

ASTM Internacional ha autorizado la traducción de esta norma pero no se responsabiliza por la exactitud técnica o lingüística de la traducción. Sólo la edición inglesa que ASTM publicó y protegió por la propiedad literaria debe ser considerada la versión oficial.

This Spanish standard is based on ASTM F2620–13, Standard Practice for Heat Fusion Joining of Polyethylene Pipe and Fittings, 2014, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. Translated and reprinted pursuant to license agreement with ASTM International.

Esta norma en español se basa en la ASTM F2620-13, Práctica estándar para la unión por termofusión de tuberías y accesorios de polietileno, 2014, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. Traducida y reimpressa conforme a lo dispuesto en el acuerdo de licencia con ASTM International.



**Designación: F2620-13**

Una norma nacional estadounidense

## Práctica estándar para Uniones por Termofusión de Tuberías y Accesorios de Polietileno<sup>1</sup>

Esta norma se emite bajo la designación fija F2620; el número que aparece inmediatamente después de la designación indica el año de aprobación original, o en el caso de una revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación. Una letra épsilon superíndice (ε) indica un cambio editorial desde la última revisión o reaprobación.

### 1. Alcance\*

1.1 Esta práctica describe procedimientos para realizar uniones con tuberías y accesorios de polietileno (PE) mediante uniones por termofusión en campo, pero sin limitarse a este entorno. Pueden obtenerse otros procedimientos adecuados para la unión por termofusión de diversas fuentes, como por ejemplo los fabricantes de tuberías y accesorios. Esta norma no pretende tratar todos los procedimientos de unión por termofusión, ni excluir el uso de procedimientos calificados elaborados por terceros con los que se ha demostrado que se producen uniones por termofusión confiables.

1.2 Los parámetros y procedimientos son aplicables solo para unir tuberías y accesorios de polietileno con similar composición química de polímeros. Están destinados a tuberías de PE para gas de combustión según la especificación D2513 y tuberías de PE para agua potable, desagües e industriales fabricadas según lo dispuesto en la Especificación F714, la Especificación D3035 y la AWWA C901 y C906. Consulte al fabricante de las tuberías para asegurarse que aprueba este procedimiento para la tubería en la que va a realizarse la unión (ver Apéndice X1).

NOTA 1 - En Plastics Pipe Institute (PPI) TR-33 y TR-41 se presenta información sobre tuberías y accesorios de polietileno con composición química de polímeros similar.

1.3 Las partes que se encuentran dentro de las tolerancias indicadas en las especificaciones actuales de ASTM deben producir uniones sólidas entre tuberías y accesorios de polietileno cuando se utilizan las técnicas de unión descritas en esta práctica.

1.4 Los valores indicados en pulgadas-libras deben considerarse como la norma. Los valores encerrados entre paréntesis son conversiones matemáticas a unidades SI que se proporcionan únicamente con fines informativos y no se consideran como la norma.

1.5 El texto de esta práctica hace referencia a notas, notas al pie de página y apéndices que proporcionan material explicativo. Estas notas y notas al pie (a excepción de aquéllas que aparecen en tablas e ilustraciones) no deben considerarse como un requisito de la práctica.

1.6 *Esta norma no pretende tratar todas las cuestiones de seguridad, en caso de existir, asociadas con su uso. El usuario de esta norma es responsable de establecer prácticas de seguridad y salud apropiadas y de determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.*

### 2. Documentos citados

#### 2.1 Normas ASTM:<sup>2</sup>

**D2513** Especificación para Tuberías a Presión, Tuberías y Accesorios de polietileno (PE) para Gas.

<sup>1</sup>Esta práctica se encuentra bajo la jurisdicción del Comité F17 de ASTM sobre Sistemas de Tuberías Plásticas y es responsabilidad directa del Subcomité F17.20 sobre Uniones.

Edición actual aprobada el 1 de noviembre de 2013. Publicada en enero de 2014. Aprobada originalmente en 2006. Última edición previa aprobada en 2012 como F2620–12. DOI: 10.1520/F2620-13.

<sup>2</sup>En el caso de las normas ASTM citadas, visite el sitio web de ASTM, [www.astm.org](http://www.astm.org), o póngase en contacto con Atención al cliente de ASTM en [service@astm.org](mailto:service@astm.org). Para obtener información sobre el *Anuario de normas de ASTM*, consulte la página Resumen de documento de la norma en el sitio web de ASTM.



**D3035** Especificación para Tuberías Plásticas (DR-PR) de Polietileno (PE) Basada en el Diámetro Externo Controlado.

**F714** Especificación para Tuberías Plásticas (SDR-PR) de Polietileno (PE) Basadas en el Diámetro Externo.

**F1056** Especificación para las Herramientas Fusión de Encaje para la Unión por Fusión de Encaje de Tuberías o Tubos y Accesorios de Polietileno

#### 2.2 Documentos PPI:

**TR-33** Procedimiento Genérico de Unión por Fusión a Tope para la Unión en Campo de Tuberías de Polietileno<sup>3</sup>

**TR-41** Procedimiento Genérico de Unión por Fusión de Silleta para Tuberías de Gas de Polietileno<sup>3</sup>

#### 2.3 Documentos AWWA:

**AWWA C901** Norma para Tuberías y Tubos de Polietileno a Presión (PE), 1/2 pulg. (13 mm) a 3 pulg. (76 mm) para Servicio de Agua.<sup>4</sup>

**AWWA C906** Norma para Tuberías y Tubos de Polietileno a Presión (PE), 4 pulg. (100 mm) a 63 pulg. (1575 mm) para la Distribución y Transmisión de Agua<sup>4</sup>

### 3. Resumen de prácticas

3.1 El principio de la unión de tuberías de polietileno (PE) por termofusión consiste en calentar dos superficies preparadas hasta una determinada temperatura, y luego fundirlas mediante la aplicación de una fuerza suficiente. Esta fuerza hace que los materiales fundidos fluyan y se mezclen, dando como resultado la fusión.

3.2 Los procedimientos de termofusión incluidos en esta práctica son fusión de encaje, fusión a tope y fusión a silleta.

3.2.1 *Procedimiento 1, Fusión de Encaje*—El procedimiento de fusión de encaje consiste en calentar simultáneamente la superficie exterior del extremo de una tubería y el interior de un accesorio de encaje, cuyo tamaño es menor al menor diámetro externo de la tubería. Una vez generada el derretimiento adecuado en cada una de las superficies, se unen ambos componentes insertando uno dentro del otro. Vea la Fig. 1. La unión por fusión se forma como resultado del ajuste de las secciones que se interceptan. Ambos materiales derretidos fluyen en conjunto y se fusionan cuando se enfría la unión. Durante el proceso de unión, se utilizan dispositivos opcionales de alineación para sostener la tubería y el accesorio de encaje alineados longitudinalmente, en particular con tuberías de 3 pulgadas IPS (89 mm) y mayores. La fusión automatizada de encaje no está incluida en este procedimiento.

3.2.2 *Procedimiento 2, Fusión a Tope*—El procedimiento de fusión a tope en su forma más simple consiste en calentar los bordes cortados a escuadra de dos tuberías, una tubería y un accesorio, o dos accesorios, sosteniéndolos contra una plancha calentadora, se retira la plancha cuando se obtiene el derretimiento adecuado, se unen rápidamente los dos extremos y se deja enfriar la unión al tiempo que se mantiene la fuerza aplicada correspondiente.

3.2.2.1 Se utiliza una máquina para fusión a tope del tamaño adecuado para sostener, alinear y refrentar los extremos de la tubería o accesorio y aplicar la fuerza de fusión especificada. Vea la Fig. 2.

3.2.3 *Procedimiento 3, Fusión de Silleta*—El procedimiento de fusión de silleta consiste en derretir la superficie cóncava de la base de un accesorio de silleta, mientras al mismo tiempo se derrite un patrón coincidente en la superficie de la tubería, se unen las dos superficies derretidas y se deja enfriar la unión al tiempo que se mantiene la fuerza aplicada correspondiente. Vea la Fig. 3.

3.2.3.1 Se utiliza una máquina de fusión de silleta del tamaño adecuado para sostener la tubería y el accesorio, alinear las partes y aplicar la fuerza de fusión especificada.

### 4. Importancia y uso

4.1 Los procedimientos descritos en las Secciones de la 7 a la 9 están destinados en principio (pero sin limitarse a ellas) a las uniones en campo de tuberías y accesorios de polietileno, con un equipo adecuado y los procedimientos de control ambiental correspondientes. Cuando se implementan de manera correcta, se producen uniones de alta integridad y herméticas. Cuando se realizan ensayos destructivos a estas uniones, las fallas ocurren fuera del área unida por fusión.

4.2 Las características de derretimiento, el peso molecular y la distribución del peso molecular son factores que influyen en la determinación de los parámetros de fusión adecuados; por lo tanto, tenga en cuenta las instrucciones del fabricante acerca del uso o ejecución de un determinado procedimiento de fusión. Vea el Anexo A1.

<sup>3</sup>Disponible en Plastics Pipe Institute (PPI), 05 Decker Court, Suite 825, Irving, TX 75062, <http://www.plasticpipe.org>.

