufactura.....	67
	8.3.15 Medidas.....	67
	8.3.16 Terminado y uniformidad.....	67
	8.3.17 Formas de empaque.....	67
	8.3.18 Requisitos de embobinado.....	68
	8.3.19 Identificación del electrodo.....	68
	8.3.20 Empaque.....	70
	8.3.21 Marcaje de los Empaques.....	70

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 5 de 130

CONTENIDO

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
	8.4 SECCIÓN IV. Información que debe llevar la requisición o las especificaciones en los contratos.....	71
9.	RESPONSABILIDADES	72
10.	CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS	73
11.	BIBLIOGRAFÍA	73
12.	ANEXOS	76
APÉNDICE	126

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 6 de 130

0. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, debido a la imperante necesidad de la industria nacional e internacional por contar con procesos más seguros y eficientes que permitan incrementar la protección de su personal y el medio ambiente, además de cumplir con marcos regulatorios de normatividad más estrictos, en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios estos aspectos juegan un papel trascendental y requieren mantenerse a la vanguardia dentro de este entorno.

Por otra parte, la gran diversidad de ductos con los que cuenta Petróleos Mexicanos y la importancia que representan para el país, hacen indispensable mantener la calidad e integridad de estas instalaciones.

De acuerdo a lo anterior, Petróleos Mexicanos tiene como uno de sus objetivos fundamentales, que sus líneas de tubería e instalaciones relacionadas operen en forma eficiente, por lo que debido a la complejidad que implica la construcción, mantenimiento, reparación y rehabilitación de un ducto se ha desarrollado la normatividad técnica referente a los electrodos para soldadura en atención a la importancia que estos elementos tienen dentro del aspecto constructivo.

Este documento presenta las características técnicas, metodología, pruebas e inspecciones necesarias para su adquisición; será responsabilidad del usuario tomar en consideración las condiciones de operación de la tubería para establecer en la requisición.

Este documento se realizó en atención y cumplimiento a:

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y su Reglamento.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas y su Reglamento.
- Guía para la emisión de Normas de Referencia de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios

Participaron en su elaboración las direcciones de Petróleos Mexicanos, Instituto Mexicano del Petróleo, Cámaras y Empresas que se listan a continuación:

- Pemex Exploración y Producción.
- Pemex Refinación.
- Pemex Gas y Petroquímica Básica
- Pemex Petroquímica
- Instituto Mexicano del Petróleo

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 7 de 130

1. OBJETIVO.

Establecer las especificaciones de calidad de los electrodos utilizados en el proceso de soldadura en campo de los componentes metálicos de acero al carbono de los sistemas de ductos de Petróleos Mexicanos.

2. ALCANCE.

Esta norma de referencia se debe aplicar en la fabricación, inspección y pruebas de electrodos de acero al carbono y aceros de baja aleación empleados en el proceso manual de soldadura de arco con electrodo revestido y los procesos semiautomáticos de soldadura de arco metálico con gas y soldadura con fundente en el núcleo, utilizados para soldar tubería y accesorios de líneas de transporte de hidrocarburos e instalaciones relacionadas.

Esta norma de referencia sustituye a las normas de Petróleos Mexicanos, "Electrodos de Acero Dulce para Soldadura de Arco Metálico Protegido. Recomendaciones de Uso", 4.120.18, edición 1979 y "Electrodos de Acero Dulce con Núcleo de Fundente para Soldadura de Arco. Recomendaciones de Uso", 4.120.20, edición 1984.

Sustituye parcialmente a las normas de PEMEX Exploración y Producción siguientes:

P.4.310.01, "Electrodos de Baja Aleación con Revestimiento" edición 1999, sustituye a los electrodos celulósicos de la clasificación EXX10-XX y de bajo hidrógeno EXXXX-A1, EXXXX-B1, EXXXX-B2, EXXXX-B3, EXXXX-B5, EXXXX-D1, EXXXX-D2, EXXXX-G Y EXXXX-M.

P.4.0311.01 "Electrodos de Acero Dulce con Revestimiento para Soldadura de Arco, Recomendaciones de Uso, EDICIÓN 2000, sustituyendo a los electrodos de las clasificaciones E6010, E7015, E7016 Y E7018.

Sustituye parcialmente a las normas de la Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras (SPCO):

4.120.01. Electrodos de Acero Dulce con, Revestimiento para Soldadura de Arco. Recomendaciones de Uso, 1976, sustituyendo a los electrodos de las clasificaciones E6010, E7015, E7016 Y E7018.

4.120.05, "Electrodos de Acero de Baja Aleación con Revestimiento. Recomendaciones de Uso", edición 1983, sustituye a los electrodos celulósicos de la clasificación EXX10-XX y de bajo hidrógeno EXXXX-A1, EXXXX-B1, EXXXX-B2, EXXXX-B3, EXXXX-B5, EXXXX-D1, EXXXX-D2, EXXXX-G Y EXXXX-M.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 8 de 130

3. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta norma de referencia es de aplicación general y observancia obligatoria para todas las áreas de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales, proveedores y prestadores de servicios para la adquisición de electrodos de acero al carbono y acero de baja aleación para soldadura de tubería de líneas de transporte de hidrocarburos e instalaciones relacionadas, por lo que debe ser incluida en las bases de concurso tanto de las adquisiciones como de la obra pública cuando se requiera y forma parte de los requisitos que debe cumplir el proveedor del suministro.

Nota: Los valores expuestos en unidades del sistema internacional deben ser considerados como prevalecientes. Las unidades del sistema inglés se dan como valores equivalentes a las unidades del sistema internacional. Las medidas y dimensiones en los dos sistemas no son idénticas, y por esta razón las conversiones de un sistema a otro no siempre coincidirán.

4. ACTUALIZACIÓN.

La revisión y actualización de esta norma debe solicitarse al Secretario Técnico del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, quien debe hacer la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas para presentación al pleno del Comité de Normalización para su aprobación. Esta norma se debe revisar y actualizar cada 5 años como máximo o antes si es requerido.

Las propuestas y sugerencias deben dirigirse por escrito a:

Pemex Gas y Petroquímica Básica.
Secretaría Técnica del Subcomité Técnico de Normalización.
Av. Marina Nacional # 329.
Torre Ejecutiva, Piso 15.
Col. Huasteca.
11311 México, D. F.
Conmutador: 19-44-50-05, Ext. 55131 y 55083.

5. REFERENCIAS.

ISO 13847	Sistemas de líneas de tubería de transporte – Soldadura de línea de tuberías.
ISO 2560:2002	Electrodos recubiertos para soldadura de arco en aceros no aleados y grano fino.
ISO 14341:2002	Electrodos de alambre y depósitos para soldadura de arco con gas de protección para aceros no aleados y grano fino – Clasificación.
ISO/DIS 17632	Electrodos tubulares para soldadura de arco con y sin protección de gas para soldadura de aceros no aleados y grano fino – Clasificación. --
ISO/DIS 18275	Electrodos recubiertos para soldadura de arco en acero de alta resistencia – Clasificación.
ISO/DIS 18276	Electrodos tubulares para soldadura de arco con y sin protección de gas para soldadura de aceros de alta resistencia – Clasificación.

6. DEFINICIONES.

Para los propósitos de esta norma de referencia aplican las definiciones siguientes:

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 9 de 130

- 6.1. Acero al carbono.** Aleación de fierro y carbono que contiene hasta un 2 % de carbono y con cantidades residuales e impurezas de otros elementos, excepto aquellos que se agregan para efecto de la desoxidación.
- 6.2. Acero de baja aleación.** Aleación de fierro y carbono cuya suma de los elementos de aleación es menor a 5 %, y que entre los elementos normalmente adicionados además del manganeso y silicio se encuentran el cromo, molibdeno y níquel.
- 6.3. Acero microaleado.** Acero cuya suma de contenidos de los elementos de aleación como el columbio, vanadio o titanio no debe exceder 0.15 %.
- 6.4. Coalescencia.** Unión de dos ó más metales por un proceso de fusión, con ó sin un metal de aporte.
- 6.5. “Como se soldó”.** Término que se refiere a la condición del componente inmediatamente después de haber realizado la soldadura, antes de cualquier tratamiento térmico, mecánico o químico. Su abreviación se describe con las siglas CSS. (en inglés, “As welded”).
- 6.6. Depósito.** El metal de soldadura en una probeta de calificación (ver ejemplo en la figura No. 8.1.2).
- 6.7. Ensamble.** Se refiere a la probeta ó arreglo que presentan las placas utilizadas en las pruebas de calificación de los electrodos. Ver ejemplos con las figuras No. 8.1.2 y 8.1.3.
- 6.8. Fusión.** En soldadura. La fundición del metal de aporte y el metal base, o del metal base únicamente, para producir una soldadura.
- 6.9. Electrodo.** Material consumible o no consumible usado durante la soldadura, consistente en una varilla o alambre metálico que ha sido manufacturado por cualquier método y que en el caso de la varilla puede ser desnuda o recubierta. En el proceso de soldadura de arco es el componente del circuito de soldadura a través del cual fluye la corriente eléctrica.
- 6.10. Electrodo de bajo hidrógeno.** Clase de electrodo que contiene minerales en el recubrimiento, presentando alta proporción de carbonato de calcio y otros ingredientes que son bajos en humedad y materiales orgánicos y que por lo tanto producen un metal de soldadura con bajo contenido de hidrógeno.
- 6.11. Electrodo celulósico.** Electrodo cuyo recubrimiento presenta celulosa y un contenido de humedad entre 3 y 7%. El arco de este tipo de electrodos es fuerte y de alta penetración.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 10 de 130

- 6.12. Electrodo desnudo.** Varilla metálica sin recubrimiento. Puede ser consumible o no consumible.
- 6.13. Electrodo con fundente en el núcleo.** Un metal de aporte consistente en un tubo metálico en cuyo hueco se adicionan ingredientes que proporcionan una atmósfera protectora, desoxidante, estabilizadora del arco, y formadora de escoria. En algunos casos pueden ser incluidos en el núcleo materiales de aleación. La protección externa puede ser o no usada.
- 6.14. Electrodo recubierto o revestido.** Una varilla metálica recubierta por un fundente que proporciona una capa de escoria sobre el metal fundido que ha sido aplicado. El fundente puede contener materiales que proporcionan una atmósfera protectora, desoxidantes, estabilizadores de arco y que puede operar como una fuente de elementos de aleación.
- 6.15. “Enmantequillado”.** Operación que consiste en recubrir con soldadura los biseles de un ensamble para la prueba de un metal de aporte.
- 6.16. Excentricidad.** Se refiere a la desviación en la concetricidad que puede presentar el recubrimiento de un electrodo recubierto de sus dimensiones nominales. La excentricidad de un electrodo tiene tolerancias que están en relación con el diámetro del electrodo.
- 6.17. Fundente.** Mineral que se funde cuando se produce el arco de la soldadura. Durante el proceso protege de la oxidación atmosférica al metal de soldadura por la emanación de gases de descomposición, estabiliza el arco de soldadura y puede o no agregar elementos de aleación al metal de soldadura.
- 6.18. Instalaciones relacionadas.** Quedan comprendidas en este concepto las trampas de diablos, estaciones de medición y regulación y válvulas de seccionamiento.
- 6.19. Junta a tope.** Una junta entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano.
- 6.20. Metal base.** Metal a ser soldado o cortado, es el soporte para la realización de las muestras de prueba.
- 6.21. Metal de aporte.** Metal que es agregado para realizar la soldadura (todos los electrodos son metales de aporte).
- 6.22. Polaridad directa.** El arreglo de la corriente directa en la cual la pieza de trabajo es el polo positivo y el electrodo el polo negativo.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 11 de 130

- 6.23. Paso.** Es un substrato en una junta de soldadura. El resultado de un paso es un cordón o una capa de soldadura.
- 6.24. Polaridad invertida.** El arreglo de la corriente directa en la cual la pieza de trabajo es el polo negativo y el electrodo el polo positivo.
- 6.25. Probeta.** Es el arreglo (dimensional y geométrico) que deben presentar las placas para las pruebas de calificación de electrodos.
- 6.26. Respaldo.** En esta norma se refiere a un contenedor metálico abajo de los elementos a soldar, con objeto de que se deposite la soldadura sobre éste.
- 6.27. Soldadura de ranura.** Soldadura realizada entre dos miembros alineados aproximadamente sobre el mismo plano (tolerancia de más 5° menos 0°, ver figura 8.2.1.)
- 6.28. Soldadura de arco.** Un grupo de procesos de soldadura en donde la fusión ocurre por el calentamiento generado por un arco eléctrico, con o sin la aplicación de presión y con o sin el uso de un metal de aporte.
- 6.29. Soldadura de filete.** Una soldadura cuya sección transversal es aproximadamente triangular, uniendo dos superficies que se encuentran en ángulo recto, en traslape, en “t” o en esquina.
- 6.30. Soldadura de arco con electrodo revestido.** Un proceso de soldadura de arco en donde la fusión es producto del calentamiento generado por un arco eléctrico entre un electrodo revestido y la pieza de trabajo. La protección es obtenida de la descomposición del recubrimiento del electrodo. La presión no es usada y el metal de aporte es obtenido del electrodo.
- Este proceso se conoce comúnmente por sus siglas en inglés como **SMAW**, cuyo significado es “Shielding Metal Arc Welding”.
- 6.31. Soldadura de arco metálico con gas.** Un proceso de soldadura de arco en donde la fusión es producto del calentamiento generado por un arco eléctrico entre un alambre macizo continuo (electrodo) que es el metal de aporte (consumible) y la pieza de trabajo. La protección es obtenida de un gas, una mezcla de gases (la cual puede ser un gas inerte) o una mezcla de un gas y un fundente.
- Este proceso se conoce comúnmente por sus siglas en inglés como **GMAW**, cuyo significado es “Gas Metal Arc Welding” o también por las abreviaciones **MIG** o **MAG**, cuyos significados en inglés son “Metal Inert Gas” y “Metal Active Gas”, respectivamente.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 12 de 130

6.32. Soldadura de arco con fundente en el núcleo. Un proceso de soldadura de arco en donde la fusión es producto del calentamiento generado por un arco eléctrico entre un alambre tubular continuo y la pieza de trabajo. La protección es proporcionada por un fundente contenido dentro del alambre tubular. Protección adicional puede ó no puede ser proporcionada por una fuente de gas externa.

Este proceso se conoce comúnmente por sus siglas en inglés como **FCAW**, cuyo significado es "Flux Core Arc Welding".

6.33. Soldadura de ranura. La unión entre dos miembros que presentan una preparación en la zona para depósito de soldadura. Los tipos comunes se indican a continuación:

Soldadura con ranura en "V", sencilla ó doble.
Soldadura con ranura en "U", sencilla ó doble.
Soldadura con ranura en "J", sencilla ó doble.

6.34. Temperatura de precalentamiento. Temperatura a la que se calienta un ensamble antes de iniciar la soldadura, incluye los puntos de soldadura con que se fijan las piezas a soldar.

6.35. Temperatura entre pasos. Temperatura que debe mantener un ensamble antes de aplicar un paso de soldadura, debe conservarse durante el desarrollo de la soldadura.

6.36. Tratamiento térmico post soldadura. Es el calentamiento de la unión soldada a una temperatura determinada por un periodo de tiempo preestablecido en un procedimiento después de terminar todas las operaciones de soldado y conformado, con objeto de eliminar esfuerzos de naturaleza residual.

6.37. Tubería de transporte. Es la tubería que conduce hidrocarburos en una fase o en varias fases, entre estaciones y/o plantas para su procesamiento, bombeo, compresión, almacenaje y distribución. El alcance de la tubería de transporte se limita en las instalaciones de las áreas de proceso de una refinería, planta de gas o planta química.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 13 de 130

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.

ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos	“American Society of Mechanical Engineers”
ASTM	Sociedad Americana para Prueba de Materiales	“American Society for Testing of Materials”
AWS	Sociedad Americana de Soldadura	“American Welding Society”
°C	Grados Celsius	
DGN	Dirección General de Normas	
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación	
FCAW	Soldadura de Arco con Fundente en el Núcleo	“Flux Cored Arc Welding”
°F	Grados Fahrenheit	
g	Gramo	
GMAW	Soldadura de arco metálico con gas	“Gas Metal Arc Welding”
lbf - pie	Libras Fuerza por Pie	
ksi	Miles de libras por pulgada cuadrada	
ml	Mililitro	
MPa	Mega Pascal	
mm	Milímetro	
NRF	Norma de Referencia	
psia	Libras por pulgada cuadrada absolutas	“Pounds per Square Inch Absolute”
SECOFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial	
SMAW	Soldadura de Arco Con Electrodo Revestido	“Shielded Metal Arc Welding”
SPCO	Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras	
UNS	Sistema de Numeración Unificado	“Unified Numbering System”
T	Espesor de Pared	
≤	Igual o Menor Que	
≥	Igual o Mayor Que	
>	Mayor Que	
<	Menor Que	

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 14 de 130

φ	Diámetro	
”	Pulgadas	
CSS	Como se soldó (como quedó soldado)	“As Welded”

8. DESARROLLO.

Este capítulo establece los requisitos de los electrodos empleados en la soldadura de líneas de transporte de hidrocarburos e instalaciones relacionadas y su desarrollo se divide en tres secciones de acuerdo con el tipo de proceso de soldadura empleado en la aplicación del electrodo. La primera sección se refiere a los electrodos usados en el proceso de soldadura manual con electrodo revestido (“SMAW”), mientras que la segunda y tercera secciones se refieren a los electrodos utilizados en los procesos semiautomáticos de soldadura de arco metálico con gas (“GMAW”) y soldadura de arco con fundente en el núcleo (“FCAW”). Los requisitos de fabricación son iguales a los que se especifican en AWS y ASME.

El proveedor o fabricante, debe entregar a Pemex toda documentación(instructivos, procedimientos de uso, almacenamiento, mantenimiento, pruebas, por mencionar algunos), impresa en papel y en medios electrónicos (CD-ROM), en archivos de paquetes de software Acrobat Reader, MS-Word o cualquier otro aplicable.

8.1. SECCIÓN I. Especificación para electrodos de acero al carbono y baja aleación para soldadura de arco con electrodo revestido (SMAW).

8.1.1. Generalidades.

Esta sección prescribe los requisitos para la clasificación de electrodos de acero al carbono y de baja aleación para soldadura de arco con electrodo revestido.

-

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 15 de 130

Parte A. Requisitos generales.

8.1.2. Clasificación.

8.1.2.1. Los electrodos cubiertos en esta sección son clasificados de acuerdo a lo siguiente:

- (1) Tipo de corriente (TABLA A.1.1).
- (2) Tipo de recubrimiento (TABLA A.1.1).
- (3) Posición de soldadura (TABLA A.1.1).
- (4) Composición química del metal de soldadura (TABLA A.1.2).
- (5) Propiedades mecánicas del metal de soldadura en la condición de cómo se soldó ó trató térmicamente post soldadura (TABLA A.1.3).

8.1.2.2. Cualquier electrodo catalogado bajo una clasificación no puede ser recatalogado con otra clasificación de esta norma.

8.1.3. Aceptación.

La aceptación de los electrodos se basa en el cumplimiento y aprobación de los requisitos que se presentan a continuación, cuando son aplicables para la clasificación del electrodo.

- (1) Composición química del metal depositado (TABLA A.1.2).
- (2) Pruebas mecánicas de tensión (TABLA A1.3).
- (3) Prueba de impacto (TABLA A.1.4).
- (4) Prueba radiográfica (TABLA A.1.9).
- (5) Prueba de soldadura de filete (TABLA A.1.10).
- (6) Prueba de humedad (TABLA A.1.11).
- (7) Prueba de difusión de hidrógeno (TABLA A.1.12).

8.1.4. Certificación.

El proveedor o contratista debe asegurarse que el producto cumple con los requisitos solicitados en esta norma de referencia mediante los certificados de las pruebas realizadas a los lotes del producto correspondiente, estampando además en el empaque del producto la especificación y clasificación del mismo. Los certificados de cumplimiento deben ser expedidos por un Organismo reconocido por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

Parte B. Pruebas, procedimientos y requisitos.

8.1.5. Resumen de pruebas.

Las pruebas requeridas para cada tipo de electrodo se especifican en la tabla A.1.5, el propósito de estas pruebas es determinar la composición química, las propiedades mecánicas y la sanidad del metal de soldadura, el uso del electrodo y el contenido de humedad del recubrimiento de los electrodos de bajo hidrógeno. El metal base para las probetas, procedimientos de prueba que son empleados, y los resultados requeridos se presentan en las secciones 8.1.8 hasta la 8.1.15.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 16 de 130

Las pruebas complementarias de absorción de humedad (Ver sección 8.1.14, Pruebas de Humedad Absorbida), y difusión de hidrógeno (Ver sección 8.1.15, Pruebas de Difusión de hidrógeno), no son requeridas para la clasificación de los electrodos de bajo hidrógeno (Ver nota i de la tabla A.1.5).

8.1.6. Verificación de resultados.

Si los resultados de cualquier prueba no cumplen los requisitos, la prueba deben ser repetida por duplicado. Los resultados de ambas verificaciones deben cumplir los requisitos. Los especímenes para la prueba pueden ser tomados del ensamble de prueba original o de un nuevo ensamble. Para el análisis químico la verificación únicamente necesita ser realizada a los elementos que no cumplieron los requisitos de la especificación.

8.1.7. Ensamble de prueba.

8.1.7.1. Uno ó más de los siguientes ensambles de prueba son requeridos para cada clasificación.

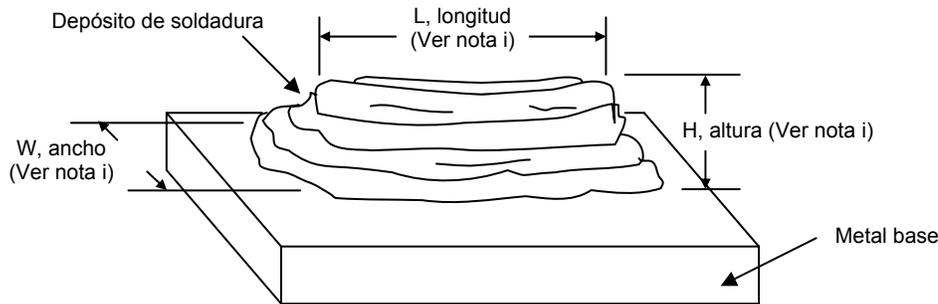
- (1) Un depósito de soldadura como se indica en la figura 8.1.1 para el análisis químico del metal de soldadura sin diluir.
- (2) Una preparación de una junta a tope como se indica en la figura 8.1.2 para las pruebas mecánicas y sanidad del metal de soldadura es aplicable para todas las clasificaciones excepto para el electrodo EXX18M(1).
- (3) La junta a tope dada en la figura 8.1.3 como una alternativa del punto (2) para las propiedades mecánicas y sanidad del metal de soldadura con los electrodos E9018M, E10018M, E11018M, E12018M, o E12018M1.
- (4) El ensamble para la prueba de soldadura de filete como se muestra en la figura 8.1.4.
- (5) La muestra para análisis químico puede ser tomada de la sección reducida de la probeta de tensión fracturada de acuerdo con las figuras 8.1.2 ó 8.1.3. En caso de discordia, el depósito de soldadura como se indica en la figura 8.1.1 debe ser tomado como método de referencia.

8.1.7.2. La preparación de cada ensamble de prueba es como se prescribe en 8.1.7.3 hasta 8.1.7.5 el metal base de cada ensamble de prueba debe ser como se requiere en la tabla A.1.6 y debe cumplir los requisitos de la especificación ASTM indicada o una especificación equivalente. Las pruebas en los ensambles deben ser como se prescribe en las secciones 8.1.8 hasta 8.1.15.

Los electrodos diferentes a los de bajo hidrógeno, como se definen en la tabla A.1.1 deben ser probados sin acondicionamiento. Los electrodos de bajo hidrógeno que no han sido protegidos adecuadamente contra la absorción de humedad durante el almacenamiento serán mantenidos dentro de un horno a una temperatura de 260° a 427° C (500° a 800° F) por un periodo de una hora mínimo antes de la prueba.

8.1.7.3. Depósito de soldadura para análisis químico.

Cuando se requiera, un depósito de soldadura debe prepararse como se especifica en la figura 8.1.1. El metal base en cualquier medida de las especificadas en la tabla A.1.6 debe ser usado como base de este depósito de soldadura. La superficie del metal base debe estar limpia.



Medida del electrodo		Distancia mínima desde la superficie de la placa del metal base	
mm	Pulgadas	mm	Pulgadas
2.4	3/32	6.4	1/4
3.2	1/8	8.0	5/16
4.0	5/32		
4.8	3/16		

FIGURA 8.1.1. PROBETA PARA ANÁLISIS QUÍMICO DEL METAL DEPOSITADO SIN DILUIR.

NOTAS:

- El metal base de cualquier medida y tipo especificado en la tabla A.1.6, se debe de usar como base en la soldadura.
- La superficie del metal base donde se debe depositar el material de aporte debe estar limpia.
- Debe soldarse en posición plana y con capas sucesivas para obtener una soldadura de metal sin diluir.
- Cada electrodo debe soldarse para cada tipo de corriente mostrado en la tabla A.1.5 a excepción de aquellos que su clasificación se identifique por la nota j de la tabla A.1.5.
- El número y tamaño de los cordones puede variar de acuerdo al tamaño de los electrodos y al espesor de la soldadura, al igual que al amperaje empleado. El espesor de cada paso de la soldadura en cada capa no debe ser mayor a 2 - ½ veces el diámetro del cordón de soldadura.
- La temperatura de precalentamiento no debe ser menor a 16°C (60°F) y entre pasos no debe exceder los 150° C (300°F).
- La escoria debe removerse después de cada paso.
- El ensamble de prueba puede sumergirse en agua entre cada paso para controlar la temperatura entre pasos.
- El tamaño mínimo requerido de la soldadura debe tener al menos de 4 capas de altura con una longitud y un espesor suficientes para extraer una muestra para análisis químico. La muestra debe tomarse al menos 9.5 mm (3/8 pulgadas) arriba de la superficie del material de base.

El depósito se debe soldar en posición plana con varios pasos para obtener el metal de soldadura sin diluir. La temperatura no debe ser menor de 16°C (60°F) y la temperatura entre pasos no debe exceder 150°C (300°F). Cada paso de soldadura debe ser recto (sin movimiento oscilatorio), y el ancho del cordón no debe ser mayor a 2 ½ veces el diámetro del electrodo. La escoria debe ser removida después de cada paso. Cada paso de soldadura puede ser templado. Las dimensiones del depósito completo se muestran en la figura 8.1.1. Las pruebas de este arreglo deben ser como se especifica en la sección 9, Análisis Químico.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

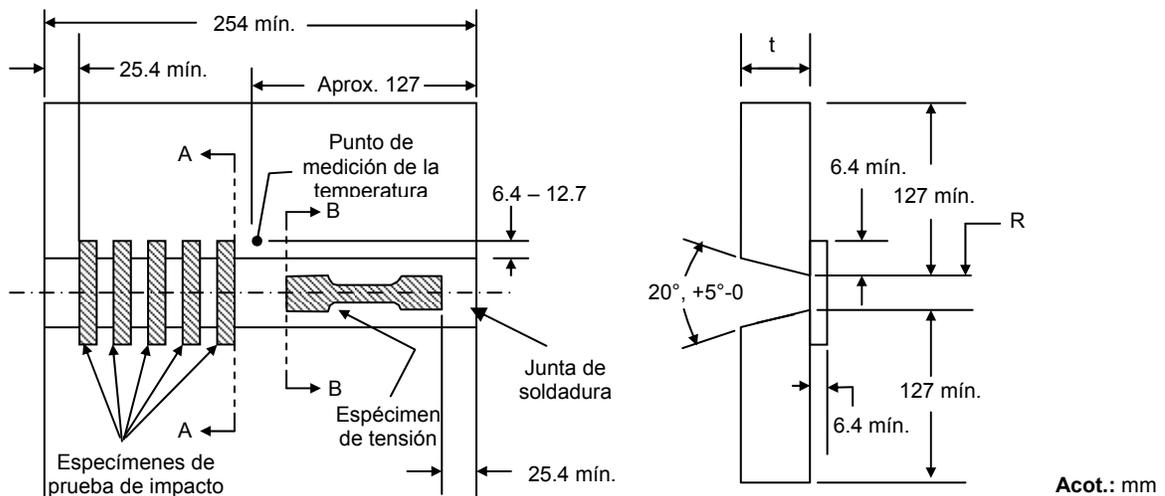
Página 18 de 130

8.1.7.4. Soldadura de ranura.

8.1.7.4.1. Propiedades mecánicas y sanidad. Un ensamble de prueba se debe preparar y soldar como se especifica en las figuras 8.1.2 ú 8.1.3, usando un metal base del tipo apropiado especificado en la tabla A.1.6 y con el espesor especificado en las figuras 8.1.2 ú 8.1.3. Las pruebas de este ensamble deben ser como se especifica en la sección 8.1.10, Pruebas Radiográficas; 8.1.11, Pruebas de Tensión; y 8.1.12, Pruebas de Impacto, como se indica en la tabla A.1.5. El arreglo debe ser probado en condición de cómo se soldó o en condición de tratamiento térmico post soldadura como se especifica en la tabla A.1.3, excepto para las clasificaciones E(X)XXYY-G, las cuales se deben probar en condición de tratamiento térmico post soldadura, previo acuerdo entre el comprador y el vendedor (Ver nota de la tabla A.1.7).

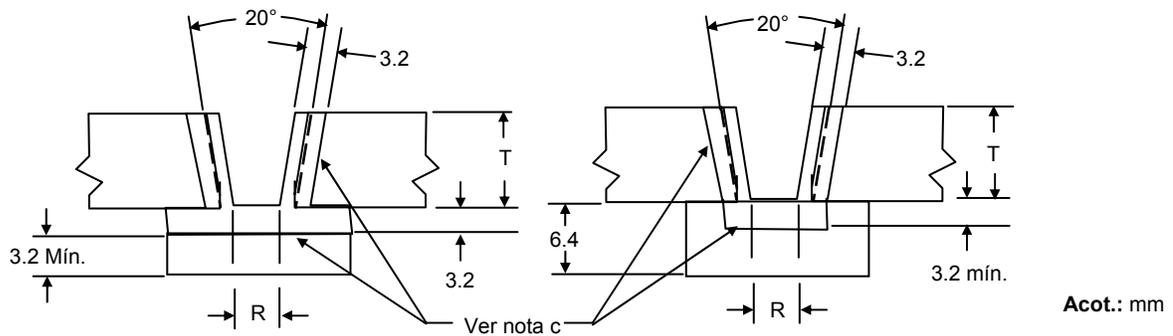
8.1.7.4.2. Cuando sea requerido el ensamble de soldadura de prueba debe ser tratado térmicamente antes remover las probetas para pruebas mecánicas. El tratamiento térmico post soldadura puede ser hecho antes o después del examen radiográfico.

8.1.7.4.2.1. La temperatura de la prueba de ensamble de soldadura debe elevarse en un horno apropiado, a razón de 65° a 260°C (150° a 500°F) por hora, hasta la temperatura del tratamiento térmico especificada en la tabla A.1.7. Esta temperatura debe mantenerse por una hora.

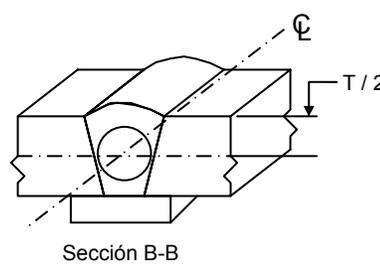
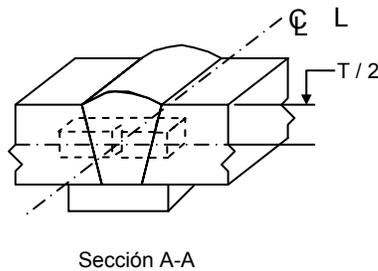


(A) Placa de prueba mostrando la localización de los especímenes de prueba.

FIGURA 8.1.2. PROBETA DE SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SANIDAD DEL METAL DE SOLDADURA. APLICABLE A TODAS LAS CLASIFICACIONES DE ELECTRODOS, EXCEPTO EXX18M



(B) Preparación de la ranura de la placa de prueba



Equivalencias	
mm	pulg.
3.2	1/8
6.4	1/4
12.7	1/2
25.4	1
127	5
254	10

(D) Orientación y localización del espécimen de prueba de tensión

Medida del electrodo		(T)		(R)		Pasos por capa	Capas totales
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas		
2.4	3/32	13	1/2	10	3/8	2	No especifica
3.2	1/8	13	1/2	13	1/2	2	5 a 7
4.0	5/32	19	3/4	16	5/8	2	7 a 9
4.8	3/16	19	3/4	19	3/4	2	6 a 8

FIGURA 8.1.2. PROBETA DE SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SANIDAD DEL METAL DE SOLDADURA. APLICABLE A TODAS LAS CLASIFICACIONES DE ELECTRODOS, EXCEPTO EXX18M. (CONTINUACIÓN).

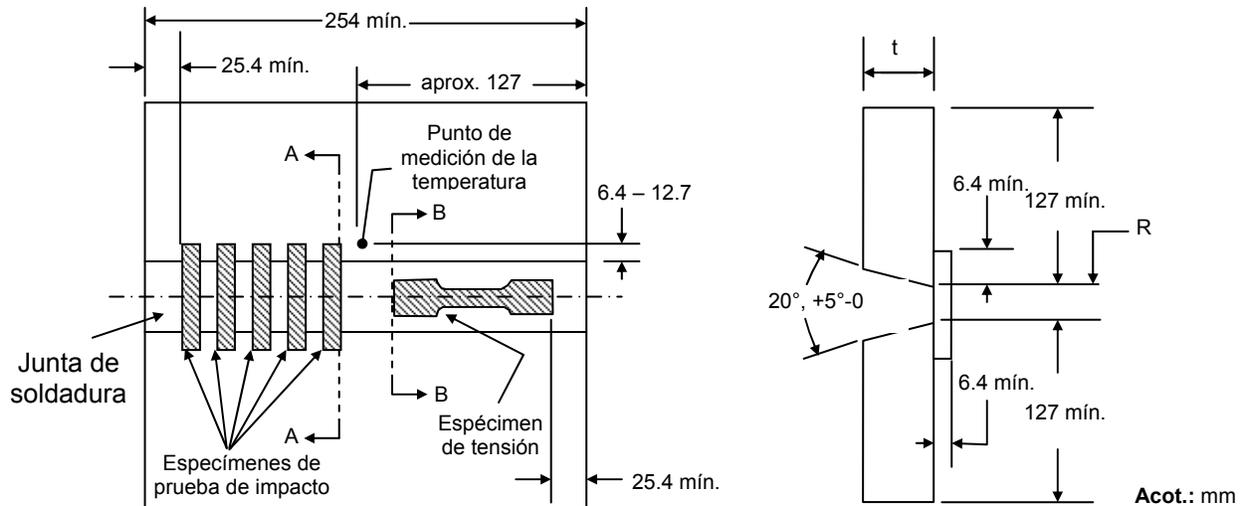
NOTAS:

- Todas las dimensiones a excepción de los ángulos están en milímetros.
- Para electrodos mayores a 450 mm (18 pulgadas), una longitud de 500 mm (20 pulgadas) debe ser soldada.
- El metal base debe especificarse de acuerdo con la tabla A.1.6. Los bordes de la ranura y la cara de contacto del respaldo deben tener las dimensiones que se muestran en las figuras y aplica en cualquier medida de los electrodos probados antes de soldar la unión.
- Las superficies a ser soldadas deben estar limpias.



- e. Antes de soldar, el ensamble debe estar suficientemente apoyado de tal forma que no sufra deflexión durante la soldadura y con ello facilitar la remoción de la probeta. La junta soldada debe tener una tolerancia de dentro del plano horizontal de 5 grados. Un ensamble de prueba que tiene mas de 5 grados fuera del plano horizontal debe ser eliminado. Enderezar el ensamble de prueba esta prohibido.
- f. La soldadura debe ejecutarse en la posición plana, usando el tipo de corriente especificado en la tabla A.1.5 a excepción de las clasificaciones identificadas por la nota j en esa tabla.
- g. El precalentamiento y la temperatura entre pasos deben ser la que se especifica en la tabla A.1.7 para la clasificación del electrodo que están siendo probado.
- h. Para electrodos mayores a 3.2mm (1/8 de pulgada) la raíz de la junta puede aplicarse con electrodos de 2.4 ó 3.2 mm (3/32 ó 1/8 de pulgada) usando cordones rectos.
- i. Cada paso de soldadura debe contener un inicio y un final.
- j. La soldadura terminada debe al menos estar a ras con la superficie de la placa de prueba.
- k. Los ensambles de prueba deben ser tratados térmicamente post soldadura como se especifica en la tabla A.1.7 para la clasificación del electrodo en prueba.

FIGURA 8.1.2. PROBETA DE SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SANIDAD DEL METAL DE SOLDADURA. APLICABLE A TODAS LAS CLASIFICACIONES DE ELECTRODOS, EXCEPTO EXX18M (CONTINUACIÓN).



(A) Placa de prueba mostrando la localización de los especímenes de prueba

(B) Preparación de la junta

FIGURA 8.1.3. PROBETA DE SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SANIDAD DEL METAL DE SOLDADURA PRODUCIDO POR LOS ELECTRODOS EXX18M (1).



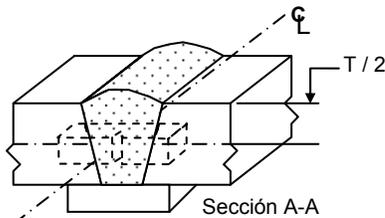
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

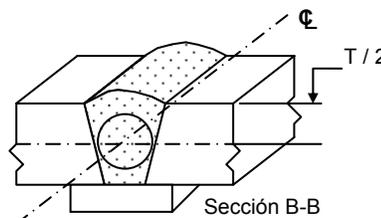
NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 21 de 130



**(C) Orientación y localización de
la probeta de impacto**



**(D) Orientación y localización del
especimen de prueba de tensión**

Equivalencias	
mm	pulg.
3.2	1/8
6.4	1/4
12.7	1/2
25.4	1
127	5
254	10

Medida del electrodo		(T) Espesor de placa mínimo		(R) Abertura de la raíz máximo		Número de capas	
Mm	pulgadas	mm	Pulgadas	mm	pulgadas	Mínimo	Máximo
2.4	3/32	13	1/2	6.4	1/4	Ver nota 2	No especificado
3.2	1/8	13	1/2	6.4	1/4	Ver nota 2	No especificado
4.0	5/32	19	3/4	13	1/2	2	7 a 9
4.8	3/16	19	3/4	13	1/2	2	6 a 8

FIGURA 8.1.3. PROBETA DE SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SANIDAD DEL METAL DE SOLDADURA PRODUCIDO POR LOS ELECTRODOS EXX18M (CONTINUACIÓN).

NOTAS:

- Todas las dimensiones a excepción de los ángulos están en milímetros.
- La secuencia de capas y pasos deber
- El metal base debe especificarse de acuerdo con la tabla A.1.6.
- Las superficies a soldar deben estar limpias.
- Antes de soldar, el ensamble debe estar suficientemente apoyado de tal forma que no sufra deflexión durante la soldadura y con ello facilitar la remoción de la probeta. La junta soldada deben tener una tolerancia de dentro del plano horizontal de 5 grados. Un ensamble de prueba que tiene más de 5 grados fuera del plano horizontal debe ser descartado. Enderezar el ensamble de prueba esta prohibido.
- La soldadura debe ejecutarse en la posición plana, usando el tipo de corriente especificado en la tabla A.1.5.
- El precalentamiento y la temperatura de entre pasos deben ser los que se especifican en la tabla A.1.7.
- Las capas de soldadura deben tener aproximadamente 3.2 mm (1/8 pulgada) de espesor.
- La soldadura debe ser realizada con cordones rectos o con una oscilación máxima de 2 1/2 veces el diámetro del núcleo del electrodo.
- La soldadura terminada debe tener un refuerzo mínimo de 0.8 mm (1/32 pulgada) y máximo de 3.2 mm (1/8 pulgada). Para electrodos mayores a 3.2mm (1/8 de pulgada) la raíz de la junta puede aplicarse con electrodos de 2.4 ó 3.2 mm (3/32 ó 1/8 de pulgada) usando cordones rectos.



8.1.7.4.2.2. Posteriormente el ensamble de prueba debe enfriarse en el horno a una velocidad máxima de 177°C (350°F) por hora. Finalmente debe retirarse del horno cuando la temperatura haya alcanzado 316°C (600°F) permitiendo que se enfríe en aire quieto.