<sup>4</sup>Disponible en American Water Works Association (AWWA), 6666 W. Quincy Ave., Denver, CO 80235, <http://www.awwa.org>.

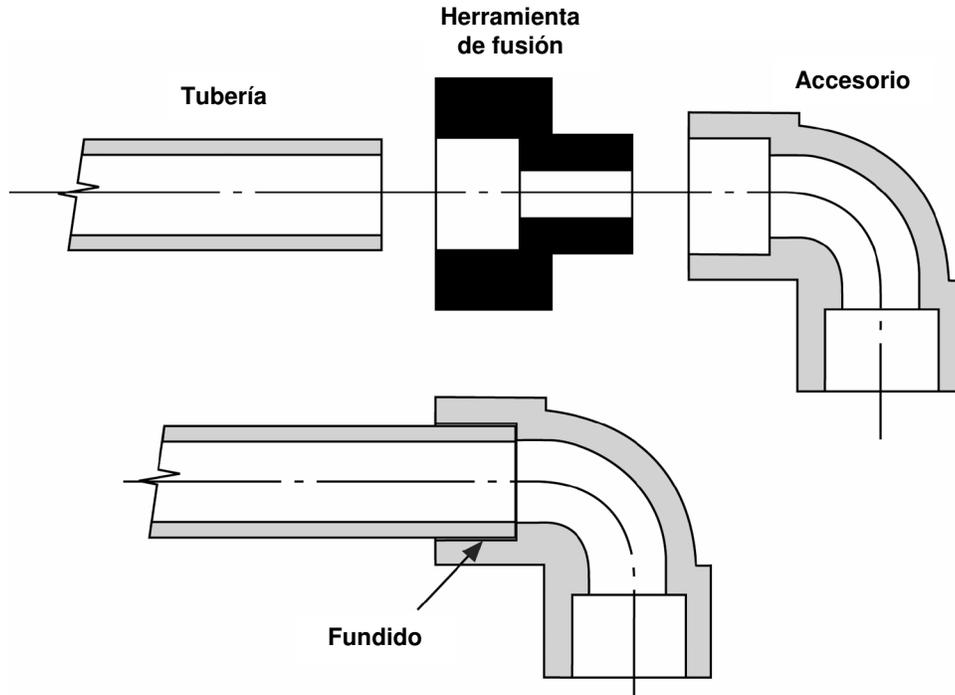


FIG. 1 Fusión de Encaje

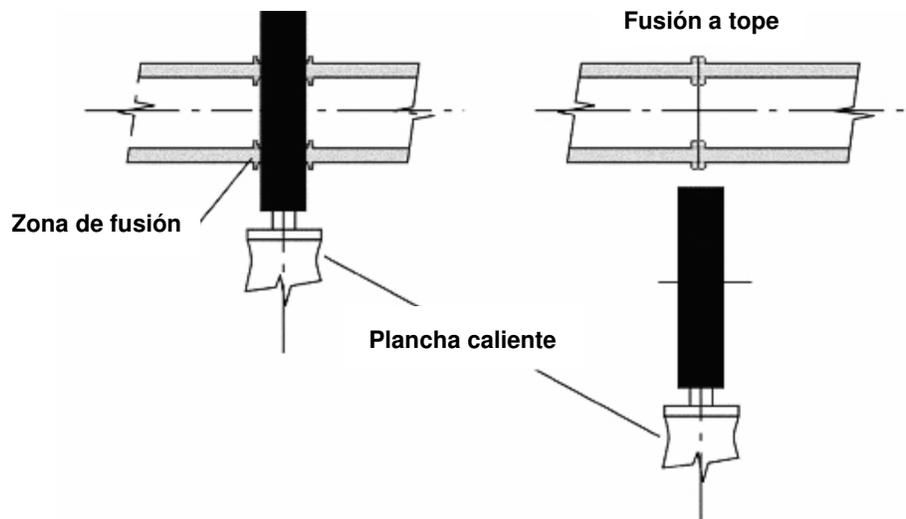


FIG. 2 Fusión a Tope

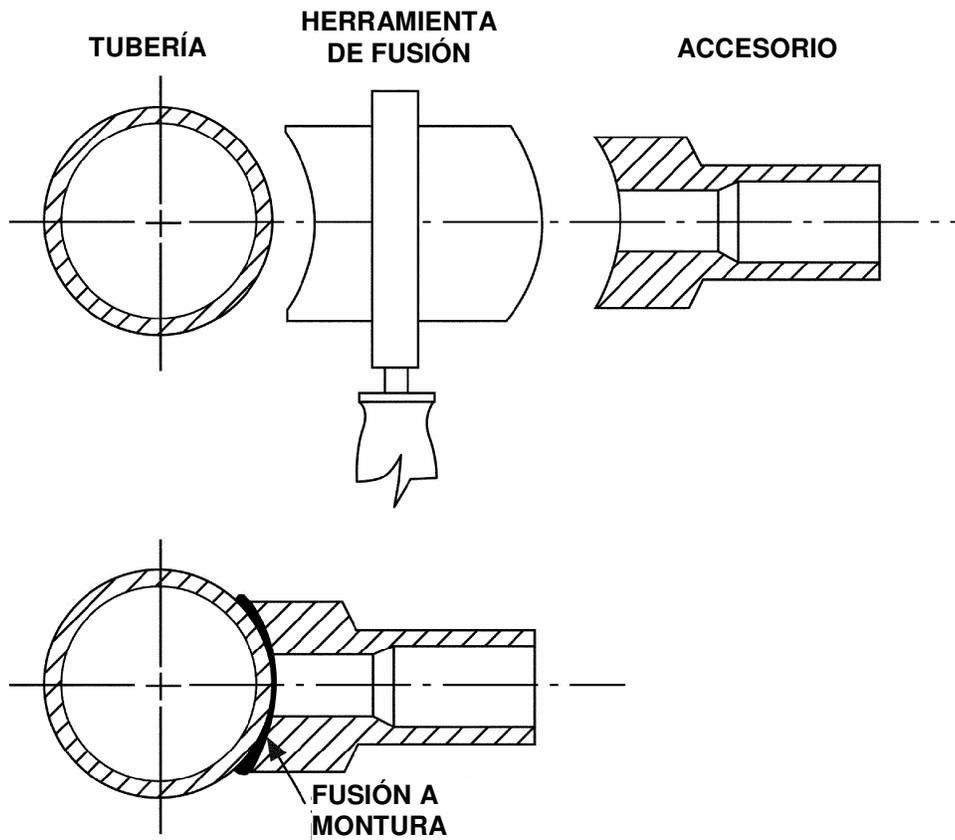


FIG. 3 Fusión de Silleta

4.3 Los procedimientos de fusión de encaje, fusión a tope y fusión de silleta en esta práctica resultan adecuados para unir tuberías y accesorios de PE para gas, tuberías y tubos de PE para agua y tuberías y accesorios de PE de uso general fabricados según las especificaciones para PE de organizaciones como ASTM, AWWA, API e ISO utilizadas en aplicaciones a presión, baja presión y sin presión. Para las aplicaciones de gas, se exige la calificación del procedimiento mediante el ensayo de las uniones utilizando el procedimiento según los reglamentos de la autoridad competente.

## 5. Experiencia del operador

5.1 El operador debe tener habilidades y conocimientos para obtener una unión de buena calidad. Estas habilidades y conocimientos se obtienen realizando uniones según procedimientos comprobados bajo la guía de operadores calificados. Evalúe la competencia del operador realizando pruebas a uniones de muestra.

5.2 El responsable de las uniones de tuberías y accesorios garantizará que se expidan, antes de comenzar efectivamente las operaciones de unión, los procedimientos detallados elaborados en conjunto con los códigos y reglamentos aplicables y los fabricantes de tuberías, accesorios y equipos para uniones involucrados, incluidas las precauciones de seguridad que deben seguirse.

## 6. Equipo—Recomendaciones generales

6.1 *Herramienta calentadora*—Las herramientas calentadoras eléctricas son de una variedad de tamaños que coinciden con las capacidades de las máquinas de fusión. Están diseñadas con el potencia y el control electrónico suficientes para mantener la temperatura especificada en la cara del calentador exigida en este procedimiento. El rango de control del calentador será mayor a la especificación de temperatura de calentamiento (el rango de control típico es 50°F (30°C) por encima y por debajo de las temperaturas de superficie de la herramienta calentadora requeridas). Las planchas calentadoras eléctricas mantienen temperaturas de fusión constante cuando tienen una fuente de energía adecuada.



6.2 *Caras de la herramienta calentadora*—Las herramientas calentadoras pueden estar hechas con materiales como aluminio, acero inoxidable, cobre o aleaciones de cobre. El material de polietileno puede pegarse a las superficies calentadoras de metal calientes. Esto puede reducirse aplicando un revestimiento anti-adherente a las superficies de calentamiento o colocando una tela para altas temperaturas no adherente sobre esas superficies. Las superficies de las planchas calentadoras, revestidas o sin revestir, se mantendrán limpias y libres de contaminantes tal como acumulación de suciedad, grasa y plástico, que pueden causar excesiva adherencia y crear uniones poco satisfactorias. La mayoría de estos contaminantes se quitan de las superficies calientes de la herramienta con un paño limpio, seco, libre de hilachas, de un material que no sea sintético, por ejemplo algodón. No utilice telas sintéticas que pueden derretirse y pegarse a la superficie de fusión. Algunos pigmentos, como el negro de carbón, pueden manchar la superficie de calentamiento y probablemente la mancha no pueda eliminarse; estas manchas no contaminarán la interfaz de la unión.

6.2.1 Luego de un periodo en servicio, los revestimientos o telas anti-adherentes se deteriorarán y perderán eficacia. Las telas deterioradas deberán reemplazarse, y los revestimientos anti-adherentes gastados, rayados o agujereados se cambiarán cuando pierdan eficacia. Las superficies anti-adherentes deterioradas pueden afectar negativamente la calidad de la termofusión. No deben aplicarse productos químicos para rociar, tal como lubricantes anti-adherentes, a las superficies de calentamiento de hierro ya que contaminarán la unión.

6.3 *Indicador de temperatura*—Las herramientas calentadoras tendrán un termómetro u otro dispositivo indicador de temperatura incorporado. Este dispositivo indica la temperatura interna del elemento calentador, que por lo general es superior a la temperatura de las superficies de la herramienta calentadora. Utilice un pirómetro, u otro dispositivo para medir la temperatura, en la primera unión del día y periódicamente durante el día para verificar la temperatura de las superficies de la cara de la herramienta que entra en contacto con la superficie de la tubería o accesorio. Elija varios puntos de control para asegurar que la temperatura superficial sea uniforme. El pirómetro infrarrojo se calibra por comparación con un pirómetro de superficie calibrado y ajustado para que coincida en cada herramienta calentadora.

NOTA 2 - La variación significativa de temperatura, es decir, la presencia de puntos fríos, sobre las superficies de la herramienta calentadora, puede indicar que el hierro calentador tiene defectos y que quizás requiera alguna reparación antes de ser utilizado.

## 7. Procedimiento 1—Fusión de encaje

### 7.1 *Equipo:*

7.1.1 *Herramientas para fusión de encaje*—Las herramientas para fusión de encaje son una herramienta calentadora, las caras de la herramienta calentadora, abrazaderas redondas (anillos fríos), herramientas medidoras de profundidad/bisel y tuberías/accesorios fabricados según las especificaciones de ASTM.

7.1.2 *Herramienta Calentadora*—Para obtener el derretimiento adecuado es necesario mantener una temperatura uniforme a lo largo de las caras de la herramienta calentadora. Una herramienta eléctrica tendrá la potencia y control suficientes como para mantener la temperatura superficial especificada de las caras de la herramienta.

7.1.3 *Caras de la Herramienta Calentadora*—Está formada por dos partes, un extremo macho para la superficie del encaje interior y un extremo hembra para la superficie de la tubería exterior. Ambas partes tendrán una tolerancia tal que genere un ajuste por interferencia. Las caras de la herramienta calentadora se fabrican según las dimensiones indicadas en la Especificación F1056, y están revestidas con un material anti-adherente para evitar que la tubería y el material del accesorio derretidos se peguen a la cara.

7.1.4 *Carro Alineador*—El carro alineador es una herramienta opcional formada por dos grupos de dispositivos que sostiene los componentes alineados entre sí. Un grupo de dispositivos de sujeción está fijo, y el otro se puede mover longitudinalmente para realizar la unión.

7.1.5 *Abrazaderas de Redondeo*, (anillo frío) para mantener la redondez de la tubería y controlar la profundidad de la inserción de la tubería en el accesorio o conexión de encaje durante la operación de unión.

7.1.6 *Medidor de Profundidad*, para un correcto posicionamiento de la abrazadera de redondeo en la tubería.

7.1.7 *Herramienta Biseladora*, para cortar en bisel el extremo de la tubería.

NOTA 3 - El medidor de profundidad y la biseladora pueden estar combinados en una única herramienta.

7.1.8 *Cortatubos*, para obtener un corte a escuadra en el extremo de la tubería.

7.1.9 *Accesorio de Fijación*, herramienta opcional para ayudar a retirar el accesorio de la herramienta calentadora y para sujetar el accesorio durante el montaje.

### 7.2 *Procedimiento:*

7.2.1 Sujete las caras calentadoras de tamaño adecuado a la herramienta calentadora, y lleve la temperatura superficial de las caras de la herramienta de 490 a 510°F (254 a 266°C). Utilice un pirómetro, u otro dispositivo para medir la temperatura, en la primera unión del día y periódicamente durante el día para verificar la temperatura de las superficies de la cara de la herramienta que entra en contacto con la superficie de la tubería o accesorio. Elija varios puntos de control para asegurar que la



temperatura superficial sea uniforme. Los termómetros de la herramienta calentadora miden la temperatura interna de la herramienta calentadora, que por lo general es superior a la temperatura superficial de las caras de la herramienta calentadora.

7.2.2 Corte a escuadra el extremo de la tubería y limpie el extremo de la tubería y el accesorio, por dentro y por fuera, con un paño limpio, seco, libre de hilachas, de un material que no sea sintético, por ejemplo algodón. Si no elimina la contaminación, consulte X1.7.1.

7.2.3 Corte levemente a bisel el borde externo de la tubería y coloque la abrazadera de redondeo alrededor de la tubería tal como lo indique el medidor de profundidad. (Ver Nota 4.)

7.2.4 Limpie los adaptadores del calentador con un paño limpio, seco, libre de hilachas, de un material que no sea sintético, por ejemplo algodón, para retirar la contaminación de las superficies. Primero empuje el accesorio de encaje sobre la cara para accesorios de la herramienta precalentada, y luego empuje la tubería dentro de la cara de la herramienta del lado de tubería hasta que las abrazaderas de redondeo hagan contacto con las caras de calentamiento.

7.2.5 Caliente el extremo de la tubería y el accesorio del encaje durante el tiempo requerido indicado en la Tabla 1.

**TABLA 1 Ciclos Temporales de la Fusión de Encastre**

Tamaño nominal de la tubería	PE 2406/ PE 2708		PE 3408/ PE 3608/ PE 4710	
	Segundos de tiempo de calentamiento (HTS por sus siglas en inglés)	Segundos de tiempo de enfriamiento (CTS por sus siglas en inglés)	Segundos de tiempo de calentamiento (HTS por sus siglas en inglés)	Segundos de tiempo de enfriamiento (CTS por sus siglas en inglés)
1/2 pulg. CTS	6-7	30	6-10	30
3/4 pulg. CTS	6-7	30	6-10	30
1 pulg. CTS	9-10	30	9-16	30
1 1/4 pulg. CTS	10-12	30	10-16	30
1/2 pulg. de IPS	6-7	30	6-10	30
3/4 pulg. de IPS	8-10	30	8-14	30
1 pulg. de IPS	10-12	30	15-17	30
1 1/4 pulg. de IPS	12-14	45	18-21	60
1 1/2 pulg. de IPS	14-17	45	20-23	60
2 pulg. de IPS	16-19	45	24-28	60
3 pulg. de IPS	20-24	60	28-32	75
4 pulg. de IPS	24-29	60	32-37	75

7.2.6 Al finalizar el tiempo de calentamiento, retire la tubería y el accesorio de la herramienta calentadora al mismo tiempo con una acción rápida. Inserte de inmediato la tubería directo en el accesorio de encaje de modo que la abrazadera de redondeo haga tope con el extremo del enchufe del accesorio. Sostenga o fije la unión en su posición para enfriar durante el tiempo especificado en al Tabla 1. (Para temperaturas ambiente de 100°F y superiores, puede ser necesario más tiempo de enfriamiento.)

7.2.7 Retire la abrazadera de redondeo, e inspeccione el patrón de fusión en el extremo del encaje para verificar la impronta completa de la abrazadera de redondeo en el área de fusión. No debe haber espacios, vacíos ni sectores sin unir. Realice una inspección visual y compare la unión con las pautas de aspecto de la unión recomendadas (vea el Apéndice X2). Permita que la unión se enfríe otros cinco minutos (5) antes de exponerla a cualquier tipo de esfuerzo (por ejemplo enterrado, prueba o fusión del otro extremo del accesorio.)

7.2.8 Tenga en cuenta las condiciones climáticas extremas cuando realice uniones en campo. Los tiempos de calentamiento, los cambios de dimensión, etc., se ven afectados en condiciones climáticas extremas.

NOTA 4 - En algunos casos se recomienda utilizar un papel de grano 50-60 ó papel granate para lijar o desbastar el exterior de la tubería y el interior del accesorio como medio de minimizar cualquier pequeña interferencia al realizar la fusión. No se recomienda usar lija para esto ya que puede desintegrarse y contaminar la interfaz de la unión. Si se realiza el desbastado, limpie las superficies antes de desbastarlas con un trapo limpio o con agua. Una vez que se han desbastado las superficies de la tubería o del accesorio y se ha expuesto el material limpio, no puede utilizarse agua para limpiar las superficies de la tubería. Limpie el polvo y las partículas de las superficies desbastadas luego, limpiando la tubería y los extremos del accesorio con un paño limpio y seco, libre de hilachas, de un material que no sea sintético, por ejemplo algodón.