8.1.7.5. Soldadura de filete.

Se debe preparar una probeta de soldadura para los electrodos que se especifican en la tabla A.1.5 y en la figura 8.1.4, usando el metal base apropiado como se especifica en la tabla A.1.6. Las posiciones y condiciones de la soldadura deben ser como se especifica en la tabla A.1.8 y en la figura 8.1.5 de acuerdo al tamaño y a la clasificación del electrodo. El arreglo debe ser como se especifica en la sección 8.1.12, Pruebas de Soldadura de Filete.

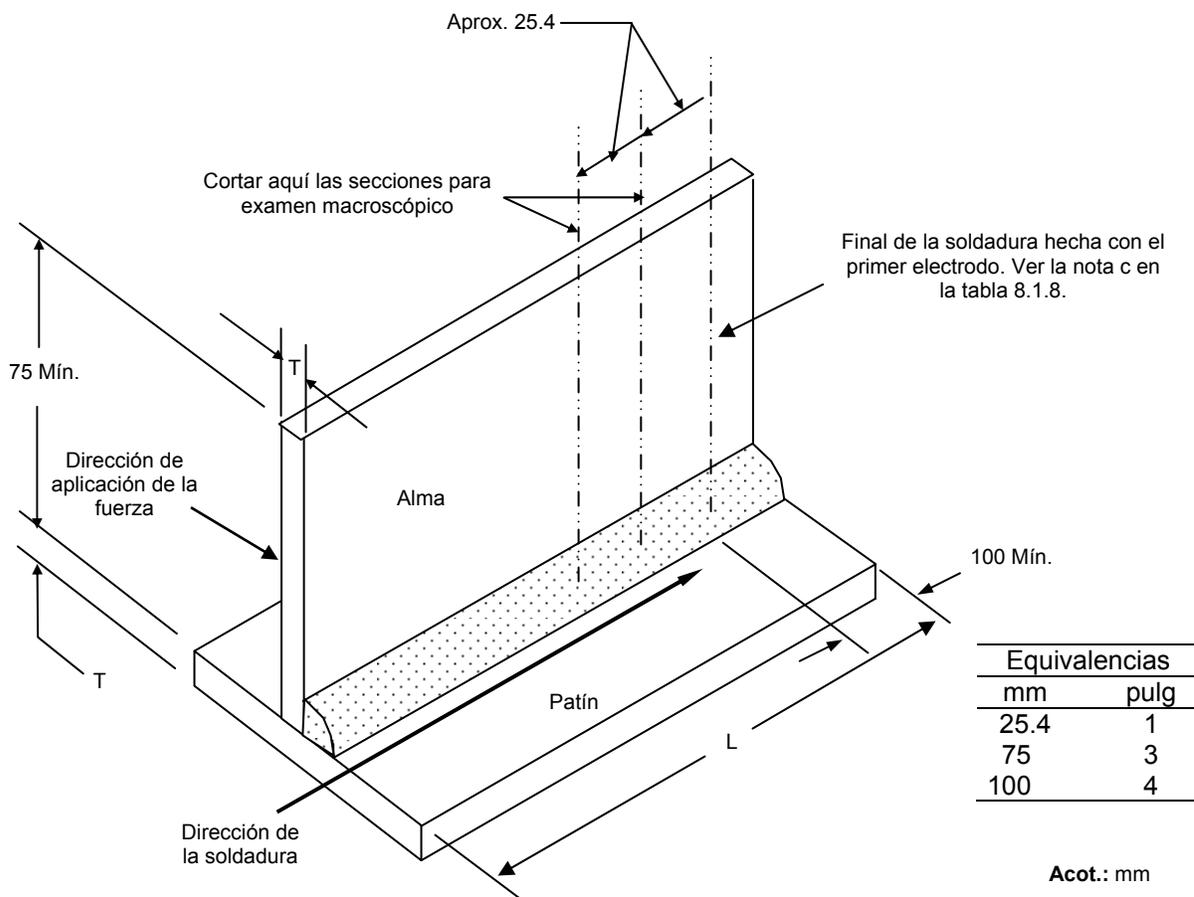


FIGURA 8.1.4. PROBETA PARA LA SOLDADURA DE FILETE.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 23 de 130

NOTAS:

- Ver la tabla A.1.8 para los valores de T y L.
- El metal base debe ser el que se especifica en la tabla A.1.6.
- Las superficies a soldar deben estar limpias.
- Un arreglo debe ser soldado para cada posición especificada en la tabla A.1.8 y mostrados en la figura 8.1.5, usando cada tipo de corriente y polaridad especificada en la tabla A.1.5.
- El precalentamiento usado es de 16°C (60°F) mínimo.
- Una soldadura de filete de un solo paso debe ser hecha sobre un sólo lado de la junta. El primer electrodo es consumido una longitud no mayor de 50.8 mm (2 pulgadas).
- Las soldaduras en posición vertical deben ser hechas con la progresión ascendente, excepto para los electrodos de las clasificaciones E7010-X, E8010-X, E9010-X y E10010-X donde la progresión puede ser ascendente o descendente.
- La limpieza de la soldadura esta limitada al cincelado de la escoria, cepillado y remoción del salpique. El esmerilado y repellido de la superficie de la soldadura quedan prohibidos.
- Las pruebas se deben llevar a cabo sin tratamiento térmico post soldadura.

FIGURA 8.1.4. PROBETA PARA LA SOLDADURA DE FILETE. (CONTINUACION)

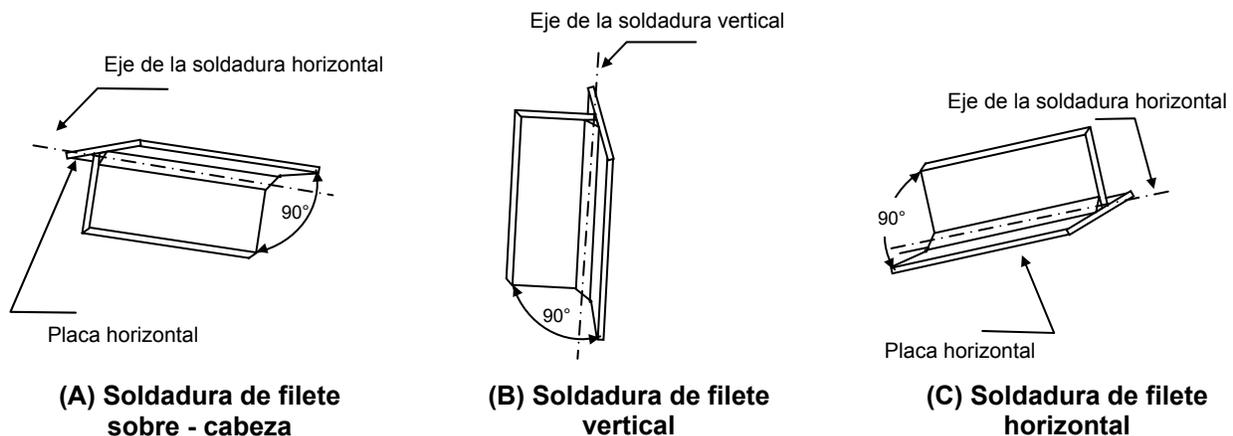


FIGURA 8.1.5. POSICIONES DE SOLDADURA PARA LAS PROBETAS DE SOLDADURA DE FILETE.

8.1.8. Análisis químico.

8.1.8.1. La muestra para el análisis químico debe tomarse del metal de soldadura obtenido con el electrodo que se está calificando. La muestra debe tomarse del depósito de soldadura o de una sección reducida de una probeta tensión ya fracturada, o de una posición correspondiente al metal de soldadura en la ranura de una soldadura a tope como se especifica en las figuras 8.1.2 ó 8.1.4. Las áreas donde inició el arco o haya cráteres deben evitarse.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 24 de 130

La superficie del depósito de soldadura descrito en 8.1.7.3 y mostrado en la figura 8.1.1 debe ser retirado y descartado y una muestra de análisis debe obtenerse por un medio mecánico apropiado. La muestra debe estar libre de escoria y debe tomarse al menos a una distancia del metal base original como se especifica en la figura 8.1.1.

La muestra descrita en 8.1.8.1 debe ser analizada por un método analítico aceptado, el método de referencia debe ser el indicado en ASTM E350, *Método para Análisis Químico de Aceros al Carbono, Aceros de Baja Aleación, Aceros Eléctricos al Silicio, Lingotes de Hierro y Forjas de Hierro, ó equivalente*.

Los resultados del análisis químico deben cumplir los requisitos de la tabla A.1.2 para la clasificación en que fue probado.

8.1.9. Pruebas radiográficas.

8.1.9.1. La soldadura de ranura descrita en 8.1.7.4.1, y mostradas en las figuras 8.1.2 u 8.1.3 debe ser radiografiada para evaluar la sanidad del metal de soldadura de todas las clasificaciones como se especifica en la tabla A.1.5. En la preparación para la radiografía, el respaldo debe ser retirado y ambas superficies de la soldadura se deben maquinar o esmerilar. La superficie terminada de la soldadura puede ser desbastada al ras con la placa o tener un refuerzo uniformemente razonable que no exceda 2.4 mm (3/32"). Ambas superficies deben ser lo suficientemente tersas para evitar cualquier dificultad con la interpretación radiográfica.

8.1.9.2. La soldadura debe ser radiografiada de acuerdo con ASTM E142, *Método para Controlar la Calidad de las Pruebas Radiográficas*, ó equivalente. El nivel de calidad de la inspección será de 2-2T.

8.1.9.3. El metal de soldadura cumple los requisitos de esta especificación si la radiografía muestra:

- (1) Ninguna grieta o fusión incompleta.
- (2) Ninguna inclusión de escoria mayor de 6.4 mm (1/4") o 1/3 del espesor de la soldadura, cualquiera que sea mayor o ningún grupo de inclusiones de escoria en línea que tengan una longitud agregada mayor que el espesor de la soldadura en una longitud de 12 veces el espesor de la soldadura, excepto cuando la distancia entre inclusiones sucesivas exceda 6 veces la longitud de la inclusión más larga en el grupo.

Ninguna indicación redondeada en exceso de aquellas permitidas en los criterios de aceptación radiográficos indicados en la figura 8.1.6 de acuerdo con el grado especificado en la tabla. Una longitud de 25 mm (1 pulgada) de cada extremo de la probeta se debe excluir en la evaluación radiográfica.

8.1.9.4. Una indicación redondeada es una indicación (en una radiografía) cuya longitud no es mayor a tres veces el ancho. Las indicaciones redondeadas pueden ser circulares, elípticas, cónicas o con forma irregular y además pueden aparecer con forma de cometa. La medida de una indicación redondeada es la dimensión más grande de ésta, incluyendo cualquier tallo que pueda estar presente.

La indicación puede ser porosidad o escoria. Las indicaciones cuya longitud mayor no excede 0.4 mm (1/64") pueden descartarse de la evaluación. Las probetas con indicaciones mayores que la indicación más grande permitida en la carta radiográfica no cumplen los requisitos de aceptación de esta especificación.



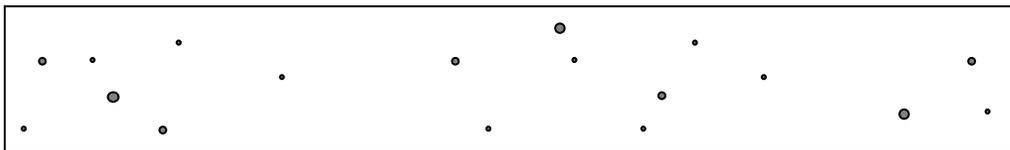
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 25 de 130



(A) Indicaciones redondeadas combinadas

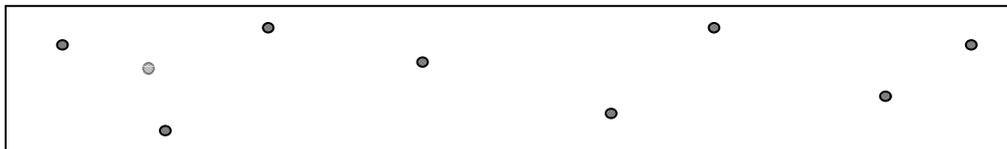
Medida 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 18 indicaciones con las siguientes restricciones.

Máximo número de indicaciones de 1.2 mm (3/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud = 3.

Máximo número de indicaciones de 0.8 mm (1/32 de pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 de pulgada) en diámetro o longitud = 5.

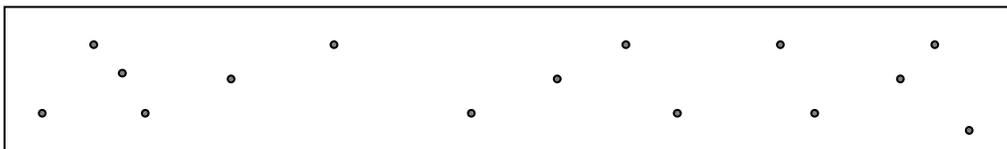
Máximo número de indicaciones de 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 0.8 mm (1/32 de pulgada) en diámetro o longitud = 10.



(B) Indicaciones redondeadas grandes

Medida 1.2 mm (3/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud.

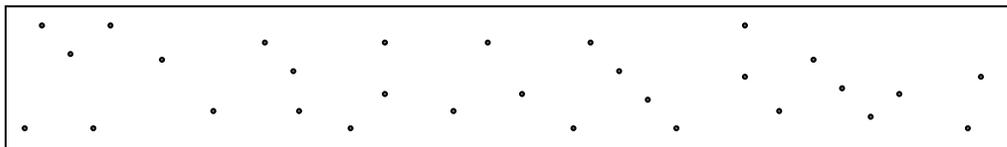
Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 8.



(C) Indicaciones redondeadas medianas

Medida 0.8 mm (1/32 de pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 15.



(D) Indicaciones redondeadas pequeñas

Medida 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 0.8 mm (1/32 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 30.

NOTAS:

- En el uso de estos criterios de aceptación, la carta que sea más representativa del tamaño de las indicaciones presente en la prueba radiográfica de la probeta debe ser usada para determinar la conformidad con estos criterios de aceptación radiográficos.
- Puesto que estas pruebas en la soldadura son específicamente realizadas en el laboratorio para propósitos de calificación, los requisitos radiográficos para estas pruebas de soldadura son más rígidos que los requeridos para la fabricación general.
- Las indicaciones cuya dimensión más larga no exceda 0.4 mm (1/64 de pulgada) deben descartarse.

**FIGURA 8.1.6. NORMA DE ACEPTACION RADIOGRÁFICA PARA INDICACIONES REDONDEADAS.
(GRADO 1).**



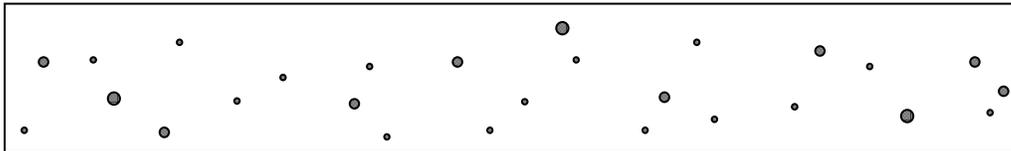
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 26 de 130



(E) Indicaciones redondeadas combinadas

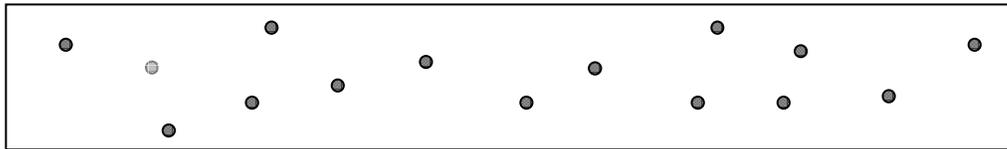
Medida 0.4 mm (1/64 pulgada) hasta 2.0 mm (1/16 pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 27 indicaciones con las siguientes restricciones.

Máximo número de indicaciones de 1.6 mm (1/16 pulgada) hasta 2.0 mm (5/64 pulgada) en diámetro o longitud = 3.

Máximo número de indicaciones de 1.2 mm (3/64 pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 pulgada) en diámetro o longitud = 8.

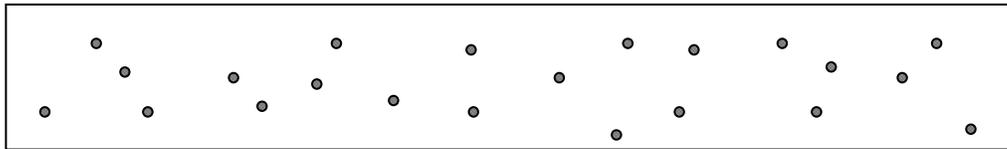
Máximo número de indicaciones de 0.4 mm (1/64 pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 pulgada) en diámetro o longitud = 16.



(F) Indicaciones redondeadas grandes

Medida 1.6 mm (1/16 pulgada) hasta 2.0 mm (5/64 pulgada) en diámetro o longitud.

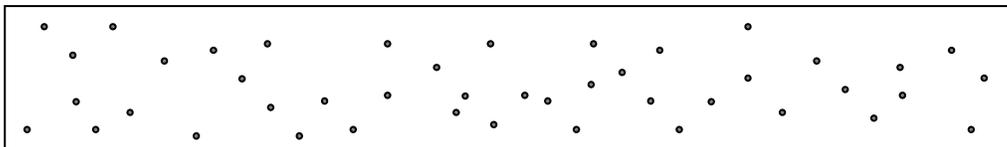
Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 14.



(G) Indicaciones redondeadas pequeñas

Medida 0.4 mm (1/64 pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 44.



(H) Indicaciones redondeadas pequeñas

Medida 0.4 mm (1/64 pulgada) hasta 0.8 mm (1/32 pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 30.

NOTAS:

- En el uso de estos criterios de aceptación, la carta que sea más representativa del tamaño de las indicaciones presente en la prueba radiográfica de la probeta debe ser usada para determinar la conformidad con estos criterios de aceptación radiográficos.
- Puesto que estas pruebas en la soldadura son específicamente realizadas en el laboratorio para propósitos de calificación, los requisitos radiográficos para estas pruebas de soldadura son más rígidos que los requeridos para la fabricación general.
- Las indicaciones cuya dimensión más larga no exceda 0.4 mm (1/64 pulgada) deben descartarse.

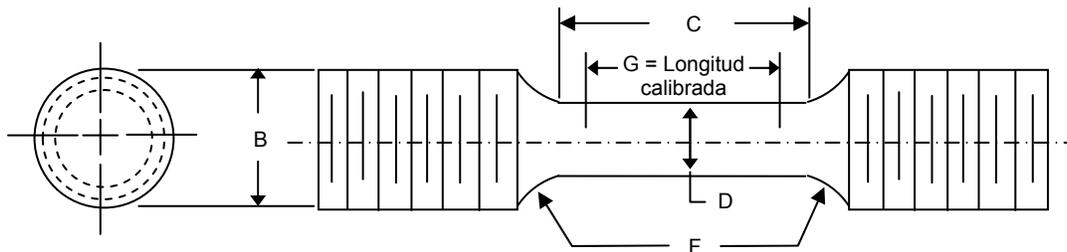
FIGURA 8.1.6. NORMA DE ACEPTACION RADIOGRÁFICA PARA INDICACIONES REDONDEADAS (GRADO 2).



8.1.10. Prueba de tensión.

8.1.10.1. Una probeta de tensión del metal de soldadura debe ser maquinado de la ranura de soldadura descrita en 8.1.7.4.1 y mostrada en las figuras 8.1.2 u 8.1.3. las dimensiones de la probeta se muestran en la figura 8.1.7.

8.1.10.2. Los especímenes de tensión para los electrodos de las clasificaciones E7010-G, E7010-P1, E8010-G, E8010-P1 y E9010-G deben ser envejecidos entre 95° y 105°C (200° y 220°F) por 48 horas \pm 2 horas y enfriado en aire hasta la temperatura ambiente. Otros especímenes para prueba de tensión que se deben probar en condición de cómo se soldó pueden ser envejecido entre 95° y 105°C (200° y 220°F) hasta por 48 horas y enfriado en aire hasta la temperatura ambiente. Todos los especímenes deben ser probados en la forma en que se describen en la sección pruebas de tensión de ANSI/AWS B4.0, *Métodos para Pruebas Mecánicas en Soldaduras*, ó equivalente. Los resultados de la prueba de tensión deben cumplir lo especificado en la tabla A.1.3.



Espesor de la placa de prueba		Dimensiones de la probeta									
		D		G		C		B		F, Mínimo	
mm	Pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
13	1/2	6.4 \pm 0.13	0.250 \pm 0.005	25 \pm 0.13	1.000 \pm 0.005	32	1 1/4	9.5	3/8	4.8	3/16
19	3/4 y mayores	13 \pm 0.25	0.500 \pm 0.010	50 \pm 0.13	2.000 \pm 0.005	57	2 1/4	13	3/4	9.5	3/8

NOTAS:

- Las dimensiones G y C deben ser las que se muestran, pero los extremos de la probeta puede tener cualquier forma y dimensión, de acuerdo con la máquina de prueba.
- El diámetro de la probeta dentro de la longitud calibrada debe ser ligeramente menor al centro. La diferencia no debe exceder 1 por ciento del diámetro.
- Cuando se requiera el uso del extensómetro para determinar la resistencia a la cedencia, la dimensión C puede ser modificada. Sin embargo el porcentaje de alargamiento se debe basar en la dimensión G.
- La superficie terminada dentro de la dimensión C no debe tener una rugosidad mayor a 1.6 μ m (63 μ pulgada).

FIGURA 8.1.7. DIMENSIONES DE LA PROBETA DE TENSION DEL METAL DE SOLDADURA.



8.1.11. Pruebas de impacto.

8.1.11.1. Cinco especímenes para prueba de impacto Charpy con entalla en V, como se especifica en la figura 8.1.8, deben ser maquinados de la probeta mostrada en la mostrada en las figuras 8.1.2 u 8.1.3 para aquellas clasificaciones que requieran prueba de impacto de acuerdo con la tabla A.1.5.

8.1.11.2. Las cinco probetas deben ser probadas de acuerdo a las Pruebas de Tenacidad a la Fractura de ANSI/AWS B4.0, *Métodos para Pruebas Mecánicas en Soldaduras*, ó equivalente. La temperatura de prueba es la que se especifica en la tabla A.1.4 para el electrodo de la clasificación bajo prueba.

8.1.11.3. En la evaluación de los resultados para las clasificaciones que requieran prueba de impacto, el valor más alto y más bajo obtenidos deben ser descartados. Dos de los tres restantes deben ser iguales o exceder el nivel de energía mínimo promedio especificado en la tabla A.1.4. Uno de estos tres valores puede ser menor al promedio pero no más bajo que el valor mínimo individual especificado en la tabla A.1.4. El promedio de los tres especímenes no debe ser menor que el nivel de energía promedio mínimo especificado en la tabla A.1.4.

Para la evaluación de los resultados del electrodo E7018 M, los cinco valores de la prueba deben usarse. Cuatro de los cinco valores deben ser iguales ó exceder un nivel de energía absorbida de 67 J (50 pies – libra). Uno de los cinco valores puede ser menor, pero no más bajo de 54 J (40 pies – libra). El promedio de los cinco no debe ser menor al mínimo requerido de 67 J (pies – libra).

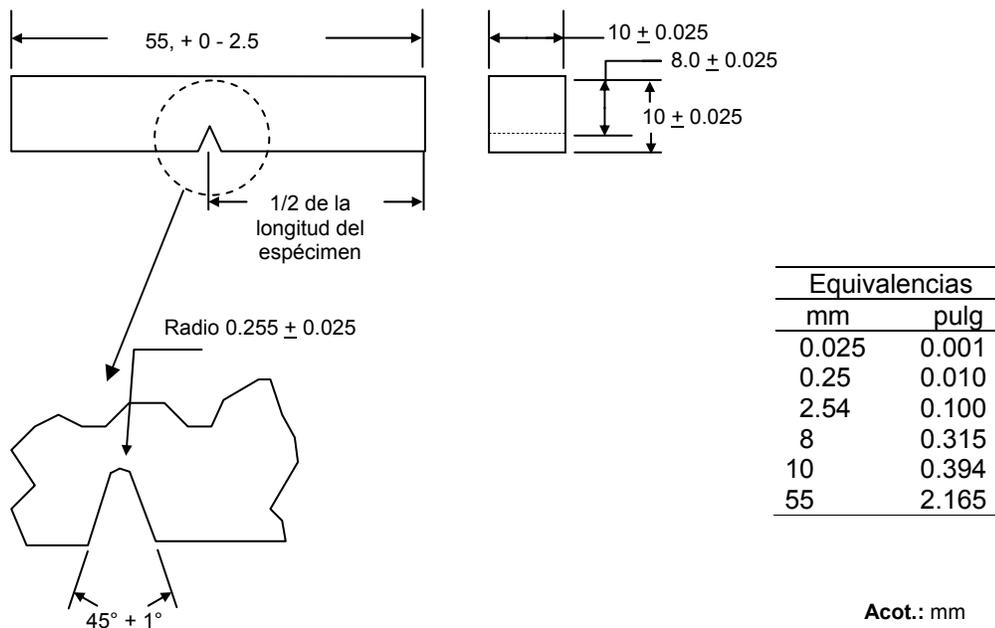


FIGURA 8.1.8. PROBETA DE IMPACTO TIPO CHARPY CON ENTALLA EN "V".

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 29 de 130

NOTAS:

- Todas las dimensiones excepto los ángulos están en milímetros.
- La superficie de la entalla y la superficie a ser golpeada deben tener una tolerancia entre caras de 0.05 mm (0.02 pulgada) y sobre la superficie terminada una rugosidad de al menos 1.6 μm (63 μ pulgada). Las otras dos superficies deben estar a escuadra con la superficie de la entalla y de golpe con una tolerancia de ± 10 minutos de grado y deben tener al menos una rugosidad sobre la superficie terminada de 3.2 μm (125 μ pulgada).
- La entalla debe prepararse adecuadamente por algún medio mecánico apropiado y debe estar a escuadra con el borde longitudinal de la probeta con un grado de tolerancia.
- La geometría de la entalla debe ser medida en al menos una probeta del juego de cinco probetas. La medición debe ser realizada al menos a 50 ampliaciones con un comparador óptico o un estereoscopio.
- La colocación correcta de la entalla debe verificarse mediante ataque químico, esta operación puede ser realizada antes o después del maquinado.
- Si una probeta soporta el golpe del péndulo de la máquina de impacto sin romper, el valor de la energía absorbida debe reportarse con la capacidad de la máquina de impacto seguido por el signo más (+).

8.1.12. Prueba de soldadura de filete.

8.1.12.1. Las pruebas de soldadura de filete, cuando sean requeridas en la tabla A.1.5, se deben hacer de acuerdo con 8.1.3 y la figura 8.1.4. Toda la superficie de la cara de la soldadura de filete se debe examinar visualmente. La probeta debe estar libre de grietas, traslapes, escoria y porosidad y estar sustancialmente libre de socavados. El socavado puede permitirse si no es frecuente y tiene menos de 0.8 mm (1/32 de pulgada) de profundidad. Después del examen visual, una probeta de aproximadamente 25.4 mm (1 pulgada) debe ser removido como se indica en la figura 8.1.4. La superficie de una sección transversal se debe pulir, atacar químicamente y examinar como se especifica en 8.1.12.2.

8.1.12.2 Trazar sobre la probeta las líneas que se indican en la figura 8.1.9; el tamaño de la soldadura, la longitud de las piernas del filete y la convexidad se deben determinar con una aproximación de 0.4 mm (1/64 de pulgada).

Estas dimensiones deben cumplir los requisitos de la tabla A.1.8 respecto a las medidas máximas y mínimas al tamaño de la soldadura y los requisitos de la tabla A.1.10 con respecto a la máxima convexidad y máxima diferencia entre las piernas de la soldadura de filete de acuerdo al tamaño de la soldadura.

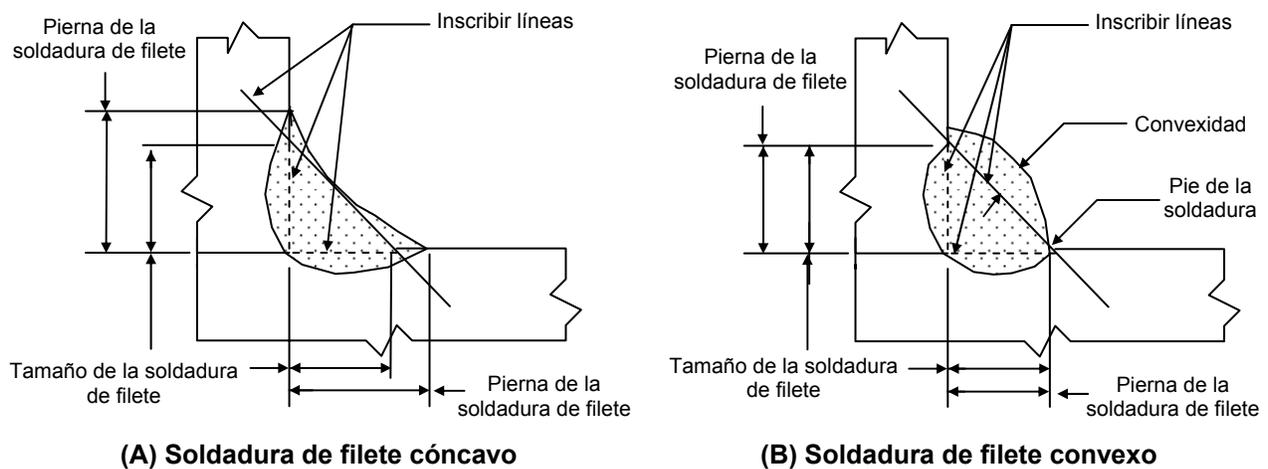
8.1.12.3 Las dos secciones restantes de la probeta deben probarse a través de la soldadura de filete mediante una fuerza ejercida como se muestra en la figura 8.1.10. Cuando sea necesario facilitar la fractura a través de la soldadura de filete, uno o más de los siguientes procedimientos puede ser usado:

- Un cordón de refuerzo, como se presenta en la figura 8.1.10 (A), puede ser agregado a cada pierna de la soldadura.
- La posición del alma respecto al patín en la probeta puede quedar fuera del centro como se muestra en la figura 8.1.10 (B).
- Sobre la cara de la soldadura de filete puede ser ranurada una entalla como se presenta en la figura 8.1.10 (C).

Las pruebas donde se haga el doblez fuera del metal de soldadura se deben invalidar. Los especímenes donde esto ocurra deben reemplazarse con otra probeta. En este caso no se requiere una prueba por duplicado como se especifica en la sección 8.1.6.



8.1.12.4. Las superficies deben ser inspeccionadas visualmente sin ayuda de amplificación. La superficie fracturada debe estar libre de grietas. La falta de fusión y la penetración incompleta en la raíz de la soldadura no deben ser mayores al 20 por ciento de la longitud total de la soldadura. No debe haber una longitud continua de falta de fusión o penetración incompleta mayor de 25.4 mm (1 pulgada), medida a lo largo del eje de la soldadura.



NOTAS:

- El tamaño de la soldadura de filete es la longitud de la pierna del triángulo isósceles recto más grande que pueda ser inscrito dentro de la sección transversal de la soldadura de filete.
- La convexidad es la máxima distancia perpendicular desde la cara de una soldadura de filete convexa hasta la línea que une los pies de la soldadura.
- La pierna de una soldadura de filete es la distancia que une la raíz de la junta hasta el pie de la soldadura de filete.
- La ensamble de prueba puede sumergirse en agua entre cada paso para controlar la temperatura entre pasos.

FIGURA 8.1.9. DIMENSIONES DE LA SOLDADURA DE FILETE.

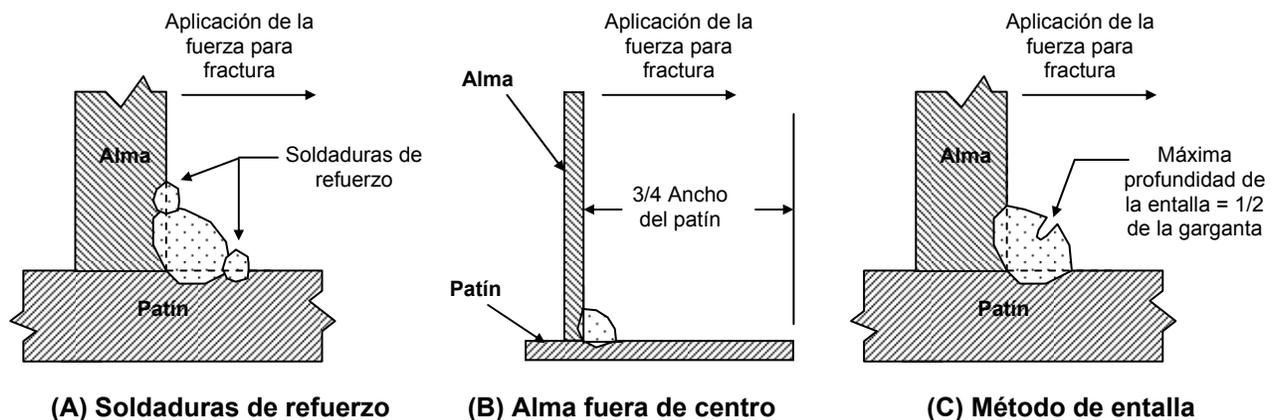


FIGURA 8.1.10. MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA FACILITAR LA FRACTURA DE LA SOLDADURA.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 31 de 130

8.1.13. Prueba de humedad.

8.1.13.1. El contenido de humedad del recubrimiento de los electrodos de bajo hidrógeno, cuando así se requiera en la tabla A.1.5 debe ser determinada por un método adecuado. En caso de controversia, el método descrito en 8.1.13.3 hasta 8.1.13.9 debe ser usado como método arbitral.

8.1.13.2. Los electrodos deben ser probados sin acondicionamiento a menos que el fabricante recomiende otra cosa. Si los electrodos son acondicionados debe quedar registrado, especificando el método usado para el acondicionamiento, el tiempo y temperatura. El contenido de humedad no debe exceder los límites especificados en la tabla A.1.11.

8.1.13.3. El método arbitral para la determinación de la humedad consiste en calentar una muestra del recubrimiento en una navicilla de níquel o arcilla colocándola dentro de un tubo de combustión de tal forma que elimine la humedad del recubrimiento. Una corriente de oxígeno es usada para arrastrar la humedad a un tubo de absorción, donde la humedad es atrapada. El contenido de humedad del recubrimiento es determinado por el incremento en peso del tubo de absorción y es expresado como un porcentaje del peso original de la muestra de recubrimiento.

8.1.13.4. El aparato usado para la prueba de humedad con el método arbitral mostrado en la figura 8.1.11 y debe consistir en lo siguiente:

- (1) Un horno de tubo, con un elemento de calentamiento de al menos 150 mm (6 pulgadas) de longitud, el cual a la mitad del tubo de combustión caliente a una temperatura de 1093°C (2000°F).
- (2) Un tren purificador de oxígeno consistente en un válvula de aguja, un rotámetro, una botella de lavado de ácido sulfúrico al 96 por ciento y una torre de secado de perclorato de magnesio anhidro.
- (3) Un tubo de combustión de sílica fundida con un diámetro interior de al menos 22 mm (7/8 pulgada) con los extremos planos y un punto de vitrificación arriba de 1093°C (2000°F). Un tapón de fibra de vidrio suficientemente fino para filtrar los gases debe ser insertado suficientemente lejos de la salida del tubo de combustión para que soporte una temperatura comprendida entre 204° y 260°C (400° y 500°F).
- (4) Un tren de absorción de agua consistente en un tubo en “U” (tipo “Schwartz”) relleno con perclorato de magnesio anhidro y una botella de ácido sulfúrico concentrado.

8.1.13.5. Para la ejecución de la prueba de humedad, una muestra de aproximadamente 4 gramos de recubrimiento, debe ser preparada tomándola de tres electrodos de un solo empaque. La muestra debe tomarse a la mitad de cada electrodo. El recubrimiento se debe remover doblando o torciendo el electrodo. Inmediatamente después de remover el recubrimiento debe ser colocado un recipiente hermético.

8.1.13.6. El horno debe ser operado entre 968° y 996°C (1775° y 1825°F) con un flujo de oxígeno de 200 a 250 ml por minuto. La navicilla vacía (Ver 8.1.13.3) debe ser colocada en la zona caliente del tubo de combustión para su secado, por otra parte, el tubo “U” de absorción debe ser conectado al sistema con objeto de acondicionarlo. Después de 30 minutos el tubo de absorción se debe retirar y puesto en la vitrina de una balanza. La navicilla se debe remover y colocar en un desecador con perclorato de amonio anhidro. Después de un periodo de enfriamiento de 20 minutos el tubo “U” de absorción se debe pesar.

8.1.13.7. En la determinación del valor del blanco, el procedimiento para la determinación de humedad se debe seguir paso por paso con la sola excepción de omitir la muestra. La navicilla se debe remover del desecador y quedar expuesta a la atmósfera por un periodo mínimo de tiempo, el cual consistirá aproximadamente en el

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 32 de 130

tiempo necesario para transferirla hasta la vitrina de la balanza. El tubo de combustión debe ser abierto, el tubo "U" de absorción, ya pesado debe ser conectado, la navicilla vacía es colocada en la zona caliente del tubo de combustión, posteriormente tapar el tubo. Después de calentar un periodo de 30 minutos, el tubo "U" de absorción es removido y puesto en la vitrina de la balanza. La navicilla es transferida al desecador. Después de 20 minutos de enfriamiento el tubo "U" de absorción debe ser pesado y la ganancia en peso tomada como el valor del blanco.

8.1.13.8. Inmediatamente después de pesar el tubo "U" de absorción la muestra del recubrimiento es pesada y rápidamente transferida a la navicilla. El tubo de combustión es abierto y el tubo "U" de absorción pesado es conectado, la navicilla con muestra se transfiere a la zona caliente del tubo de combustión y el tubo entonces es cerrado. Después de calentar 30 minutos, el tubo "U" de absorción es removido y colocado en la caseta de la balanza. Si otra muestra es corrida, la navicilla debe tomarse del tubo de combustión la muestra retirada y la navicilla transferida al desecador. El tubo "U" de absorción es pesado después de un periodo de enfriamiento de 20 minutos. Otra determinación puede iniciarse inmediatamente, puesto que no es necesario repetir la determinación del blanco, previendo que la misma navicilla puede ser utilizada.

8.1.13.9. Los cálculos son realizados de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Humedad} = \frac{A - B}{\text{Peso inicial de la muestra}} \times 100$$

Donde:

A = Ganancia en peso del tubo "U" de absorción en la determinación de la humedad.

B = Ganancia en peso del tubo "U" de absorción en la determinación del blanco.

8.1.14. Prueba de absorción de humedad.

8.1.14.1. Para que un electrodo de bajo hidrógeno sea designado con la letra "R", (baja absorción de humedad), una cantidad suficiente de electrodos deben ser expuestos a un ambiente de 27°C (80°F) y una humedad relativa de 80 por ciento de humedad relativa por un periodo no menor a 9 horas, mediante un medio adecuado. En caso de disputa el método de exposición descrito desde 8.1.14.2 hasta 8.1.14.6, es considerado como método de referencia. El contenido de humedad del recubrimiento en los electrodos de bajo hidrógeno designados de baja absorción de humedad (EXX15-X-R, EXX16-X-R, EXX18-X-R) debe ser determinado por cualquier método adecuado. En caso de disputa, el método descrito en 8.1.13.3 hasta 8.1.13.9 debe ser el método arbitral para la determinación del contenido de humedad. El contenido de humedad del recubrimiento expuesto no debe exceder el contenido de humedad máximo especificado para un electrodo designado con el sufijo "R" dado en la tabla A.1.11.

8.1.14.2. La muestra seleccionada debe constituirse empleando el diámetro menor y mayor de electrodos designados con el sufijo "R". Si los electrodos son acondicionados antes de la exposición a la prueba debe registrarse, haciendo la descripción del método de acondicionamiento, así como la temperatura y tiempo involucrados, estos datos deben registrarse en la memoria de la prueba. El acondicionamiento después de la prueba no es permitido.

8.1.14.3. Las muestras de electrodos descritas en 8.1.14.2 deben ser expuestas en una cámara ambiental adecuadamente controlada y calibrada por nueve horas mínimo a una temperatura de entre 26.7 °C, menos 0, más 2.8°C (80°F, menos 0, más 5°F) y una humedad relativa de 80 %, menos 0, más 5 %.