## 8. Procedimiento 2—Fusión a tope

### 8.1 Equipo:



8.1.1 *Herramienta Calentadora*—La herramienta calentadora tendrá un área suficiente como para cubrir de manera adecuada los extremos del tamaño de la tubería que se desea unir. Esta herramienta eléctrica tendrá la potencia y control suficientes como para mantener la temperatura superficial especificada de sus caras. También estará equipada con caras de calentamiento revestidas con un material anti-adherente para evitar que se peguen a la superficie de la tubería.

8.1.2 *Máquina para Fusión a Tope*—Una máquina para fusión a tope tiene tres partes básicas: (1) un accesorio de fijación estático y uno móvil para alinear y sujetar cada una de las dos partes que se fundirán. Puede incluir o no el suministro de energía para operar la máquina; (2) una refrentadora para preparar simultáneamente los extremos de las partes a unir (Nota 5); y (3) insertos adecuados para sujetar los diferentes tamaños de tubería o formas de accesorios. Las máquinas para fusión a tope pueden ser manuales o hidráulicas. Algunas tienen su propia fuente de alimentación y otras requieren un generador aparte. Hay disponibles en diversos tamaños para fusionar tuberías y accesorios producidos según las especificaciones de ASTM y otras industrias.

NOTA 5 - Una refrentadora es un dispositivo rotativo de corte **utilizado para cortar a escuadra** los extremos de la tubería o accesorios para obtener superficies de fusión que coincidan adecuadamente. En caso de tenerlo, **el refrentado debe continuar hasta llegar al tope mecánico** positivo de la máquina de fusión a tope.

8.1.3 *Soportes de Tubería*— Soportes de tuberías o bastidores opcionales son utilizados en ambos extremos de la máquina de fusión a tope para ayudar con la carga y alineación de la tubería.

## 8.2 Configuración:

8.2.1 Los parámetros de configuración de la máquina de fusión a tope se indican en la Tabla 2.

**TABLA 2 Parámetros de Configuración de la Máquina de Fusión a Tope**

Parámetro de configuración		Condición requerida
Máquina de fusión a tope manual	Máquina de fusión a tope hidráulica	
Fijar la temperatura de la herramienta calentadora y el calor en la temperatura especificada.		La temperatura superficial de las caras de la herramienta calentadora debe estar entre 400 y 450 °F (204 a 232 °C). (Vea X1.1) Debe utilizarse un pirómetro u otro dispositivo de medición de la temperatura superficial periódicamente para garantizar la temperatura superficial adecuada de las caras de la herramienta calentadora.
Instalar los insertos	Instalar los insertos	Instalar los insertos para el OD de la tubería o del accesorio que se fusionará.
Suministro de energía eléctrica.	Suministro de energía eléctrica	Verifique que el generador en campo tenga el suministro de energía adecuado y el combustible suficiente para finalizar la unión por fusión.
Presión manual	Fije la presión de refrentado	Según sea necesario Cumpla las instrucciones del fabricante de la máquina de fusión a tope para fijar la presión de refrentado.
Presión manual	Fije la presión de calentamiento	Cumpla con las instrucciones del fabricante de la tubería y de la máquina de fusión a tope para fijar las presiones de calentamiento.
Presión manual.	Fije la presión de fusión	Determine la presión de fusión para el OD de la tubería y la relación de tamaño (DR) utilizando una presión de interfacial de 60 a 90 psi (414 a 621 kPa). Siga las instrucciones del fabricante de la tubería y la máquina de fusión para determinar la presión de fusión teórica.
	Determine la presión de arrastre	La presión de arrastre es la presión requerida para que el carro de mordazas se mueva. Sume esta presión a la presión de fusión teórica para obtener la presión manométrica real que se debe fijar en la máquina.

8.2.2 Se utiliza una presión interfacial (IFP) de 60 a 90 psi (0.41 a 0.62 MPa) para determinar la fuerza requerida para fundir a tope los componentes de la tubería. Para máquinas de fusión manuales, debe aplicarse suficiente fuerza para arrastrar el cordón de regreso hasta la superficie de la tubería. Puede utilizarse una llave de torque para aplicar la fuerza adecuada. En muchos servicios públicos de gas se ha utilizado exitosamente la fusión manual sin llave de torque. Para las máquinas de fusión operadas hidráulicamente, la presión interfacial se multiplica por el área de tubería ( $A_p$ ) para obtener la fuerza de fusión requerida en libras. La fuerza de fusión requerida se divide por el área total efectiva del pistón (TEPA) del charrión de la máquina de fusión para obtener la presión de fusión teórica (TFP) (ver Eq 2). La presión de arrastre ( $P_D$ ) se añade a la TFP para obtener la presión manométrica de la máquina de fusión ( $P_G$ ) en psig requerida por la máquina (ver Eq 1). (TFP e IFP no son el mismo valor). La  $P_D$  se obtiene acercando los extremos enfrentados de las tuberías a menos de 2 pulg. (50 mm) uno de otro y



aumentando la presión sobre el charrión hasta que comienza a moverse. Libere la presión hasta que el charrión casi no se mueva y registre la presión de arrastre en psig. Las ecuaciones utilizadas para calcular la presión manométrica de la máquina de fusión se indican a continuación. Estas ecuaciones solo se aplican cuando se utiliza una máquina de fusión hidráulica.

$$P_G = TFP + P_D \quad (1)$$

$$TFP = (A_p \times IFP) / TEPA \quad (2)$$

$$A_p = (OD - t) \times t \times 3.1416 \quad (3)$$

donde:

$P_G$  = Presión manométrica de la máquina de fusión, psig

$TFP$  = Presión de fusión teórica, psig

**$IFP$  = Presión interfacial, 60 – 90 psig**

$TEPA$  = Área total efectiva del pistón, pulgadas<sup>2</sup> – Suministrada por el fabricante de la máquina de fusión

$P_D$  = Presión de arrastre de la máquina de fusión, psig

$A_p$  = Área de tubería, pulgadas<sup>2</sup>

$OD$  = Diámetro exterior de la tubería, pulgadas

$t$  = Espesor de pared de la tubería, pulgadas

NOTA 6 - La presión interfacial se utiliza para determinar las configuraciones de la presión de unión por fusión a tope para las máquinas de fusión a tope hidráulicas cuando se unen diámetros de tubería específicos y de DR. La presión interfacial *no* es la presión manométrica. Se puede utilizar una regla de cálculo o una calculadora de presión manométrica obtenida del fabricante de la máquina como herramienta de cálculo.

### **8.3 Procedimiento:**

8.3.1 Limpie el interior y el exterior de los componentes (tubería o tubería y accesorio) a unir con un paño limpio y seco, libre de hilachas, de un material que no sea sintético, por ejemplo algodón. Retire todas las partículas extrañas de las superficies de los componentes de las tuberías en donde se sujetarán a la máquina de fusión a tope. Si no elimina la contaminación, consulte X1.7.1.

8.3.2 Si corresponde, coloque soportes de la tubería en ambos extremos de la máquina de fusión a tope y ajústelos para alinear la tubería con la línea central de la máquina de fusión. Instale las tuberías y accesorios que se unirán en las abrazaderas fijas y móviles de la máquina de fusión a tope. Deje que sobresalga suficiente tubería a través de las abrazaderas para permitir el refrentado y ajuste con la abrazadera de la tubería o el accesorio en la máquina.

8.3.2.1 Coloque con cuidado la tubería o los accesorios en la máquina de fusión a tope. Las tuberías deberán estar alineadas antes de cerrar las mordazas de alineación. No intente forzar la tubería para alinearla empujándola contra el lado de una abrazadera de la máquina de fusión a tope abierta. Las tuberías recién cortadas y los accesorios recién moldeados por lo general no tienen divergencia, y cuando se las enfrenta con tuberías cortadas hace un tiempo o accesorios fabricados, se puede lograr con mayor facilidad un buen ajuste de la alineación alta-baja si se elimina esa divergencia.