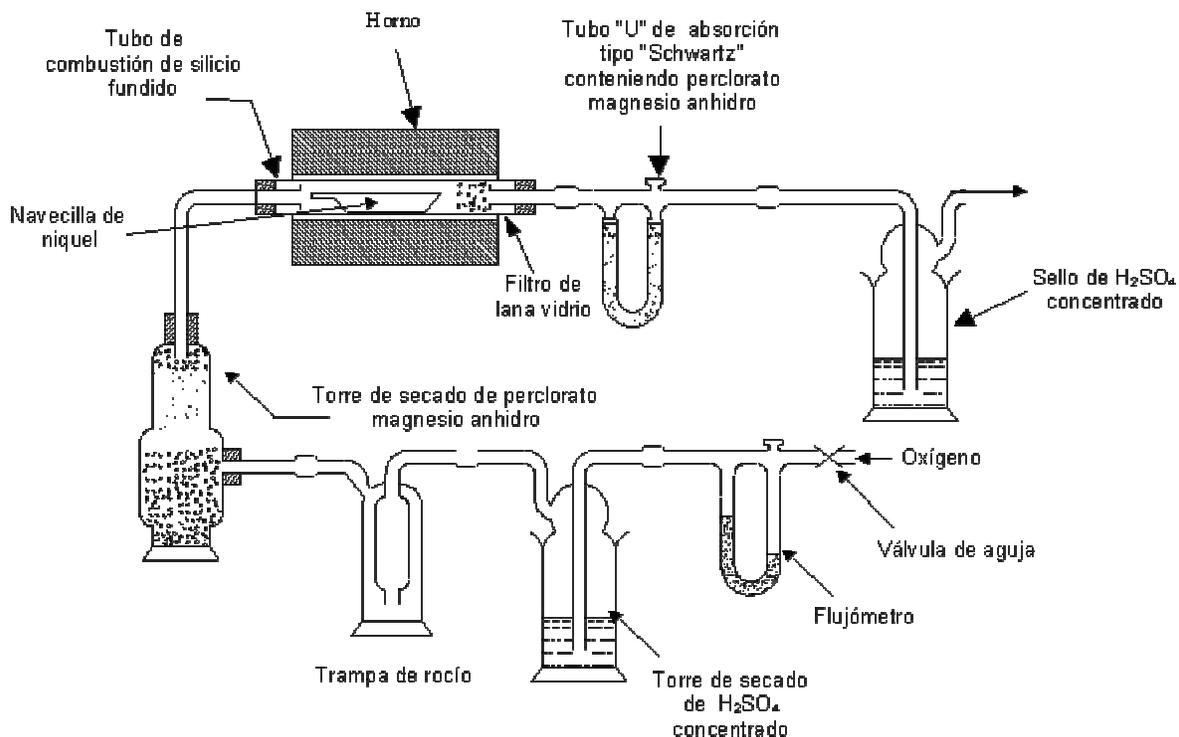


FIGURA 8.1.11. ESQUEMA DEL TREN DE ANÁLISIS PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.

8.1.14.4. La cámara de ambiente controlado descrita en 8.1.14.3 debe cumplir los siguientes requisitos de diseño:

- (1) El aparato debe contar con un humidificador aislado el cual produzca una temperatura de saturación adiabática a través de la regeneración de la evaporación o vapor de agua.
- (2) Debe tener una velocidad promedio de salida de aire de 0.5 a 1.7 m/s (100 a 325 pies/minuto) alrededor de la muestra.
- (3) El aparato debe tener un área que libre de goteo para electrodos de hasta 450 mm (18 pulgadas) de longitud, los electrodos son colocados perpendiculares al flujo de aire.
- (4) Contar con un dispositivo calibrado para medir y registrar la temperatura de un bulbo seco y un bulbo húmedo durante el periodo de la prueba.
- (5) El aparato debe tener una velocidad de salida de aire sobre el sensor del tubo húmedo de al menos 4.5 m/s (900 pies / minuto) a menos que el bulbo húmedo pueda demostrarse que es insensible a la velocidad del

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 34 de 130

aire o tiene un factor de corrección que permita un ajuste de la lectura del bulbo húmedo igual a la temperatura de saturación adiabática.

- (6) El aparato debe tener un bulbo sensor de humedad, localizado en el lado de la succión del ventilador, de tal forma que el calor de radiación no afecte este sensor.

8.1.14.5. El procedimiento de exposición de los electrodos debe ser como se describe a continuación:

- (1) La muestra de un empaque sin abrir o de un lote acondicionado debe ser calentado hasta la temperatura de menos 0, más 5.6°C (menos 0, más 10°F) arriba del punto de rocío de la cámara al momento de cargar la cámara. En este caso la temperatura del punto de rocío es de 22.8°C (73°F).
- (2) Los electrodos deben ser colocados en la cámara inmediatamente después de que los paquetes son abiertos.
- (3) Los electrodos son colocados al centro de la cámara en posición vertical u horizontal, con el eje longitudinal perpendicular al flujo de aire.
- (4) El tiempo, la temperatura, y la humedad son continuamente registrados durante el periodo en que los electrodos estén dentro de la cámara.
- (5) La cuenta del tiempo de exposición debe empezar cuando la temperatura y la humedad requeridas por la prueba hayan sido establecidas.
- (6) Al final del tiempo de exposición el electrodo es removido de la cámara y una muestra del recubrimiento tomada para la determinación de humedad, como se especifica en la sección.

8.1.14.6. El fabricante debe controlar otras variables de prueba las cuales no están definidas, pero que se deben evaluar para asegurar mayor consistencia en los resultados.

8.1.15. Prueba de difusión de hidrógeno.

El diámetro menor y mayor de cada clasificación de electrodo a ser probado por la opción suplementaria para la prueba de difusión de hidrógeno es realizado de acuerdo a uno de los métodos dados en ANSI/AWS A 4.3, *Métodos para la Determinación del Contenido de Difusión de Hidrógeno Producido por Soldadura de Arco en el Metal de Soldadura de Aceros Martensíticos, Bainíticos y Ferríticos*, ó equivalente. Las pruebas se deben hacer sin acondicionamiento de los electrodos, a menos que las recomendaciones del fabricante indiquen otra cosa. Si los electrodos son acondicionados, el método, la temperatura y el tiempo involucrados se deben anotar en el registro de prueba. La categoría de difusión de hidrógeno puede agregarse a la clasificación del electrodo de acuerdo a los valores promedio de prueba comparados con los requisitos de la tabla A.1.12.

Para propósitos de certificar el cumplimiento con los requisitos especificados en la prueba de difusión de hidrógeno las condiciones atmosféricas de referencia deben tener una humedad absoluta de 1.43 g/kg (10 granos de vapor de agua por libra) de aire seco durante la prueba. Las condiciones atmosféricas durante la prueba usando el valor promedio de acuerdo con ANSI/AWS A4.3 o equivalente.

Cuando la humedad absoluta iguala o excede la condición de referencia al momento de la preparación de la probeta, se debe aceptar la prueba al demostrar su cumplimiento con los requisitos de esta especificación, previendo que los resultados de la prueba satisfacen los requisitos de difusión de hidrógeno para la designación especificada. Por otra parte, si los resultados de la prueba son más bajos que el indicado en la tabla A.1.12, para la designación prevista, el electrodo también cumplirá para la designación

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 35 de 130

Parte C. Manufactura, identificación y empaque.

8.1.16. Método de manufactura.

Los electrodos clasificados de acuerdo a esta especificación pueden ser manufacturados por cualquier método que se produzcan electrodos y que cumplan los requisitos de esta especificación.

8.1.17. Medidas y longitudes.

8.1.17.1. Las medidas (diámetro) y longitud de los electrodos se muestran en la tabla A.1.13.

8.1.17.2. La tolerancia en el diámetro del alambre es de ± 0.05 mm (0.002 pulgadas). Respecto a la longitud del electrodo la tolerancia es de ± 6.4 mm (1/4 pulgadas) de la especificada.

8.1.18. Alambre y recubrimiento.

8.1.18.1. El alambre y el recubrimiento deben estar libres de defectos que pudieran interferir con un depósito uniforme.

8.1.18.2. El alambre y el recubrimiento deben ser concéntricos a todo lo largo del electrodo con una desviación en la dimensión máxima y mínima del alambre más el recubrimiento de:

- (1) Siete por ciento de la dimensión media en los diámetros de 2.4 mm (3/32 pulgada) y menores.
- (2) Cinco por ciento de la dimensión media en los diámetros de 3.2 mm (1/8 pulgada) y 4.0 mm (5/32 pulgada)
- (3) Cuatro por ciento en la dimensión media en los diámetros de 4.8 mm (3/16 pulgada).

La concentricidad puede ser medida por cualquier medio adecuado.

8.1.19. Núcleo expuesto.

8.1.19.1. La longitud de agarre de cada electrodo debe tener una longitud no menor a 12.5 mm (1/2 pulgada) ni mayor a 30 mm (1 1/4 pulgada), para diámetros de 4 mm (5/32 pulgada) y no menor a 19 mm (3/4 pulgada) ni mayor a 40 mm (1 1/2 pulgada), para diámetros de 4.8 mm (3/16 pulgada), con objeto de mantener un adecuado contacto eléctrico con el portaelectrodo.

8.1.19.2. El extremo de contacto de cada electrodo debe estar suficientemente expuesto con un chaflán que permita un rápido encendido del arco. La longitud de la zona de encendido (medida desde el extremo del alambre al punto donde se encuentra una sección completa del recubrimiento) no debe exceder los 3.2 mm (1/8 pulgada) o el diámetro del alambre, la medida que sea menor.

8.1.20. Identificación del electrodo.

Todos los electrodos deben ser identificados como sigue:

8.1.20.1. Al menos una impresión de la designación del electrodo (la clasificación más cualquier otra designación) debe ser aplicada sobre el recubrimiento del electrodo dentro de una distancia de 65 mm (2 1/2 veces) a partir de la zona de agarre del electrodo.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 36 de 130

8.1.20.2. Los números y letras deben ser impresos en un tamaño suficiente para ser legibles a simple vista; la medida mínima debe ser 3/32”.

8.1.20.3. La tinta utilizada para la impresión debe proporcionar suficiente contraste con el recubrimiento del electrodo de tal manera que bajo un uso normal los números y letras sean legibles antes y después de soldar.

8.1.20.4. La letra “E” puede ser omitida en la impresión.

8.1.21. Empaque.

8.1.21.1. Los electrodos se deben empaquetar adecuadamente de tal manera que sean protegidos de cualquier tipo de deterioro durante el embarque y almacenaje bajo condiciones normales. Cuando los electrodos son empaquetados en contenedores herméticamente sellados, estos deben ser capaces de pasar las pruebas especificadas en 8.1.21.2.

8.1.21.2. Un contenedor representativo debe ser sumergido en agua caliente a una temperatura de 28°C (50°F) arriba de la temperatura ambiente. El contenedor debe ser sumergido hasta que la cara bajo observación esté 25.4 mm (1 pulgada) abajo del nivel del agua con la dimensión mayor paralela a la superficie de agua. Un contenedor que permanezca burbujeando por un periodo mayor a 30 segundos no cumple los requisitos de esta especificación.

8.1.21.3. El peso del empaque debe ser acordado entre el comprador y el proveedor.

8.1.22. Marcaje de los empaques.

8.1.22.1. La siguiente información del producto (como mínimo) debe marcarse en el exterior de cada unidad de empaque:

- (1) Especificación AWS, incluyendo el año de la edición y la designación del electrodo (clasificación más designaciones opcionales complementarias).
- (2) Nombre del fabricante y designación comercial.
- (3) Medida y peso neto.
- (4) Número de lote control o colada.

8.1.22.2 La siguiente información (como mínimo) debe ser desplegada en todos los empaques de los electrodos, incluyendo los empaques individuales dentro del empaque principal.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 37 de 130

A D V E R T E N C I A

- **Protéjase y proteja a los demás. Lea y entienda esta información.**
- **LOS HUMOS Y GASES pueden ser peligrosos para su salud.**
- **LA LUZ DEL ARCO DE SOLDADURA puede dañar los ojos y quemar la piel.**
- **EL CHOQUE ELECTRICO puede ser causa de muerte.**
- Antes de usar lea y entienda las instrucciones del fabricante y las prácticas de seguridad de su empresa.
- Mantenga su cabeza fuera del área de humo.
- Use suficiente ventilación, elimine los humos y gases de la zona de trabajo.
- Use protección en los ojos, oídos y cuerpo.
- No toque partes eléctricas.
- **NO ELIMINE ESTA INFORMACIÓN.**

8.2. SECCIÓN II. Electrodo de acero al carbono y baja aleación para soldadura de arco metálico con gas (GMAW).

8.2.1. Generalidades.

Esta sección de la especificación prescribe los requisitos para electrodos de acero al carbono y de baja aleación usados con el proceso de soldadura que emplea gas como fuente de protección conocido como soldadura de arco metálico con gas (GMAW).

El metal de aporte queda restringido al uso de electrodos, cuyas composiciones químicas son referidas como acero al carbono y acero de baja aleación, tales como acero al cromo - molibdeno, acero manganeso - molibdeno y otros aceros. Todos los metales de aporte cubiertos por esta especificación pueden ser empleados para soldar con el proceso de soldadura de arco metálico con gas.

PARTE A. Requisitos generales.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 38 de 130

8.2.2. Clasificación.

8.2.2.1. Los metales de aporte cubiertos por esta sección se clasifican con base en su composición química y propiedades mecánicas del metal de soldadura, usando el proceso de soldadura con protección de gas (Ver tablas A.2.1, A.2.2, y A.2.3).

8.2.2.2. Cualquier metal de aporte catalogado bajo una clasificación específica no debe registrarse bajo otro tipo de clasificación en esta norma.

8.2.3. Aceptación.

La aceptación de los electrodos debe estar de acuerdo con los requisitos que se presentan en esta sección.

8.2.4. Certificación.

La aceptación de los electrodos se basa en el cumplimiento y aprobación de los requisitos que se presentan a continuación, cuando son aplicables para la clasificación del electrodo.

El proveedor o contratista debe asegurarse que el producto cumple con los requisitos solicitados en esta norma de referencia mediante los certificados de las pruebas realizadas a los lotes del producto correspondiente, estampando además en el empaque del producto la especificación y clasificación del mismo. Los certificados de cumplimiento deben ser expedidos por un Organismo reconocido por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

- (1) Composición química del metal depositado (TABLA A.2.1).
- (2) Pruebas mecánicas de tensión (TABLA A.2.2).
- (3) Prueba de impacto (A.2.3).
- (4) Prueba radiográfica (TABLA A.2.4)
- (5) Prueba de difusión de hidrógeno (TABLA A.2.7).

PARTE B. Pruebas, procedimientos y requisitos.

8.2.5. Resumen de pruebas.

8.2.5.1. Las pruebas requeridas para cada clasificación se especifican en la tabla A.2.4. El propósito de estas pruebas es determinar la composición química, las propiedades mecánicas y la sanidad del metal de soldadura. El metal base de las probetas de soldadura, los procedimientos de soldadura, pruebas a ser empleadas y los resultados requeridos son dados en las secciones 8.2.7 hasta 8.2.11.

8.2.5.2. La prueba opcional de difusión de hidrógeno se encuentra en la sección 8.2.12, esta prueba no es requerida para la clasificación (Ver nota a de la tabla A.2.4).

8.2.6. Verificación de resultados.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 39 de 130

Si los resultados de cualquier prueba fallan para cumplir los requisitos, se deben efectuar dos pruebas más. Los resultados de ambas verificaciones deben cumplir los requisitos. Los especímenes para la verificación pueden ser tomados del ensamble de prueba original o de un nuevo ensamble. Para el análisis químico se necesita hacer únicamente la verificación a los elementos que no cumplieron los requisitos de la especificación. Si los resultados de una o ambas pruebas fallan para cumplir los requisitos del material bajo prueba, debe considerarse que la prueba no cumple los requisitos de esta especificación para esa clasificación. En caso de que durante la preparación o después de terminar cualquier prueba se determine claramente que los procedimientos no fueron seguidos en la preparación de la probeta ó en la conducción de la prueba, ésta debe ser considerada inválida, sin interesar si la prueba esta lista o incluso si los resultados cumplen los requisitos, la prueba debe ser repetida, siguiendo los procedimientos prescritos. En este caso los requisitos de una prueba por duplicado no aplican.

8.2.7. Ensamble de prueba.

8.2.7.1. Uno ó más de las siguientes probetas son requeridas para la clasificación como se especifica en la tabla A.2.4.

Una preparación de una junta a tope como el que se muestra en la figura 8.2.1 para evaluar las propiedades mecánicas y sanidad del metal base.

Un depósito de soldadura como se indica en la figura 8.2.2 para el análisis químico del metal de soldadura sin diluir.

La muestra para análisis químico puede ser tomada de la sección reducida de la probeta de tensión fracturada de acuerdo con la figura 8.2.1. En caso de discrepancia, el depósito de soldadura como se indica en la figura 8.2.2 debe ser tomado como método de referencia.

8.2.7.2. La preparación de cada ensamble de prueba es como se prescribe en 8.2.7.3 hasta 8.2.7.5. el metal base de cada ensamble de prueba debe ser como se requiere en la tabla A.2.5 y debe cumplir los requisitos de la especificación ASTM indicada o una especificación equivalente. Las pruebas en los ensambles deben ser como se prescribe en las secciones 8.2.8.2, 8.2.8.3 y secciones 8.2.9 hasta 8.2.11.

8.2.7.3. Soldadura de ranura.

8.2.7.3.1. Para todas las clasificaciones una probeta debe ser preparada y soldado como se especifica en la figura 8.2.1 usando el metal base apropiado especificado en la tabla A.2.5 y el precalentamiento y temperatura entre pasos especificado en la tabla A.2.6. El electrodo empleado debe ser de 1.1 mm (0.045 pulgadas) o 1.6 mm (1/16 pulgadas) de diámetro (o el diámetro que el fabricante produzca más cercano a una de estas medidas, si es que esos diámetros no son producidos por el fabricante).

La soldadura se debe hacer en posición plana y el ensamble debe fijarse durante la prueba para prevenir que las placas tengan una deflexión mayor de 5 grados respecto al plano horizontal. Un ensamble que tiene una deflexión de más de 5 grados debe ser descartado. En ningún caso se permite que este sea forzado para quedar dentro de esta tolerancia. El ensamble debe ser punteado y debe mantener la temperatura de prueba que se especifica en la tabla A.2.6.

La temperatura entre pasos se debe mantener a lo largo de toda la prueba. Si es necesario interrumpir la prueba, debe permitirse que el ensamble se enfríe lentamente sin exponerlo a corrientes de aire hasta que

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 40 de 130

alcance la temperatura ambiente. El ensamble de prueba se debe precalentar hasta la temperatura mostrada en la tabla A.2.6 antes de reiniciar la soldadura. Cuando la soldadura ha sido terminada y el ensamble se ha enfriado, el ensamble debe ser preparado y probado como se especifica en las secciones 8.2.9, 8.2.10 y 8.2.11 en la condición de cómo se soldó o trató térmicamente post soldadura especificadas en las tablas A.2.2 y A.2.3

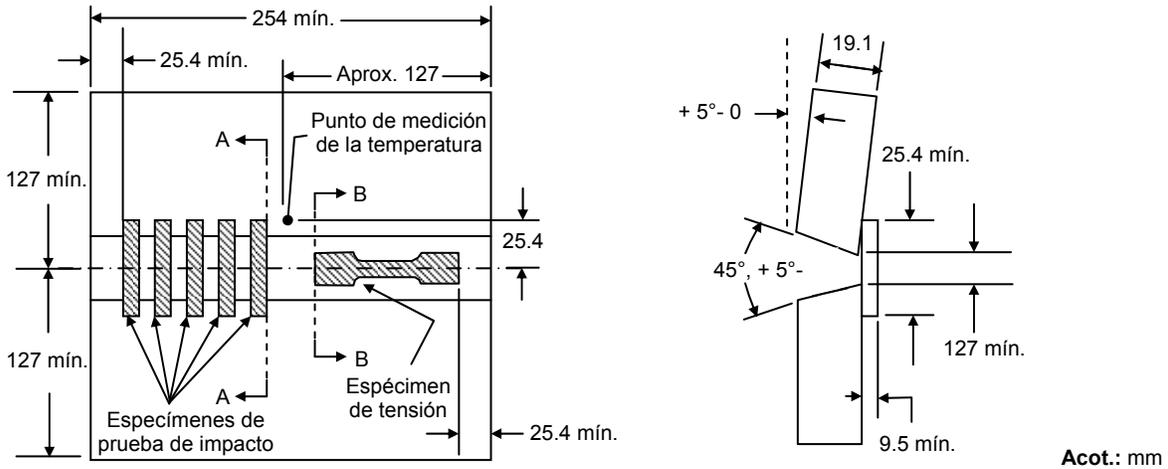
8.2.7.3.2. Cuando sea requerido, el ensamble de prueba debe ser tratado térmicamente post soldadura antes de remover los especímenes de prueba. Este tratamiento térmico post soldadura puede ser realizado antes o después del examen radiográfico.

8.2.7.3.2.1. El horno debe estar a una temperatura no mayor de 320°C (600°F) cuando el ensamble es puesto en él. La velocidad de calentamiento desde ese punto a la temperatura de tratamiento especificada en la tabla A.2.6, no debe exceder los 220°C por hora (400°F).

8.2.7.3.2.2. El ensamble de prueba debe ser mantenido a la temperatura especificada en la tabla A.2.6 por 1 hora (- 0 + 15 minutos).

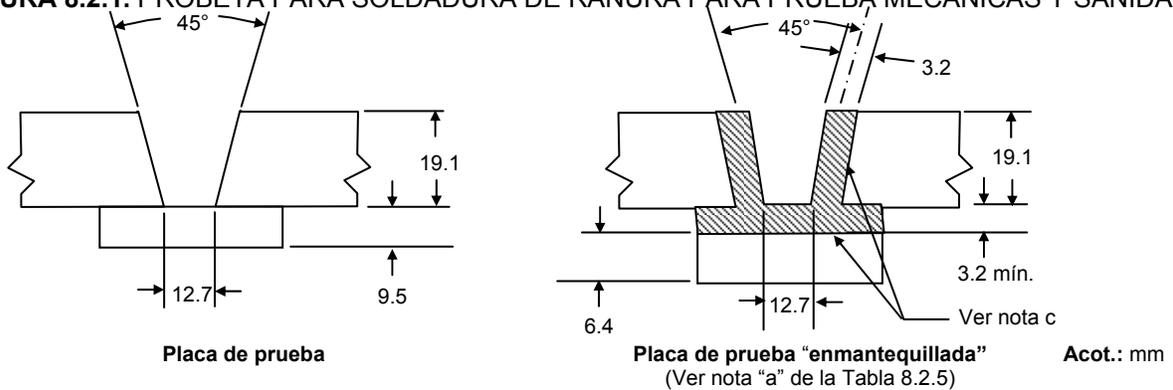
8.2.7.3.2.3. La temperatura cuando se ha sostenido por una hora, debe permitirse que el ensamble se enfríe dentro del horno a una temperatura debajo de 320°C (600°F) a una velocidad que no exceda 190°C (350°F) por hora. Posteriormente el ensamble debe ser retirado del horno y permitir que enfríe sin corrientes de aire hasta la temperatura ambiente. Las pruebas del ensamble deben ser las que se especifican en la sección 8.2.9 hasta la 8.2.11.

8.2.7.4. Depósito de soldadura. Un depósito de soldadura debe ser preparado como se muestra en la figura 8.2.2, excepto cuando sea permitido tomarlo como se especifica en 8.2.7.1 la muestra para análisis químico se toma de la ranura de soldadura (figura 8.2.1) o de la probeta de tensión fracturada. El metal base empleado debe satisfacer los requisitos mínimos de la figura 8.2.2 y ser del tipo especificado en la tabla A.2.5. la superficie del metal base sobre el cual se realizará el depósito debe estar limpia.

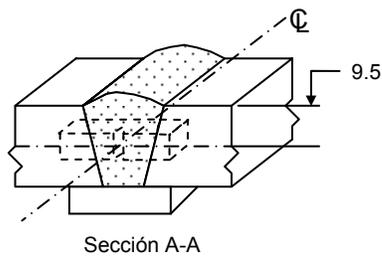


(A) Placa de prueba mostrando la localización de los especímenes de prueba

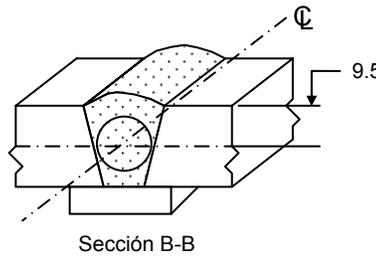
FIGURA 8.2.1. PROBETA PARA SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBA MECÁNICAS Y SANIDAD.



(B) Preparación de la ranura de la placa de prueba



(C) Orientación y localización del
espécimen de prueba de impacto



(D) Orientación y localización del
espécimen de prueba de tensión

Equivalencias	
mm	pulg
3.2	1/8
6.4	1/4
12.7	1/2
25.4	1
127	5
254	10

FIGURA 8.2.1. PROBETA PARA SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBA MECÁNICAS Y SANIDAD
(CONTINUACION).



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 42 de 130

Medida (h)	Condiciones de prueba del electrodo	
	1.1 mm (0.045 pulgada)	1.6 mm (1/16 pulgada)
Gas de Protección (g)	Ver tabla A.2.2	Ver tabla A.2.2
Velocidad de Alimentación del Alambre	190 mm/s \pm 5% (450 pulg./min) \pm 5%	102 mm/s \pm 5% (240 pulg./min) \pm 5%
Voltaje Nominal del Arco	27 a 32 volts	25 a 30 volts
Corriente Aproximada, CDPI	300 a 360 A (e)	340 a 420 A (e)
Distancia de la boquilla a la pieza	22 \pm 3 mm (7/8 \pm 1/8 pulgadas)	22 \pm 3 mm (7/8 \pm 1/8 pulgadas)
Velocidad de avance	5.5 \pm 1.0 mm/s (13 \pm 2 pulg./min)	5.5 \pm 1.0 mm/s (13 \pm 2 pulg./min)
Temperatura de precalentamiento y entre pasos	Ver tabla A.2.6	Ver tabla A.2.6

NOTAS:

- Todas las dimensiones a excepción de los ángulos están en milímetros.
- Antes de soldar, el ensamble debe estar suficientemente apoyado de tal forma que no sufra deflexión durante la soldadura y con ello facilitar la remoción de la probeta. Como una alternativa las placas de prueba pueden fijarse mediante puentes.
- Cuando sea requerido, los bordes de las ranuras y las superficies de contacto del respaldo deben "enmatequillarse" como se muestra. Cualquier diámetro de electrodo puede ser empleado. Ver la nota (a) de la tabla A.2.5.
- Las combinaciones requeridas de velocidad de alimentación del electrodo, voltaje de arco, distancia de la boquilla a la pieza de trabajo deben producir las corrientes de soldadura dentro de los rangos que se muestran. La corriente fuera de estos rangos sugiere un error en la velocidad de alimentación, voltaje de arco, distancia de la boquilla a la pieza de trabajo o en la instrumentación.
- Para el electrodo de la clasificación ER80S-D2, el rango de amperaje para 1.1 mm (0.045 pulgadas) de diámetro debe ser de 260 a 320 A y para 1.6 mm (1/16 pulgada) 330 a 410 A.
- Distancia desde la boquilla de contacto a la pieza de trabajo, no desde la copa del gas de protección a la pieza de trabajo.
- Si el gas de protección o la mezcla de gas es diferente a las que se muestran en la tabla A.2.2, la velocidad de alimentación del alambre (y corriente resultante), voltaje de arco y velocidad de avance serán acordados entre el comprador y proveedor.
- Si otros diámetros diferentes a 1.1 mm (0.045 pulgada) y 1.6 mm (1/16 pulgada) son probados, la velocidad de alimentación del electrodo, voltaje de arco, distancia de la boquilla a la pieza de trabajo deberán cambiarse como sea necesario. Esta configuración de junta no esta recomendado para diámetros de electrodo mayores a 0.9 mm (0.035 pulgadas).

FIGURA 8.2.1. PROBETA PARA LA SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SANIDAD DEL METAL DE SOLDADURA (CONTINUACIÓN).

El depósito se debe soldar en posición plana con varios pasos de tal forma que se obtenga un metal de soldadura sin diluir (4 capas mínimo de espesor). El diámetro del electrodo deberá ser de 1.1 mm (0.045 pulgadas) ó 1.6 mm (1/16 de pulgada) ó el tamaño que el fabricante produzca más cercano a estas medidas, si estos diámetros no son manufacturados por el fabricante. La temperatura de precalentamiento no debe ser menor a 16°C (60°F) y la temperatura entre pasos no debe exceder lo especificado en la tabla A.2.6. la escoria debe removerse después de cada paso. El depósito puede enfriarse en agua (temperatura ambiente) entre pasos.

Las dimensiones del depósito terminado deben ser las que se muestran en la figura 8.2.2. Las pruebas de esta probeta deben ser las que se especifican en 8.2.8.2 y 8.2.8.3. Los resultados deben cumplir los requisitos de 8.2.8.4.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 43 de 130

8.2.8. Análisis químico.

8.2.8.1 Una muestra de electrodo debe ser preparada para análisis químico. La muestra para análisis debe ser tomada del metal de soldadura obtenido con el electrodo y el gas de protección especificado en la tabla A.2.2. La muestra puede ser tomada del depósito de soldadura preparado de acuerdo con 8.2.7.4, de un área de la ranura de la soldadura de ranura como se especifica en 8.2.7.1 ó de la sección reducida de la probeta de tensión fracturada. En caso de discrepancia el método del depósito de soldadura especificado en 8.2.7.4 será empleado como método para definir un criterio.

8.2.8.2 La superficie del depósito de soldadura descrito en 8.2.7.4 y mostrada en la figura 8.2.2 debe ser removida y descartada. La muestra para análisis químico debe ser obtenida aproximadamente al centro del depósito a una distancia no menor de 9.5 mm (3/8 pulgadas) de la superficie del metal base y por cualquier medio mecánico apropiado. La muestra debe estar libre de escoria.

Cuando la muestra es tomada de la ranura o de la sección reducida de una probeta de tensión fracturada, el material debe ser preparado para el análisis por cualquier medio mecánico adecuado.

8.2.8.3. La muestra obtenida como se especificó en 8.2.8.1 u 8.2.8.2 debe analizarse por un método de análisis aceptado. el método de referencia debe ser el indicado en ASTM E350, *Método para Análisis Químico de Aceros al Carbono, Aceros de Baja Aleación, Aceros Eléctricos al Silicio, Lingotes de Hierro y Forjas de Hierro*, ó equivalente.

8.2.8.4. Los resultados del análisis deben cumplir los requisitos de tabla A.2.1.

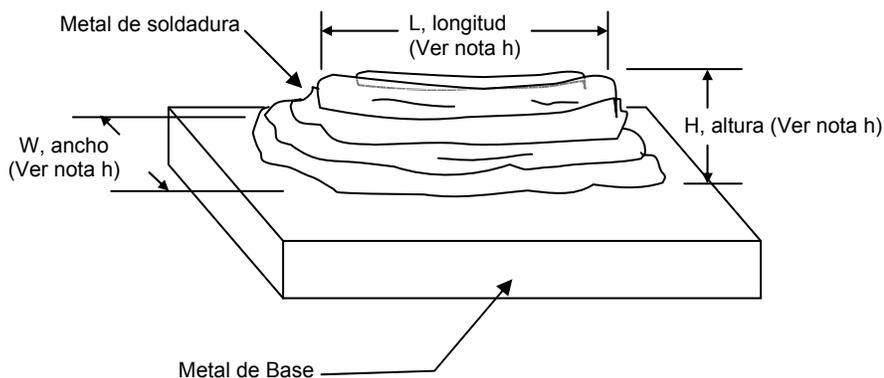


FIGURA 8.2.2. PROBETA PARA ANÁLISIS QUÍMICO DEL METAL DEPOSITADO SIN DILUIR.

NOTAS:

- El metal base de cualquier medida y tipo especificado en la tabla A.2.6, debe ser usado como base en la soldadura.
- La superficie del metal base donde se depositará el material de aporte debe estar limpia.
- Debe soldarse en posición plana y con capas sucesivas para obtener una soldadura de suficiente altura.
- El número y tamaño de los cordones puede variar de acuerdo al tamaño de los electrodos y ancho de la oscilación que se aplique al soldar tal como el amperaje empleado.
- La temperatura de precalentamiento no debe ser menor a 16°C (60°F) y la de entre pasos no debe exceder los 164°C (325°F).
- La escoria debe removerse después de cada paso.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 44 de 130

- g. La ensamble de prueba puede sumergirse en agua entre cada paso para controlar la temperatura entre pasos.
- h. El tamaño mínimo requerido de la soldadura debe tener al menos de 4 capas de altura con una longitud y un espesor suficientes para extraer una muestra para análisis químico. La muestra debe tomarse al menos 9.5 mm (3/8 pulgadas) arriba de la superficie del material de base.

8.2.9. Pruebas radiográficas.

8.2.9.1. La soldadura de ranura descrita en 8.2.7.3.1, y mostrada en la figura 8.2.1 debe ser radiografiada para evaluar la sanidad del metal de soldadura de todas las clasificaciones como se especifica en la tabla A.2.5. En la preparación para la radiografía, el respaldo debe ser retirado y ambas superficies de la soldadura deben estar maquinadas o esmeriladas. La superficie terminada de la soldadura puede ser desbastada al ras con la placa o tener un refuerzo uniformemente razonable que no exceda 2.4 mm (3/32"). Ambas superficies deben ser lo suficientemente tersas para evitar cualquier dificultad con la interpretación radiográfica.

8.2.9.2. La soldadura debe ser radiografiada de cuerdo con ASTM E142, *Método para Controlar la Calidad de las Pruebas Radiográficas* ó equivalente. El nivel de calidad de la inspección debe ser de 2-2T.

8.2.9.3. El metal de soldadura cumple los requisitos de esta especificación si la radiografía no muestra grietas, fusión incompleta ni indicaciones no redondeadas en exceso a las permitidas por la carta radiográfica mostrada en la figura 8.2.3. En la evaluación de la radiografía 25.4 mm (1 pulgada) de cada extremo del ensamble de prueba es descartado de la interpretación.

8.2.9.3.1. Una indicación redondeada es una marca (en una radiografía) cuya longitud no es mayor a tres veces el ancho. Las indicaciones redondeadas pueden ser circulares, elípticas, cónicas o con forma irregular y además pueden aparecer con forma de cometa. La medida de una indicación redondeada es la dimensión más grande de ésta, incluyendo cualquier tallo que pueda estar presente. La indicación puede ser porosidad o escoria. Las indicaciones cuya longitud mayor no exceda 0.4 mm (1/64") pueden descartarse de la evaluación. Las probetas con indicaciones mayores que la indicación más grande permitida en la carta radiográfica no cumplen los requisitos de aceptación de esta especificación.



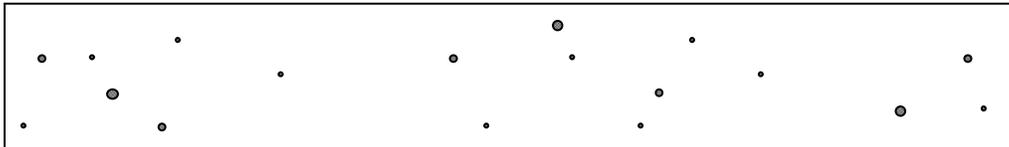
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 45 de 130



(A) Indicaciones redondeadas combinadas

Medida 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro ó longitud. Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 18 indicaciones con las siguientes restricciones.

Máximo número de indicaciones de 1.2 mm (3/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud = 3

Máximo número de indicaciones de 0.8 mm (1/32 de pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 de pulgada) en diámetro o longitud = 5

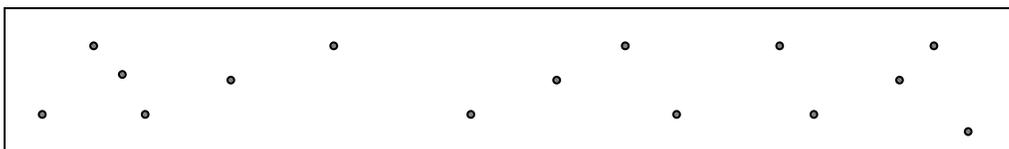
Máximo número de indicaciones de 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 0.8 mm (1/32 de pulgada) en diámetro o longitud = 10



(B) Indicaciones redondeadas grandes

Medida 1.2 mm (3/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 8

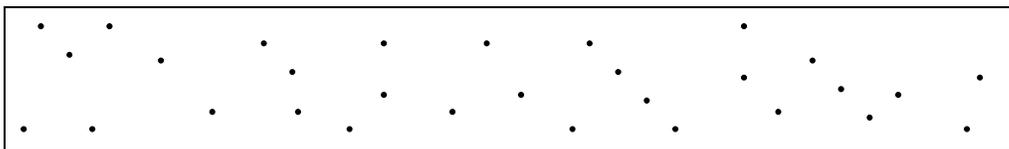


(C) Indicaciones redondeadas medianas

Medida 0.8 mm (1/32 de pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 15

FIGURA 8.2.3. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN RADIOGRÁFICOS.



(D) Indicaciones redondeadas pequeñas

Medida 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 0.8 mm (1/32 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 30

FIGURA 8.2.3. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN RADIOGRÁFICOS (CONTINUACIÓN).

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 46 de 130

NOTAS:

- a. En el uso de estos criterios de aceptación, la carta que sea más representativa del tamaño de las indicaciones presente en la prueba radiográfica de la probeta deben ser usada para determinar la conformidad con estos criterios de aceptación radiográficos.
- b. Puesto que estas pruebas en la soldadura son específicamente realizadas en el laboratorio para propósitos de calificación, los requisitos radiográficos para estas pruebas de soldadura son más rígidos que los requeridos para la fabricación general.
- c. Las indicaciones cuya dimensión más larga no exceda los 0.4 mm (1/64 de pulgada) se deben descartar.
- d. En el uso de estos criterios de aceptación, la carta que sea más representativa del tamaño de las indicaciones presente en la prueba radiográfica de la probeta debe ser usada para determinar la conformidad con estos criterios de aceptación radiográficos.
- e. Puesto que estas pruebas en la soldadura son específicamente realizadas en el laboratorio para propósitos de calificación, los requisitos radiográficos para estas pruebas de soldadura son más rígidos que los requeridos para la fabricación general.
- f. Las indicaciones cuya dimensión más larga no exceda los 0.4 mm (1/64 de pulgada) se deben descartar.

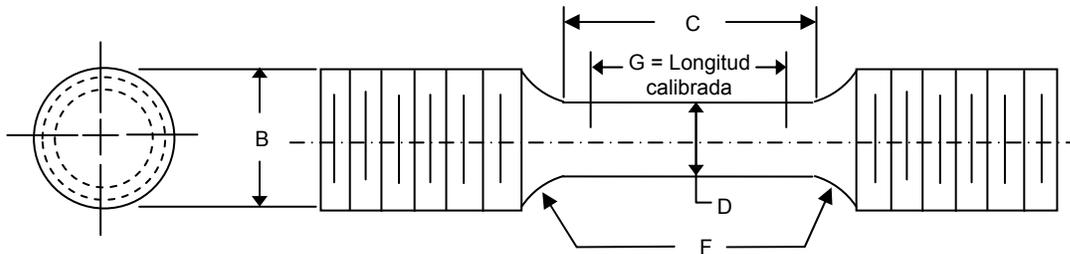
8.2.10. Prueba de tensión.

8.2.10.1. Una probeta de tensión del metal de soldadura debe ser maquinada de la ranura de soldadura descrita en 8.2.7.3.1 y mostrada en la figura 8.2.1. Las dimensiones de la probeta se muestran en la figura 8.2.4.

8.2.10.2. Los especímenes de tensión pueden ser envejecidos entre 93° y 104°C (200° y 220°F) por 48 horas y posteriormente enfriados en ausencia de corrientes de aire, hasta la temperatura ambiente.

8.2.10.3. Los especímenes deben ser probados en la forma en que se describe en la sección pruebas de tensión de ANSI/AWS B4.0, *Métodos para Pruebas Mecánicas de Soldaduras*, ó equivalente.