**8.3.3 Enfrente los extremos de los componentes de la tubería hasta que la refrentadora toque fondo en los topes** y se traben en las grampas para establecer superficies de acople limpias y paralelas entre los extremos de tubería/accesorio (vea Nota 5). Mueva el carro de mordazas para separar los extremos de la tubería de la refrentadora, retire la refrentadora y todas las virutas y residuos de la operación de refrentado limpiando con un paño limpio, seco, libre de hilachas y de un material que no sea sintético, por ejemplo algodón. Junte los extremos de la tubería y del accesorio a la presión de refrentado. **Debe inspeccionarse visualmente el apoyo a escuadra de esta operación, perpendicular a la línea central de la tubería sobre cada extremo de tubería y que no haya luz (espacio) detectable.**

8.3.4 Verifique la alineación alta-baja y la falta de redondez de los extremos de la tubería. Si es necesario algún ajuste, hágalo siempre ajustado hacia abajo la abrazadera del lado más alto. No afloje la abrazadera del lado bajo ya que pudiese provocar deslizamiento de la tubería durante la fusión. Vuelva a refrentar la tubería o el accesorio si se requiere un ajuste excesivo (rotación superior a los 180° de la perilla de la abrazadera) y retire las virutas generadas al volver a refrentar con un

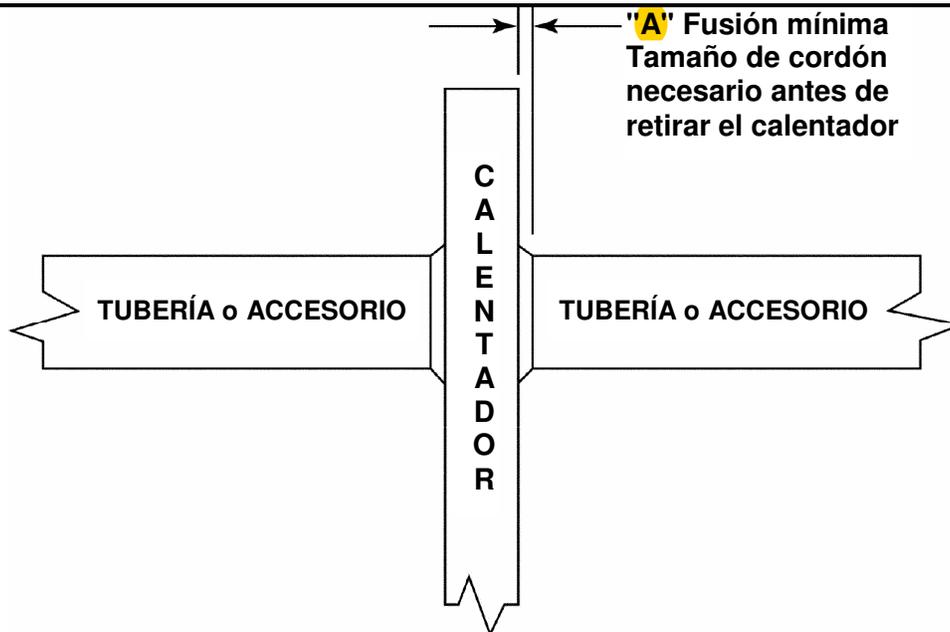
pañó limpio, seco, sin hilachas, de un material que no sea sintético, como por ejemplo algodón. **La máxima falta de alineación alta-baja del OD permitida en el procedimiento de fusión a tope debe ser inferior al 10 % del espesor de pared mínimo de la tubería.**

8.3.5 Verifique que las temperaturas de superficie del calentador estén dentro del rango de temperatura especificado de 400 a 450°F (204 a 232°C). (Vea el Apéndice X1.) **Debe utilizarse un pirómetro** u otro dispositivo medidor de temperatura superficial antes de realizar la primera unión del día y periódicamente a lo largo del día para garantizar la temperatura correcta de la cara de la herramienta calentadora. Todos los pirómetros son sensibles a las técnicas de uso. Siga con atención las instrucciones del fabricante para obtener los mejores resultados.

8.3.5.1 Limpie las superficies de contacto de la herramienta calentadora con un paño limpio, seco, sin hilachas, de un material que no sea sintético como el algodón. Coloque la herramienta calentadora en la máquina de fusión a tope entre los extremos del componente de la tubería y ponga en contacto completo los extremos de la tubería y el accesorio con la herramienta calentadora a presión de fusión. Asegure brevemente el contacto completo entre los extremos del componente de la tubería y la herramienta calentadora y luego reduzca la presión de la presión de arrastre sin romper el contacto entre los extremos del componente de la tubería y la herramienta calentadora. (En tuberías de mayor tamaño, (14 pulgadas y más) mantenga la presión de fusión hasta observar una leve fusión alrededor de la circunferencia de la tubería o accesorio antes de reducir la presión. Esto normalmente varía alrededor de 10s en tuberías de 14 pulgadas a más de 2 min en tuberías de 36 pulgadas o de mayor tamaño.)

8.3.5.2 Una vez que se observa una mínima indicación de fusión alrededor de la circunferencia de la tubería, comience la saturación de calor reduciendo la presión para mantener el contacto, sin fuerza, mientras se forma un cordón de polietileno fundido entre el calentador y los extremos de las tuberías o accesorios. Para tuberías de 14 pulgadas IPS o mayores, mantenga la saturación de calor durante al menos 4.5 minutos por cada pulgada (25.4 mm) de espesor de pared de la tubería. (ejemplo: el tiempo mínimo de saturación de calor para una tubería con una pared de .50 pulgadas (12.7 mm) sería 2min 15s). Continúe calentando los extremos de la tubería hasta que se haya formado el tamaño de cordón fundido contra la cara del calentador según se indica en la Tabla 3.

**TABLA 3 Tamaño Mínimo del Cordón de Fusión**



Tubería (OD) [Diámetro exterior, pulgadas (mm)]	"A" Tamaño mínimo de cordón, pulgadas (mm)
< 2.37 (60)	1/32 (1)
≥ 2.37 (60) ≤ 3.5 (89)	1/16 (1.5)
> 3.5 (89) ≤ 8.62 (219)	3/16 (5)
> 8.62 (219) ≤ 12.75 (324)	1/4 (6)
> 12.75 (324) ≤ 24 (610)	3/8 (10)
> 24 (610) ≤ 36 (900)	7/16 (11)
> 36 (900) ≤ 65 (1625)	9/16 (14)



8.3.6 Una vez logrado el tamaño de cordón apropiado, separe rápidamente los extremos de los componente de tubería de la herramienta calentadora, retire la herramienta calentadora e inspeccione con rapidez los extremos de la tubería.

8.3.6.1 Un fundido aceptable se ve plano y suave sin áreas sin derretir. Un aspecto inaceptable de la fusión es cualquier tipo de combinación de una superficie cóncava, áreas sin derretir, una superficie similar a papel de lija con marcas de burbujas o en la que el material derretido se pegue a las superficies de la herramienta calentadora (vea la Fig. X2.7). Un aspecto inaceptable de la fusión da como resultado uniones de baja resistencia. Detenga el procedimiento de unión, deje que los extremos de los componentes se enfríen por completo y vuelva a comenzar desde el punto 8.3.1. (Vea el Apéndice X2.)

8.3.6.2 El tiempo máximo permitido para abrir la máquina, retirar el calentador y juntar los extremos de las tuberías se muestra en la Tabla 4. Para tamaños de tubos que generalmente se fusionan a tope con máquinas de fusión mecánica (sin control hidráulico) ( $1/2$  CTS a  $1 1/2$  pulgadas de IPS), el tiempo máximo de abertura/cierre es de 4 s. Cuanto más rápido puede realizarse este proceso de manera segura, mejor será. Vea el punto A1.4.3.1 para obtener pautas sobre la fusión a tope en temperaturas frías. No golpee los extremos de las tuberías para juntarlos.

NOTA 7 - Una presión inaceptable durante el calentamiento causa una superficie de fusión cóncava.

**TABLA 4 Tiempos Máximos de Remoción de Placa Calentadora**

NOTA 1—Las uniones por fusión realizadas en un entorno de fabricación controlado tolerarán y podrán usar tiempos máximos de remoción del calentador más prolongados.

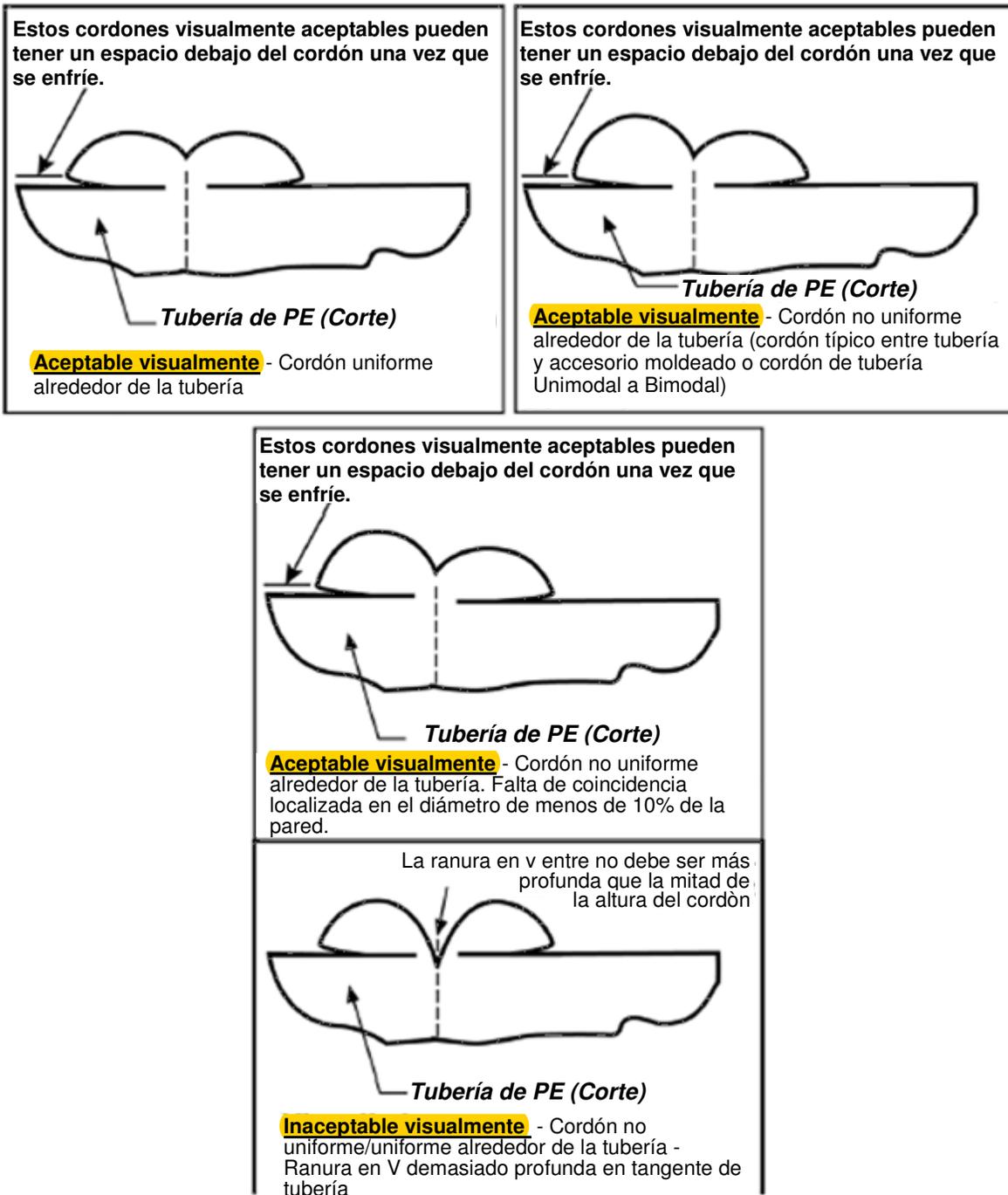
Aplicaciones en campo	
Espesor de pared de la tubería, pulg. (mm)	Máx. Segundos del tiempo de remoción de placa calentadora
0.17 a 0.36 (5 a 9)	8
>0.36 a 0.55 (9 a 14)	10
>0.55 a 1.18 (14 a 30)	15
>1.18 a 2.5 (30 a 64)	20
>2.5 a 4.5 (64 a 114)	25