8.2.10.4. Los resultados de la prueba de tensión deben cumplir los requisitos especificados en la tabla A.2.2.



Dimensiones de la probeta

D		G		C		B		F, mínimo	
mm	pulgadas	mm	Pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
13 ± 0.25	0.500 ± 0.010	50 ± 0.13	2.000 ± 0.005	57	2 1/4	19	3/4	9.5	0.375

FIGURA 8.2.4. DIMENSIONES DE LA PROBETA PARA PRUEBA DE TENSIÓN

NOTAS:

- Las dimensiones G y C deben ser las que se muestran, pero los extremos de la probeta pueden tener cualquier forma y dimensión, de acuerdo con la máquina de prueba.
- El diámetro de la probeta dentro de la longitud calibrada debe ser ligeramente menor al centro. La diferencia no debe exceder a 1porciento del diámetro.
- Cuando se requiera el uso del extensómetro para determinar la resistencia a la cedencia, la dimensión C puede ser modificada. Sin embargo el porcentaje de alargamiento debe estar basado en la dimensión G.
- La superficie terminada dentro de la dimensión C no debe tener una rugosidad mayor a 1.6 µm (63 µpulgada).

8.2.11. Pruebas de impacto.

8.2.11.1. Cinco especímenes para prueba de impacto Charpy con entalla en V, como se especifica en la figura 8.2.5, deben ser maquinados de la probeta mostrada en la figura 8.2.1 para aquellas clasificaciones que requieran prueba de impacto de acuerdo con la tabla A.2.4.

8.2.11.2. Los cinco especímenes deben ser probados de acuerdo a las Pruebas de Tenacidad a la Fractura de ANS/AWS B4.0, *Métodos para Pruebas Mecánicas en Soldaduras*, ó equivalente. La temperatura de prueba es la que se especifica en la tabla A.2.4 para el electrodo de la clasificación bajo prueba.

8.2.11.3. En la evaluación de los resultados el valor más alto y más bajo obtenidos deben ser descartados. Para las clasificaciones que requieran 27 J (20 pie – libra), dos de los tres valores deben ser iguales o exceder los 27 J (20 pies – libra) especificados de nivel de energía. Uno de los tres puede ser más bajo, pero no menor a 20 J (15 pies – libra) y el promedio de los tres no debe ser menor que el requerido de 27 J (20 pies – libra). Para clasificaciones que requieren 68 J (50 pies – libra) dos de los tres valores deben ser iguales o exceder los 68 J (50 pies – libra) especificados de nivel de energía. Uno de los tres puede ser más bajo, pero no menor a 54 J (40 pies – libra) y el promedio de los tres no debe ser menor que el requerido de 68 J (50 pies – libra).

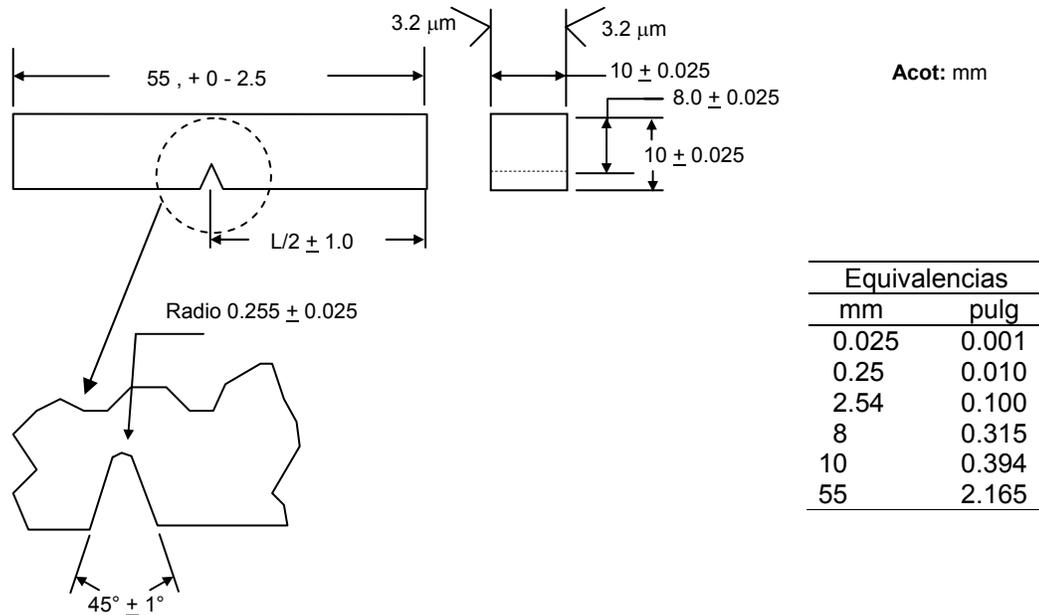


FIGURA 8.2.5. PROBETA DE IMPACTO TIPO CHARPY CON ENTALLA EN "V".

NOTAS:

- Todas las dimensiones excepto los ángulos están en milímetros.
- La superficie de la entalla y la superficie a ser golpeada deben tener una tolerancia entre caras de 0.05 mm (0.02 pulgada) y sobre la superficie terminada una rugosidad de al menos de 1.6 μm (63 de μ pulgada). Las otras dos superficies estarán a escuadra con la superficie de la entalla y de golpe con una tolerancia de ± 10 minutos de grado y deben tener al menos una rugosidad sobre la superficie terminada de 3.2 μm (125 μ pulgada).
- La entalla debe prepararse adecuadamente por algún medio mecánico apropiado y deben estar en escuadra con el borde longitudinal de la probeta con un grado de tolerancia.
- La geometría de la entalla debe ser medida en al menos una probeta del juego de cinco probetas. La medición debe ser hecha al menos a 50 ampliaciones con un comparador óptico o un estereoscopio.
- La colocación correcta de la entalla debe verificarse mediante ataque químico, esta operación se puede hacer antes o después del maquinado.
- Si una probeta soporta el golpe del péndulo de la máquina de impacto sin romper, el valor de la energía absorbida debe registrarse con la capacidad de la máquina de impacto seguido por el signo más (+).

8.2.12. Prueba de difusión de hidrógeno.

8.2.12.1. Para cada electrodo que sea identificado por la designación opcional de difusión de hidrógeno, el diámetro de 1.1 mm (0.045 pulgadas) ó 1.6 mm (1/16 pulgadas) (o la medida que el fabricante produzca más cercana a una de éstas, si estas medidas no son producidas) deben ser probados de acuerdo a uno de los métodos dados en ANSI /AWS A4.3, *Métodos para la Determinación del contenido de difusión de hidrógeno Producido por Soldadura de Arco en el Metal de Soldadura de Aceros Martensíticos, Bainíticos y Ferríticos*, ó equivalente.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 49 de 130

La categoría de difusión de hidrógeno puede agregarse a la clasificación del electrodo de acuerdo a los valores promedio de prueba comparados con los requisitos de la tabla A.2.7.

8.2.12.2. Las pruebas se deben hacer sin acondicionamiento del electrodo a menos que las recomendaciones del fabricante indiquen otra cosa. Si los electrodos son acondicionados, el método, la temperatura y el tiempo involucrados se deben anotar en el registro de prueba.

8.2.12.3. Para propósitos de certificar el cumplimiento con los requisitos especificados en la prueba de difusión de hidrógeno las condiciones atmosféricas de referencia deben tener una humedad absoluta de 1.43 gramos de vapor de agua por kilogramo de aire seco (10 granos de vapor de agua por libra) de aire seco durante la prueba. Las condiciones atmosféricas durante la prueba usando el valor promedio de acuerdo con ANSI/AWS A4.3.

8.2.12.4. Cuando la humedad absoluta iguala o excede la condición de referencia al momento de la preparación de la probeta, se debe aceptar la prueba al demostrar su cumplimiento con los requisitos de esta especificación, previendo que los resultados de la prueba satisfacen los requisitos de difusión de hidrógeno para la designación especificada.

Parte C. Manufactura, identificación y empaque.

8.2.13. Método de manufactura.

El metal de aporte clasificado de acuerdo con esta norma de referencia se puede fabricar por cualquier método que produzca un electrodo que cumpla los requisitos de esta norma.

8.2.14. Medidas.

8.2.14.1. Las medidas para el electrodo en las diferentes formas de empaque (bobinas con y sin soporte, tambores y carretes (Ver la sección 8.2.16, formas de empaque) son mostradas en la tabla A.2.8.

8.2.15. Terminado y uniformidad.

8.2.15.1. Todos los electrodos deben tener un terminado terso libre de rebabas, depresiones, rayas, óxidos, costuras, traslapes, y material extraño que pudiera afectar adversamente las características del metal de aporte, la operación del equipo de soldar o las propiedades del metal de soldadura.

8.2.15.2. Cada bobina, tambor o carrete debe presentarse en tramos continuos de electrodo y debe ser de una sola colada o lote de material, cuando presente uniones soldadas no debe interferir con la uniformidad durante la alimentación.

8.2.15.3 El electrodo puede ser protegido de la intemperie mediante un recubrimiento. El cobre puede ser usado como recubrimiento para cualquier clasificación de electrodo.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 50 de 130

8.2.16. Formas de empaque.

8.2.16.1. Las dimensiones y peso de los empaques se presentan en la tabla A.2.10. Otras formas de empaque y peso se deben acordar entre el comprador y el proveedor.

8.2.16.2. El devanado en las bobinas con y sin soporte debe ser diseñado y construido para prevenir la distorsión del metal de aporte durante el manejo y uso.

8.2.16.3. Los carretes deben ser diseñados y construidos para prevenir la distorsión del metal de aporte durante el manejo y uso. Los carretes se muestran en las figuras 8.2.6. (A), (B) y (C).

8.2.17. Requisitos de embobinado.

8.2.17.1. El electrodo en carretes y bobinas debe ser devanado de tal manera que no se enrede, ondule, traslape o doble, debe fluir libremente durante la aplicación. El extremo del electrodo (extremo de inicio de la soldadura) debe identificarse para que pueda ser localizado sin dificultad y debe quedar sujeto en la bobina o carrete.

8.2.17.2. De un carrete de 100 mm (4 pulgadas) se corta un tramo de electrodo para producir una muestra con suficiente longitud para producir una vuelta, la que al descansar sobre una superficie plana produzca:

- (1) Una circunferencia de no menos de 100 mm (4 pulgadas) ni más de 230 mm (9 pulgadas).
- (2) Una hélice sobre la superficie de no más de 12.7 mm (1/2 pulgada).

8.2.17.3. En carretes con otras medidas se corta un tramo de electrodo para producir una muestra con suficiente longitud para producir una vuelta, la que al descansar sobre una superficie plana produzca:

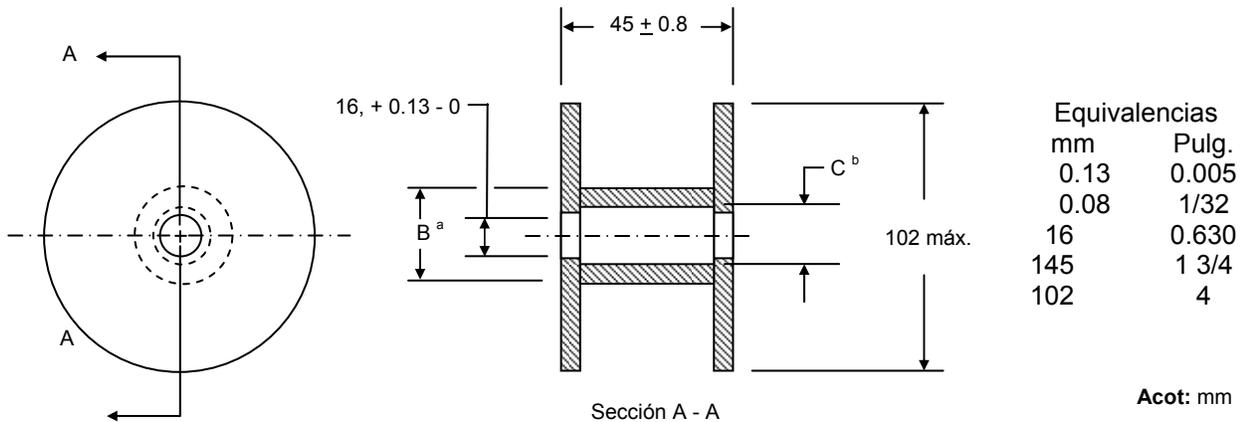
- (1) Una circunferencia de no menos de 305 mm (12 pulgadas) para diámetros de 0.8 mm (0.030 pulgadas) y menores, o no menos de 380 (15 pulgadas) para 0.9 mm (0.035 pulgadas) y mayores.
- (2) Una hélice sobre la superficie de no más de 12.7 mm (1/2 pulgada).

8.2.18. Identificación del metal de aporte.

8.2.18.1 La información del producto y de seguridad requerida para marcar en cada empaque se indica en la sección 8.2.20.

8.2.18.2 Las bobinas sin soporte deben tener una tarjeta que contenga esta información firmemente sujeta al metal de aporte.

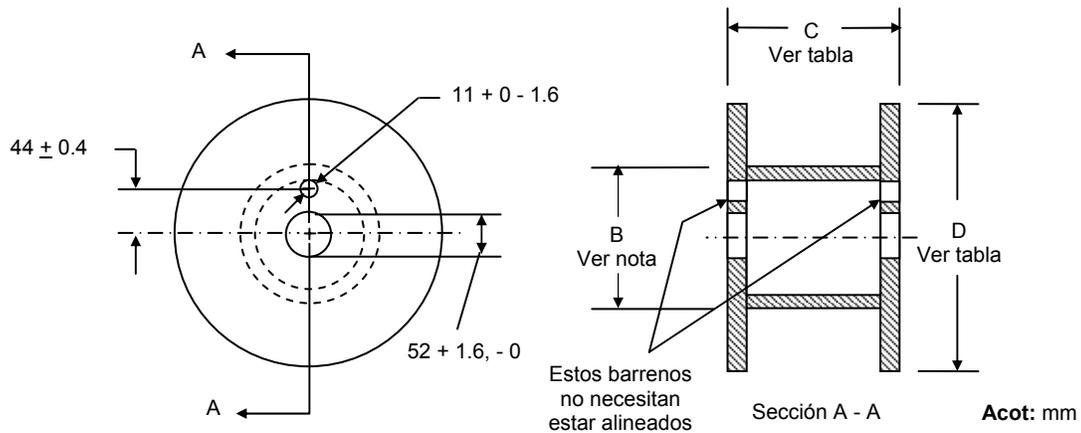
8.2.18.3. Las bobinas con soporte, carretes y tambores deben tener la información pegada en un lugar visible.



NOTAS:

- La dimensión B, diámetro exterior del barril, debe ser tal que permita la adecuada alimentación del metal de aporte.
- La dimensión C, diámetro interior del barril, debe ser tal que no resulte en un diámetro interior del barril menor al diámetro interior de las bridas.

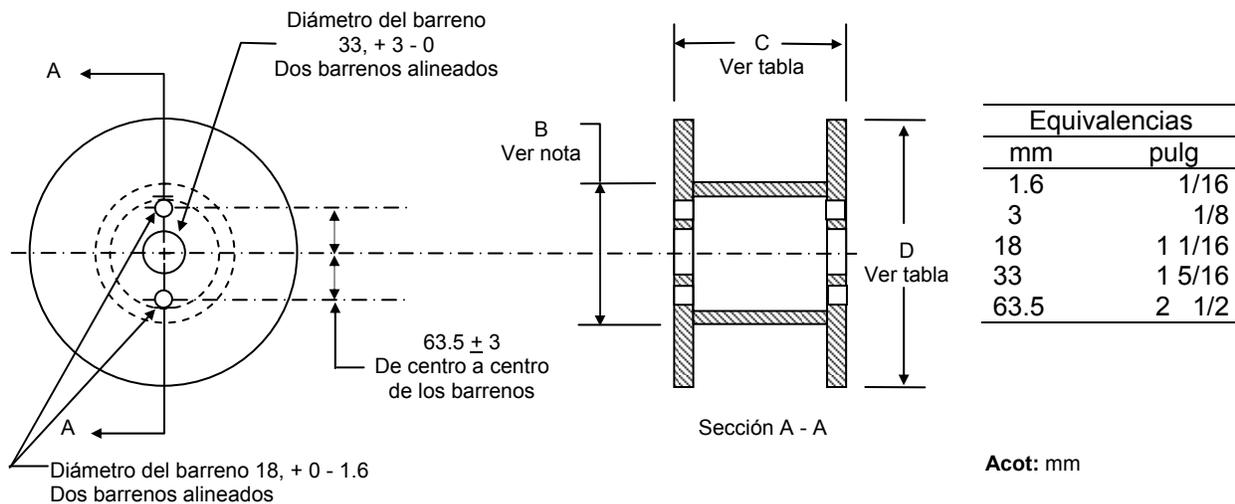
FIGURA 8.2.6. (A). CARRETE – DIMENSIONES DEL CARRETE DE 102 mm (4 PULGADAS).



Medida del carrete, mm		C		D, máximo	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
200	8	55 ± 1	2 5/32 ± 1/32	200	8
300	12	100 ± 2	4 ± 1/16	300	12
350	14	100 ± 2	4 ± 1/16	350	14

NOTA: La dimensión B, diámetro exterior del barril, debe ser tal que permita la adecuada alimentación del metal de aporte.

FIGURA 8.2.6. (B). DIMENSIONES DE LOS CARRETES DE 200, 300 Y 350 mm.



Medida del carrete, mm		C		D, máximo	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
560	22	560 ± 13	22 ± 1/2	305	12
610	24	610 ± 13	24 ± 1/2	345	13 1/2
760	30	760 ± 13	30 ± 1/2	345	13 1/2

NOTA: La dimensión B, diámetro exterior del barril, debe ser tal que permita la adecuada alimentación del metal de aporte.

FIGURA 8.2.6. (C). DIMENSIONES DE LOS CARRETES DE 560, 610 Y 760 mm.

8.2.19. Empaque.

El metal de aporte debe estar adecuadamente empaquetado de tal forma que estén asegurados contra cualquier tipo de daño durante el embarque y almacenaje bajo condiciones normales.

8.2.20. Marcaje de los Empaques.

8.2.20.1 La siguiente información del producto (como mínimo) debe marcarse en el exterior de cada unidad de empaque:

- (1) Especificación AWS o equivalente (se puede excluir el año de la edición) y la designación del electrodo (clasificación más designaciones opcionales complementarias).
- (2) Nombre del fabricante y designación comercial.
- (3) Medida y peso neto.
- (4) Número de lote control o colada.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 53 de 130

8.2.20.2 La siguiente información (como mínimo) debe ser desplegada en todos los empaques de los electrodos, incluyendo los empaques individuales dentro del empaque principal:

A D V E R T E N C I A
<ul style="list-style-type: none"> • Protéjase y proteja a los demás. Lea y entienda esta información. • LOS HUMOS Y GASES pueden ser peligrosos para su salud. • LA LUZ DEL ARCO DE SOLDADURA puede dañar los ojos y quemar la piel • EL CHOQUE ELECTRICO puede ser causa de muerte. • Antes de usar lea y entienda las instrucciones del fabricante y las prácticas de seguridad de su empresa. • Mantenga su cabeza fuera del área de humo. • Use suficiente ventilación, elimine los humos y gases de la zona de trabajo. • Use protección en los ojos oídos y cuerpo. • No toque partes eléctricas. • NO ELIMINE ESTA INFORMACIÓN.

8.3. SECCIÓN III. Alambre tubular de acero al carbono y baja aleación para soldadura de arco con fundente en el núcleo (FCAW).

8.3.1. Generalidades.

Esta sección de la especificación prescribe los requisitos para la clasificación de los alambres tubulares (electrodos) de acero al carbono y acero de baja aleación usados en el proceso de soldadura de arco con fundente en el núcleo.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 54 de 130

Parte A. Requisitos generales.

8.3.2. Clasificación.

8.3.2.1. Los metales de aporte cubiertos por esta sección se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

- (1) Las propiedades mecánicas del metal de soldadura, como se especifican en las tablas A.3.1 y A.3.2
- (2) Las características de uso que se especifican en la tabla A.3.3.
- (3) La posición de soldadura para los cuales los electrodos se especifican en la tabla A.3.3.
- (4) La composición química del metal de soldadura como se especifica en la tabla A.3.4.

8.3.2.2. Cualquier metal de aporte catalogado bajo una clasificación específica no debe registrarse bajo otro tipo de clasificación en esta norma. Sin embargo los electrodos con protección de gas pueden ser clasificados con 100 por ciento de CO₂ ó 75 a 80 por ciento de argón con balance de CO₂. La designación "M" significa que el electrodo ha sido clasificado con una mezcla del gas de protección de 75 a 80 por ciento de argón con balance de CO₂.

8.3.2.3. Los electrodos clasificados bajo esta norma están diseñados para aplicarse con el proceso de soldadura de arco con electrodo de fundente en el núcleo, con o sin protección externa de gas.

Los electrodos diseñados para usarse sin protección externa de gas o con la protección externa de gas se especifican en la tabla A.3.3 y no está prohibido su uso con otros procesos o con otra mezcla de protección que produzca un efecto adecuado.

8.3.3. Aceptación.

La aceptación de los electrodos se basa en el cumplimiento y aprobación de los requisitos que se presentan a continuación, cuando son aplicables para la clasificación del electrodo.

- (1) Pruebas mecánicas de tensión (TABLA A.3.1).
- (2) Prueba de impacto (A.3.2).
- (3) Composición química del metal depositado (A.3.4)
- (4) Prueba radiográfica (TABLA A.3.5)
- (5) Prueba de soldadura de filete (A.3.9).
- (6) Prueba de difusión de hidrógeno (A.3.10).

8.3.4. Certificación.

El proveedor o contratista debe asegurarse que el producto cumple con los requisitos solicitados en esta norma de referencia mediante los certificados de las pruebas realizadas a los lotes del producto correspondiente, estampando además en el empaque del producto la especificación y clasificación del mismo. Los certificados de cumplimiento deben ser expedidos por un Organismo reconocido por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 55 de 130

Parte B. Pruebas, procedimientos y requisitos.

8.3.5. Resumen de pruebas.

Las pruebas requeridas para cada clasificación se especifican en la tabla A.3.5. El propósito de estas pruebas es determinar las propiedades mecánicas, sanidad (pruebas radiográficas), composición química, y uso del electrodo. El metal base de las probetas de soldadura, los procedimientos de soldadura y pruebas a ser empleados y los resultados requeridos son dados en las secciones 8.3.7 hasta 8.3.12.

La prueba opcional de difusión de hidrógeno se encuentra en la sección 8.3.13, esta prueba no es requerida para la clasificación. La designación opcional suplementaria “J” puede ser empleada para indicar una temperatura más baja que la normal para la prueba de impacto Charpy.

8.3.6 Verificación de Resultados

En tanto los resultados de cualquier prueba no cumplan los requisitos, la prueba se debe repetir dos veces más. Los resultados de ambas verificaciones deberán cumplir los requisitos. Los especímenes para la verificación pueden ser tomados del ensamble de prueba original o de un nuevo ensamble. Para el análisis químico, la verificación se necesita hacer únicamente a los elementos que no cumplieron los requisitos de la especificación.

Si los resultados de una o ambas pruebas fallan para cumplir los requisitos del material bajo prueba, se debe considerar que la prueba no cumple los requisitos de esta especificación para esa clasificación. En caso de que durante la preparación o después de terminar cualquier prueba se determine claramente que los procedimientos no fueron seguidos en la preparación de la probeta ó en la conducción de la prueba, ésta debe ser considerada inválida, sin interesar si la prueba esta lista o incluso si los resultados cumplen los requisitos, la prueba debe ser repetida, siguiendo los procedimientos prescritos. En este caso los requisitos de una prueba por duplicado no aplican.

8.3.7. Ensamble de prueba.

8.3.7.1. Dos o tres ensambles de prueba son requeridos, dependiendo de la clasificación del electrodo y la forma en que las pruebas son conducidas, a continuación se indican las pruebas:

- (1) Un depósito de soldadura como se indica en la figura 8.3.1 para el análisis químico del metal de soldadura sin diluir.
- (2) La preparación de una junta a tope como la que se muestra en la figura 8.3.2 para evaluar las propiedades mecánicas y sanidad del metal base.
- (3) Una probeta para realizar una soldadura de filete como se muestra en la figura 8.3.3, para uso del electrodo.

La muestra para análisis químico puede ser tomada de la sección reducida de la probeta de tensión fracturada de acuerdo con la figura 8.3.2. En caso de discordia, el depósito de soldadura como se indica en la figura 8.3.1 debe ser tomado como método arbitral.

8.3.7.2. La preparación de cada ensamble de prueba es como se prescribe en 8.3.7.3 hasta 8.3.7.5. El metal base de cada ensamble de prueba debe ser como se requiere en la tabla A.3.6 y debe cumplir los requisitos de



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 56 de 130

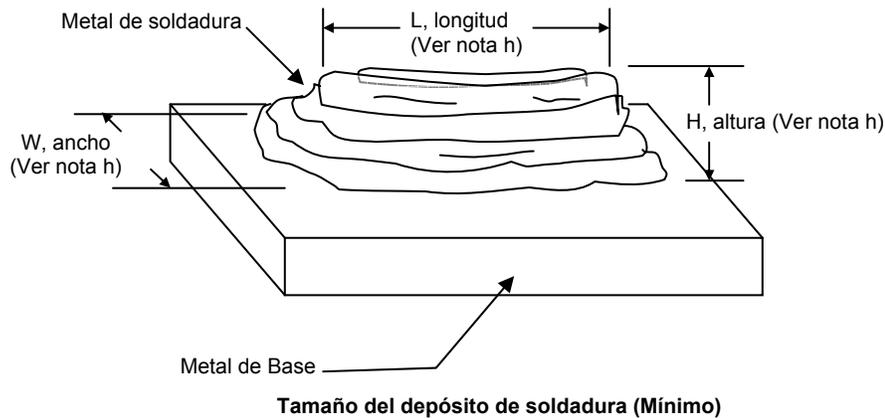
la especificación ASTM indicada o una especificación equivalente. Las pruebas en los ensambles deben ser como se prescribe en las secciones 8.3.8 hasta 8.3.12.

8.3.7.3. Depósito de soldadura.

8.3.7.3.1 Un depósito de soldadura debe ser preparado como se muestra en la figura 8.3.1, excepto cuando sea permitido tomarlo como se especifica en 8.3.7.1, la muestra para análisis químico se debe tomar de la ranura de soldadura (figura 8.3.2) o de la probeta de tensión fracturada. El metal base empleado debe satisfacer los requisitos mínimos de la figura 8.3.1 y ser de un tipo especificado en la tabla A.2.6; la superficie del metal base sobre el cual se hará el depósito debe estar limpia. El depósito es soldado en posición plana con varias capas de tal forma que se obtenga un metal de soldadura sin diluir (el espesor mínimo es de 12.7 mm (1/2 de pulgada)).

El diámetro del electrodo debe ser de 2.4 mm (3/32 de pulgadas) ó 1.6 mm (1/16 de pulgada) o el tamaño que el fabricante produzca más cercano a esta medida. La temperatura de precalentamiento no debe ser menor a 16°C (60°F) y la temperatura entre pasos no debe exceder 163°C (325°F). La escoria debe removerse después de cada paso. El depósito puede enfriarse en agua entre pasos (la temperatura del agua no es importante). Las dimensiones del depósito terminado deben ser las que se muestran en la figura

8.3.1. Las pruebas de esta probeta se especifican en la sección 8.3.8.



Longitud, L		Ancho, W		Altura, H	
mm	Pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
38	1 1/2	13	1/2	13	1/2

FIGURA 8.3.1. PROBETA PARA ANÁLISIS QUÍMICO DEL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 57 de 130

NOTAS:

- El metal base de cualquier medida y tipo especificado en la tabla A.3.6, se debe usar como base en la soldadura.
- La superficie del metal base donde se depositará el material de aporte debe estar limpia.
- Debe soldarse en posición plana y con capas sucesivas para obtener una soldadura de suficiente altura usando el gas de protección corriente y polaridad especificada en la tabla A.3.3.
- El número y tamaño de los cordones puede variar de acuerdo al tamaño de los electrodos y ancho de la oscilación que se aplique al soldar con el amperaje empleado. La oscilación del electrodo debe limitarse a 6 veces el diámetro del electrodo.
- La temperatura de precalentamiento no debe ser menor a 16°C (60°F) y la de entre pasos no debe exceder los 164°C (325°F).
- La escoria se debe remover después de cada paso.
- La ensamble de prueba no puede sumergirse en agua entre cada paso para controlar la temperatura entre pasos.
- El tamaño mínimo requerido de la soldadura debe ser el que se muestra en la tabla de arriba. La muestra se debe tomar al menos 9.5 mm (3/8 de pulgada) arriba de la superficie del material de base.

**FIGURA 8.3.1. PROBETA PARA ANÁLISIS QUÍMICO DEL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR
(CONTINUACIÓN).**

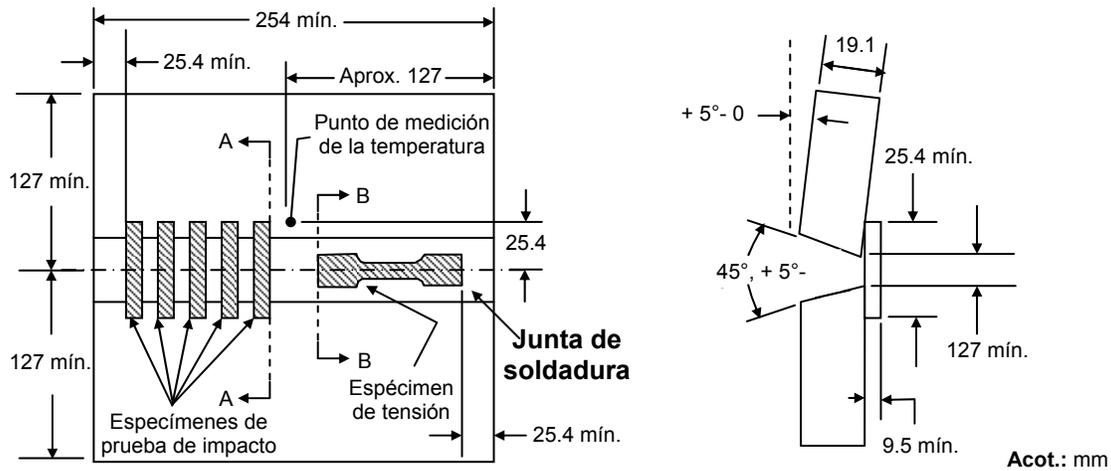
8.3.7.4. Soldadura de ranura.

8.3.7.4.1. Para todas las clasificaciones el metal base del ensamble de prueba usado se especifica en la tabla A.3.6, este es preparado y soldado como se muestra en la figura 8.3.2. cuando se emplea ASTM A 36 ó A 285, los biseles y las caras de contacto del respaldo deben “enmantequillarse” usando un electrodo de la misma composición de la clasificación que está siendo probada, excepto cuando se permite en la tabla A.3.6, nota “a”. Si un procedimiento de “enmantequillado” es empleado la capa debe ser de aproximadamente 3.2 mm (1/8 de pulgada) de espesor (ver la figura 8.3.2, nota b).

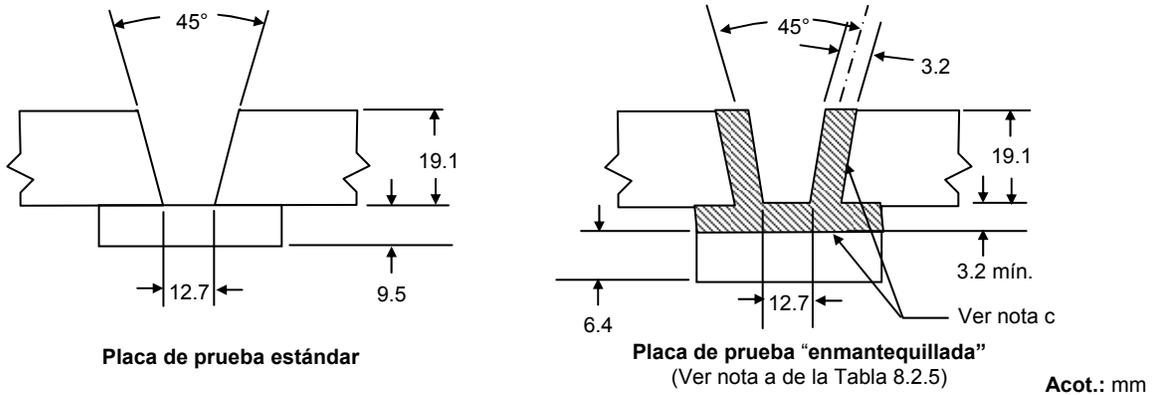
El electrodo empleado debe ser de 2.4 mm (3/32 de pulgada) de diámetro, o la medida más cercana a ésta producida por el fabricante, las condiciones de soldadura deben ser las indicadas en las tablas A.3.3 y A.3.7 para la clasificación del electrodo que está siendo probado. La soldadura debe ser realizada en posición plana y el ensamble debe fijarse durante la prueba para prevenir que las placas tengan una deflexión mayor de 5 grados respecto al plano horizontal. Un ensamble que tiene una deflexión de más de 5 grados debe ser descartado. En ningún caso se permite que este sea forzado para quedar dentro de esta tolerancia.

El ensamble debe ser punteado y debe mantener la temperatura precalentamiento que se especifica en la tabla A.3.8, de acuerdo a la clasificación del electrodo que está siendo probado. La soldadura se lleva a cabo dentro de los rangos de temperatura indicados en la tabla A.3.8, midiendo la temperatura con crayones o termómetros superficiales en la localización mostrada en la figura 8.3.2. La temperatura entre pasos debe ser mantenida a lo largo de toda la prueba. Si es necesario interrumpir la prueba, debe permitirse que el ensamble se enfríe lentamente sin corrientes de aire hasta la temperatura ambiente.

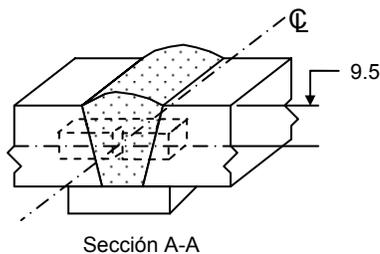
El ensamble de prueba debe calentarse dentro de los rangos de la temperatura de precalentamiento y entre pasos mostrada en la tabla A.3.8, antes de reiniciar la soldadura. Los ensambles de prueba hechos con los electrodos que se indican en la tabla A.3.2 con el tratamiento térmico post soldadura especificado en la misma tabla A.3.2, deben ser tratados térmicamente post soldadura como se especifica en la tabla A.3.8. Cuando la soldadura ha sido terminada y el ensamble se ha enfriado, el ensamble debe ser preparado y probado como se especifica en las secciones 8.3.9, 8.3.10 y 8.3.11.



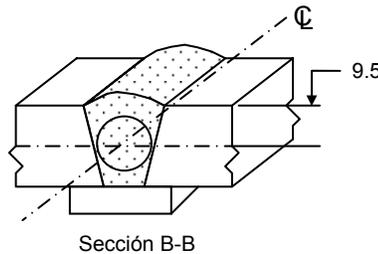
(A) Placa de prueba mostrando la localización de los especímenes de prueba



(B) Preparación de la ranura de la placa de prueba



(C) Orientación y localización del
especimen de prueba de impacto



(D) Orientación y localización del
especimen de prueba de tensión

Equivalencias	
mm	pulg
3.2	1/8
6.4	1/4
12.7	1/2
25.4	1
127	5
254	10

FIGURA 8.3.2. PROBETA PARA SOLDADURA DE RANURA PARA PRUEBA DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SANIDAD DEL METAL DE SOLDADURA.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 59 de 130

NOTAS:

- Antes de soldar, el ensamble debe estar suficientemente apoyado de tal forma que no sufra deflexión durante la soldadura y con ello facilitar la remoción de la probeta. Como una alternativa las placas de prueba pueden fijarse mediante puentes.
- Cuando sea requerido, los bordes de las ranuras y las superficies de contacto del respaldo deben enmatequillarse como se muestra. Se puede emplear cualquier diámetro de alambre.
- Todas las dimensiones a excepción de los ángulos están en milímetros.

8.3.7.5. Prueba de soldadura de filete.

8.3.7.5.1. Se debe preparar y soldar un ensamble de prueba de acuerdo a la tabla A.3.5 y lo que es especificado en la figura 8.3.3, usando el metal base que se especifica en la tabla A.3.6 para las clasificaciones de electrodos EX0TX-X se requiere esta prueba en posición horizontal. Para las clasificaciones de electrodos EX1TX-X se requieren dos ensambles de prueba, uno soldado en la posición vertical y otro soldado en la posición sobre cabeza. La progresión para la soldadura vertical puede ser ascendente o descendente dependiendo de la clasificación del electrodo (Ver tabla A.3.3).

Antes de armar el ensamble, el alma debe tener preparado uno de los bordes longitudinales y la base del ensamble (patín) debe estar plana, tersa y limpia. Las placas de prueba deben armarse como se muestra en la figura 8.3.3. Cuando se armen, las superficies deben estar en contacto íntimo a lo largo de toda la superficie de la unión. El ensamble de prueba debe puntearse en cada extremo.

El procedimiento de soldadura y la medida del electrodo a ser probada deben ser seleccionadas por el fabricante. La soldadura de filete debe realizarse en un sólo paso de manera semiautomática o automática a conveniencia del fabricante. El tamaño de la soldadura de filete no debe exceder de 9.5 mm (3/8 pulgada). La soldadura de filete debe depositarse por un solo lado de la junta como se muestra en la figura 8.3.3.

8.3.8. Análisis químico.

8.3.8.1. Una muestra del metal de aporte debe prepararse para análisis químico. Las muestras deben tomarse del metal de soldadura depositado preparado de acuerdo con 8.3.7.3, de la sección reducida de la probeta fracturada, o del metal de soldadura tomado sobre la ranura de la junta a tope mostrada en la figura 8.3.2. En caso de discrepancia el método del depósito de soldadura especificado será empleado como método para definir un criterio.

8.3.8.2. La superficie del depósito de soldadura descrito en 8.3.7.3 y mostrada en la figura 8.3.1, debe removerse y descartarse, esta muestra para análisis debe obtenerse de las capas intermedias, cuidando que no esté a menos de 9.5 mm de la superficie del metal base mostrado en la figura 8.3.1, la obtención se hace por cualquier medio mecánico apropiado. La muestra debe estar libre de escoria.