8.3.6.3 La presión de fusión correcta forma ambos cordones de fusión de manera que estos toquen la superficie exterior de los componentes de tubería. No utilice fuerza excesiva ni insuficiente (inferior o superior al rango de presión interfacial de fusión). Si los componentes se unen con demasiada fuerza, el material derretido puede ser desplazado fuera de la unión y hacer que entre en contacto material frío, formando una unión "fría". Si se utiliza muy poca fuerza, pueden formarse vacíos y áreas débiles en la unión a medida que el material derretido se enfría y se contrae.

8.3.7 Sostenga inmóvil la unión derretida bajo presión de fusión hasta que esté lo suficientemente fría. Es importante dejar enfriar bajo presión antes de retirar de la máquina de fusión a tope para lograr una buena integridad de la unión. Mantenga la presión de fusión contra los extremos de los componentes de tubería durante al menos 11 minutos por pulgada (25.4 mm) de espesor de pared de la tubería. Para temperaturas ambiente de 100°F y superiores, puede ser necesario más tiempo de enfriamiento. Evite los grandes esfuerzos, como tirar, instalar o manipular con brusquedad, durante al menos 30 minutos o más luego de retirar de la máquina de fusión (las tuberías de 1 pulgada IPS o menores de IPS requieren tan solo 10 minutos de tiempo de enfriamiento adicional). No aplique presión interna hasta que la unión y el material que la rodea haya alcanzado la temperatura ambiente del aire. (Vea el Apéndice X1.)

NOTA 8 - No debe echarse agua ni aplicar paños húmedos a la unión para reducir el tiempo de enfriamiento. Se puede aplicar aire acondicionado solo como parte de un procedimiento de ciclo de enfriamiento controlado en el que los ensayos demuestren que se hacen uniones aceptables utilizando el procedimiento de ciclo de enfriamiento controlado.

8.3.7.1 Inspeccione visualmente y compare la unión con la pauta de aceptación de inspección visual del cordón de fusión a tope en la Figura 4. La ranura en "V" entre los cordones no debe ser más profunda que la mitad de la altura por encima de la superficie de la tubería. Cuando se lleve a cabo fusión a tope a accesorios moldeados, el cordón del lado del accesorio puede presentar irregularidades en su forma tal como hendiduras menores, desviaciones y corrimiento no uniforme del cordón causado durante el enfriamiento de la parte de moldeo y las líneas de costura. En estos casos, la evaluación visual se basa principalmente en el tamaño y la forma del cordón del lado de la tubería. (Consulte el Apéndice X2 para obtener más pautas.)



**FIG. 4 Pauta para el cordón de fusión a tope diámetro exterior**



## 9. Procedimiento 3- Fusión de Sileta

### 9.1 Equipo:

9.1.1 *Herramienta y Caras de Calentamiento*—Esta herramienta eléctrica tendrá la potencia y control suficientes como para mantener la temperatura superficial especificada de las caras de la herramienta. Las caras aserradas o suaves son pares coincidentes, por tamaño nominal de la tubería, de bloques cóncavos y convexos, que se ajustan con pernos o abrazaderas a una herramienta calentadora plana. Las caras de calentamiento están revestidas con un material antiadherente para evitar que se peguen a las superficies de la tubería o el accesorio.

9.1.2 *Herramienta de Fusión de Sileta*—Esta herramienta se ajusta con abrazaderas a la tubería madre, redondeando y sujetando esta tubería para lograr una buena alineación entre la tubería y el accesorio. Sujeta el accesorio, en alineación correcta con la tubería madre. También aplica e indica la fuerza adecuada durante el proceso de fusión. A las tuberías de 6 pulgadas (168 mm) y de menor tamaño se les coloca un soporte o refuerzo en el lado opuesto al lugar de instalación del accesorio para sujetar la tubería madre y ayudar a redondearla.

9.1.3 *Escudo de Calor Flexible Opcional*—Una almohadilla de metal o tela aislante flexible resistente al calor utilizada para ayudar a establecer un patrón de fusión en tuberías madre más grandes antes de aplicar calor al accesorio.

### 9.2 Terminología Utilizada en la Fusión de Sileta:

9.2.1 *Calentamiento Inicial (Formación Inicial del Cordón)*—Paso de calentamiento utilizado para conformar el cordón de fusión inicial en la tubería madre.

9.2.2 *Fuerza de Calentamiento Inicial (Fuerza de Formación Inicial del Cordón)*—Fuerza (libras) aplicada para establecer un patrón de fusión inicial en la tubería principal. La fuerza de calentamiento inicial se determina multiplicando la superficie de base del accesorio (pulgadas<sup>2</sup>) por la presión interfacial inicial 60 (libras/pulgadas<sup>2</sup>).

9.2.3 *Fuerza de Saturación de Calor*—Fuerza (libras) aplicada luego de establecido el patrón de fusión inicial en la tubería principal. La fuerza de saturación de calor es la fuerza mínima (esencialmente cero libras) que garantiza que el accesorio, calentador y tubería principal permanecen en contacto entre sí.

9.2.4 *Fuerza de Fusión*—Fuerza (libras) aplicada para establecer la unión por fusión entre el accesorio y la tubería. La fuerza de fusión se determina multiplicando la superficie de base sobresaliente del accesorio (pulgadas<sup>2</sup>) por la presión interfacial de fusión 30 (libras/pulgadas<sup>2</sup>).

9.2.5 *Tiempo Total de Calentamiento*—Tiempo que comienza cuando se coloca el calentador en la tubería madre y se aplica la fuerza térmica inicial y que finaliza cuando se retira el calentador.

9.2.6 *Tiempo de Enfriamiento*—Tiempo requerido para enfriar la unión hasta aproximadamente 120°F (49°C). La fuerza de fusión debe mantenerse durante 5 minutos en IPS de 1 1/4 de pulgada (42 mm) o 10 minutos en todos los demás tamaños de tubería madre, luego de lo cual puede retirarse el equipo de fusión de sileta. Debe permitirse que la unión se enfríe sin perturbaciones durante otros 30 minutos antes de perforar la tubería principal o unir la a la montura de derivación.

9.2.7 *Superficie Interfacial para Accesorios de Base Rectangular*—Ancho mayor por longitud mayor de la base de la sileta, sin tener en cuenta la curvatura de la base o los lados, menos el área del orificio en el centro de la base.

9.2.8 *Superficie Interfacial para Accesorios de Base Redonda*—Radio de la base de la sileta al cuadrado por  $\pi$  (3.1416) sin tener en cuenta la curvatura de la base o los lados, menos el área del orificio en el centro de la base.

9.2.9 *Rótulo de accesorio*—En la esquina inferior derecha de algunos accesorios de fusión de sileta de ciertos fabricantes se indican la fuerza térmica inicial, la fuerza de saturación de calor y la fuerza de fusión en un rótulo de accesorio. Esto eliminará la necesidad de calcular las fuerzas de fusión en el campo (por ejemplo, 180/0/90). Si el rótulo no está presente, deberán calcularse las fuerzas de calor y fusión.