8.3.8.3. La muestra debe ser analizada por un método analítico aceptado. El método de referencia debe ser el ASTM E350, *Método para Análisis Químico de Aceros al Carbono, Aceros de Baja Aleación, Aceros al Silicio Grado Eléctrico, Lingotes de Hierro y Forjas de Hierro, ó equivalente.*

8.3.8.4. Los resultados del análisis deben cumplir los requisitos de tabla A.3.4 para la clasificación del electrodo bajo prueba.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 60 de 130

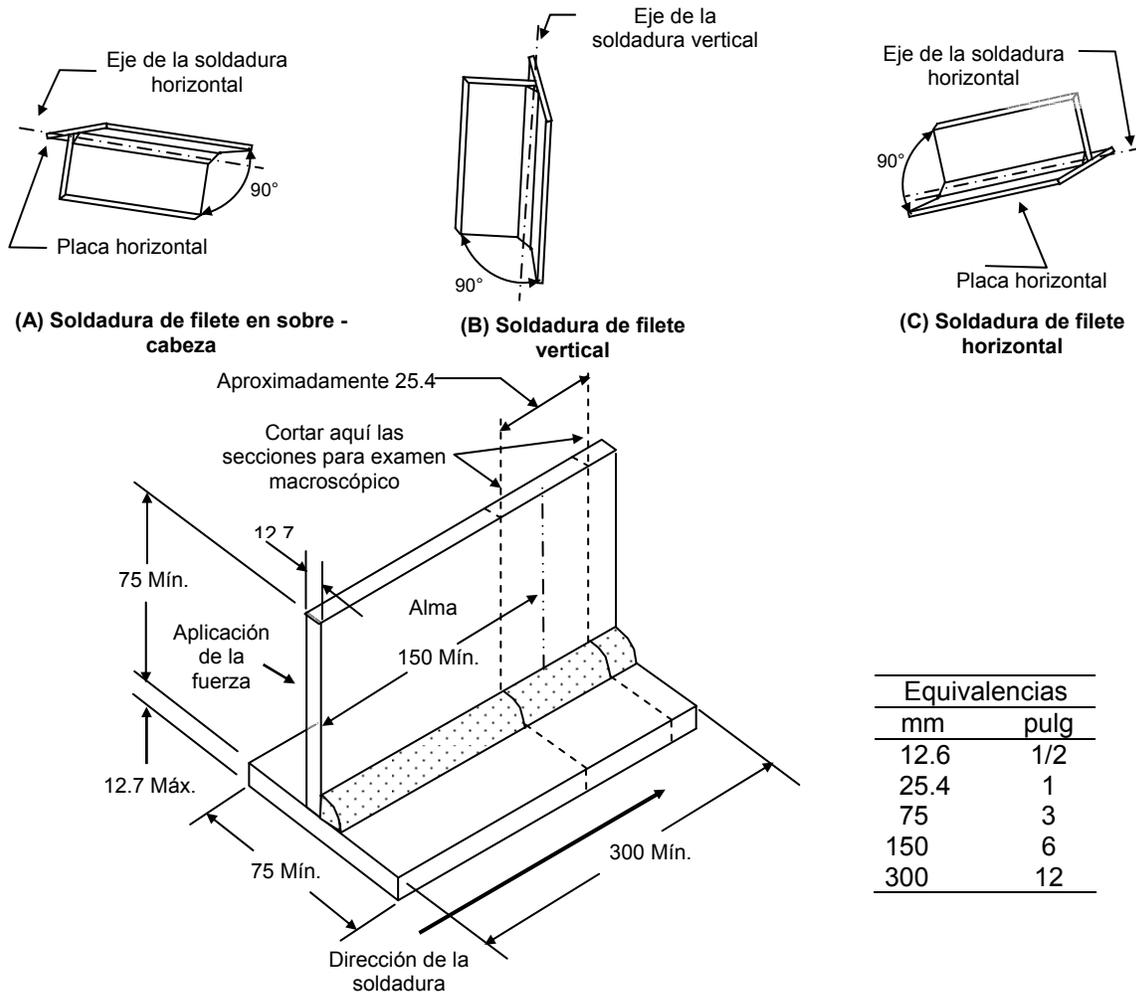


FIGURA 8.3.3. PROBETA PARA LA SOLDADURA DE FILETE

NOTAS:

- Las superficies a soldar deben estar libres de óxidos, grasas y/o pintura.
- Un ensamble debe ser soldado para cada posición especificada en la tabla A.3.3, usando el gas de protección y polaridad para la clasificación especificada.
- El precalentamiento debe ser de 16°C (60°F) mínimo.
- La soldadura en la posición vertical debe ser como se describe en la tabla A.3.3.
- La limpieza de la soldadura esta limitada al cincelado de la escoria, cepillado y remoción del salpique. El esmerilado y repellido de la superficie de la soldadura quedan prohibidos.
- Las pruebas deben ser conducidas sin tratamiento térmico post soldadura.
- Todas las dimensiones están en mm.
- Si el espesor del alma y el patín son menores de 6.4 mm (1/4 pulgada) el ancho del alma y el patín deben ser menor a 51 mm (2 pulgadas).

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 61 de 130

8.3.9. Pruebas radiográficas.

8.3.9.1. La soldadura de ranura descrita en 8.3.7.4.1, y mostrada en la figura 8.3.2 debe ser radiografiada para evaluar la sanidad del metal de soldadura. En la preparación para la radiografía, el respaldo debe ser retirado y ambas superficies de la soldadura deben estar maquinadas o esmeriladas. Ambas superficies deben estar suficientemente tersas para evitar cualquier dificultad con la interpretación radiográfica.

8.3.9.2. La soldadura debe ser radiografiada de acuerdo con ASTM E142, *Método para Controlar la Calidad de las Pruebas Radiográficas*, ó equivalente. El nivel de calidad de la inspección debe ser de 2-2T.

8.3.9.3. El metal de soldadura cumple los requisitos de esta especificación si la radiografía no muestra grietas, fusión incompleta ni indicaciones no redondeadas en exceso a las permitidas por la carta radiográfica mostrada en la figura 8.3.4. En la evaluación de la radiografía 25.4 mm (1 pulgada) de cada extremo del ensamble de prueba es descartado de la interpretación.

8.3.9.3.1. Una indicación redondeada es una indicación (en una radiografía) cuya longitud no es mayor a tres veces el ancho. Las indicaciones redondeadas pueden ser circulares, elípticas, cónicas o con forma irregular y además pueden aparecer con forma de cometa. La medida de una indicación redondeada es la dimensión más grande de ésta, incluyendo cualquier tallo que pueda estar presente. La indicación puede ser porosidad o escoria. Las indicaciones cuya longitud mayor no excede los 0.4 mm (1/64 de pulgada) pueden descartarse de la evaluación. Las probetas con indicaciones mayores que la indicación más grande permitida en la carta radiográfica no cumplen los requisitos de aceptación de esta especificación.

8.3.10. Prueba de tensión.

8.3.10.1. Una probeta de tensión del metal de soldadura es especificado en la sección de ANSI/AWS B4.0, *Métodos para Pruebas Mecánicas de Soldaduras* ó equivalente, debe ser maquinado en la ranura de soldadura descrita en 8.3.7.4 y mostrada en la Figura 8.3.2. Las dimensiones de la probeta deben tener un diámetro nominal de 12.7 mm (1/2 de pulgada) y una relación diámetro – longitud calibrada de 4:1. Las dimensiones de la probeta se presentan en la figura 8.3.5.

8.3.10.2. Para las clasificaciones que indican la prueba en la condición de “cómo se soldó”, mostradas en la tabla A.3.2, los especímenes de tensión pueden ser envejecidos entre 93° y 104°C (200° y 220°F) por 48 horas y posteriormente enfriados sin corrientes de aire hasta la temperatura ambiente.

8.3.10.3. Después de enfriar los especímenes deben ser probados en la forma en que se describe en la sección pruebas de tensión de ANSI/AWS B4.0, *Métodos para Pruebas Mecánicas de Soldaduras*, ó equivalente.

8.3.10.4. Los resultados de la prueba de tensión deben cumplir los requisitos especificados en la tabla A.3.1.



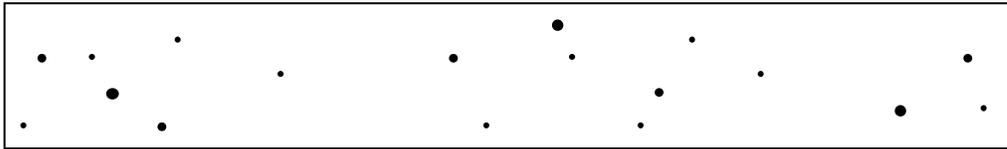
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 62 de 130



(A) INDICACIONES REDONDEADAS COMBINADAS

Medida 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud. Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 18 indicaciones con las siguientes restricciones:

Máximo número de indicaciones de 1.2 mm (3/64 de pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud = 3

Máximo número de indicaciones de 0.8 mm (1/32 de pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 de pulgada) en diámetro o longitud = 5

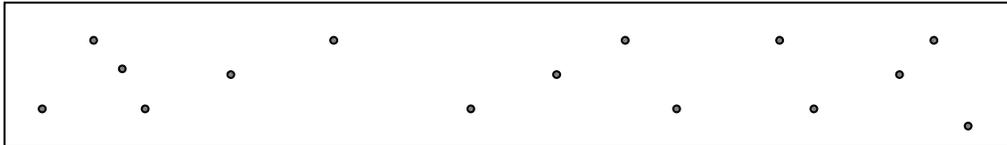
Máximo número de indicaciones de 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 0.8 mm (1/32 de pulgada) en diámetro o longitud = 10



(B) INDICACIONES REDONDEADAS GRANDES

Medida 1.2 mm (3/64 pulgada) hasta 1.6 mm (1/16 de pulgada) en diámetro o longitud.

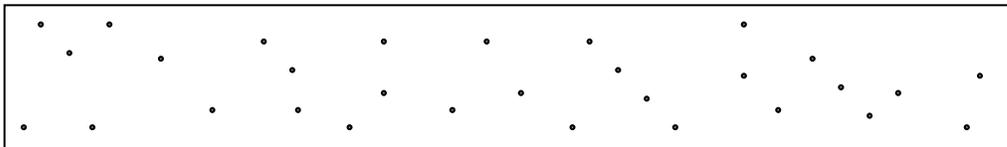
Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 8



(C) INDICACIONES REDONDEADAS MEDIANAS

Medida 0.8 mm (1/32 de pulgada) hasta 1.2 mm (3/64 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 15



(D) INDICACIONES REDONDEADAS PEQUEÑAS

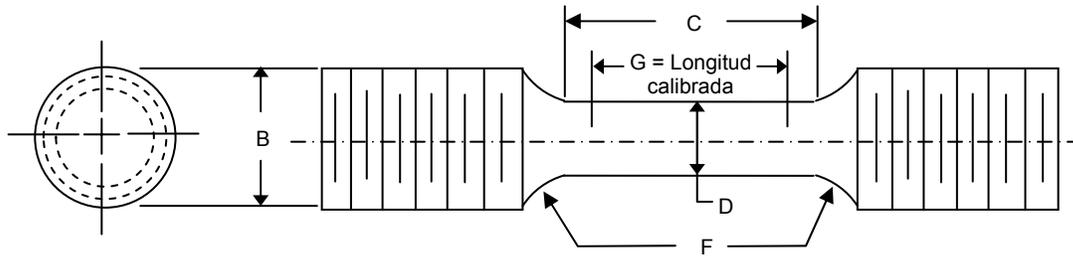
Medida 0.4 mm (1/64 de pulgada) hasta 0.8 mm (1/32 de pulgada) en diámetro o longitud.

Máximo número de indicaciones en 150 mm (6 pulgadas) = 30

NOTAS:

- En el uso de estos criterios de aceptación, la carta que sea más representativa del tamaño de las indicaciones presente en la prueba radiográfica de la probeta debe ser usada para determinar la conformidad con estos criterios de aceptación radiográficos.
- Puesto que estas pruebas en la soldadura son específicamente realizadas en el laboratorio para propósitos de calificación, los requisitos radiográficos para estas pruebas de soldadura son más rígidos que los requeridos para la fabricación general.
- Las indicaciones cuya dimensión más larga no exceda 0.4 mm (1/64 de pulgada) se deben descartar.

FIGURA 8.3.4 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN RADIOGRÁFICOS.



Dimensiones de la probeta

D		G		C		B		F, mínimo	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
13 ± 0.25	0.500 ± 0.010	50 ± 0.13	2.000 ± 0.005	57	2 1/4	19	3/4	9.5	0.375

NOTAS:

- Las dimensiones G y C deben ser las que se muestran, pero los extremos de la probeta pueden tener cualquier forma y dimensión, de acuerdo con la máquina de prueba.
- El diámetro de la probeta dentro de la longitud calibrada debe ser ligeramente menor al centro. La diferencia no debe exceder 1 por ciento del diámetro.
- Cuando se requiera el uso del extensómetro para determinar la resistencia a la cedencia, la dimensión C se puede modificar. Sin embargo el porcentaje de alargamiento se debe basar en la dimensión G.
- La superficie terminada dentro de la dimensión C no debe tener una rugosidad mayor a 1.6 μm (63 de $\mu\text{pulgada}$).

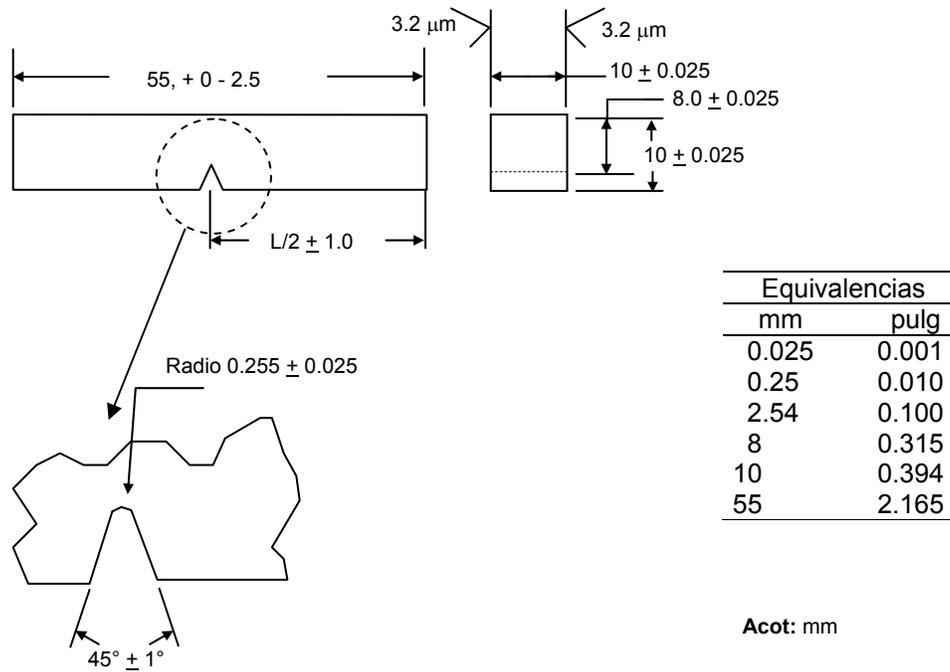
FIGURA 8.3.5. DIMENSIONES DE LA PROBETA DE TENSIÓN

8.3.11. Pruebas de impacto.

8.3.11.1. Para aquellas clasificaciones en que se requiera la prueba de impacto especificada en la tabla A.3.2, se deben maquinar cinco especímenes para prueba de impacto Charpy con entalla en V, como se muestra en la figura 8.3.6.

Los cinco especímenes de prueba de Charpy con entalla en "V" deben tener una entalla superficial, maquinada paralelamente con una tolerancia de 0.005 mm (0.02 pulgada). Las otras dos superficies deben estar a escuadra con una tolerancia en el ángulo de abertura de ± 10 grados. La entalla debe presentar una superficie tersa preparada y cortada mecánicamente y debe estar a escuadra respecto a la arista longitudinal de la probeta con un grado de tolerancia.

La geometría de la entalla debe ser medida en al menos uno de los cinco especímenes de un juego. Esta medición debe realizarse a una amplificación de al menos 50 veces en un comparador óptico o un estereoscopio metalográfico. La correcta localización de la entalla debe verificarse mediante ataque químico antes ó después del maquinado de la probeta.



NOTAS:

- g. Todas las dimensiones excepto los ángulos están en milímetros.
- h. La superficie de la entalla y la superficie a ser golpeada deben tener una tolerancia entre caras de 0.05 mm (0.02 pulgada) y sobre la superficie terminada una rugosidad de al menos de 1.6 μm (63 de μ pulgada). Las otras dos superficies estarán a escuadra con la superficie de la entalla y de golpe con una tolerancia de ± 10 minutos de grado y deben tener al menos una rugosidad sobre la superficie terminada de 3.2 μm (125 μ pulgada).
- i. La entalla debe prepararse adecuadamente por algún medio mecánico apropiado y deben estar en escuadra con el borde longitudinal de la probeta con un grado de tolerancia.
- j. La geometría de la entalla debe ser medida en al menos una probeta del juego de cinco probetas. La medición debe ser hecha al menos a 50 ampliaciones con un comparador óptico o un estereoscopio.
- k. La colocación correcta de la entalla debe verificarse mediante ataque químico, esta operación se puede hacer antes o después del maquinado.
- l. Si una probeta soporta el golpe del péndulo de la máquina de impacto sin romper, el valor de la energía absorbida debe registrarse con la capacidad de la máquina de impacto seguido por el signo más (+).

FIGURA 8.3.6. PROBETA DE IMPACTO TIPO CHARPY CON ENTALLA EN "V".

8.3.11.2. Los cinco especímenes deben ser probados de acuerdo a la sección Pruebas de Impacto de ANSI/AWS B4.0, *Métodos para Pruebas Mecánicas en Soldaduras*, ó equivalente. La temperatura de prueba es la que se especifica en la tabla A.3.2 para el electrodo de la clasificación bajo prueba. Para aquellos electrodos identificados con el requisito opcional suplementario "J", la temperatura de prueba debe ser la que se especifica en la nota "b" de la tabla A.3.2.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 65 de 130

8.3.11.3. En la evaluación de los resultados se deben descartar tanto el valor más alto y como el más bajo. Dos de los tres valores restantes deben ser iguales o exceder los 27 J (20 pies – libra) especificados para el nivel de energía. Uno de los tres puede ser más bajo, pero no menor a 20 J (15 pies – libra) y el promedio de los tres no debe ser menor que el requerido de 27 J (20 pies – libra).

8.3.12. Prueba de soldadura de filete.

8.3.12.1. Las pruebas de soldadura de filete, cuando se requieran, se hacen de acuerdo con 8.3.7.5 y la figura 8.3.3. Toda la superficie de la cara de la soldadura de filete se debe examinar visualmente. El espécimen de prueba debe estar libre de grietas, traslapes, escoria atrapada y porosidad superficial y estar sustancialmente libre de socavados. Después del examen visual, se debe remover una probeta de aproximadamente 25.4 mm (1 pulgada) como se indica en la figura 8.3.3. La superficie de una sección transversal debe ser pulida, atacada y examinada como se especifica en 8.3.12.2.

8.3.12.2. Trazar sobre la probeta las líneas que se indican en la figura 8.3.7, la longitud de las piernas del filete y la convexidad se deben determinar con una aproximación de 0.4 mm (1/64 de pulgada). Estas dimensiones deben cumplir los requisitos de la tabla A.3.9.

8.3.12.3. Las dos secciones restantes de la probeta deben probarse a través de la soldadura de filete mediante una fuerza ejercida como se muestra en la figura 8.3.3. Se pueden usar uno ó más de los siguientes procedimientos cuando sea necesario favorecer la fractura a través de la soldadura de filete.

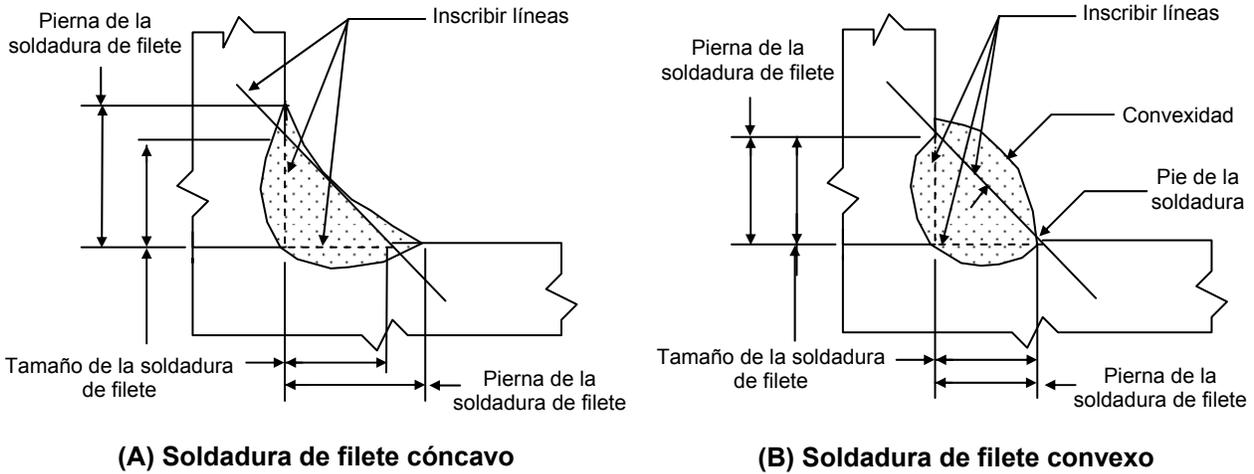
- (1) Un cordón de refuerzo, como se presenta en la figura 8.3.8.A, se puede depositar sobre cada pierna de la soldadura.
- (2) La posición del alma respecto al patín puede quedar fuera del centro de la probeta, como se muestra en la figura 8.3.8.B
- (3) Sobre la cara de la soldadura de filete se puede ranurar una entalla como se presenta en la figura 8.3.9C.

Las pruebas donde se haga un doblez fuera del metal de soldadura deben invalidarse. Los especímenes donde esto ocurra deben reemplazarse con otra probeta. En este caso no se requiere una prueba por duplicado como se especifica en la sección 8.3.6.

8.3.13. Prueba de difusión de hidrógeno.

8.3.13.1. El diámetro menor y mayor de cada electrodo a ser identificado por la opción suplementaria con la categoría difusión de hidrógeno, se hace de acuerdo a uno de los métodos dados en ANSI/AWS A 4.3, *Métodos para la Determinación del Contenido de Difusión de Hidrógeno Producido por Soldadura de Arco en el Metal de Soldadura de Aceros Martensíticos, Bainíticos y Ferríticos*, ó equivalente. La categoría difusión de hidrógeno puede agregarse a la clasificación del electrodo de acuerdo a los valores promedio de prueba comparados con los requisitos de la tabla A.3.10. La designación apropiada para la categoría difusión de hidrógeno puede ser agregada al final de la clasificación del electrodo.

8.3.13.2. Las pruebas se deben hacer en la condición en la que se recibe el electrodo. El acondicionamiento de los electrodos antes de la prueba no está permitido.



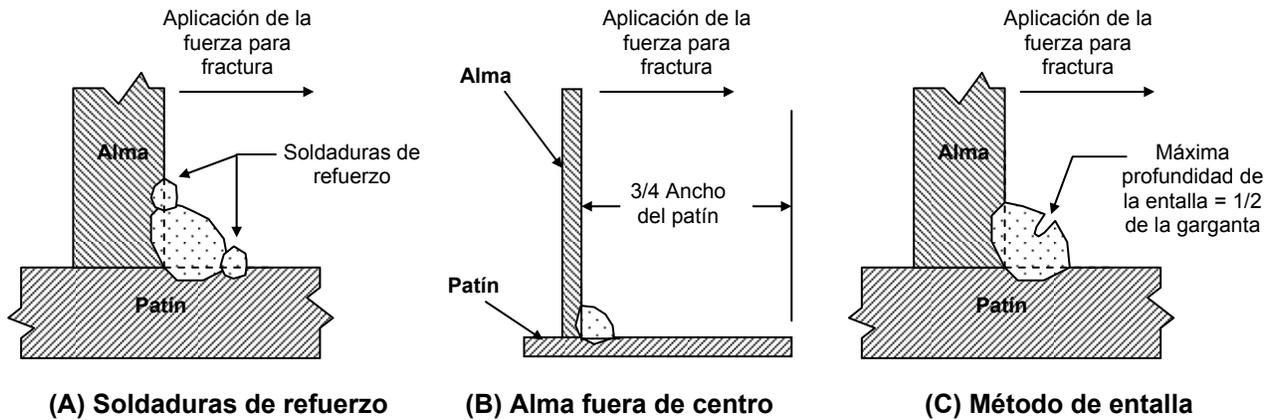
(A) Soldadura de filete cóncavo

(B) Soldadura de filete convexo

NOTAS:

- El tamaño de la soldadura de filete es la longitud de la pierna del triángulo isósceles recto más grande que pueda ser inscrito dentro de la sección transversal de la soldadura de filete.
- La convexidad es la máxima distancia perpendicular desde la cara de una soldadura de filete convexa hasta la línea que une los pies de la soldadura.
- La pierna de una soldadura de filete es la distancia que une la raíz de la junta hasta el pie de la soldadura de filete.

FIGURA 8.3.7. DIMENSIONES DE LA SOLDADURA DE FILETE



(A) Soldaduras de refuerzo

(B) Alma fuera de centro

(C) Método de entalla

FIGURA 8.3.8. MÉTODOS ALTERNOS PARA FACILITAR LA FRACTURA DE LA SOLDADURA DE FILETE

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 67 de 130

8.3.13.3. Para propósitos de certificar el cumplimiento con los requisitos especificados en la prueba de difusión de hidrógeno las condiciones atmosféricas de referencia deben tener una humedad absoluta de 1.43 g/kg (10 granos de vapor de agua por libra) de aire seco durante la prueba. Las condiciones atmosféricas durante la prueba deben registrarse junto con el valor promedio de las pruebas, de acuerdo con ANSI/AWS A4.3.

8.3.13.4 Cuando la humedad absoluta iguala o excede la condición de referencia al momento de la preparación de la probeta, la prueba se debe aceptar al demostrar su cumplimiento con los requisitos de esta especificación, previendo que los resultados de la prueba satisfacen los requisitos para la categoría de difusión de hidrógeno con la designación especificada en la tabla A.3.10. Por otra parte, si el resultado de la prueba cumple los requisitos de una designación más baja indicada en la tabla A.3.10, el electrodo también se puede clasificar con esa designación, sin necesidad de hacer otra prueba.

Parte C. Manufactura, identificación y empaque.

8.3.14. Método de manufactura.

Los electrodos clasificados de acuerdo con esta norma de referencia pueden ser fabricados por cualquier método que produzca electrodos que cumplan los requisitos de esta norma.

8.3.15. Medidas.

Las medidas para el metal de aporte en las diferentes formas de empaque (bobinas con y sin soporte, tambores y carretes – ver la sección 8.3.17, Formas de Empaque) se muestran en la tabla A.3.10.

8.3.16. Terminado y uniformidad.

8.3.16.1. Todos los electrodos deben tener un terminado terso el cual debe estar libre de rebabas, depresiones, rayas, óxidos, costuras, traslapes, y material extraño que pudiera afectar adversamente las características del metal de aporte, la operación del equipo de soldar o las propiedades del metal de soldadura.

8.3.16.2. Cada bobina, tambor o carrete debe presentarse en tramos continuos de alambre y debe ser de una sola colada o lote de material, cuando presente uniones soldadas no debe interferir con la uniformidad durante la alimentación.

8.3.16.3. Los componentes del núcleo deben estar distribuidos uniformemente a través de toda la longitud del electrodo de tal manera que no afecte adversamente las características del electrodo o las propiedades mecánicas del metal de aporte.

8.3.16.4. El electrodo puede ser protegido de la intemperie mediante empaques herméticamente sellados.

8.3.17. Formas de empaque.

8.3.17.1. Las formas de empaque son bobinas con y sin soporte, tambores y carretes. Las dimensiones y peso de los empaques se presentan en la tabla A.3.12 y figuras 8.3.9 (A), (B) y (C). Otras formas de empaque y peso deben ser acordadas entre el comprador y el proveedor.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 68 de 130

8.3.17.2. El empaque de las bobinas con soporte debe ser diseñado y construido para prevenir la distorsión del metal de aporte durante el manejo y uso normal y debe estar suficientemente limpio y seco para mantener una condición adecuada en el electrodo.

8.3.17.3. Los carretes se deben diseñar y construir para prevenir la distorsión del metal de aporte durante el manejo y uso normal y debe estar suficientemente limpio y seco para mantener una condición adecuada en el electrodo.

8.3.18. Requisitos de embobinado.

8.3.18.1. El alambre en los carretes y bobinas (incluyendo tambores) debe estar embobinado de tal manera que no se enrede, ondule, traslape o doble, debe fluir libremente durante la aplicación. El extremo del alambre (extremo de inicio de la soldadura) debe identificarse para que pueda ser localizado sin dificultad y debe quedar sujeto en la bobina o carrete.

8.3.18.2. La espira y hélice del electrodo en las bobinas, carretes y tambores, debe ser tal que la alimentación del electrodo fluya de manera ininterrumpida en un equipo semiautomático.

8.3.19. Identificación del electrodo.

8.3.19.1. La información del producto y de seguridad requerida para marcar en cada empaque se indica en la sección 8.3.21 para marcaje de cada empaque y debe aparecer sobre cada bobina, carrete ó tambor.

8.3.19.2. Las bobinas sin soporte deben tener una tarjeta que contenga esta información firmemente sujeta al metal de aporte.

8.3.19.3. Las bobinas con soporte deben tener la información estampada en un sitio visible localizado sobre el exterior de la bobina.

8.3.19.4. Los carretes deben tener la información estampada en un sitio visible localizado sobre el exterior de al menos una de las bridas.

8.3.19.5. Los tambores deben tener la información estampada en un sitio visible localizado sobre el exterior del tambor.



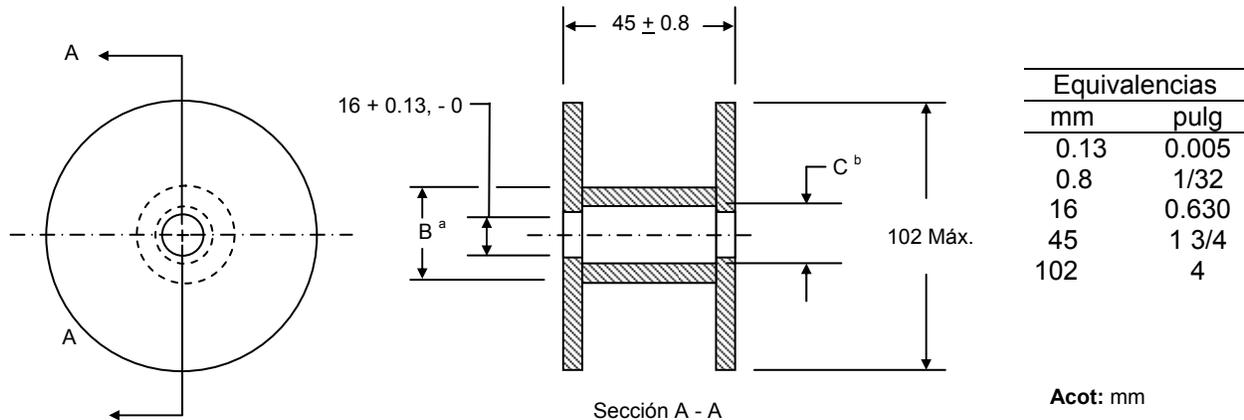
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

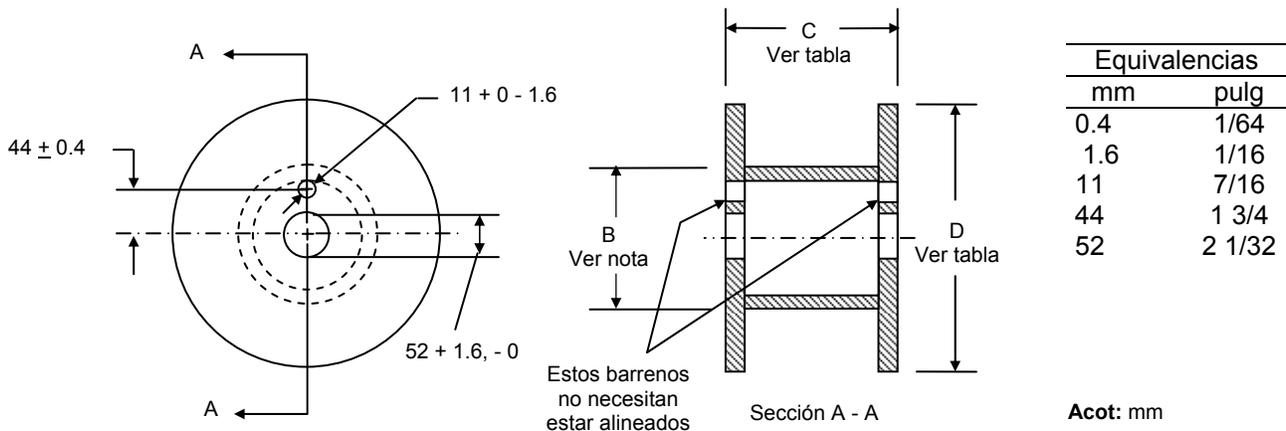
Página 69 de 130



NOTAS:

- La dimensión B, diámetro exterior del barril, debe ser tal que permita la adecuada alimentación del metal de aporte.
- La dimensión C, diámetro interior del barril, debe ser tal que no resulte en un diámetro interior del barril menor al diámetro interior de las bridas.

FIGURA 8.3.9. (A). CARRETE- DIMENSIONES DEL CARRETE DE 100 mm (4 PULGADAS).



Medida del carrete, mm		C		D, máximo	
Mm	pulgadas	Mm	pulgadas	mm	pulgadas
200	8	55 ± 1	$2 \frac{5}{32} \pm \frac{1}{32}$	200	8
200	8	75 ± 2	$2 \frac{7}{8} \pm \frac{1}{16}$	200	8
300	12	100 ± 2	$4 \pm \frac{1}{16}$	300	12
350	14	100 ± 2	$4 \pm \frac{1}{16}$	350	14

NOTA: La dimensión B, diámetro exterior del barril, debe ser tal que permita la adecuada alimentación del metal de aporte.

FIGURA 8.3.9. (B). DIMENSIONES DE LOS CARRETES DE 200, 300 Y 350 mm.

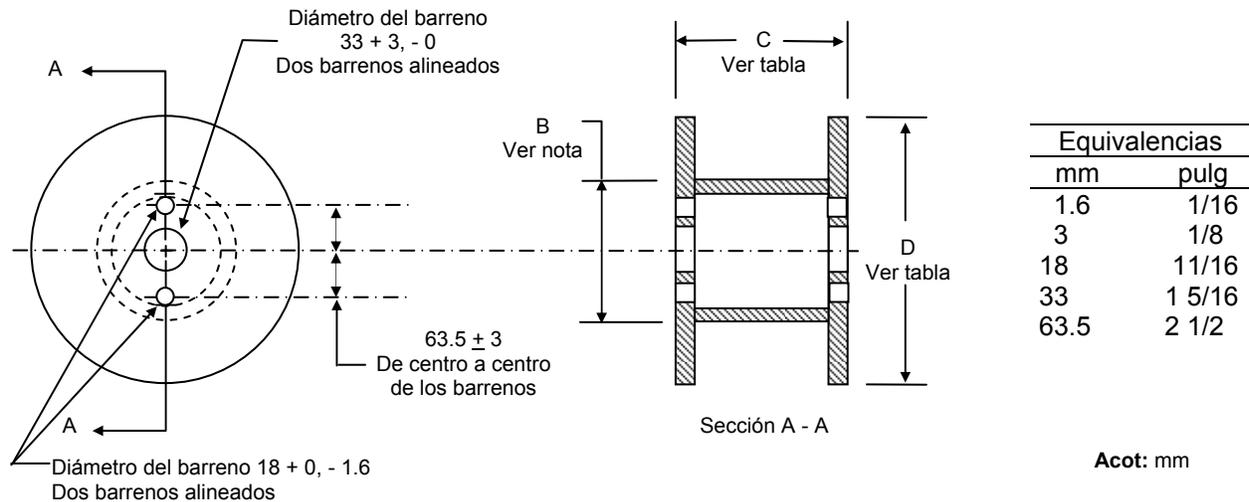


FIGURA 8.3.9. (C). DIMENSIONES DE LOS CARRETES DE 560, 610 Y 760 mm.

Dimensiones					
Medida del carrete, mm		C		D, máximo	
Mm	pulgadas	Mm	pulgadas	mm	pulgadas
560	22	560	22	305	12
610	24	610	24	345	13 1/2
760	30	760	30	345	13 1/2

NOTA: La dimensión B, diámetro exterior del barril, debe ser tal que permita la adecuada alimentación del metal de aporte.

FIGURA 8.3.9. (C). DIMENSIONES DE LOS CARRETES DE 560, 610 Y 760 mm. (CONTINUACION)

3.20 Empaque

El metal de aporte debe ser adecuadamente empaquetado de tal forma que estén asegurados contra cualquier tipo de daño durante el embarque y almacenaje bajo condiciones normales.

8.3.21 Marcaje de los Empaques

8.3.21.1 La siguiente información del producto (como mínimo) debe marcarse en el exterior de cada unidad de empaque:

- (1) Especificación AWS (el año de la edición puede ser excluida) y designación de la clasificación del electrodo
- (2) Nombre del fabricante y designación comercial
- (3) Medida y peso neto.
- (4) Número de lote, control o colada.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 71 de 130

8.3.21.2 La siguiente información (como mínimo) debe ser desplegada en todos los empaques de los electrodos, incluyendo los empaques individuales dentro del empaque principal:

A D V E R T E N C I A
<ul style="list-style-type: none"> • Protéjase y proteja a los demás. Lea y entienda esta información. • LOS HUMOS Y GASES pueden ser peligrosos para su salud. • LA LUZ DEL ARCO DE SOLDADURA puede dañar los ojos y quemar la piel • EL CHOQUE ELECTRICO puede ser causa de muerte. • Antes de usar lea y entienda las instrucciones del fabricante y las prácticas de seguridad de su empresa. • Mantenga su cabeza fuera del área de humo. • Use suficiente ventilación, elimine los humos y gases de la zona de trabajo. • Use protección en los ojos oídos y cuerpo. • No toque partes eléctricas. • NO ELIMINE ESTA INFORMACIÓN.

8.4 SECCIÓN IV. Información que debe llevar la requisición o las especificaciones en los contratos.

La requisición debe contener como información mínima los puntos siguientes, además de hacer referencia a esta norma.

1. Código de fabricación del electrodo (AWS, ASME o equivalente).
2. Especificación (Ej. AWS A 5.1 ó ASME SFA A 5.1).
3. Clasificación (Ej. AWS E6010 ó ASME E7018).
4. Cuando sea aplicable, la designación opcional complementaria de difusión de hidrógeno.
5. Cuando sea aplicable, la designación opcional complementaria del contenido de humedad absorbida.
6. Diámetro del electrodo.
7. Cantidad requerida.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 72 de 130

A.4.1.2 Requisito de certificación de lote de fabricación.

En la requisición se deberá especificar la información que debe contener el certificado, la cual consiste en lo siguiente:

1. Código de fabricación del electrodo (AWS, ASME o equivalente)..
2. Especificación (Ej. AWS A 5.1 ó ASME SFA A 5.1).
3. Clasificación (Ej. AWS E6010 ó ASME E7018).
4. Razón social del fabricante.
5. Nombre comercial.
6. Cuando sea aplicable, la designación opcional complementaria de difusión de hidrógeno.
7. Cuando sea aplicable, la designación opcional complementaria del contenido de humedad absorbida.
8. Número de lote.
9. Tamaño del lote.
10. Diámetro del electrodo.
11. Composición química.
12. Prueba de tensión.
13. Prueba de impacto.
14. Prueba de filete.
15. Prueba de dobléz.
16. Contenido de hidrógeno difusible.
Contenido de humedad absorbida.

9. RESPONSABILIDADES

9.1. Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales.

Aplicar los requisitos de esta norma en la adquisición de los electrodos para soldadura de arco eléctrico empleados en la construcción, mantenimiento, reparación y rehabilitación de los sistemas de ductos destinados al transporte de hidrocarburos dulces y amargos, con la finalidad de asegurar una operación confiable y eficiente.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 73 de 130

9.2. Subcomité Técnico de Normalización de Pemex Gas y Petroquímica Básica.

Establecer comunicación con las áreas usuarias de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales, así como con los fabricantes y proveedores de electrodos para soldadura de arco eléctrico, con objeto de mantener su contenido y requisitos actualizados, a fin de asegurar que los electrodos para soldadura de arco eléctrico cumplen con las características y propiedades requeridas.

La verificación del cumplimiento con esta norma debe realizarse por el área usuaria a través del Certificado de Cumplimiento, que debe ser entregado por el fabricante ó proveedor del insumo.

9.3. Fabricantes y Proveedores de Electrodos para Soldadura de Arco Eléctrico.

Cumplir como mínimo con los requisitos de esta norma.

El fabricante permitirá el acceso a PEMEX para propósitos de vigilancia del producto adquirido.

10. CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS

Esta norma de referencia no concuerda con la normas oficiales mexicanas (NMX), sin embargo presenta concordancia con los requisitos de clasificación, químicos, mecánicos y de manufactura establecidos para los electrodos para soldadura de arco de acero al carbono y baja aleación de los procesos de Soldadura de Arco con Electrodo Revestido (SMAW, por sus siglas en inglés), Soldadura de Arco Metálico con Gas (GMAW, por sus siglas en inglés) y Soldadura de Arco de Electrodo con Fundente en el Núcleo (FCAW, por sus siglas en inglés), prescritos en el código de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés) Sección II parte C, especificaciones SFA 5.1, SFA 5.5, SFA 5.18, SFA 5.20, SFA 5.28 y SFA 5.29, así como el código de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS, por sus siglas en inglés) parte A 5, especificaciones A 5.1, A 5.5, A 5.18, A 5.20, A 5.28 y A 5.29.

Concuerda parcialmente con las siguientes norma de ISO:

ISO 13847	Sistemas de líneas de tubería de transporte – Soldadura de línea de tuberías.
ISO 2560:2002	Electrodos recubiertos para soldadura de arco en aceros no aleados y grano fino.
ISO 14341:2002	Electrodos de alambre y depósitos para soldadura de arco con gas de protección para aceros no aleados y grano fino – Clasificación.
ISO/DIS 17632	Electrodos tubulares para soldadura de arco con y sin protección de gas para soldadura de aceros no aleados y grano fino – Clasificación. --
ISO/DIS 18275	Electrodos recubiertos para soldadura de arco en acero de alta resistencia – Clasificación.
ISO/DIS 18276	Electrodos tubulares para soldadura de arco con y sin protección de gas para soldadura de aceros de alta resistencia – Clasificación.