### 9.3 Configuración:

9.3.1 Seleccione e instale las caras adecuadas de la herramienta calentadora según el tamaño de la tubería madre y el tamaño de la base del accesorio. Consulte las recomendaciones del fabricante de la tubería, del accesorio y del equipo.

9.3.2 Conecte la herramienta calentadora y lleve las superficies de las caras de la herramienta calentadora de 490 a 510°F (254 a 266°C) (vea la Tabla 5). Para determinar y controlar periódicamente la temperatura superficial de la herramienta calentadora se utiliza un pirómetro u otro dispositivo de medición de temperatura. Los termómetros de la herramienta calentadora miden la temperatura interna de la herramienta calentadora, que por lo general es superior a la temperatura superficial de las caras de la herramienta calentadora.

9.3.3 Instale las abrazaderas correspondientes en la Herramienta de Fusión de Sileta para el tamaño de tubería madre a fusionar. Instale la abrazadera de accesorio adecuada para el accesorio a unir. Consulte las recomendaciones del fabricante de la tubería, del accesorio y del equipo.

### 9.4 Procedimiento:

#### 9.4.1 Preparación:

9.4.1.1 Limpie el interior y el exterior de los componentes (tubería o tubería y accesorio) a unir con un paño limpio, seco, libre de hilachas, de un material que no sea sintético como por ejemplo algodón. Retire todas las partículas extrañas de las



superficies de los componentes de las tuberías en donde se sujetarán a la máquina de fusión a tope. Si no elimina la contaminación, consulte X1.7.1. Instale la Herramienta de fusión de silleta en la tubería madre según las instrucciones del fabricante. La herramienta debe centrarse en un lugar limpio y seco, en el que se fundirá el accesorio. Asegure la herramienta a la tubería madre. Se recomienda utilizar un soporte debajo de la tubería para tuberías de 6 pulgadas de IPS (168 mm) y de menor tamaño.

9.4.1.2 Raspe o rasque la superficie de la tubería principal, en donde se unirá el accesorio, aproximadamente 0.007 pulgadas (.178mm) para retirar el óxido o contaminación que pudiera haber. Esto puede hacerse antes o después de instalar la herramienta a la tubería madre. La superficie raspada debe ser de mayor tamaño que la superficie cubierta por la base del accesorio. Es importante que la superficie de la tubería esté libre de todo tipo de contaminantes que pudieran esparcirse antes de que comience el proceso de raspado. Pueden hacerse marcas en la superficie exterior de la tubería para colaborar con la indicación visual de la cobertura del raspado, sin embargo las marcas deben hacerse con un marcador de secado rápido que no tenga base de petróleo. Luego de rasquetear/raspar, limpie los extremos de la tubería o accesorio con un paño limpio y seco libre de hilachas, de un material que no sea sintético, como por ejemplo algodón. Deben eliminarse todas las marcas de la superficie de la tubería antes de comenzar el ciclo de calentado.

9.4.1.3 Raspe la superficie de fusión del accesorio con un hoja para esmerilar de 50 a 60; retire todo el polvo y los residuos con un paño limpio y seco libre de hilachas, de un material que no sea sintético, como por ejemplo algodón. Inserte el accesorio en la herramienta de fusión de silleta de manera floja. Utilizando la herramienta de fusión de silleta, mueva la base del accesorio contra la tubería madre y aplique alrededor de 100 lbf para asentar el accesorio. Asegure el accesorio en la Herramienta de fusión de silleta.

9.4.2 *Procedimiento de Calentamiento para Accesorios Pequeños (<2 pulgadas IPS)* (vea la Tabla 5):

9.4.2.1 Limpie las caras de la herramienta calentadora con un paño limpio, seco y libre de hilachas, de un material que no sea sintético, como por ejemplo algodón. Coloque la herramienta calentadora en la tubería madre centrada debajo de la base del accesorio. Mueva de inmediato el accesorio contra las caras del calentador, aplique la Fuerza de calentamiento inicial (ver rótulo de accesorio) y dé inicio al tiempo de calentamiento. Aplique la fuerza de calentamiento inicial hasta que se observe la primera indicación de derretimiento en la corona de la tubería madre (calor inicial es el término utilizado para describir el paso de calentamiento inicial (formación inicial del cordón) para conformar el cordón de fusión en la tubería madre y por lo general dura de 3 a 5 segundos) y luego reduzca la fuerza hasta la Fuerza de saturación de calor (Bead-up force) (ver rótulo de accesorio). Mantenga la fuerza de saturación de calor hasta finalizar el tiempo de calentamiento total. El tiempo de calentamiento total finaliza:

(1) Cuando termina el tiempo de calentamiento total de una tubería madre presurizada de 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> pulgadas IPS (42 mm) a 2 pulgadas IPS (63 mm) o

(2) Cuando se ve un cordón de fusión de alrededor de 1<sup>1</sup>/<sub>16</sub> pulg. (2 mm) todo alrededor de la base del accesorio en tuberías madre no presurizada de 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> pulgadas IPS (42 mm) a 2 pulgadas IPS (63 mm) y presurizadas o no presurizadas de mayor tamaño (vea la Tabla 5).

9.4.2.2 Al finalizar el tiempo de calentamiento total, retire el accesorio del calentador y el calentador de la tubería madre con una acción rápida. Verifique rápidamente si hay un patrón de fusión completo y uniforme en la tubería madre y en las superficies calentadas del accesorio (que no haya superficies sin calentar).

**TABLA 5 Parámetros Genéricos de Fusión de Silleta**

Temperatura de superficie del adaptador del calentador	500 ± 10 °F (260 ± 6 °C)
Presión interfacial inicial	60 ± 6 psi (4.14 ± 0.41 bar)
Presión interfacial de saturación de calor	0 psi
Presión interfacial de fusión	30 ± 3 psi (2.07 ± 0.20 bar)
Tiempo de calentamiento total en tubería madre —1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> in. IPS Tubería Presurizada	15 s máx.
Tiempo de calentamiento total en tubería madre—2 in. IPS Tubería Presurizada	25 a 35 s máx.
Tiempo de calentamiento total de tuberías madre sin presión de 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> pulgadas de IPS, 2 pulgadas de IPS y en tuberías madre con presión o sin presión de 3 pulgadas de IPS o de mayor tamaño.	Busque un cordón de 1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> pulg. (1.6 mm) alrededor de la base del accesorio.



9.4.3 *Procedimiento de calentamiento para accesorios de gran tamaño (> 3 pulgadas de IPS) y tuberías madre grandes (>IPS 6 pulgadas)* (vea la Tabla 5):

9.4.3.1 Coloque la herramienta calentadora en la tubería madre centrada por debajo de la base del accesorio, y luego coloque el escudo de calor flexible entre la herramienta calentadora y la base del accesorio. (Para este paso por lo general se requiere un ayudante que maneje el escudo de calor flexible).

9.4.3.2 Mueva el accesorio contra el escudo de calor flexible, aplique la fuerza térmica inicial y observe la conformación del cordón de fusión en la tubería madre alrededor de las caras de la herramienta calentadora. Al verse el cordón de fusión en la tubería madre alrededor de las caras de la herramienta calentadora, libere la fuerza térmica inicial con un movimiento rápido y continuo, suba levemente el accesorio, retire el escudo de calor flexible, mueva el accesorio contra la cara de la herramienta calentadora, aplique la fuerza térmica inicial e inicie el tiempo de calentamiento. Cuando se ve por primera vez el cordón de fusión alrededor de la base del accesorio (por lo general a los 3 a 5 segundos), reduzca de inmediato la fuerza aplicada a la fuerza de saturación de calor (por lo general cero). Mantenga la fuerza de saturación de calor hasta finalizar el tiempo de saturación de calentamiento total indicado en la Tabla 5.

NOTA 9 - Durante el calentamiento, mantenga la herramienta calentadora en posición sujetando levemente la manija de la herramienta calentadora. Si no se sujeta, la herramienta calentadora puede deslizarse y salirse de posición o desplazar la tubería madre o la fusión del accesorio y hacer que la unión sea de mala calidad.

9.4.3.3 Al finalizar el tiempo de calentamiento total, retire el accesorio del calentador y el calentador de la tubería madre con una acción rápida. Verifique rápidamente si hay un patrón de fusión completo y uniforme en la tubería madre y en las superficies calentadas del accesorio (que no haya superficies sin calentar). Puede requerirse un espejo para verificar el fondo del accesorio.

9.4.4 *Fusión y enfriamiento* (vea la Tabla 5):

9.4.4.1 Ya sea que los patrones de fusión sean satisfactorios o no, presione el accesorio en la tubería madre muy rápidamente (dentro de los 3 segundos) luego de retirar el calentador y aplique la fuerza de fusión (ver rótulo en accesorio). Mantenga la fuerza de fusión sobre el montaje durante 5 minutos en 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> pulgadas de IPS (42 mm) y durante 10 minutos en tamaños mayores, luego puede retirarse el equipo de fusión de silleta. (Puede ser necesario ajustar la fuerza de fusión durante el tiempo de enfriamiento, pero nunca reduzca la fuerza de fusión durante el enfriamiento.)