11. BIBLIOGRAFÍA



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 74 de 130

Esta norma se fundamenta y complementa con las referencias técnicas bibliográficas que se indican a continuación:

CNPMOS-001	GUIA PARA LA EMISIÓN DE NORMAS DE REFERENCIA DE PETROLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	-----
ASME SECCIÓN II PARTE C, ESPECIFICACIÓN SFA 5.1	Electrodos de Acero al Carbono para Soldadura de Arco con Electrodo Revestido	Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding
ASME SECCIÓN II PARTE C, ESPECIFICACIÓN SFA 5.5	Electrodos de Acero de Baja Aleación para Soldadura de Arco con Electrodo Revestido	Low Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding
ASME SECCIÓN II PARTE C, ESPECIFICACIÓN SFA 5.18	Metales de Aporte de Acero al Carbono para Soldadura de arco metálico con gas	Carbon Steel Filler Metals for Gas Shielded Arc Welding
ASME SECCIÓN II PARTE C, ESPECIFICACIÓN SFA 5.20	Electrodos de Acero al Carbono para Soldadura de Arco con Fundente en el Núcleo	Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding
ASME SECCIÓN II PARTE C, ESPECIFICACIÓN SFA 5.28	Electrodos y Varillas de Acero de Baja Aleación para Soldadura de arco metálico con gas	Low Alloy Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding
ASME SECCIÓN II PARTE C, ESPECIFICACIÓN SFA 5.20	Electrodos de Acero Baja Aleación para Soldadura de Arco con Fundente en el Núcleo	Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding
ASME SECCIÓN V ARTÍCULO 2	Exámenes No Destructivos	Nondestructive Examination
Prentice Hall, Inc.	Materiales para Ingeniería	Fundamentals of Engineering Materials
AWS ESPECIFICACIÓN A 5.1	Electrodos de Acero al Carbono para Soldadura de Arco con Electrodo Revestido	Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding
AWS ESPECIFICACIÓN A 5.5	Electrodos de Acero de Baja Aleación para Soldadura de Arco con Electrodo Revestido	Low Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding
AWS ESPECIFICACIÓN A 5.18	Metales de Aporte de Acero al Carbono para Soldadura de arco metálico con gas	Carbon Steel Filler Metals for Gas Shielded Arc Welding
AWS ESPECIFICACIÓN A 5.20	Electrodos de Acero al Carbono para Soldadura de Arco con Fundente en el Núcleo	Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding
AWS ESPECIFICACIÓN A 5.28	Electrodos y Varillas de Acero de Baja Aleación para Soldadura de arco metálico con gas	Low Alloy Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding
AWS ESPECIFICACIÓN A 5.29	Electrodos de Acero Baja Aleación para Soldadura de Arco con Fundente en el Núcleo	Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding
ANSI/AWS B4.0	Métodos para Pruebas Mecánicas de soldaduras	Standard Methods for Mechanical Testing of Welds



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 75 de 130

ANSI/AWS B4.3	Métodos para la Determinación del contenido de difusión de hidrógeno Producido por Soldadura de Arco en el Metal de Soldadura de Aceros Martensíticos, Bainíticos y Ferríticos	Standard Methods for Determination of the diffusible Hydrogen Content of Martensitic, Bainitic, and Ferritic Steel Weld Metal Produced by the Arc Welding
ASTM E350	Análisis Químico de Aceros al Carbono, Aceros de Baja Aleación, Aceros al Silicio Grado Eléctrico, Lingotes de Hierro y Forjas de Hierro.	Chemical Analysis of Carbon Steel, Low Alloy Steel, Silicon Electrical Steel, Ingot Iron, Wrought Iron.
API 1104	Soldadura para Líneas de Tubería e Instalaciones Relacionadas	Welding of Pipelines and Related Facilities.
API 5L	Especificación para Tubería de Línea	API Specification for Line Pipe.
ASME B31.4	Sistemas de Tubería para Transporte y Distribución de Hidrocarburos Líquidos y otros Líquidos	Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and other Liquid.
ASME B31.8	Sistemas de Tubería para Transporte y Distribución de Gas	Gas Transmission and Distribution Piping Systems
AWS Z49.1	Seguridad en Soldadura, Corte y Procesos Aliados	Safety in Welding and Cutting.
ISO 13847	Sistemas de líneas de tubería de transporte – Soldadura de línea de tuberías.	Petroleum and natural gas industries -- Pipeline transportation systems – Welding of pipelines
ISO 2560:2002	Electrodos recubiertos para soldadura de arco en aceros no aleados y grano fino.	Welding consumables -- Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels -- Classification
ISO 14341:2002	Electrodos de alambre y depósitos para soldadura de arco con gas de protección para aceros no aleados y grano fino – Clasificación.	Welding consumables -- Determination of moisture resistance of manual metal arc welding electrodes by measurement of diffusible hydrogen
ISO/DIS 17632	Electrodos tubulares para soldadura de arco con y sin protección de gas para soldadura de aceros no aleados y grano fino – Clasificación. --	Welding consumables -- Tubular cored electrodes for gas shielded and non-gas shielded metal arc welding of non-alloy and fine grain steels -- Classification
ISO/DIS 18275	Electrodos recubiertos para soldadura de arco en acero de alta resistencia – Clasificación.	Welding consumables -- Covered electrodes for manual metal arc welding of high strength steels -- Classification
ISO/DIS 18276	Electrodos tubulares para soldadura de arco con y sin protección de gas para soldadura de aceros de alta resistencia – Clasificación.	Welding consumables -- Tubular cored electrodes for gas shielded and non-gas shielded metal arc welding of high strength steels -- Classification



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 76 de 130

12. ANEXOS

**TABLA A.1.1.
CLASIFICACIÓN DE LOS ELECTRODOS**

Clasificación AWS	Tipo de Recubrimiento	Posición de soldadura	TIPO DE CORRIENTE
Electrodos de acero al carbono			
E6010	Alta celulosa con sodio	P, V, SC, H	CDPI
E7015 ^d	Sodio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CDPI
E7016 ^d	Potasio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CA, CDPI
E7018 ^d	Potasio, bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
E7018 M ^d	Potasio, bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
Electrodos de acero de baja aleación			
E7010-X	Alta celulosa con sodio	P, V, SC, H	CDPI
E7015-X ^{d,e}	Sodio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CDPI
E7016-X ^{d,e}	Potasio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CA, CDPI
E7018-X ^{d,e}	Potasio bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
E8010-X	Alta celulosa con Sodio	P, V, SC, H	CDPI
E8015-X ^{d,e}	Sodio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CDPI
E8016-X ^{d,e}	Potasio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CA, CDPI
E8018-X ^{d,e}	Potasio, bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
E9010-G	Alta celulosa con Sodio	P, V, SC, H	CDPI
E9015-X ^{d,e}	Sodio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CDPI
E9016-X ^{d,e}	Potasio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CA, CDPI
E9018-X ^{d,e}	Potasio bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
E9018M ^{d,e}	Bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CDPI
Electrodos de acero de baja aleación			
E10010-G	Alta celulosa con Sodio	P, V, SC, H	CDPI
E10015-X ^{d,e}	Sodio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CDPI
E10016-X ^{d,e}	Potasio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CA, CDPI
E10018-X ^{d,e}	Potasio bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
E10018M ^{d,e}	Bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CDPI
E11010-G	Alta celulosa con Sodio	P, V, SC, H	CDPI
E11015-G ^{d,e}	Sodio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CDPI
E11016-G ^{d,e}	Potasio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CA, CDPI
E11018-G ^{d,e}	Potasio bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
E11018M ^{d,e}	Bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CDPI
E12010-G	Alta celulosa con Sodio	P, V, SC, H	CDPI
E12015-G ^{d,e}	Sodio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CDPI
E12016-G ^{d,e}	Potasio, bajo hidrógeno	P, V, SC, H	CA, CDPI
E12018-G ^{d,e}	Potasio bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CA, CDPI
E12018M ^{d,e}	Bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CDPI
E12018M1 ^{d,e}	Bajo hidrógeno, polvo de fierro	P, V, SC, H	CDPI

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS</p>	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 77 de 130

NOTAS DE LA TABLA A1.1.

- a. El sufijo "X" como se usa en esta tabla, se sustituye en la tabla A.1.2 por los sufijos A1, B1, B3, etcétera. Estos sufijos designan la composición química del metal de soldadura. Ver A.2.2.3 para información adicional de la clasificación "G".
- b. Las abreviaciones indican las posiciones de soldadura como sigue:
 - P = Plana
 - H = Horizontal
 - SC = Sobrecabeza, (Para los electrodos de 3/16" (4.8 mm) y menores excepto 5/32 y menores para las clasificaciones EXX15-X, EXX16-X, EXX18-X).
 - V = Vertical, (Para los electrodos de 3/16" (4.8 mm) y menores excepto 5/32 y menores para las clasificaciones EXX15-X, EXX16-X, EXX18-X).
- c. El término CA significa corriente alterna, mientras que el término CDPI se refiere a la corriente directa electrodo positivo (corriente directa polaridad invertida).
- d. Los electrodos clasificados como EXX15-X, EXX16-X, EXX18-X ó EXX18M(1) que cumplan con los requisitos adicionales de absorción de humedad, requeridos en la tabla A.1.11, pueden ser identificados como se muestra en la tabla A.1.11 y figura 8.1.12.
- e. Los electrodos clasificados como EXX15-X, EXX16-X, EXX18-X ó EXX18M(1) que produzcan un metal de soldadura que cumpla con el nivel promedio máximo de difusión de hidrógeno indicado en la tabla A.1.12, pueden ser identificados como se muestra en la tabla A.1.12 y figura 8.1.12.
- f. Electrodos para uso estructural. Para ver su composición química, propiedades mecánicas y características de uso ver la especificación AWS A 5.1.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 78 de 130

**TABLA A.1.2.
REQUISITOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR**

Clasificación AWS ^c	Número UNS ^d	Porcentaje en peso ^{a, b}								Elementos adicionales	
		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Tipo	Cantidad
		Electrodos de acero al carbono									
E6010	W06010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E7015 ^d	W07015	-	1.25	0.90	-	-	0.30	0.20	0.30	V	0.08
E7016 ^e	W07016	-	1.60	0.75	-	-	0.30	0.20	0.30	V	0.08
E7018 ^d	W07018	-	1.60	0.75	-	-	0.30	0.20	0.30	V	0.08
E7018M	W07018	0.12	0.40- 1.60	0.80	-	-	0.30	0.20	0.30	-	-
Electrodos de acero de baja aleación											
Electrodos de Acero al carbono – molibdeno											
E7010-A1	W17010	0.12	0.60	0.40	0.03	0.03	-	-	0.40 – 0.65	-	-
E7015-A1	W17015	0.12	0.90	0.60	0.03	0.03	-	-	0.40 – 0.65	-	-
E7016-A1	W17016	0.12	0.90	0.60	0.03	0.03	-	-	0.40 – 0.65	-	-
E7018-A1	W17018	0.12	0.90	0.80	0.03	0.03	-	-	0.40 – 0.65	-	-
Electrodos de acero al cromo – molibdeno											
E8016-B1	W51016	0.05 – 0.12	0.90	0.60	0.03	0.03	-	0.40 – 0.65	0.40 – 0.65	-	-
E8018-B1	W51018	0.05 – 0.12	0.90	0.80	0.03	0.03	-	0.40 – 0.65	0.40 – 0.65	-	-
E8016-B2	W52016	0.05 – 0.12	0.90	0.60	0.03	0.03	-	1.00 – 1.50	0.40 – 0.65	-	-
E8018-B2	W52018	0.05 – 0.12	0.90	0.80	0.03	0.03	-	1.00 – 1.50	0.40 – 0.65	-	-
E7015-B2L	W52115	0.05	0.90	1.00	0.03	0.03	-	1.00 – 1.50	0.40 – 0.65	-	-
E7016-B2L	W52116	0.05	0.90	0.60	0.03	0.03	-	1.00 – 1.50	0.40 – 0.65	-	-
E7018-B2L	W52118	0.05	0.90	0.80	0.03	0.03	-	1.00 – 1.50	0.40 – 0.65	-	-
E9015-B3	W53015	0.05 – 0.12	0.90	1.00	0.03	0.03	-	2.00 – 2.50	0.90 – 1.20	-	-
E9016-B3	W53016	0.05 – 0.12	0.90	0.60	0.03	0.03	-	2.00 – 2.50	0.90 – 1.20	-	-
E9018-B3	W53018	0.05 – 0.12	0.90	0.80	0.03	0.03	-	2.00 – 2.50	0.90 – 1.20	-	-
E8015-B3L	W53115	0.05	0.90	1.00	0.03	0.03	-	2.00 – 2.50	0.90 – 1.20	-	-



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 79 de 130

**TABLA A.1.2. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR**

Clasificación AWS ^c	Número UNS ^d	Porcentaje en peso ^{a, b}								Elementos Adicionales	
		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Tipo	Cantidad
E8018-B3L	W53118	0.05	0.90	0.80	0.03	0.03	-	2.00 - 2.50	0.90 - 1.20	-	-
E8015-B4L	W53415	0.05	0.90	1.00	0.03	0.03	-	1.75 - 2.25	0.40 - 0.65	-	-
E8016-B5	W51316	0.07- 0.15	0.40- 0.70	0.30- 0.60	0.03	0.03	-	0.40 - 0.60	1.00 - 1.25	V	0.05
Electrodos de acero al níquel											
E8016-C1	W22016	0.12	1.25	0.60	0.03	0.03	2.00 - 2.75	-	-	-	-
E8018-C1	W22018	0.12	1.25	0.80	0.03	0.03	2.00 - 2.75	-	-	-	-
E7015-C1L	W22115	0.05	1.25	0.50	0.03	0.03	2.00 - 2.75	-	-	-	-
E7016-C1L	W22116	0.05	1.25	0.50	0.03	0.03	2.00 - 2.75	-	-	-	-
E7018-C1L	W22118	0.05	1.25	0.50	0.03	0.03	2.00 - 2.75	-	-	-	-
E8016-C2	W23016	0.12	1.25	0.60	0.03	0.03	3.00 - 3.75	-	-	-	-
E8018-C2	W23018	0.12	1.25	0.80	0.03	0.03	3.00 - 3.75	-	-	-	-
E7015-C2L	W23115	0.05	1.25	0.50	0.03	0.03	3.00 - 3.75	-	-	-	-
E7016-C2L	W23116	0.05	1.25	0.50	0.03	0.03	3.00 - 3.75	-	-	-	-
E7018-C2L	W23118	0.05	1.25	0.50	0.03	0.03	3.00 - 3.75	-	-	-	-
E8016-C3	W21016	0.12	0.40- 1.25	0.80	0.03	0.03	0.80- 1.10	0.15	0.35	V	0.05
E8018-C3	W21016	0.12	0.40- 1.25	0.60	0.03	0.03	0.80- 1.10	0.15	0.35	V	0.05
E7018-C3L	W20918	0.08	0.40- 1.40	0.50	0.03	0.03	0.80- 1.10	0.15	0.35	V	0.05
E8016-C4	W21916	0.10	1.25	0.60	0.03	0.03	1.10- 1.80	-	-	-	-
E8018-C4	W21918	0.10	1.25	0.80	0.03	0.03	1.10- 1.80	-	-	-	-



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 80 de 130

**TABLA A.1.2. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR**

Clasificación AWS ^c	Número UNS ^d	Porcentaje en peso ^{a, b}								Elementos adicionales	
		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Tipo	Cantidad
Electrodos de acero al níquel - molibdeno											
E8018-NM1	W28118	0.10	0.40- 1.25	0.60	0.02	0.02	0.80- 1.10	0.10	0.40- 0.65	V Cu Al	0.05 0.10 0.05
Electrodos de acero al manganeso - molibdeno											
E8018-D1	W18118	0.12	1.00- 1.75	0.80	0.03	0.03	0.90	-	0.25- 0.45	-	-
E9015-D1	W19015	0.12	1.00- 1.75	0.60	0.03	0.03	0.90	-	0.25- 0.45	-	-
E9018-D1	W19018	0.12	1.00- 1.75	0.80	0.03	0.03	0.90	-	0.25- 0.45	-	-
E10015-D2	W10015	0.15	1.65 - 2.00	0.60	0.03	0.03	0.90	-	0.25 - 0.45	-	-
E10016-D2	W10016	0.15	1.65 - 2.00	0.60	0.03	0.03	0.90	-	0.25 - 0.45	-	-
E10018-D2	W10018	0.15	1.65 - 2.00	0.80	0.03	0.03	0.90	-	0.25 - 0.45	-	-
E8016-D3	W18016	0.12	1.00 - 1.80	0.60	0.03	0.03	0.90	-	0.40 - 0.65	-	-
E8018-D3	W18018	0.12	1.00 - 1.80	0.80	0.03	0.03	0.90	-	0.40 - 0.65	-	-
E9018-D3	W19118	0.12	1.00 - 1.80	0.80	0.03	0.03	0.90	-	0.40 - 0.65	-	-
Electrodos de acero de baja aleación para uso general											
EXX10-G	-	-	1.00 ^g	0.80 ^g	-	-	0.50 ^g	0.30 ^g	0.20 ^g	V Cu	0.10 ^g 0.20 ^g
EXX15-G	-	-	1.00 ^g	0.80 ^g	-	-	0.50 ^g	0.30 ^g	0.20 ^g	V Cu	0.10 ^g 0.20 ^g
EXX16-G	-	-	1.00 ^g	0.80 ^g	-	-	0.50 ^g	0.30 ^g	0.20 ^g	V Cu	0.10 ^g 0.20 ^g
EXX18-G	-	-	1.00 ^g	0.80 ^g	-	-	0.50 ^g	0.30 ^g	0.20 ^g	V Cu	0.10 ^g 0.20 ^g



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 81 de 130

**TABLA A.1.2. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR**

Clasificación AWS ^c	Número UNS ^d	Porcentaje en peso ^{a, b}								Elementos Adicionales	
		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Tipo	Cantidad
Electrodos similares a grados militares											
E9018M ^h	W21218	0.10	0.60- 1.25	0.80	0.030	0.030	1.40- 1.80	0.15	0.35	V	0.05
E10018M ^h	W21318	0.10	0.75 - 1.70	0.60	0.030	0.030	1.40 - 2.10	0.35	0.25 - 0.50	V	0.05
E11018M ^h	W21418	0.10	1.30- 1.80	0.60	0.030	0.030	1.40 - 2.10	0.40	0.25 - 0.50	V	0.05
E12018M ^h	W21318	0.10	1.30- 2.25	0.60	0.030	0.030	3.00- 3.80	0.30- 1.50	0.30 - 0.55	V	0.05
E12018M1 ^h	W21318	0.10	0.80- 1.60	0.65	0.015	0.012	1.40 - 2.10	0.65	0.20 - 0.30	V	0.05
Electrodos para líneas de tubería											
E7010-P1	W17110	0.20	1.20	0.60	0.03	0.03	1.00	0.30	0.50	V	0.10
E8010-P1	W18110	0.20	1.20	0.60	0.03	0.03	1.00	0.30	0.50	V	0.10
Electrodos para clima húmedo											
E7018-W1 ⁱ	W20018	0.12	0.40- 0.70	0.40- 0.70	0.025	0.025	0.20- 0.40	0.15- 0.30	0.15- 0.30	V	0.08
										Cu	0.30-0.60
E8018-W2 ⁱ	W20118	0.12	0.40- 1.30	0.35- 0.80	0.03	0.03	1.00	0.40- 0.80	0.40- 0.70	Cu	0.30-0.75

NOTAS:

- Los valores son máximos excepto cuando se especifique otra cosa.
- El metal de soldadura se debe analizar en los elementos en que se muestran en la tabla. Los elementos listados sin un valor específico se deben reportar si intencionalmente son agregados. El porcentaje total de estos elementos no especificados y todos los demás elementos no adicionados intencionalmente no deben exceder 0.50%.
- Los sufijos A1, B3, C3, y todos los demás, designan la composición química de la clasificación del electrodo.
- La suma de los elementos Mn+Ni+Cr+Mo+V no debe exceder 1.75 por ciento.
- La suma de los elementos Mn+Ni+Cr+Mo+V no debe exceder 1.50 por ciento.
- Sistema Unificado de Numeración SAE/ASTM.
- Con objeto de cumplir los requisitos de composición química, el metal de soldadura sin diluir debe tener al menos uno de los elementos listados en esta tabla. Si se necesita de algún requisito químico adicional, este se debe hacer de común acuerdo entre el comprador y el vendedor. En estos elementos los valores son mínimos.
- Estas clasificaciones son similares a los tipos de electrodos cubiertos por las especificaciones MIL-E-22200/1 y MIL-E-22200/10.
- En AWS A5.5-81, el electrodo E7018-W1 fue designado E7018-W y en cuanto al electrodo E8018-W2 fue designado E8018-W.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 82 de 130

**TABLA A.1.3.
REQUISITOS DE PRUEBA DE TENSIÓN ^{a, b}**

Clasificación AWS ^c	Resistencia a la tensión		Resistencia a la cedencia con 0.2% de deformación plástica		Porcentaje de elongación	Condición de prueba después de la soldadura ^d
	MPa	ksi	MPa	ksi		
Electrodos de acero al carbono						
E6010	414	60	331	48	22	CSS
E7015	480	70	399	57	22	CSS
E7016	480	70	399	57	22	CSS
E7018	480	70	399	57	22	CSS
E7018M	480	70	365-496 ^e	53-72 ^e	22	CSS
Electrodos de acero de baja aleación						
E7010-P1	480	70	415	60	22	CSS
E7010-A1	480	70	390	57	22	TTPS
E7010-G	480	70	390	57	22	CSS o TTPS
E7015-X	480	70	390	57	25	TTPS
E7015-B2L	520	75	390	57	19	TTPS
E7015-G	480	70	390	57	25	CSS o TTPS
E7016-X	480	70	390	57	25	TTPS
E7016-B2L	520	75	390	57	19	TTPS
E7016-G	480	70	390	57	25	CSS o TTPS
E7018-X	480	70	390	57	25	TTPS
E7018-B2L	520	75	390	57	19	TTPS
E7018-C3L	480	70	390	57	25	CSS
E7018-W1	480	70	415	60	25	CSS
E7018-G	480	70	390	57	25	CSS o TTPS
E8010-P1	550	80	460	67	19	CSS
E8010-G	550	80	460	67	19	CSS o TTPS
E8015-X	550	80	460	67	19	TTPS
E8015-B3L	550	80	460	67	17	TTPS
E8015-G	550	80	460	67	19	CSS o TTPS
E8016-X	550	80	460	67	19	TTPS
E8016-C3	550	80	470 a 550 ^f	68 a 80 ^f	24	CSS
E8016-C4	550	80	460	67	19	CSS
E8016-G	550	80	460	67	19	CSS o TTPS
E8018-X	550	80	460	67	19	TTPS
E8018-B3L	550	80	460	67	17	TTPS



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 83 de 130

**TABLA A.1.3. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE PRUEBA DE TENSIÓN ^{a, b}**

Clasificación AWS ^c	Resistencia a la tensión		Resistencia a la cedencia con 0.2% de deformación plástica		Porcentaje de elongación	Condición de prueba después de la soldadura ^d
	MPa	ksi	MPa	ksi		
E8018-C3	550	80	470 a 550 ^f	68 a 80 ^f	24	CSS
E8018-C4	550	80	460	67	19	CSS
E8018-NM1	550	80	460	67	19	CSS
E8018-W2	550	80	460	67	19	CSS
E8018-G	550	80	460	67	19	CSS o TTPS
E9010-G	620	90	530	77	17	CSS o TTPS
E9015-X	620	90	530	77	17	TTPS
E9015-G	620	90	530	77	17	CSS o TTPS
E9016-X	620	90	530	77	17	TTPS
E9016-G	620	90	530	77	17	CSS o TTPS
E9018M	620	90	540 a 620 ^e	78 a 90 ^e	24	CSS
E9018-X	620	90	530	77	17	TTPS
E9018-G	620	90	530	77	17	CSS o TTPS
E10010-G	690	100	600	87	16	CSS o TTPS
E10015-X	690	100	600	87	16	TTPS
E10015-G	690	100	600	87	16	CSS o TTPS
E10016-X	690	100	600	87	16	TTPS
E10016-G	690	100	600	87	16	CSS o TTPS
E10018M	690	100	610 a 690 ^e	88 a 100	20	CSS
E10018-X	690	100	600	87	16	TTPS
E10018-G	690	100	600	87	16	CSS o TTPS
E11010-G	760	110	670	97	15	CSS o TTPS
E11015-G	760	110	670	97	15	CSS o TTPS
E11016-G	760	110	670	97	15	CSS o TTPS
E11018-G	760	110	670	97	15	CSS o TTPS
E11018M	760	110	680 a 760 ^e	98 a 110	20	CSS
E12010-G	830	120	740	107	14	CSS o TTPS
E12015-G	830	120	740	107	14	CSS o TTPS
E12016-G	830	120	740	107	14	CSS o TTPS
E12018-G	830	120	740	107	14	CSS o TTPS
E12018M	830	120	745 a 830 ^e	108 a 120	18	CSS
E12018M1	830	120	745 a 830 ^e	108 a 120	18	CSS



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 84 de 130

NOTAS DE LA TABLA A.1.3:

- Ver la tabla A.1.6 para las dimensiones de los electrodos de prueba.
- Los valores indican el mínimo requerido a excepción de que se presente el rango de aceptación.
- El sufijo "X" como se usa en esta tabla representa los sufijos (A1, B1, B2, etc.), excepto para aquellas clasificaciones las cuales son probadas en la condición de "como se soldó".
- CSS, significa como se soldó con envejecido cuando esto es especificado en el capítulo de pruebas de tensión, mientras que TTPS significa el tratamiento térmico post soldadura como se especifica en el capítulo de propiedades mecánicas, sanidad y la tabla A.1.7. En la clasificación G, en la cual se indican las dos opciones de prueba, la condición de la prueba debe ser de común acuerdo entre el comprador y el vendedor.
- Para electrodos de 2.4 mm (3/32") la máxima resistencia a la cedencia debe ser de 531 MPa (77 Ksi).
- Para electrodos de 4 mm el valor superior de la resistencia a la cedencia puede ser de 35 MPa (5 Ksi) más alto que el valor indicado.

**TABLA A.1.4.
REQUISITOS DE PRUEBA DE IMPACTO CHARPY CON ENTALLA EN "V"**

Clasificación AWS	Valores límite de 3 de los 5 especímenes de prueba ^c	
	Promedio, Mínimo ^b	Valor individual, Mínimo ^b
Electrodos de acero al carbono		
E6010	27 J a - 29°C (20 ft-lbf a - 20°F)	20 J a - 29°C (15 ft-lbf a - 20°F)
E7015	27 J a - 29°C (20 ft-lbf a - 20°F)	20 J a - 29°C (15 ft-lbf a - 20°F)
E7016		
E7018		
E7018M	67 J a - 29°C (50 ft-lbf a - 20°F)	54 J a - 29°C (40 ft-lbf a - 20°F)
Electrodos de acero de baja aleación		
E7018-W1	27 J a - 18°C (20 ft-lbf a 0°F)	20 J a - 18°C (15 ft-lbf a 0°F)
E8018-W2		
E7010-P1	27 J a - 29°C (20 ft-lbf a - 20°F)	20 J a - 29°C (15 ft-lbf a - 20°F)
E8010-P1		
E8018-NM1	27 J a - 40°C (20 ft-lbf a - 40°F)	20 J a - 40°C (15 ft-lbf a - 40°F)
E8016-C3		
E8018-C3		
E8016-D3, E8018-D1 E8018-D3, E9015-D1 E9018-D1, E9018-D3 E10015-D2, E10016-D2 E10018-D2	27 J a - 51°C ^a (20 ft-lbf a - 60°F)	20 J a - 51°C ^a (15 ft-lbf a - 60°F)



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 85 de 130

**TABLA A.1.4. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE PRUEBA DE IMPACTO CHARPY CON ENTALLA EN “V”**

Clasificación AWS	Valores límite de 3 de los 5 especímenes de prueba ^c	
	Promedio, Mínimo ^b	Valor individual, Mínimo ^b
E7018-C3L E8016-C4, E8018-Cr E9018-M, E10018M E11018M, E12018M	27J a -51°C (20 ft-lbf a -60°F)	20J a -51°C (15 ft-lbf a -60°F)
E8016-C1 E8018-C1	27J a -59°C ^a (20 ft-lbf a -75°F)	20J a -59°C ^a (15 ft-lbf a -75°F)
E7015-C1L E7016-C1L E7018-C1L E8016-C2 E8018-C2	27J a -73°C ^a (20 ft-lbf a -100°F)	20J a -73°C ^a (15 ft-lbf a -100°F)
E7015-C2L E7016-C2L E7018-C2L	(27J a -101°C) ^a 20 ft-lbf a -150°F	20J a -101°C ^a (15 ft-lbf a -150°F)
EXXXX-A1 EXXXX-BX EXXXX-BXL EXXXX-G	No especificado	

NOTAS:

- Los electrodos de acero al carbono se deben probar sin ningún tipo de tratamiento térmico. Los electrodos de acero de baja aleación se deben probar en condición de tratamiento térmico post soldadura.
- Los valores de las pruebas de impacto deberán registrarse al entero más cercano de energía absorbida en pies-libra.
- Ambos, el más alto y el más bajo de los valores obtenidos en la prueba deben ser ignorados en el cálculo del valor promedio. Dos de estos tres valores restantes deben igualar o exceder el valor promedio mínimo listado; uno de estos tres valores puede ser menor que el valor promedio mínimo, pero no debe ser menor que el valor individual mínimo listado. El promedio de los tres valores no debe ser menor que el valor promedio mínimo listado.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 87 de 130

**TABLA A.1.5. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE PRUEBAS ^{a, b}**

Clasificación AWS ^a	Tipo de corriente ^a	Medida del electrodo		Posición de soldadura para las pruebas				
		mm	pulgadas	Análisis Químico ^d	Radiografía, Prueba de tensión ^{e, f}	Prueba de impacto ^g	Prueba de soldadura de filete ^h	Prueba de humedad ⁱ
Electrodos de acero de baja aleación								
E9018M	CDPI	2.4, 3.2	3/32, 1/8	NR ^b	NR ^b	NR ^b	NR ^b	NR ^b
E10018M				P	P	P	V, OH	Requerido
E11018M		4.8	3/16	NR ^b	P	P	H	NR ^b
E12018M								
E12018M1								

NOTAS:

- a. NR, significa "no requerido". Las abreviaturas P, H, V y SC, así como los términos "CA" y "CDPI" se definen líneas abajo. El sufijo "X" designa la composición química del metal de soldadura.
P = Plana
H = Horizontal
V = Vertical
SC = Sobre cabeza
CA = Corriente Alterna
CDPI = Corriente Directa Polaridad Invertida.
- b. Los electrodos que no requieran pruebas específicas pueden clasificarse, previendo que al menos dos electrodos en otras medidas de la misma clasificación hayan pasado las pruebas requeridas, o que el tamaño para ser clasificado los requisitos de la especificación con los cuales ha sido probado, de acuerdo con las secciones de prueba 8.1.7 y la 8.1.12, 8.1.13, 8.1.14 u 8.1.15, dependiendo del electrodo que sé este clasificando.
- c. Electrodos manufacturados con medidas no especificadas se deben probar con los requisitos de la medida más cercana. Un electrodo de 6.0 mm se debe probar con los requisitos del electrodo de 6.4mm (1/4").
- d. Ver sección 8.1.8.
- e. Ver sección 8.1.9.
- f. Ver sección 8.1.10.
- g. Ver sección 8.1.11. Las pruebas de impacto son requeridas para la clasificación listada en tabla A.1.4.
- h. Ver sección 8.1.12.
- i. La prueba de humedad dada en la sección 8.1.13 es la prueba requerida para medir el contenido de humedad del recubrimiento. La prueba de humedad absorbida, en la sección 8.1.14, y la prueba de difusión de hidrógeno, en la sección 8.1.15, son pruebas complementarias requeridas solo cuando van a ser utilizadas para clasificarlos.
- j. Cuando CDPI y CDPD se especifican, solo CDPI necesita ser probada.
- k. Electrodos mayores a 18 pulgadas (450mm) requerirán el doble de longitud de prueba de acuerdo con la nota 2 de la figura 8.1.2, con objeto de asegurar la uniformidad de todo el electrodo.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 88 de 130

**TABLA A.1.6.
METAL BASE PARA PROBETAS DE SOLDADURA**

Clasificación AWS	Metales base	Especificación ASTM	Número UNS *
Todas excepto E(X)XXYYM(1)	Acero al carbono	A 29 Grado 1015 ó equivalente	G 10150
Todas excepto E(X)XXYYM(1)	Acero al carbono	A 29 Grado 1020 ó equivalente	G 10200
Todas excepto E(X)XXYYM(1)	Acero al carbono	A 283 Grado D ó equivalente	K 02702
Todas excepto E(X)XXYYM(1)	Acero al carbono	A 285 Grado A ó equivalente	K 01700
Todas excepto E(X)XXYYM(1)	Acero al carbono	A 285 Grado B ó equivalente	K 02200
Todas excepto E(X)XXYYM(1)	Acero al carbono	A 285 Grado C ó equivalente	K 02801
Todas	Acero al carbono	A 36 ó equivalente	K 02600
Todas	Acero al carbono	A 131 Grado B ó equivalente	K 02102

* Sistema de Numeración Unificado para metales y aleaciones SAE/ASTM.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 89 de 130

**TABLA A.1.7.
TEMPERATURAS DE PRECALENTAMIENTO, ENTRE PASOS Y TRATAMIENTO TERMICO POST
SOLDADURA**

Clasificación AWS	Temperatura de precalentamiento y entre pasos		Temperatura de tratamiento térmico post soldadura	
	°F	°C	°F	°C
E7010-A1 E7015-A1 E7016-A1 E7018-A1 E8018-D1 E9015-D1 E9018-D1 E10015-D2 E10016-D2 E10018-D2 E8016-D3 E8018-D3 E9018-D3	200 a 225	93 a 107	1150 ± 25	620 ± 14
E8016-B1 E8018-B1 E8015-B2 E8016-B2 E8018-B2 E7015-B2L E7016-B2L E7018-B2L E9015-B3 E9016-B3 E9018-B3 E8015-B3L E8018-B3L E8015-B4L E8016-B5	325 a 375	163 a 191	1275 ± 25	690 ± 14
E8016-C1 E8018-C1 E7015-C1L E7016-C1L E7018-C1L E8016-C2 E8018-C2 E7015-C2L E7016-C2L E7018-C2L	200 a 225	93 a 107	1125 ± 25	605 ± 14
E8018-G E9010-G E10010-G E12010-G	325 a 375	163 a 191	Ver nota a	



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 90 de 130

**TABLA A.1.7. (CONTINUACIÓN)
TEMPERATURAS DE PRECALENTAMIENTO, ENTRE PASOS Y TRATAMIENTO TERMICO POST
SOLDADURA**

Clasificación AWS	Temperatura de precalentamiento y entre Pasos		Temperatura de tratamiento térmico post soldadura	
	°F	°C	°F	°C
E7010-G E7015-G E7016-G E7018-G E8015-G E8016-G E8018-G	200 a 225	93 a 107	Ver nota a	
E9015-G E9016-G E9018-G E10015-G E10016-G E10018-G E11015-G E11016-G E11018-G E12015-G E12016-G E12018-G	200 a 225	93 a 107	Ver nota a	
E7010-P1 E7018-C3L E7018-W1 E8016-C3 E8018-C3 E8016-C4 E8018-C4 E8018-NM1 E8018-W2 E9018M E10018M E11018M E12018M E12018M1	200 a 250	93 a 121	No especificado ^b	
E8018-P1	325 a 375	163 a 191	No especificado ^b	

NOTAS:

- Los valores necesarios y especificados para tratamiento térmico post soldadura de las probetas con soldadura hechas con electrodos de la clasificación G deben ser como se acuerde entre el comprador y el vendedor.
- El tratamiento térmico post soldadura no es requerido para aquellas clasificaciones listadas "como se soldó" de la tabla A.1.3.
- Estas temperaturas se establecen para las pruebas de acuerdo con esta especificación y no son consideradas recomendaciones para el precalentamiento, temperatura entre pasos y tratamiento térmico post soldadura.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 91 de 130

**TABLA A.1.8.
REQUISITOS PARA LA PREPARACIÓN DE PROBETAS DE SOLDADURAS DE FILETE**

Clasificación n AWS ^a	Electrodo				Medida de la placa ^b				Posición de soldadura	Tamaño de la soldadura de filete		
	Medida		Longitud		Espesor (T)					Longitud mínima (L) ^c		
	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.		pulg.	mm	
EXX10-X	2.4	3/32	300	12	3.2	1/8	250	10	V, SC	5/32	4.0	
	3.2	1/8	350	14	6.4	1/4	300	12	V, SC	Máx.	4.8	
	4.0	5/32	350	14	9.5	3/8	300	12	V, SC	3/16 Máx.	6.4	
	4.8	3/16	350	14	9.5	3/8	300	12	V, SC	1/4 Máx.	8.0	
										5/16 Máx.		
EXX15-X	}	2.4	3/32	300 ó 350	12 ó 14	3.2	1/8	250 ó 300	10 ó 12	V, SC	3/16 Máx.	4.8
EXX16-X		3.2	1/8	350	14	6.4	1/4	300	12	V, SC	1/4 Máx.	6.4
EXX18M		4.0	5/32	350	14	9.5	3/8	300	12	V, SC	5/16 Máx.	8.0
E12018M1		4.8	3/16	350	14	9.5	3/8	300	12	H	3/16 Mín.	4.8
EXX18-X												

NOTAS:

- Las letras XX son usadas para designar la clasificación de los electrodos en esta tabla representan varios niveles de esfuerzos (70, 80, 90, 100, 110 y 120 Ksi) del metal de soldadura. El sufijo X es definido en la nota a de la tabla A.1.1.
- Ver figura 8.1.3.
- Una probeta de mayor longitud debe ser usada para asegurar que el final del primer cordón está a más de 100 mm (4 pulgadas) del extremo de la probeta.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 92 de 130

**TABLA A.1.9.
REQUISITOS DE SANIDAD RADIOGRÁFICA**

Clasificación AWS ^a	Carta radiográfica ^{b, c}		
	Electrodos de acero al carbono		
EXX15 EXX16 EXX18	}	Grado 1	
Electrodos de acero de baja aleación			
EXX15-X EXX16-X EXX18-X EXX18-M E12018M1		}	Grado 1
Electrodos de acero al carbono			
EXX10			Grado 2
Electrodos de acero de baja aleación			
EXX10-X		Grado 2	

NOTAS:

- Las letras "XX" usadas en la designación de la clasificación de los electrodos en esta tabla indican el nivel de resistencia (70, 80, 90, 100, 110 y 120) de los electrodos. La letra "X" como se emplea en esta tabla indica el sufijo A1, B1, B2, etc. (Ver la tabla A.1.2).
- Ver la figura 8.1.3.
- La sanidad radiográfica obtenida bajo las condiciones industriales actuales empleada para varias clasificaciones de electrodos es discutida en A.8.1.6.10.1 en el anexo de esta especificación.

**TABLA A.1.10.
REQUERIMIENTOS DIMENSIONALES PARA SOLDADURAS DE FILETE**

Medida de la soldadura de filete		Máxima convexidad		Diferencia máxima entre las piernas de la soldadura de filete	
mm	pulgadas	Mm	pulgadas	mm	pulgadas
3.2 ó menos	1/8	1.2	3/64	0.8	1/32
3.6	9/64	1.2	3/64	1.2	3/64
4.0	5/32	1.2	3/64	1.2	3/64
4.4	11/64	1.6	1/16	1.6	1/16
4.8	3/16	1.6	1/16	1.6	1/16
5.2	13/64	1.6	1/16	2.0	5/64
5.6	7/32	1.6	1/16	2.0	5/64
6.0	15/64	1.6	1/16	2.4	3/32
6.4	1/4	1.6	1/16	2.4	3/32
6.7	17/64	1.6	1/16	2.8	7/64
7.1	9/32	1.6	1/16	2.8	7/64
7.5	19/64	2.0	5/64	3.2	1/8
8.0	5/16	2.0	5/64	3.2	1/8
8.3	21/64	2.0	5/64	3.6	9/64
8.7	11/32	2.0	5/64	3.6	9/64
9.1	23/64	2.0	5/64	4.0	5/32
9.5 ó más	3/8	2.0	5/64	4.0	5/32



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 93 de 130

**TABLA A.1.11.
LÍMITE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL RECUBRIMIENTO DE LOS ELECTRODOS**

Clasificación AWS	Designación del electrodo ^a	Límites en el contenido de humedad	
		Como se recibió o acondicionó ^b	Como se expuso ^c
Electrodos de acero al carbono			
E7015	E7015	0.6	No especificado
E7016	E7016		
E7018	E7018		
	E7016-1		
	E7018-1		
E7015	E7015 R	0.3	0.4
E7016	E7016 R		
E7018	E7018 R		
	E7016-1R		
	E7018-1R		
E7018M	E7018M	0.1	0.4
Electrodos de acero baja aleación			
E7015-X	E7015-X, E7015-X-HZ	0.4	No especificado
E7016-X	E7016-X, E7016-X-HZ		
E7018-X	E7018-X, E7018-X-HZ		
E7015-X	E7015-X-R, E7015-X-HZR	0.3	0.4
E7016-X	E7016-X-R, E7016-X-HZR		
E7018-X	E7018-X-R, E7018-X-HZR		
E8015-X	E8015-X, E8015-X-HZ	0.2	No especificado
E8016-X	E8016-X, E8016-X-HZ		
E8018-X	E8018-X, E8018-X-HZ		
E8015-X	E8015-X-R, E8015-X-HZR	0.2	0.4
E8016-X	E8016-X-R, E8016-X-HZR		
E8018-X	E8018-X-R, E8018-X-HZR		
E9015-X	E9015-X, E9015-X-HZ	0.15	No especificado
E9016-X	E9016-X, E9016-X-HZ		
E9018-X	E9018-X, E9018-X-HZ		
E9018M	E9018M, E9018-HZ		
E9015-X	E9015-X-R, E9015-X-HZR	0.15	0.4
E9016-X	E9016-X-R, E9016-X-HZR		
E9018-X	E9018-X-R, E9018-X-HZR		
E9018M	E9018M-R, E9018M-HZR		
E10015-X	E10015-X, E10015-X-HZ	0.15	No especificado
E10016-X	E10016-X, E10016-X-HZ		
E10018-X	E10018-X, E10018-X-HZ		
E10018M	E10018M, E10018M-HZ		
E10015-X	E10015-X-R, E10015-X-HZR	0.15	0.4
E10016-X	E10016-X-R, E10016-X-HZR		
E10018-X	E10018-X-R, E10018-X-HZR		
E10018M	E10018M-R, E10018M-HZR		



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 94 de 130

**TABLA A.1.11. (CONTINUACIÓN)
LÍMITE DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL RECUBRIMIENTO DE LOS ELECTRODOS**

Clasificación AWS	Designación del electrodo ^a	Límites en el contenido de humedad	
		Como se recibió o acondicionó ^b	Como se expuso ^c
E11015-G E11016-G E11018-G E11018M	E11015-G, E11015-G-HZ E11016-G, E11016-G-HZ E11018-G, E11018-G-HZ E11018M, E11018M-HZ	0.15	No especificado
E11015-G E11016-G 11018-G E11018M	E11015-G-R, E11015-G-HZR E11016-G-R, E11016-G-HZR E11018-G-R, E11018-G-HZR E11018M-R, E11018M-HZR	0.15	0.4
E12015-G E12016-G E12018-G E12018M	E12015-G, E12015-G-HZ E12016-G, E12016-G-HZ E12018-G, E12018-G-HZ E12018M, E12018M-HZ	0.15	No especificado
E12015-G E12016-G E12018-G E12018M	E12015-G-R, E12015-G-HZR E12016-G-R, E12016-G-HZR E12018-G-R, E12018-G-HZR E12018M-R, E12018M-HZR	0.15	0.4
E12018M1 E12018M1	E12018M1, E12018M1-HZ E12018M1-R, E12018M1-HZR	0.10 0.10	No especificado 0.4

NOTAS:

- Ver sección 8.1.15 y la tabla A.1.12.
- Los recubrimientos de los electrodos se deben probar tal cómo se recibieron o acondicionaron conforme a la sección 8.1.13.
- El recubrimiento de los electrodos en condición "como se expuso" se deben tratar con el ambiente húmedo especificado en 8.1.14.2 hasta 8.1.14.6 antes de que sean probados como se especifica en 8.1.14.1.

**TABLA A.1.12.
REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DIFUSIÓN DE HIDRÓGENO Y DESIGNACIONES COMPLEMENTARIAS
OPCIONALES**

Clasificación AWS	Designación para difusión de hidrógeno ^a	Contenido de hidrógeno, promedio, ml / (H ₂) / 100 g de metal depositado máximo ^b
Electrodos de acero al carbono y de baja aleación		
E7018M	Ninguna	4.0
E7015, E7016, E7018	H16	16
E(X)XX15-X, E(X)XX16-X	H8	8
E(X)XX18-X, E(X)XX18-M(1)	H4	4

NOTAS:

- La prueba de difusión de hidrógeno para las clasificaciones de los electrodos de bajo hidrógeno se requiere únicamente cuando la designación de bajo hidrógeno se agrega a la clasificación como se especifica en la figura 8.1.12. Ver la sección 8.1.15.
- El nivel promedio de difusión de hidrógeno más bajo (H8 y H4) pueden no estar disponibles en todas las clasificaciones de los electrodos de bajo hidrógeno.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 95 de 130

**TABLA A.1.13.
MEDIDAS Y LONGITUDES DE LOS CARRETES**

Medidas (diámetro de alambre) ^d	Longitudes ^{a, b, c}					
	E6010, E7015, E7016, E7018, E7018M				E(X)XX15-X, E(X)XX16-X E(X)XX18-X, E(X)XX18-M(1)	
	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
3/32 ^e	2.4 ^e	0.094	300 o 350	12 o 14	300 o 350	12 o 14
1/8	3.2	0.125	350	14	350	14
5/32	4.0	0.156	350	14	350	14
3/16	4.8	0.188	350	14	350	14
7/32 ^e	5.6 ^e	0.219	350 o 460	14 o 18	350 o 460	14 o 18
1/4 ^e	6.4 ^e	0.250	460	18	460	18
5/16 ^e	8.0 ^e	0.313	460	18	----	----

NOTAS:

- La tolerancia en longitud es de ± 6.4 mm ($\pm 1/4$ de pulgada).
- En todos los casos la longitud de agarre es la misma.
- Otras longitudes son aceptables pero deben ser previo acuerdo entre el comprador y el proveedor.
- La tolerancia en el diámetro debe ser ± 0.05 mm (± 0.02 pulgada). Se pueden clasificar los electrodos producidos en otras medidas a las mostradas aquí. Ver la nota c de la tabla A.1.5.
- Estos diámetros no son manufacturados en todas las clasificaciones de electrodos.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-2004

Rev.: 0

Página 96 de 130

**TABLA A.2.1
REQUERIMIENTOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DE SOLDADURA**

Porcentaje en Peso ^{a,b}

Clasificación AWS ^c	Número UNS ^d	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Zr	Al	Cu	Otros elementos Total
Electrodos de Acero al Carbono															
ER 70S-2	K10726	0.07	0.90-1.40	0.40-0.70	0.025	0.035	(e)	(e)	(e)	(e)	0.05-0.15	0.02-0.12	0.05	0.50	
ER 70S-3	K10726	0.06-0.15	0.90-1.40	0.45-0.75	0.025	0.035	(e)	(e)	(e)	(e)	----	----	----	0.50	
ER 70S-4	K10726	0.07-0.15	1.00-1.50	0.65-0.85	0.025	0.035	(e)	(e)	(e)	(e)	----	----	----	0.50	
ER 70S-5	K10726	0.07-0.19	0.90-1.40	0.30-0.60	0.025	0.035	(e)	(e)	(e)	(e)	----	----	0.50-0.90	0.50	
ER 70S-6	K10726	0.06-0.15	1.40-1.85	0.80-1.15	0.025	0.035	(e)	(e)	(e)	(e)	----	----	----	0.50	
ER 70S-7	K10726	0.07-0.15	1.50-2.00	0.50-0.80	0.025	0.035	(e)	(e)	(e)	(e)	----	----	----	0.50	
ER 70S-G	K10726	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Electrodos de Acero de Baja Aleación															
Electrodos de Acero Carbono - Molibdeno															
ER 70S-A1	K11235	0.12	1.30	0.30-0.70	0.025	0.25	0.20	----	0.40-0.65	----	----	----	----	0.35	0.50
Electrodos de Acero Cromo - Molibdeno															
ER80S-B2	K20900	0.07-0.12	0.40-0.70	0.40-0.70	0.025	0.025	0.20	1.20-1.50	0.40-0.65	----	----	----	----	0.35	0.50
ER 70S-B2L	K20500	0.05	0.40-0.70	0.40-0.70	0.025	0.025	0.20	1.20-1.50	0.40-0.65	----	----	----	----	0.35	0.50
ER 90S-B3	K30960	0.07-0.12	0.40-0.70	0.40-0.70	0.025	0.025	0.20	2.30-2.70	0.90-1.20	----	----	----	----	0.35	0.50
ER 80S-B3L	K30560	0.05	0.40-0.70	0.40-0.70	0.025	0.025	0.20	2.30-2.70	0.90-1.20	----	----	----	----	0.35	0.50
Electrodos de Acero al Níquel															
ER 80S-Ni1	K11260	0.12	1.25	0.40-0.80	0.25	0.25	0.80-1.10	0.15	0.35	0.05	----	----	----	0.35	0.50
ER 80S-Ni2	K21240	0.12	1.25	0.40-0.80	0.25	0.25	2.00-2.75	----	----	----	----	----	----	0.35	0.50
Electrodos de Acero al Manganeso Molibdeno															
ER 80S-D2 ER 90S-D2	K10945	0.07-0.12	1.60-2.10	0.50-0.80	0.025	0.025	0.15	----	0.40-0.60	----	----	----	----	0.35	0.50
Otros Electrodo de otros Acero de Baja Aleación															
ER 100S-1	K10882	0.08	1.25-1.80	0.20-0.55	0.010	0.010	1.40-2.10	0.30	0.25-0.55	0.05	0.10	0.10	0.10	0.25	0.50
ER 110S-1	K21015	0.09	1.40-1.80	0.20-0.55	0.010	0.010	1.90-2.60	0.50	0.25-0.55	----	----	----	----	0.25	0.50
ER 120S-1	K21030	0.10	1.40-1.80	0.25-0.60	0.010	0.010	2.00-2.80	0.60	0.30-0.65	----	----	----	----	0.25	0.50
ER XXS-G	----	No especificado													



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 97 de 130

NOTAS:

- Los metales de aporte se deben analizar para los elementos que se muestran en la tabla. Si la presencia de otros elementos es indicada en la tabla, serán determinados para asegurar que no exceden los límites especificados en la columna "total de otros elementos".
- Los valores que aparecen sin establecer un rango son máximos.
- Los sufijos B2, Ni1, etc., designan la composición y clasificación del electrodo.
- Sistema de Numeración Unificado para Metales y Aleaciones
- El cobre debido al recubrimiento o contenido en el metal de aporte no deberá exceder los límites establecidos.
- Similar a la clase ER502 en la Especificación A5.9-81.
- Similar a la clase ER505 en la Especificación A5.9-81.
- Niobio (Columbio) 0.02 – 0.10%.
- Nitrógeno 0.03 – 0.07%.
- Esta composición fue originalmente clasificada como E70S-1B en la especificación AWS A5.18-69
- Con objeto de cumplir los requisitos de la clasificación G el electrodo debe tener un mínimo de uno ó más de los siguientes elementos: 0.50 % de Níquel, 0.30 % de Cromo, 0.20 % de Molibdeno. La composición se debe reportar los requisitos se harán de común acuerdo entre el comprador y el proveedor.

**TABLA A.2.2.
REQUISITOS DE PRUEBA DE TENSIÓN**

Clasificación AWS ^a	Gas de protección	Resistencia a la tensión (Mínima)		Resistencia a la cedencia ^b (Mínima)		Porcentaje de alargamiento (Mínimo)	Condición de prueba ^f
		MPa	ksi	MPa	ksi		
Electrodos de acero al carbono							
ER 70S-2	CO ₂	480	70	400	58	22	CSS
ER 70S-3							
ER 70S-4							
ER 70S-5							
ER 70S-6							
ER 70S-7	d	480	70	400	58	22	
ER 70S-G							
Electrodos de acero de baja aleación							
ER 70S-B2L	Argón / 1 – 5% O ₂	515	75	400	58	19	TTPS ^c
ER 70S-A1							
ER 80S-B2							
ER 80S-B3L							
ER 90S-B3							
ER 80S-Ni1		550	80	470	68	24	CSS
ER 80S-Ni2							
ER 80S-D2	CO ₂	550	80	470	68	17	CSS



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 98 de 130

**TABLA A.2.2. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE PRUEBA DE TENSIÓN**

Clasificación AWS ^a	Gas de protección	Resistencia a la tensión (Mínima)		Resistencia a la cedencia ^b (Mínima)		Porcentaje de alargamiento (Mínimo)	Condición de prueba ^f
		MPa	ksi	MPa	ksi		
ER 90S-D2	Argón / 1 – 5% O ₂	620	90	540	78	17	CSS
ER 100S-1	Argón / 2% O ₂	690	100	610	88	16	
ER 110S-1		760	110	660	95	15	
ER 120S-1		830	120	730	105	14	
ER 70S-G	(d)	480	70	(e)	(e)	(e)	(e)
ER 80S-G		550	80				
ER 90S-G		620	90				
ER 100S-G		690	100				
ER 110S-G		760	110				
ER 120S-G	830	120					

NOTAS:

- El uso de un gas de protección particular para propósitos de clasificación no está elaborado para restringir el uso de mezclas de gas de protección. Un metal de aporte probado con otras mezclas de gases, tales como Argón / O₂ o Argón / CO₂, puede resultar en un metal de soldadura que tenga diferente resistencia y alargamiento. La clasificación con otras mezclas de gases deben hacerse previo acuerdo entre el comprador y proveedor.
- La resistencia a la cedencia será determinada con 0.2% de deformación plástica y alargamiento en 51 mm (2 pulgadas) de longitud calibrada.
- La condición de tratamiento térmico post soldadura deben estar de acuerdo con la tabla A.2.6.
- El gas de protección debe ser previamente acordado entre el comprador y el proveedor.
- No especificado (previo acuerdo entre el comprador y proveedor).
- Las siglas CCS corresponden al término como se soldó, mientras que TTPS significa tratamiento térmico post soldadura.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 99 de 130

**TABLA A.2.3.
REQUISITOS DE PRUEBA DE IMPACTO**

Clasificación AWS ^a	Resistencia al impacto ^a , mínima	Condición de prueba ^c
Electrodos de acero al carbono		
ER 70S-2	27 J a – 29°C (20 pies - libra a – 20°F)	} CSS
ER 70S-3	27 J a – 18°C (20 pies - libra a – 20°F)	
ER 70S-4	No requerida	
ER 70S-5	No requerida	
ER 70S-6	27 J a – 29°C (20 pies - libra a – 20°F)	
ER 70S-7	27 J a – 29°C (20 pies - libra a – 20°F)	
ER 70S-G	Como se especifique entre comprador y proveedor	
Electrodos de acero de baja aleación		
ER 70S-A1	} No requerida	-----
ER 70S-B2L		
ER 80S-B2		
ER 80S-B3L		
ER 90S-B3	} 27 Joules a – 29°C (20 pies - libra a – 20°F)	} CSS
ER 80S-Ni1		
ER 80S-Ni2	27 Joules a – 62°C (20 pies - libra a – 80°F)	TTPS ^b
ER 80S-D2	} 27 Joules a – 29°C (20 pies - libra a – 20°F)	} CSS
ER 90S-D2		
ER 100S-1	} 68 Joules a – 51°C (50 pies - libra a – 60°F)	} CSS
ER 110S-1		
ER 120S-1		
ER XXXS-G	Como se especifique entre comprador y proveedor	-----

NOTAS:

- El valor más alto y más bajo de los cinco especímenes de prueba deben ser descartados en el cálculo de la resistencia al impacto.
Para las clasificaciones que requieran 27 J (20 pies – libra) dos de los tres valores deben exceder o ser iguales a 27 J (20 pies – libra), uno de los tres valores puede ser a menor a 27 J (20 pies – libra) pero no puede ser de 20 J (15 pies – libra). El promedio de los tres especímenes no debe ser menor a 27 J (20 pies – libra).
Para las clasificaciones que requieran 68 J (50 pies – libra) dos de los tres valores deben exceder o ser iguales a 68 J (50 pies – libra), uno de los tres valores puede ser a menor a 27 J (20 pies – libra) pero no puede ser de 68 J (50 pies – libra). El promedio de los tres especímenes no debe ser menor a 68 J (50 pies – libra).
- El tratamiento térmico post soldadura se debe hacer de acuerdo con la tabla A.2.6.
- Las siglas CCS corresponden al término como se soldó, mientras que TTPS significa tratamiento térmico post soldadura.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 100 de 130

**TABLA A.2.4.
PRUEBAS REQUERIDAS**

Clasificación AWS	Análisis químico		Prueba radiográfica	Prueba de tensión	Prueba de impacto	Prueba de difusión de hidrógeno
	Electrodo	Metal de soldadura				
Electrodos de acero al carbono						
ER 70S-2					Requerida	
ER 70S-3					Requerida	
ER 70S-4					No Requerida	
ER 70S-5	Requerida	No requerida	Requerida	Requerida	No Requerida	a
ER 70S-6					Requerida	
ER 70S-7					Requerida	
ER 70S-G					No Requerida	
Electrodos de acero de baja aleación						
ER 70S-A1						
ER 70S-B2L						
ER 70S-B2	Requerida	No Requerida	Requerida	Requerida	No Requerida	a
ER 70S-B3L						
ER 70S-B3						
ER 80S-Ni1	Requerida	No Requerida	Requerida	Requerida	Requerida	a
ER 80S-Ni2						
ER 80S-D2	Requerida	No Requerida	Requerida	Requerida	Requerida	a
ER 90S-D2						
ER 100S-1						
ER 110S-1	Requerida	No Requerida	Requerida	Requerida	Requerida	a
ER 120S-1						
EXXS-G	Requerida	No Requerida	Requerida	Requerida	No Requerida	a

NOTAS:

- a. .La prueba de difusión de hidrógeno se requiere únicamente cuando es especificada por el comprador y proveedor o se coloca la designación de difusión de hidrógeno en la etiqueta del producto.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 101 de 130

**TABLA A.2.5.
METAL BASE PARA ENSAMBLES DE PRUEBA**

Clasificación AWS	Especificación ASTM del metal base	Número UNS del metal base ^b
Electrodo de acero al carbono		
ER 70S-2	A36 A285 Grado C A515 Grado 70 A516 Grado 70	K02600 K02801 K03101 K02700
ER 70S-3		
ER 70S-4		
ER 70S-5		
ER 70S-6		
ER 70S-7		
ER 70S-G		
Electrodo de acero de baja aleación		
ER 70S-B2L	A387 Grado 11	K11789
ER 80S-B2		
ER 80S-B3L	A387 Grado 22	K21590
ER 90S-B3		
ER 80S-Ni1	A516 Grado 60, 65 o 70	K02100, K02403, ó K02700
	A537 Clase 1 ó 2	K12437 ó K22103
ER 80S-Ni2	A203 Grado A ó B, acero HY-80 de acuerdo con MIL-S-16216	K22103, K21703 ó J42015
	A203 Grado A ó B, acero HY-80 de acuerdo con MIL-S-16216	K22103, K21703 ó J42015
ER 70S-A1	A36 A285 Grado C A515 Grado 70 A516 Grado 70	K02600 K02801 K03101 K02700
ER 80S-D2		
ER 90S-D2		
ER 100S-1	Acero HY-80 o HY-100 de acuerdo con MIL-S-16216	J42015 ó J42240
ER 100S-G		
ER110S-1		
ER110S-G		
ER120S-1		
ER120S-G		
ERXXS-G	Ver Nota ^a	

NOTAS:

- Para cualquier clasificación del metal de soldadura en esta especificación los aceros ASTM A36, A285 Grado C, A515 Grado 70, ó A516 Grado 70 pueden ser usados. En estos casos las caras de la ranura y la cara de contacto del respaldo deben ser "enmantecilladas", como se muestra en la figura 8.2.1, usando el electrodo que está siendo clasificado o un electrodo de la misma composición del metal de aporte que esta siendo probado. En caso de discrepancia el "enmantecillado" de un acero A36 debe ser usado como método para definir un criterio.
- Sistema de Numeración Unificado para Metales y Aleaciones ASTM/SAE.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 102 de 130

**TABLA A.2.6.
TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO, ENTRE PASOS Y TRATAMIENTO TÉRMICO POST
SOLDADURA**

Clasificación AWS	Temperatura de precalentamiento y entre pasos		Temperatura de tratamiento térmico post soldadura	
	°C	°F	°C	°F
Electrodos de acero al carbono				
ER 70S-2				
ER 70S-3				
ER 70S-4				
ER 70S-5	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
ER 70S-6				
ER 70S-7				
ER 70S-G				
Electrodos de acero de baja aleación				
ER70S-A1				
ER 70S-B2L	135 – 165	275 - 325	620 ± 15	1150 ± 25
ER 80S-B2				
ER 80S-B3L	185 – 215	375 - 425	690 ± 15	1275 ± 25
ER 90S-B3				
ER 80S-Ni2	135 – 165	275 - 325	620 ± 15	1150 ± 25
ER 80S-D2				
ER 90S-D2				
ER80S-Ni1				
ER 100S-1	135 – 165	275 - 325	620 ± 15	1150 ± 25
ER110S-1				
ER120S-1				
ERXXS-G	Las condiciones deben acordarse entre comprador y proveedor			

NOTAS:

Estas temperaturas se establecen para las pruebas de acuerdo con esta especificación y no son consideradas recomendaciones para el precalentamiento, temperatura entre pasos y tratamiento térmico post soldadura.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 103 de 130

**TABLA A.2.7.
REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DIFUSIÓN DE HIDRÓGENO Y DESIGNACIONES COMPLEMENTARIAS
OPCIONALES ^a**

Clasificación AWS	Designación para difusión de hidrógeno ^b	Contenido de hidrógeno, promedio, ml / (H ₂) / 100 g de metal depositado, máximo ^c
Electrodos de acero al carbono y de baja aleación		
E7018M	Ninguna	4.0
Todas	H16	16
Todas	H8	8
todas	H4	4
todas	H2	2

NOTAS:

- La prueba de difusión de hidrógeno se requiere únicamente cuando es especificada por el comprador y proveedor o se coloca la designación de difusión de hidrógeno en la etiqueta del producto.
- Esta designación se agrega al final de la clasificación.
- Algunas clasificaciones pueden no cumplir con los niveles mínimos.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 104 de 130

**TABLA A.2.8.
MEDIDAS DE LAS BOBINAS, TAMBORES Y CARRETES.^a**

Forma del empaque	Diámetro		Tolerancia (±)		
	mm	pulgadas	mm	pulgadas	
Bobinas con y sin soporte	0.8	----	0.030	0.02	0.001
	0.9	----	0.035	0.02	0.001
	1.1	----	0.045	0.02	0.001
	1.3	----	0.052	0.05	0.002
	1.6	1/16	0.62	0.05	0.002
	2.0	5/64	0.078	0.05	0.002
	2.4	3/32	0.094	0.05	0.002
	2.8	7/64	0.109	0.05	0.002
	3.2	1/8	0.125	0.05	0.002
Tambores	0.9	----	0.035	0.02	0.001
	1.1	----	0.045	0.02	0.001
	1.3	----	0.052	0.05	0.002
	1.6	1/16	0.062	0.05	0.002
	2.0	5/64	0.078	0.05	0.002
	2.4	3/32	0.094	0.05	0.002
	2.8	7/64	0.109	0.05	0.002
Carretes	0.5	----	0.020	0.02	0.001
	0.6	----	0.025	0.02	0.001
	0.8	----	0.030	0.02	0.001
	0.9	----	0.035	0.02	0.001
	1.1	----	0.045	0.02	0.001
	1.3	----	0.052	0.05	0.002
	1.6	1/16	0.062	0.05	0.002
	2.0	5/64	0.078	0.05	0.002
	2.4	3/32	0.094	0.05	0.002
	2.8	7/64	0.109	0.05	0.002
3.2	1/8	0.125	0.05	0.002	

NOTA: Las dimensiones, medidas, tolerancias y forma de empaque diferentes a los que se especifican en esta tabla. se deben acordar entre el comprador y proveedor. Debiendo cumplir como mínimo con lo especificado en esta norma.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 105 de 130

**TABLA A.2.9.
REQUISITOS DE EMPACADO DE LAS BOBINAS, CARRETES Y TAMBORES^a**

Tipo de empaque		Medida del empaque		Peso neto del electrodo ^b	
		Mm	pulgadas	kilogramos	libras
Bobinas sin soporte (Ver a continuación)	DI ^e	170	6 3/4	6.4	14
	DI	300	12	11,14, 23 y 27	25, 30, 50 y 60
Bobinas con soporte		Como se especifique por el comprador ^c			
Carretes ^d	DE ^f	100	4	0.7 y 1.1	1 1/2 y 2 1/2
	DE	200	8	4.5, 5.5, y 6.8	10, 12 y 15
	DE	300	12	11, 14, 16 y 20	25,30, 35 y 44
	DE	360	14	23 y 27	50 y 60
	DE	560	22	110	250
	DE	610	24	140	300
	DE	760	30	270, 340 y 454	600, 750, 1000
Tambores	DE	400	15 1/2	Como se especifique por el comprador	
	DE	500	20	Como se especifique por el comprador	
	DE	600	23	140 y 270	300 y 600

BOBINAS CON SOPORTE – DIMENSIONES Y PESOS

Medida del electrodo	Peso neto		Diámetro interior de la bobina		Ancho de la bobina	
	kilogramos	libras	mm	pulgadas	mm, máximo	pulgadas, máximo
Todas	6.4	14	170 ± 3	6 3/4 ± 1/8	75	3
	11 y 14	25 y 30	305 ± 3	12 ± 1/8	65 ó 120	2 1/2 ó 4 5/8
	23, 27 y 30	50, 60 y 65	305 ± 3	12 ± 1/8	120	4 5/8

NOTAS:

- Las dimensiones y pesos netos diferentes a los que se especifican en esta tabla deben acordarse entre el comprador y proveedor.
- La tolerancia sobre el peso neto debe ser ± 10 por ciento.
- Como se acuerde entre el comprador y proveedor.
- Ver figura 8.2.6.
- “DI” = Diámetro Interior.
- “DE” = Diámetro exterior.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 106 de 130

**TABLA A.3.1.
REQUISITOS DE PRUEBA DE TENSIÓN ^a**

Clasificación AWS ^c	Resistencia a la tensión		Resistencia a la cedencia con el 0.2 % de deformación plástica, (Mínima)		Porcentaje de alargamiento ^b (Mínimo)
	MPa	ksi	MPa	ksi	
Electrodos de acero al carbono					
E7XT-1, -1M ^d	480	70	400	58	22
E7XT-2, -2M ^e	480	70	No especificada		No especificada
E7XT-3 ^e	480	70	No especificada		No especificada
E7XT-4	480	70	400	58	No especificada
E7XT-5, -5M ^d	480	70	400	58	22
E7XT-6 ^d	480	70	400	58	22
E7XT-7	480	70	400	58	22
E7XT-8 ^d	480	70	400	58	22
E7XT-9, -9M ^d	480	70	400	58	22
E7XT-10 ^e	480	70	No especificada		No especificada
E7XT-11	480	70	400	58	22
E7XT-12, -12M ^d	480 - 620	70 - 90	400	58	22
E6XT-13 ^e	415	60	No especificada		No especificada
E7XT-13 ^e	480	70	No especificada		No especificada
E7XT-14 ^e	480	70	No especificada		No especificada
E6XT-G	415	60	320	48	22
E7XT-G	480	70	400	58	22
E6XT-GS ^e	415	60	No especificada		No especificada
E7XT-GS ^e	480	70	400	58	22
Electrodos de acero de baja aleación					
E6XTX-X, -XM	410 - 550	60 - 80	340	50	22
E7XTX-X, -XM	480 - 620	70 - 90	400	58	20
E8XTX-X, -XM	550 - 690	80 - 100	470	68	19
E9XTX-X, -XM	620 - 760	90 - 110	540	78	17
E10XTX-X, -XM	690 - 830	100 - 120	610	88	16
E11XTX-K9, -K9M	(c)	(c)	560 - 670	82 - 97	18
E12XTX-X, -XM	760 - 900	110 - 130	680	98	15
EXXTX-G ^f	}	}	Las propiedades son acordadas entre el comprador y proveedor		
EXXTG-X, X ^f					
EXXTG-G ^f					

NOTAS:

- Los valores indican el mínimo requerido a excepción de que se presente el rango de aceptación.
- En 50 mm (2 pulgadas) de longitud calibrada. En 25 mm (1 pulgada) de longitud calibrada para 1.1 mm (0.045 pulgadas) y medidas menores de la clasificación EXXT-11.
- Las clasificaciones designadas como "Xs" deben reemplazarse de acuerdo a como se especifica en las tablas A.3.3 y A.3.4.
- Los electrodos con las designaciones opcionales complementarias deben cumplir con los requisitos de prueba de impacto indicados a continuación: Estas clasificaciones están diseñadas para un solo paso de soldadura. No deben emplearse para soldadura de múltiples



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 107 de 130

pasos. Únicamente la resistencia a la tensión es especificada y por esta razón, únicamente la resistencia a la tensión y la prueba de doblez longitudinal son requeridas (Ver tabla A.3.5).

- e. La G indica que las propiedades serán acordadas entre el comprador y el proveedor.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 108 de 130

**TABLA A.3.2
REQUISITOS DE IMPACTO**

Clasificación AWS	Condición ^a	Resistencia al impacto (mínima)
Electrodos de acero al carbono		
E7XT-1, -1M ^d	CSS	27 J a -18°C (20 libras – pie a 0°F)
E7XT-2, -2M ^e	CSS	No especificado
E7XT-3 ^e	CSS	No especificado
E7XT-4	CSS	No especificado
E7XT-5, -5M ^d	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT-6 ^d	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT-7	CSS	No especificado
E7XT-8 ^d	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT-9, -9M ^d	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT-10 ^e	CSS	No especificado
E7XT-11	CSS	No especificado
E7XT-12, -12M ^d	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E6XT-13 ^e	CSS	No especificado
E7XT-13 ^e	CSS	No especificado
E7XT-14 ^e	CSS	No especificado
E6XT-G	CSS	No especificado
E7XT-G	CSS	No especificado
E6XT-GS ^e	CSS	No especificado
E7XT-GS ^e	CSS	No especificado
Electrodos de acero de baja aleación		
E8XT1-A1, -A1M	TTPS	No requerido
E7XT5-A1, -A1M	TTPS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E8XT1-B1, -B1M	TTPS	No requerido
E8XT1-B1L, -B1LM	TTPS	No requerido
E8XT1-B2, -B2M	TTPS	No requerido
E8XT5-B2, -B2M	TTPS	No requerido
E8XT1-B2H, -B2HM	TTPS	No requerido
E8XT1-B2L, -B2LM	TTPS	No requerido
E9XT1-B3, -B3M	TTPS	No requerido
E9XT5-B3, -B3M	TTPS	No requerido
E10XT1-B3, -B3M	TTPS	No requerido
E9XT1-B3L, -B3LM	TTPS	No requerido
E9XT1-B3H, -B3HM	TTPS	No requerido
E6XT1-Ni1, -Ni1M	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT6-Ni1	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT8-Ni1	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E8XT1-Ni1, Ni1M	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E8XT5-Ni1, Ni1M	TTPS	27 J a -60°C (20 libras – pie a -51°F)
E7XT8-Ni2	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E8XT8-Ni2	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E8XT1-Ni2, Ni2M	CSS	27 J a -40°C (20 libras – pie a -40°F)
E8XT5-Ni2, Ni2M	TTPS	27 J a -60°C (20 libras – pie a -75°F)



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 109 de 130

**TABLA A.3.2 (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE IMPACTO**

Clasificación AWS	Condición ^a	Resistencia al impacto (mínima)
E9XT1-Ni2, Ni2M	CSS	27 J a -40°C (20 libras – pie a -40°F)
E9XT1-D1, -D1M	CSS	27 J a -40°C (20 libras – pie a -40°F)
E9XT5-D2, -D2M	TTPS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E10XT5-D2, -D2M	TTPS	27 J a -40°C (20 libras – pie a -40°F)
E9XT5-D3, -D3M	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E8XT5-K1, K1M	CSS	27 J a -40°C (20 libras – pie a -40°F)
E7XT7-K2	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT4-K2	CSS	27 J a -18°C (20 libras – pie a -0°F)
E7XT8-K2	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E8XT1-K2, K2M	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E9XT1-K2, K2M	CSS	27 J a -18°C (20 libras – pie a -0°F)
E8XT5-K2, K2M	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT11-K2	CSS	27 J a -0°C (20 libras – pie a +32°F)
E9XT5-K2, K2M	CSS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E10XT1-K3, K3M	CSS	27 J a -18°C (20 libras – pie a -0°F)
E11XT1-K3, K3M	CSS	27 J a -18°C (20 libras – pie a -0°F)
E10XT5-K3, K3M	CSS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E11XT5-K3, K3M	CSS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E11XT1-K4, K4M	CSS	27 J a -18°C (20 libras – pie a -0°F)
E11XT5-K4, K4M	CSS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E12XT5-K4, K4M	CSS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E11XT5-K5, K5M	CSS	No requerida
E7XT5-K6, K6M	CSS	27 J a -60°C (20 libras – pie a -75°F)
E6XT8-K6	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E7XT8-K6	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E10XT1-K7, K7M	CSS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E9XT8-K8	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
E10XT1-K9, K9M	CSS	27 J a -51°C (20 libras – pie a -60°F)
E8XT1-W2, W2M	CSS	27 J a -29°C (20 libras – pie a -20°F)
EXXTX-G	No especificado ^e	No especificado ^e
EXXTG-G		
EXXTG-X		

NOTAS:

- CSS = Como se soldó.
TTPS= Tratamiento Térmico Post Soldadura.
- Los electrodos con requisitos suplementarios de impacto opcionales deben cumplir 27 J (20 pies – libra) con un requisito de temperatura de 11°C (20°F) más debajo de la temperatura indicada en la tabla. Por ejemplo, un E81T1-NiMJ debe cumplir 27 J (20 pie – libra) con un requisito de -40°C (-40°F).
- Estos electrodos actualmente son clasificados como E502TX-X en AWS A.22-95. En la siguiente revisión de A5.22-95 serán retirados de esa clasificación y serán exclusivamente listados en la especificación AWS A5.29.
- Las temperaturas de TTPS que exceden 620°C (1150°F) disminuirán los valores de impacto.
- Ver la tabla A.3.1, nota “b”.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 110 de 130

TABLA A.3.3.

POSICIÓN DE SOLDADURA, GASES DE PROTECCIÓN, POLARIDAD Y REQUISITOS DE APLICACIÓN

Clasificación AWS ^a	Posición de la soldadura ^{b, c}	Protección externa ^d	Polaridad ^e	Aplicación ^f
Electrodos de acero al carbono				
E70T-1	H y P	CO ₂	DCEP	M
E70T-1M	H y P	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	M
E71T-1	H, F, VA, SC	CO ₂	DCEP	M
E71T-1M	H, F, VA, SC	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	M
E70T-2	H y P	CO ₂	DCEP	S
E70T-2M	H y P	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	S
E71T-2	H, F, VA, SC	CO ₂	DCEP	S
E71T-2M	H, F, VA, SC	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	S
E70T-3	H y P	Ninguno	DCEP	S
E70T-4	H y P	Ninguno	DCEP	M
E70T-5	H y P	CO ₂	DCEP	M
E70T-5M	H y P	75-80% Ar/bal CO ₂	DCEP	M
E71T-5	H, P, VA, SC	CO ₂	DCEP o DCEN ^g	M
E71T-5M	H, P, VA, SC	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP o DCEN ^g	M
E70T-6	H y P	Ninguno	DCEP	M
E70T-7	H y P	Ninguno	DCEN	M
E71T-7	H, P, VA, SC	Ninguno	DCEN	M
E70T-8	H y P	Ninguno	DCEN	M
E71T-8	H, P, VA, SC	Ninguno	DCEN	M
E70T-9	H y P	CO ₂	DCEP	M
E70T-9M	H y P	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	M
E71T-9	H, P, VA, SC	CO ₂	DCEP	M
E71T-9M	H, P, VA, SC	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	M
E70T-10	H y P	Ninguno	DCEN	S
E70T-11	H y P	Ninguno	DCEN	M
E71T-11	H, P, VA, SC	Ninguno	DCEN	M
E70T-12	H y P	CO ₂	DCEP	M
E70T-12M	H y P	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	M
E71T-12	H, P, VA, SC	CO ₂	DCEP	M
E71T-12M	H, P, VA, SC	75-80% Ar/balance CO ₂	DCEP	M



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 111 de 130

TABLA A.3.3. (CONTINUACIÓN)

POSICIÓN DE SOLDADURA, GASES DE PROTECCIÓN, POLARIDAD Y REQUISITOS DE APLICACIÓN

Clasificación AWS ^a	Posición de la soldadura ^{b, c}	Protección Externa ^d	Polaridad ^e	Aplicación ^f
Electrodos de acero al carbono				
E61T-13	H, P, VA, SC	Ninguno	CDPI	S
E71T-13	H, P, VA, SC	Ninguno	CDPI	S
E71T-14	H, P, VA, SC	Ninguno	CDPI	S
EX0T-G ^g	H y P	No especificado	No especificado	M
EX1T-G ^g	H, P, VA o VD	No especificado	No especificado	M
EX0T-GS ^g	H y F	No especificado	No especificado	S
EX1T-GS ^g	H, F, VD o VA, SC	No especificado	No especificado	S
Electrodos de acero de baja aleación				
EX0T1-X	H, P	CO ₂	CDPI	M
EX0T1-XM	H, P	75-80% Ar/bal CO ₂	CDPI	M
EX1T1-X	H, P, VA, SC	CO ₂	CDPI	M
EX1T1-XM	H, P, VA, SC	75-80% Ar/bal CO ₂	CDPI	M
EX0T4-X	H, P	Ninguno	CDPI	M
EX0T5-X	H, P	CO ₂	CDPI	M
EX0T5-XM	H, P	75-80% Ar/bal CO ₂	CDPI	M
EX1T5-X	H, P, VA, SC	CO ₂	CDPI ó CDPD ^g	M
EX1T5-XM	H, P, VA, SC	75-80% Ar/bal CO ₂	CDPI ó CDPD ^g	M
EX0T6-X	H, P	Ninguno	CDPI	M
EX0T7-X	H, P	Ninguno	CDPD	M
EX1T7-X	H, P, VA, SC	Ninguno	CDPD	M
EX0T8-X	H, F	Ninguno	CDPI	M
EX1T8-X	H, P, VA o VD, SC ⁱ	Ninguno	CDPI	M
EXXT1-K9	VA, H, P, SC	CO ₂	CDPI	M
EXXT1-K9M	VA, H, P, SC	75-80% Ar/bal CO ₂	CDPI	M
EX0T11-X	H, P	Ninguno	CDPD	M
EX1T11-X	H, P, VD, SC	Ninguno	CDPD	M
EX0TG-X	H, P	-	No especificado ^h	-
EX1TG-X	H, P, VA o VD, SC	-	No especificado ^h	-

NOTAS:

- La "X" indica la resistencia a la tensión y la composición química.
- H = posición horizontal.
P = posición plana.
SC = posición sobre cabeza.
VA = posición vertical con progresión ascendente.
VD = posición vertical con progresión descendente.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 112 de 130

- c. Los electrodos recomendados para la soldadura en cualquier posición normalmente son aquellos de 2.4 mm (3/32 pulgada) de diámetro y menores. Por esta razón, los electrodos que cumplan los requisitos de las pruebas de la soldadura de ranura y de filete pueden ser clasificados como EX1TX-X o EX1TX-XM (donde X representa la resistencia a la tensión y uso designado) sin considerar su tamaño.
- d. Las propiedades del metal de soldadura de los electrodos usados con gas de protección externa (EXXT1-X, EXXT1-XM, EXXT5-X, y EXXT5-XM) varían dependiendo del gas de protección empleado. Los electrodos clasificados con un gas de protección específico no se deben usar con otro gas de protección sin consultar primero con el fabricante del electrodo.
- e. El término CDPI se refiere a la corriente directa con el electrodo positivo (CD, polaridad invertida). El término CDPD se refiere a la corriente directa con el electrodo negativo (CD, polaridad directa).
- f. S = Paso sencillo y M = Paso múltiple.
- g. Algunos electrodos EX1T5-X y EX1T5-XM se pueden recomendar para usarse con CDPI en todas posiciones. Consultar al fabricante para la polaridad recomendada.
- h. Ver la tabla A.3.1, nota (b).
- i. Ver las recomendaciones del fabricante.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 113 de 130

**TABLA A.3.4.
REQUISITOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PARA EL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR**

Clasificación AWS	Número UNS ^b	Porcentaje en Peso ^a										
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Al ^c	Cu
Electrodos de acero al carbono												
E7XT-1 } E7XT-1M }	W07601											
E7XT-5 } E7XT-5M }	W07605	0.18	1.75	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	----	0.35
E7XT-9 } E7XT-9M }	W07609											
E7XT-4	W07604											
E7XT-6	W07606											
E7XT-7	W07607	(f)	1.75	0.60	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	1.8	0.35
E7XT-8	W07608											
E7XT-11	W07611											
E7XT-G ^d	----	(f)	1.75	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	1.8	0.35
E7XT-12 } E7XT-12M }	W07612	0.15	1.60	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	----	0.35
E6XT-13	W07613											
E7XT-2 } E7XT-2M }	W07602											
E7XT-3	W07603											
E7XT-10	W07610											
E7XT-13	W07613											
E7XT-14	W07614											
E7XT-GS	W07601											
Electrodos de acero de baja aleación												
Electrodos de acero al carbono - molibdeno												
E7XT5-A1, A1M } E8XT1-A1, A1M }	W17035 } W17031 }	0.12	1.25	0.80	0.03	0.03	----	----	0.40-0.65	----	----	----
E8XT1-B1, B1M	W51031	0.05- 0.12	1.25-2.00	0.80	0.03	0.03	----	0.40-0.65	0.40-0.65	----	----	----
E8XT1-B1L, B1LM	W51131	0.05	1.25	0.80	0.03	0.03	----	0.40-0.65	0.40-0.65	----	----	----
E8XT1-B2, B2M } E8XT5-B2, B2M }	W52031 } W52035 }	0.05- 0.12	1.25	0.80	0.03	0.03	----	1.00-1.50	0.40-0.65	----	----	----

No Especificado



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 114 de 130

**TABLA A.3.4. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PARA EL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR**

Clasificación AWS	Número UNS ^b	Porcentaje en Peso ^a										
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Al ^c	Cu
Electrodos de acero al carbono - molibdeno												
E8XT1-B2L, B2M	W52131	0.05	1.25	0.80	0.03	0.03	----	1.00-1.50	0.40-0.65	----	----	----
E8XT5-B2L, B2LM	W52135											
E8XT1-B2H, B2HM	W52231	0.10- 0.15	1.25	0.80	0.03	0.03	----	1.00-1.50	0.40-0.65	----	----	----
E9XT1-B3, -B3M	W53031	0.05- 0.12	1.25	0.80	0.03	0.03	----	2.00-2.50	0.90-1.20	----	----	----
E9XT5-B3, -B3M	W53035											
E10XT1-B3, -B3M	W53031											
E9XT1-B3L, -B3LM	W53131	0.05	1.25	0.80	0.03	0.03	----	2.00-2.50	0.90-1.20	----	----	----
E9XT1-B3H, B3HM	W53231	0.10- 0.15	1.25	0.80	0.03	0.03	----	2.00-2.50	0.90-1.20	----	----	----
E7XT8-Ni1	W21038	0.12	1.50	0.80	0.03	0.03	0.80-1.10	0.15	0.35	0.05	1.8	----
E7XT6-Ni1	W21036											
Electrodos de acero al níquel												
E6XT1-Ni1, -Ni1M	W21038	0.12	1.50	0.03	0.03	0.80	0.80-1.10	0.15	0.35	0.05	----	----
E8XT6-Ni1, -Ni1M	W21036											
E8XT5-Ni1, -Ni1M	W21035											
E8XT1-Ni2, -Ni2M	W22031	0.12	1.50	0.03	0.03	0.80	1.75-2.75	----	----	----	----	----
E8XT5-Ni2, -Ni2M	W22035											
E9XT1-Ni2, -Ni2M	W22031											
Electrodos de acero al carbono - molibdeno												
E7XT8-Ni2	W22038	0.12	1.50	0.03	0.03	0.80	1.75-2.75	----	----	----	1.8	----
E8XT8-Ni2	W22038											
E8XT5-Ni3, -Ni3M	W22035	0.12	1.50	0.03	0.03	0.80	2.75-3.75	----	----	----	----	----
E9XT5-Ni3, -Ni3M	W23035	0.12	1.50	0.03	0.03	0.80	2.75-3.75	----	----	----	----	----
E8XT11-Ni3	W23039	0.12	1.50	0.03	0.03	0.80	2.75-3.75	----	----	----	1.8	----
Electrodos de acero al manganeso – molibdeno												
E9XT1-D1, -D2M	W19131	0.12	1.25-2.00	0.03	0.03	0.80	----	----	0.25-0.55	----	---	----
E9XT5-D2, -D2M	W19235	0.12	1.65-2.25	0.03	0.03	0.80	----	----	0.25-0.55	----	---	----
E10XT5-D2, -D2M	W19235											
E9XT1-D3, -D3M	W19331	0.12	1.00-1.75	0.03	0.03	0.80	----	----	0.40-0.65	----	---	----



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 115 de 130

**TABLA A.3.4. (CONTINUACIÓN)
REQUISITOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PARA EL METAL DE SOLDADURA SIN DILUIR**

Clasificación AWS	Número UNS ^b	Porcentaje en Peso ^a										
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Al ^c	Cu
Otros electrodos de acero de baja aleación												
E8XT5-K1, -K1M	W21135	0.15	0.80-1.40	0.03	0.03	0.80	0.80-1.10	0.15	0.20-0.65	0.05	---	----
E7XT4-K2	W21134											
E7XT7-K2	W21137	0.15	0.50-1.75	0.03	0.03	0.80	1.00-2.00	0.15	0.35	0.05	1.8	----
E7XT8-K2	W21138											
E7XT11-K2	W21139											
E8XT1-K2, -K2M	W21231											
E9XT1-K2, -K2M	W21231	0.15	0.50-1.75	0.80	0.03	0.03	1.00-2.00	0.15	0.35	0.05	----	----
E8XT5-K2, -K2M	W21235											
E9XT5-K2, -K2M	W21235											
E10XT1-K3, -K3M	W21331											
E11XT1-K3, -K3M	W21331	0.15	0.75-2.25	0.80	0.03	0.03	1.25-2.60	0.15	0.25-0.65	0.05	----	----
E10XT5-K3, -K3M	W21335											
E11XT5-K3, -K3M	W21335											
E11XT1-K4, -K4M	W22231											
E11XT5-K4, -K4M	W22235	0.15	1.20-2.25	0.80	0.03	0.03	1.75-2.60	0.20-0.60	0.20-0.65	0.03	----	----
E12XT5-K4, -K4M	W22235											
E12XT1-K5, -K5M	W21631	0.10- 0.25	0.60-1.60	0.80	0.03	0.03	0.75-2.00	0.20-0.70	0.15-0.55	0.05	----	----
E6XT8-K6	W21048	0.15	0.50-1.50	0.80	0.03	0.03	0.40-1.00	0.20	0.15	0.05	1.8	----
E7XT8-K6	W21048											
E7XT5-K6, -K6M	W21045	0.15	0.50-1.50	0.80	0.03	0.03	0.40-1.00	0.20	0.15	0.05	----	----
E10XT1-K7, -K7M	W22051	0.15	1.00-1.75	0.80	0.03	0.03	2.00-2.75	----	----	----	----	----
E9XT8-K6	W21048	0.15	1.00-2.00	0.80	0.03	0.03	0.50-1.50	0.20	0.20	0.05	1.8	0.30- 0.75
E8XT1-W2, -W2M	W20131	0.12	0.50-1.30	0.35- 0.80	0.03	0.03	0.40-0.80	0.45-0.70	----	----	----	----
EXXTX-G ^e	----	----	1.75	0.80	0.03	0.03	0.50	0.30	0.20	0.10	1.8	----



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 116 de 130

NOTAS:

- Los valores son máximos excepto cuando se especifique otra cosa.
- Sistema de Numeración Unificado para metales y Aleaciones SAE/ASTM.
- Únicamente para electrodos autoprotectidos
- La cantidad total de todos los elementos no debe exceder al 5 por ciento.
- Con objeto de cumplir los requisitos de la aleación del grupo G, el metal de soldadura sin diluir debe tener al menos uno de los elementos listados en esta tabla. La protección de gas, el sistema de escoria y las propiedades mecánicas son dictadas por los dígitos equis (X).
- El metal de soldadura debe analizarse para los elementos que se indican en la tabla.
- El análisis de estos elementos debe ser reportado únicamente si intencionalmente es agregado.

**TABLA A.3.5.
PRUEBAS REQUERIDAS PARA CLASIFICACIÓN DE ELECTRODOS^a**

Clasificación AWS ^{b, c}	Análisis químico	Prueba radiográfica	Prueba de tensión	Prueba de doblez	Prueba de impacto	Prueba de soldadura de filete
Electrodos de acero al carbono						
EX0T-1, -1M	R	R	R	NR	R	R
EX0T-4	R	R	R	NR	NR	R
EX0T-5, -5M	R	R	R	NR	R	R
EX0T-6	R	R	R	NR	R	R
EX0T-7	R	R	R	NR	NR	R
EX0T-8	R	R	R	NR	R	R
EX0T-9, -9M	R	R	R	NR	R	R
EX0T-11	R	R	R	NR	NR	R
EX0T-12, -12M	R	R	R	NR	R	R
EX0T-G	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-1, -1M	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-4		R	R	NR	NR	R
EX1T-5, -5M	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-6	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-7	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-8	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-9, -9M	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-11	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-12, -12M	R	R	R	NR	NR	R
EX1T-G	R	R	R	NR	NR	R
EX0T-2, -2M ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	R
EX1T-2, -2M ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	R
EX0T-3 ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	NR



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 117 de 130

**TABLA A.3.5. (CONTINUACIÓN)
PRUEBAS REQUERIDAS ^a**

Clasificación AWS ^{b, c}	Análisis químico	Prueba radiográfica	Prueba de tensión	Prueba de doblez	Prueba de impacto	Prueba de soldadura de filete
Electrodos de acero al carbono						
EX0T-10 ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	R
EX1T-13 ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	R
EX1T-14 ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	R
EX0T-GS ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	R
EX1T-GS ^d	NR	NR	R ^e	R	NR	R
Electrodos de acero de baja aleación						
EX0T-X	R	R	R		R	Opcional
EX1T-X	R	R	R		R	Opcional
E10XTX-K9, K9M	R	R	R		R	Opcional
EXXTG-X						
EXXTX-G	R	R	R		R	Opcional
EXXTG-G						

NOTAS:

- a. La letra "R" indica que la prueba es requerida. Las letras "NR" indican que estas pruebas no son requeridas para esa clasificación. Para la prueba de soldadura de filete en los aceros al carbono, las clasificaciones EX0T-X deben probarse en la posición horizontal y para las clasificaciones EX1T-X deben probarse en las posiciones vertical y sobre cabeza.
- b. El 0 y el 1 antes de la T se refieren a la posición de soldadura para la cual el electrodo es adecuado.
0 = Posición horizontal y plana.
1 = Todas las posiciones (menores de 2.4 mm (3/32 pulgada), plana, horizontal, vertical (progresión descendente o ascendente) y sobre - cabeza (Ver tabla A.3.3).
- c. Los electrodos con requisitos adicionales de tenacidad pueden ser adicionalmente identificados como se muestra en las tablas A.3.2 y A.
- d. La prueba de impacto Charpy es requerida cuando la clasificación de acuerdo con la tabla A.3.2 indica requisitos de impacto
- e. Resistencia mínima especificada del metal base
- f. Diseñados para soldadura de un solo paso.
- g. Prueba de tensión transversal. Todos los demás requieren de prueba de tensión al metal de soldadura.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 118 de 130

**TABLA A.3.6.
REQUISITOS DEL METAL BASE**

Clasificación AWS o designación del metal de soldadura	Metal base	
	Especificación ASTM	Número UNS
Electrodos de acero al carbono		
Todos, excepto E7XT-2, E7XT-2M, E7XT-3, E7XT-10, E7XT-13, E7XT-14 y E7XT-GS	A36	K02600
	A285 Grado C	K02801
	A515 Grado 70	K03101
	A516 Grado 70	K02700
	A830 Grado 1015	K10150
	A830 Grado 1018	K10180
	A830 Grado 1020	K10200
E7XT-2, E7XT-2M, E7XT-3, E7XT-10, E7XT-13, E7XT-14 y E7XT-GS	A285 Grado C	K03101
	A285 Grado C	K02700
Electrodos de acero de baja aleación		
A1	A204, Grado A, B ó C	(a) K11820 (b) K12020 (c) K12320
B1, B2, B2L, B2H B3, B3L, B3H	A 387 Grado 11	K11789
	A 387 Grado 22	K20590
Ni1	A 537, Clase 1 ó 2	K12437
Ni2	A 203, Grado E	K32018
	Acero HY80 ó HY100	K31820 ó K32045
D1, D2, D3	A588 Grado A ó B	K12021, K12022
W2	A588, Grado A, B ó C	(a) K11430
		(b) K12043
		(c) K11856
K1, K3, K4, K5, K7 y k9 °	A 514, cualquier grado	(a) K11856
	Acero HY80 ó HY100	K31820 ó K32045
K6, K2, K8	A537, Clase 1 Ó 2	K12437

NOTAS:

- Los metales base, especificación ASTM A 36 ó A 285 también se pueden emplear si las superficies de bisel son "enmantequilladas" (Ver la figura 8.3.2) usando la clasificación del electrodo que se está probando. Sin embargo este "enmantequillado" no será necesario cuando el electrodo de prueba sea alguno de los siguientes: EXXT4-X EXXT6-X EXXT7-X EXXT8-X y EXXT11-X y electrodos con una resistencia a la tensión de 70 ksi ó menor. El "enmantequillado" tampoco es requerido para las pruebas de soldadura de filete.
- Sistema de Numeración Unificada para Metales y Aleaciones.
- El "enmantequillado" no es permitido para la designación K9.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 119 de 130

**TABLA A.3.7.
REQUISITOS PARA EL CONTROL DE CAPAS Y PASOS PARA LAS PRUEBAS DE
CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS ^a**

Clasificación AWS	Tamaño del electrodo		Total de pasos requeridos	Pasos sugeridos por capa		Número sugerido de capas
	mm	pulgadas		Capa 1	Capa 2 a superiores	
Electrodos de acero al carbono						
E7XT-1, -1M E7XT-5, -5M E7XT-9, -9M E7XT-12, -12M E7XT-4 E7XT-6 E7XT-7 E7XT-8 E7XT-11	0.8	0.030	12 - 19	1 ó 2	2 ó 3 ^b	6 - 9
	0.9	0.035				
	1.1	0.045				
	1.3	0.052	10 - 17	1 ó 2	2 ó 3 ^b	5 - 8
	1.6	1 / 16				
	2.0	5 / 64				
	2.4	3 / 32	7 - 14	1 ó 2	2 ó 3 ^b	4 - 7
	2.8	7 / 64				
	3.2	1 / 8				
2.4	3 / 32 ^c	7 - 11	1	2	4 - 6	
2.4	3 / 32 ^c	12 - 17	1	2 ó 3 ^b	6 - 9	
2.4	3 / 32 ^c	7 - 11	1	2	4 - 6	
≤ 1.1	≤ 0.045	18 - 27	2	3	6 - 9	
E6XT-G E7XT-G	No especificada, deben registrarse los datos de prueba					
Electrodos de acero de baja aleación						
EXXT1-X, -XM ^d EXXT5-X, -XM	0.8	0.030	12 - 19	1 ó 2	2 ó 3 ^b	6 - 9
	0.9	0.035				
	1.1	0.045				
	1.3	0.052	10 - 17	1 ó 2	2 ó 3 ^b	5 - 8
	1.6	1 / 16				
	2.0	5 / 64				
	2.4	3 / 32	7 - 14	1 ó 2	2 ó 3 ^b	4 - 7
	2.8	7 / 64				
	3.2	1 / 8				
EXXT4-X	Todas las medidas ^c		7-11	1 ó 2	2 ó 3 ^b	4 - 6
EXXT6-X EXXT7-X	Todas las medidas ^c		7 - 14	1 ó 2	2 ó 3 ^b	4 - 8
EXXT8-X	Todas las medidas ^c		12 - 18	1 ó 2	2 ó 3 ^b	6 - 9
E7XT11-X	Todas las medidas ^c		9 - 18	1 ó 2	2 ó 3 ^b	5 - 9
EXXTG-X E7TX-G EXXTG-G	No especificada, deben registrarse los datos de prueba					

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 120 de 130

NOTAS DE LA TABLA A.3.7:

- a. El número de pasos, diámetro del electrodo, velocidad de alimentación de alambre ó el amperaje, voltaje de arco, velocidad de avance, deben registrarse y mantenerse disponible al usuario a solicitud de éste.
- b. La capa final debe ser de 4 pasos
- c. La medida del electrodo debe ser de 2.4 mm (3/32 pulgada) ó la medida del electrodo que el fabricante produzca más cercana a 2.4 mm (3/32 pulgada).
- d. Para la clase E10XT1-K9, K9M la secuencia de pasos y capas debe controlarse por medio de la aplicación del calor absorbido dentro del orden de 1.96 kJ/mm – 2.16 kJ/mm (50 – 55 kJ/pulgada).



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 121 de 130

**TABLA A.3.8.
TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO, ENTRE PASOS Y TRATAMIENTO TÉRMICO POST
SOLDADURA**

Clasificación AWS ^a	Temperatura de Pre calentamiento y entre pasos ^b		Temperatura de Tratamiento Térmico Post Soldadura ^b	
	°C	°F	°C	°F
E7XT5-A1, A1M E8XT1-A1, A1M E8XT5-Ni1, Ni1M E8XT5-Ni2, Ni2M E9XT5-D2, D2M E10XT5-D2, D2M	150 ± 25	300 ± 25	620 ± 15	1150 ± 25
E8XT1-B1L, B1LM E8XT1-B1, B1M E8XT1-B2L, B2LM E8XT1-B2, B2M E8XT5-B2, B2M				
E8XT1-B2H, B2HM E8XT5-B2L, -B2LM E9XT1-B3, -B3M E9XT5-B3, -B3M E10XT1-B3, -B3M E9XT1-B3H, -B3HM E9XT1-B3L, -B3LM				
E6XT5-Ni1, -Ni1M E7XT1-Ni1 E7XT8-Ni1 E8XT1-Ni1, -Ni1M E7XT8-Ni2 E8XT1-Ni2, -Ni2M E8XT8-Ni2				
E8XT11-Ni3 E9XT1-Ni2,-Ni2M E9XT1- D1,-D1M E9XT1-D3, D3M E8XT5-K1, -K1M E7XT4-K2 E7XT7-K2 E7XT8-K2				
	150 ± 15	300 ± 25	Ninguno	Ninguno



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 122 de 130

**TABLA A.3.8. (CONTINUACIÓN)
TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO, ENTRE PASOS Y TRATAMIENTO TÉRMICO POST
SOLDADURA**

Clasificación AWS ^a	Temperatura de Pre calentamiento y entre pasos ^b		Temperatura de Tratamiento Térmico Post Soldadura ^b	
	°C	°F	°C	°F
E7XT11-K2	150 ± 15	300 ± 25	Ninguno	Ninguno
E8XT1-K2, -K2M				
E8XT5-K2, -K2M				
E9XT1-K2, -K2M				
E9XT5-K2, -K2M				
E10XT1-K3, -K3M				
E10XT5-K3, -K3M				
E11XT1-K3, -K3M				
E11XT5-K3, -K3M				
E11XT1-K4, -K4M				
E11XT5-K4, -K4M				
E12XT1-K4, -K4M				
E12XT1-K5, -K5M				
E6XT8-K6				
E7XT8-K6				
E7XT5-K6, -K6M				
E9XT8-K8				
E10XT1-K7, -K7M				
EXXT1-K9, -K9M				
E8XT1-W2, -W2M				
EXXTX-G	No Especificado ^d			
EXXTG-X				
EXXTG-G				

NOTAS:

- En esta tabla la letra "X" antes de la letra "T" pueden ser los números 0 ó 1 para indicar la posición de soldadura principal para la cual el electrodo está diseñado (uso). Ver pie de nota b de la tabla A.3.3.
- Estas temperaturas son especificadas para prueba bajo esta norma y no deben ser consideradas como una recomendación para el pre calentamiento o tratamiento térmico de una soldadura de producción. Los requisitos de una soldadura de producción deben ser determinadas por el usuario.
El programa para la clasificación del TTPS para las pruebas es como sigue:
Eleva a la temperatura requerida a una velocidad que no exceda 280°C (500°F) por hora, manteniendo la temperatura requerida por una hora. Enfriar dentro del horno hasta una temperatura de 315°C (600°F), posteriormente enfriar en aire a una velocidad que no exceda 195°C (350°F) por hora.
- La temperatura de TTPS arriba de 620°C (1150°F), tiende a disminuir los valores de impacto.
- Ver tabla A.3.1, nota b.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 123 de 130

**TABLA A.3.9.
REQUERIMIENTOS DIMENSIONALES PARA SOLDADURAS DE FILETE**

Medida de la Soldadura de filete		Máxima convexidad ^a		Diferencia máxima entre las piernas de la soldadura de filete	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
3.2	1/8	1.2	3/64	0.8	1/32
3.6	9/64	1.2	3/64	1.2	3/64
4.0	5/32	1.2	3/64	1.2	3/64
4.4	11/64	1.6	1/16	1.6	1/16
4.8	3/16	1.6	1/16	1.6	1/16
5.2	13/64	1.6	1/16	2.0	5/64
5.6	7/32	1.6	1/16	2.0	5/64
6.0	15/64	1.6	1/16	2.4	3/32
6.4	1/4	1.6	1/16	2.4	3/32
6.7	17/64	1.6	1/16	2.8	7/64
7.1	9/32	1.6	1/16	2.8	7/64
7.5	19/64	2.0	5/64	3.2	1/8
8.0	5/16	2.0	5/64	3.2	1/8
8.3	21/64	2.0	5/64	3.6	9/64
8.7	11/32	2.0	5/64	3.6	9/64
9.1	23/64	2.0	5/64	4.0	5/32
9.5	3/8	2.0	5/64	4.0	5/32

NOTA: La máxima convexidad para soldaduras de filete usando electrodos EXXT5-X y EXXT5-XM pueden ser de 0.8 mm (1/32 de pulgada) mayores que la especificada en los requisitos.

**TABLA A.3.10.
LÍMITES DE LA PRUEBA DE DIFUSIÓN DE HIDRÓGENO ^a**

Clasificación AWS	Designación para Difusión de Hidrógeno ^{B, c, e}	Contenido de Hidrógeno, promedio, ml / (H ₂) / 100 g de metal depositado máximo ^c
Electrodos de Acero al Carbono y de Baja Aleación		
Todas, excepto EXXT1-K9, -K9M	H16	16.0 máximo
Todas, excepto EXXT1-K9, -K9M	H8	8 máximo
Todas, excepto EXXT1-K9, -K9M	H4	4 máximo
EXXT1-K9, -K9M	Ninguna	8 máximo

NOTAS DE LA TABLA A.3.10.:

- Límites para la categoría opcional de difusión de hidrógeno cuando son probados de acuerdo con ANSI/AWS A4.3, *Métodos para la Determinación del contenido de difusión de hidrógeno Producido por Soldadura de Arco en el Metal de Soldadura de Aceros Martensíticos, Bainíticos y Ferríticos*
- Los niveles más bajos para la categoría difusión de hidrógeno (H8 y H4) pueden no estar disponibles en algunas clasificaciones.
- Los límites de hidrógeno sobre la soldadura están basados en el aire conteniendo un mínimo de 1.43 gramos de agua por kilogramo de aire seco (10 granos de agua por libra de aire seco). Las pruebas con cualquier nivel de humedad atmosférica más alto son aceptables, previendo que estos límites sean satisfechos (Ver 8.13.3).
- Los electrodos que satisfagan los límites para la categoría difusión de hidrógeno H4 también satisfacen los límites para las categorías H8 y H16. Los electrodos que satisfagan los límites para la categoría difusión de hidrógeno H8 también satisfacen los límites para la categoría H16.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 124 de 130

**TABLA A.3.11.
MEDIDAS Y TOLERANCIAS DE LOS ELECTRODOS ^a**

Clasificación AWS	Diámetro del electrodo		Tolerancia	
	mm	pulgadas	mm	pulgadas
Todas las clasificaciones	0.8	0.030	± 0.002	± 0.05
	0.9	0.035		
	1.2	0.045		
	1.3	0.052		
	1.6	1/16 (0.062)		
Todas las clasificaciones	1.7	0.068	± 0.003	± 0.08
	1.8	0.072		
	2.0	5/64 (0.078)		
	2.4	3/32 (0.094)		
	2.8	7/64 (0.109)		
	3.0	0.120		
	3.2	1/8 (0.125)		
	4.0	5/32 (0.156)		

NOTA: Los electrodos producidos en otras medidas pueden ser clasificados usando tolerancias similares



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 125 de 130

**TABLA A.3.12.
REQUISITOS DE EMPACADO ^a**

Tipo de empaque	Medida del empaque			Peso neto del electrodo ^b	
	Mm	pulgadas	DI	kilogramos	libras
Bobinas sin soporte	Como se especifique por el comprador ^c				
Bobinas con soporte (ver abajo)	170	6 3/4	DI	14	6.4
	300	12	DI	25, 30, 50 y 60	11, 14, 23 y 27
Carretes ^d	100	4	DE	0.7 y 1.1	1 1/2 y 2 1/2
	200	8	DE	4.5, 6.8 y 10	10, 15 y 22
	300	12	DE	11, 14 y 16	25,30 y 35
	360	14	DE	23 y 27	50 y 60
	560	22	DE	110	250
	610	24	DE	140	300
Tambores	760	30	DE	270, 340	600, 750
	400	15 1/2	DE	Como se especifique por el comprador	
	500	20	DE	Como se especifique por el comprador	
	600	23	DE	140 y 600	300 y 600

BOBINAS CON SOPORTE – DIMENSIONES Y PESOS

Medida del electrodo	Peso neto de la bobina		Dimensiones de la bobina			
			Diámetro interior de la bobina		Ancho de la bobina	
	kilogramos	libras	mm	pulgadas	mm (máx.)	pulgadas (máx.)
Todas	6.4	14	170	6 3/4	75	3
	11 y 14	25 y 30	305	12	65 ó 120	2 1/2 ó 4 5/8
	23 y 27	50 y 60	305	12	120	4 5/8

NOTAS:

- Las dimensiones y pesos netos diferentes a los que se especifican en esta tabla deben acordarse entre el comprador y proveedor.
- La tolerancia sobre el peso neto es 10 por ciento.
- Como se acuerde entre el comprador y proveedor.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 126 de 130

APÉNDICE

A.1 Guía de la especificación para electrodos revestidos de acero al carbono y de baja aleación para soldadura de arco.

Introducción

Esta guía es un apéndice para la especificación y sirve como una fuente de información para identificar el sistema de clasificación de los electrodos.

A.1.1 Sistema de Clasificación

El sistema para clasificación de los electrodos en esta norma de referencia sigue el modelo usado en las especificaciones para metales de aporte de AWS. La letra “E” al inicio de cada clasificación designa un electrodo. Los dos (o tres) primeros dígitos, 70 (ó 110) por ejemplo, designa la resistencia a la tensión de al menos 70 (ó 110) ksi del metal de soldadura, soldado y tratado térmicamente (sí se requiere) de acuerdo con el ensamble de prueba especificado en esta norma. El tercer dígito indica la posición de soldadura con la que el electrodo puede producir una soldadura satisfactoria. Entonces el número “1” como en el caso del E7018-C2L (ó 7018-M) significa que el electrodo es adecuado para soldar en todas posiciones. En el caso que ocupa a esta norma de referencia no se emplearon otros números (2 ó 4), por lo que no se explican el significado del número 2 y el 4. Los últimos dos dígitos, tomados juntos, designan el tipo de corriente con la cual el electrodo se puede usar y el tipo de recubrimiento, de acuerdo con la tabla A.1.1.

La designación de la composición A1, B3, W1, identifica a los electrodos de acero de baja aleación y no es aplicable a los electrodos de acero al carbono. La designación de la composición identifica la composición química del metal de soldadura como se especifica en la tabla A.1.2. Por ejemplo la designación de composición “A1”, identifica a un electrodo que produce un metal de soldadura de acero al carbono – molibdeno.

A.1.2 Clasificaciones “G”

La norma incluye los metales de aporte clasificados como E(X)XXYY-G. La “G” indica que el metal de aporte es de una clasificación general. Esta clasificación general es debido a que no todos los requisitos particulares especificados para los demás electrodos son especificados para esta clasificación. El propósito del establecimiento de esta clasificación, es para proporcionar un medio por la cual un metal de aporte que difiere en alguna característica con respecto a otro puede ser clasificado de acuerdo con esta especificación.

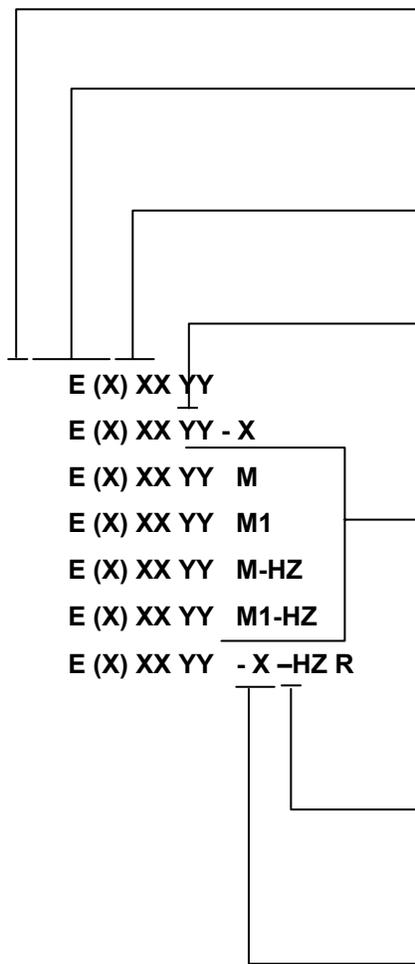
A.1.3 Las designaciones opcionales complementarias son también empleadas en esta especificación con objeto de identificar a un electrodo que cumple ciertos requisitos suplementarios acordados entre el comprador y el proveedor. Las designaciones opcionales complementarias no forman parte de la clasificación ni de la designación.

Una designación opcional complementaria tal como “HZ”, después de la designación de la clasificación, la cual consiste de cuatro ó cinco dígitos, más la “M” (para los grados similares a los militares), o un sufijo de composición, tales como “-A1”, “-B2”, ó “C2L”, indica un contenido promedio de hidrógeno de no más de “Z” ml/100 g en el metal depositado cuando es probado en la condición de cómo se soldó o acondicionó de acuerdo con ANSI/AWS A4.3. Ver la sección 8.1.15 y la tabla A.1.12. La letra “R” es un ejemplo de una designación suplementaria usada para identificar a un electrodo que ha sido expuesto a un ambiente húmedo por un

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 127 de 130

determinado tiempo y probado para baja absorción de humedad en adición a las pruebas de humedad requeridas para la clasificación de electrodos de bajo hidrógeno.

Designaciones de Clasificación Mandatorias



Designa un electrodo, esta designación puede eliminarse en la impresión sobre el producto.

Designa la resistencia a la tensión (mínima), en Ksi, del metal de soldadura cuando se produce de acuerdo con el arreglo de prueba dado en esta especificación. Ver la tabla A.1.3.

Designa la posición de la junta, el tipo de recubrimiento, y el tipo de corriente para la cual el electrodo es adecuado. Ver la tabla A.1.1.

Designa la composición química del metal de soldadura sin diluir. Ver tabla A.1.2.

Designa un electrodo que presenta propiedades de tenacidad y alargamiento más altas (con requisitos similares a los electrodos grado militar especificados en AWS A5.5).

Designaciones Complementarias Opcionales

Designa un electrodo que cumpla los requisitos de la prueba de humedad absorbida (una prueba complementaria opcional para todos los electrodos de bajo hidrógeno). Ver tabla A.1.11.

Designa un electrodo que cumpla los requisitos de difusión de hidrógeno (una prueba complementaria del metal de soldadura para los electrodos de bajo hidrógeno, en la condición como se reciben o acondicionen – con un valor promedio que no exceda “Z” ml de H₂ por 100 g del metal de soldadura, donde “Z” es 4, 8, o 16). Ver tabla A.1.12.

NOTA: La combinación de estas designaciones constituye la clasificación del electrodo.

FIGURA A.1.1 DESIGNACIONES MANDATORIAS Y OPCIONALES COMPLEMENTARIAS

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 128 de 130

A.2 Guía de la especificación para electrodos de acero al carbono y de baja aleación para soldadura de arco metálico con gas.

Introducción

Esta guía es un apéndice para la especificación y sirve como una fuente de información para identificar el sistema de clasificación de los electrodos.

A.2.1 Sistema de Clasificación

El sistema para identificar la clasificación de los electrodos en esta norma sigue el modelo usado en las especificaciones de AWS y se muestra en la figura A.1.

A.2.2 El prefijo “E” designa un electrodo como en otras especificaciones. Las letras “ER” indican que el metal de aporte puede ser usado tanto como un electrodo o una varilla. Los dígitos a continuación (70, 80, 90, 100, 110 y 120) indican la resistencia a la tensión mínima especificada del metal de soldadura en múltiplos de 1000 psi (6.9 MPa), la resistencia a la tensión es determinada de la prueba de soldadura usando el electrodo de acuerdo con las condiciones de soldadura de esta norma. La letra “S” designa un electrodo sólido. El sufijo siguiente después del guión indica la composición química del metal de aporte.

La designación opcional suplementaria de difusión de hidrógeno (H16, H8, H4 ó H2) puede seguir, indicando sí el electrodo cumple un nivel máximo de hidrógeno de 16, 8, 4 ó 2 ml/100 g en el metal de soldadura, probado de acuerdo con esta norma.

A.2.3 Clasificación “G”.

Esta norma incluye metales de aporte clasificados como ERXXS-G. La “G” indica que el metal de aporte es de una clasificación general. Este “general” es debido a que no todos los requisitos particulares especificados para los demás electrodos son especificados para esta clasificación. El propósito del establecimiento de esta clasificación, es para proporcionar un medio por la cual un metal de aporte que difiere en alguna característica con respecto a otro puede ser clasificado de acuerdo con esta especificación.



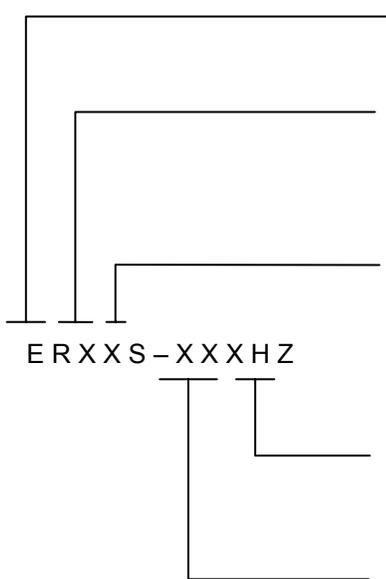
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE
PETRÓLEOS MEXICANOS Y
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

**ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA
LOS SISTEMAS DE DUCTOS E
INSTALACIONES RELACIONADAS**

NRF-084-PEMEX-
2004

Rev.: 0

Página 129 de 130



Indica que puede ser usado como un electrodo o varilla.

Indica la mínima resistencia a la tensión del metal de soldadura producido por un electrodo cuando es probado de acuerdo a esta especificación. Tres dígitos son usados para el metal de soldadura de 100000 psi (690 MPa) de resistencia a la tensión o más (ver tabla A.2.3).

Indica si el metal de aporte es sólido (S).

Designación opcional suplementaria para indicar un electrodo cumple los requisitos de difusión de hidrógeno (ver tabla A.2.8), donde Z representa 16, 8, 4 ó 2.

Indica la composición química de un electrodo (ver tabla A.2.1)

FIGURA A.2.1 Sistema de clasificación

A.3 Guía de la especificación para electrodos con fundente en el núcleo de acero al carbono y de baja aleación para soldadura de arco.

Introducción

Esta guía es un apéndice para la especificación y sirve como una fuente de información para identificar el sistema de clasificación de los electrodos.

A.3.1 Sistema de Clasificación

El sistema para identificar la clasificación de los electrodos en esta norma sigue el modelo usado en las especificaciones de AWS y se muestra en la figura A.2.

A.3.2 Una ilustración del método de clasificación de los electrodos se muestra a continuación.

A.3.3 Clasificación “G”.

Esta norma incluye metales de aporte clasificados como ERXXS-G. La “G” indica que el metal de aporte es de una clasificación general. Este “general” es debido a que no todos los requisitos particulares especificados para los demás electrodos son especificados para esta clasificación. El propósito del establecimiento de esta

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	ELECTRODOS PARA SOLDADURA PARA LOS SISTEMAS DE DUCTOS E INSTALACIONES RELACIONADAS	NRF-084-PEMEX- 2004
		Rev.: 0
		Página 130 de 130

clasificación, es para proporcionar un medio por la cual un metal de aporte que difiere en alguna característica con respecto a otro puede ser clasificado de acuerdo con esta especificación.

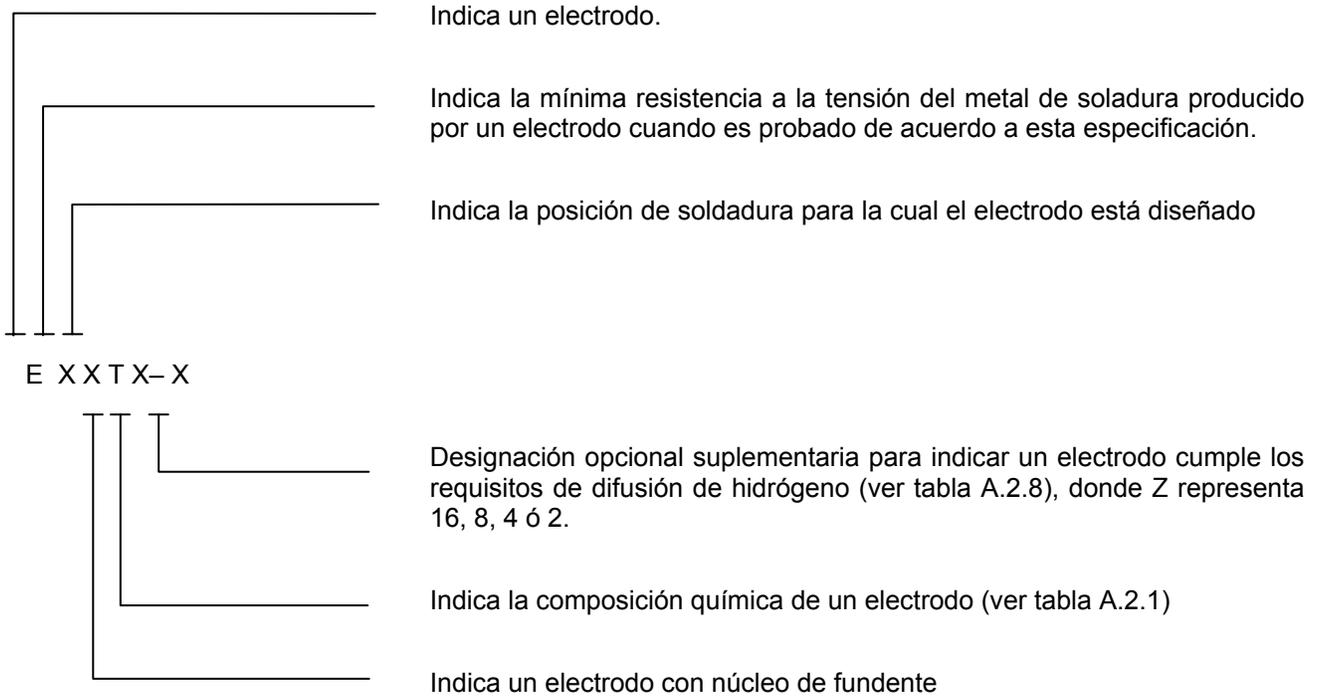


FIGURA A.3.1 Sistema de clasificación