9.4.4.2 Deje enfriar la fusión durante 30 minutos más antes de manipular bruscamente, unir derivaciones o enroscar la tubería madre. (Si los patrones de fusión no fueron satisfactorios o si el cordón de fusión es inaceptable, corte el accesorio de silleta por encima de la base para evitar su uso, reubique una nueva sección de tubería madre y realice una nueva fusión de silleta utilizando un nuevo accesorio.)

NOTA 10 - Estos procedimientos se basan en ensayos realizados en condiciones de temperatura ambiente controladas. Las condiciones ambientales en el lugar del trabajo afectan los tiempos de calentamiento y enfriamiento. Sin perjuicio de las condiciones del lugar de trabajo o la temperatura ambiental, se exige la temperatura prescrita en la herramienta calentadora. No aumentar ni disminuir la temperatura de la herramienta calentadora. Cuando se funden accesorios de silleta en tuberías sometidas a presión, es importante obtener con rapidez la fusión de la superficie sin demasiada penetración de calor y sin exceder las pautas de tiempo indicadas en la Tabla 5. De otro modo, demasiada penetración de calor podría ocasionar la rotura de la tubería por presión interna.

9.5 *Inspección visual*

9.5.1 Realice la inspección visual y compare la unión con las pautas de inspección visual. Habrá tres cordones, un cordón fundido alrededor de la base del accesorio, un cordón en la tubería madre del borde con la marca de la herramienta calentadora y un cordón fundido en la tubería madre. Los cordones de fusión del accesorio y la tubería deben ser redondeados y de aproximadamente 1/8 de pulgada (3 mm) de ancho todo alrededor de la base del accesorio. El cordón del borde de la herramienta calentadora debe ser visible alrededor de la base del accesorio, pero puede estar aparte del cordón de fusión de la tubería madre.

9.5.2 La unión por fusión de silleta es inaceptable para el uso si el aspecto visual del cordón es inaceptable o si las superficies derretidas fueron inaceptables. Para evitar su uso, corte el accesorio por la base o justo encima de ella. (Vea el Apéndice X2.)

NOTA 11 - Mire la esquina inferior derecha del rótulo del accesorio para consultar las fuerzas requeridas para ese accesorio en libras (Fuerza térmica inicial/Fuerza de saturación de calor/Fuerza de fusión) (por ejemplo, 180/0/90).

## 10. Palabras clave

10.1 fusión a tope; accesorio; termofusión; unión; tubería; polietileno; poliolefina; fusión de silleta; fusión de encaje



## ANEXO

## (Información obligatoria)

**A1.PROCEDIMIENTOS PARA CLIMA FRÍO***A1.1 Manejo en Clima Frío:*

A1.1.1 Deberá inspeccionarse la tubería para detectar daños. Las tuberías de polietileno poliolefina tienen una menor resistencia al impacto en condiciones por debajo del punto de congelamiento. Evite dejar caer las tuberías a condiciones por debajo del punto de congelamiento. Cuando manipule tuberías en rollo a temperaturas por debajo de los 40°F (4.44°C), resulta útil desenrollar la tubería antes de instalarla y dejar que se estire. Desenrolle gradualmente la tubería y cúbrala con tierra a intervalos para evitar que vuelva a enrollarse. Siempre tenga cuidado al cortar las correas de los rollos de tubería ya que el extremo exterior de un rollo puede soltarse cuando se retira la correa.

*A1.2 Preparación de la Unión por Fusión de Encaje, Silleta y Tope:*

A1.2.1 *Viento y Precipitaciones*—La herramienta calentadora será cubierta con una bolsa aislante para evitar la excesiva pérdida de calor. Resguarde el área de fusión de la tubería y las herramientas de fusión del viento, la nieve, el polvo en suspensión y la lluvia con una carpa o dispositivo similar.

A1.2.2 *Preparación de la Superficie de la Tubería y del Accesorio*—Las superficies de la tubería y el accesorio a "unir" o sujetar en las abrazaderas deben estar secas y libres de hielo, escarcha, nieve, suciedad y otros contaminantes. Deberá ponerse énfasis en los procedimientos regulares de preparación de las superficies a unir, tal como refrentado para la fusión a tope y lijado para la fusión de silleta. Luego de la preparación, las superficies se protegerán de la contaminación hasta que se unan. La contaminación del área a fundir probablemente haga que la fusión sea incompleta. La escarcha y el hielo sobre las superficies de la tubería que debe sujetarse con abrazaderas ya sea en un aro frío o un carro de alineación pueden hacer que haya deslizamiento durante la fusión. Inspeccione la tubería enrollada para verificar si se aplastó durante el almacenamiento, lo que podría causar un patrón de fusión incompleto o una fusión débil. Puede ser necesario retirar varias pulgadas de los extremos de la tubería para eliminar esta distorsión. La tubería puede tener una leve divergencia o un diámetro reducido durante varias pulgadas en sus extremos. Quizás sea necesario eliminar esta divergencia antes de realizar la fusión a tope con un extremo de tubería recién cortada, o con un accesorio.

A1.2.3 *Calentamiento*—Trabaje con rapidez una vez que se separan la tubería y el accesorio de la herramienta calentadora, de modo que se minimice la pérdida de calor de fusión, pero de todos modos tómese el tiempo (no más de 3 segundos) para inspeccionar ambos patrones de fusión. Mantenga el calentador seco en todo momento. Verifique la temperatura de la herramienta calentadora con regularidad con un pirómetro u otro dispositivo para medir temperaturas superficiales. Mantenga la herramienta calentadora en una bolsa aislante entre fusiones. No aumente la temperatura de la herramienta calentadora por encima de la configuración de temperatura especificada. Las herramientas calentadoras a gas se utilizan solo en condiciones por encima de la temperatura de congelamiento.

*A1.3 Fusión de Encaje:*

A1.3.1 *Diámetro Externo de la Tubería*—El diámetro externo de la tubería se contrae cuando se enfría. Esto hace que los anillos fríos estén flojos o se deslicen. Para obtener mejores resultados, ajuste con abrazadera un anillo frío en su posición normal adyacente al medidor de profundidad. Coloque material de relleno (por ejemplo papel o trapo, etc.) alrededor del diámetro interno de un segundo anillo de redondeo y ajuste con abrazadera este anillo frío directamente detrás del primero para evitar que se deslice. El primer anillo frío permite a la tubería adyacente a la tubería calentada expandirse hasta su diámetro normal durante el ciclo de calentamiento.

A1.3.2 *Condición del Accesorio*—Si es posible, almacene los accesorios de enchufe a temperatura cálida, tal como en la cabina de un camión, antes de usar. Esto hará que sea más fácil colocar el accesorio en la herramienta calentadora porque los accesorios se contraen cuando se enfrían.

A1.3.3 *Calentamiento*—A temperaturas más frías la tubería y el accesorio se contraen, de este modo, la tubería se desliza con más facilidad en la herramienta calentadora. En temperaturas exteriores muy frías (en especial con tuberías de 2, 3 y 4 pulgadas de IPS), la tubería puede contactar apenas la superficie de calentamiento. Se utilizan tiempos de calentamiento más prolongados de modo que la tubería primero se expanda (por el calor de la herramienta) hasta hacer contacto adecuado con la herramienta calentadora, entonces luego se genera la fusión completa. El tiempo necesario para obtener un patrón de fusión completo dependerá no solo de la temperatura en la intemperie (tubería) sino también de las condiciones de viento y así como del operador. Evite los ciclos que superen lo requerido para lograr un buen patrón de fusión. Para determinar la duración adecuada de una condición en particular, ejecute un patrón de fusión en una pieza de tubería de descarte, utilizando el tiempo de calentamiento indicado por el fabricante de tuberías. Si el patrón está incompleto (asegúrese de que se estén utilizando los anillos de redondeo), pruebe con un ciclo 3 segundos más largo sobre el extremo de una tubería nueva (fría). Si el patrón de



fusión sigue resultando incompleto alrededor del extremo de la tubería, agregue otros 3 segundos y repita el procedimiento. Resulta clave que el patrón de fusión esté completo. Mantenga el calentador seco en todo momento. Verifique la temperatura de la herramienta calentadora con regularidad y mantenga la herramienta calentadora en un contenedor aislado entre fusiones.

#### A1.4 *Fusión a Tope:*

##### A1.4.1 *Unión:*

A1.4.1.1 El operador a cargo de la fusión tendrá en cuenta las condiciones climáticas durante la fusión a tope de tuberías y accesorios de polietileno y estará en condiciones y será capaz de hacer los ajustes necesarios al procedimiento de fusión si las condiciones climáticas cambian significativamente.

A1.4.1.2 Un procedimiento de fusión calificado brindará medidas adecuadas para el ajuste de los parámetros de fusión, en particular del tiempo de calentamiento, cuando cambie la temperatura ambiente o en condiciones de viento. Cuando la temperatura ambiente sea más fría, será necesario un tiempo de calentamiento más prolongado para formar la indicación de fusión y lograr el tamaño final del cordón. El espesor de la pared de la tubería y el diámetro de la tubería son los factores primarios a tener en cuenta cuando se determina el tiempo requerido del ciclo de calentamiento.

A1.4.1.3 Las modificaciones al procedimiento de fusión deben ser validadas mediante fusiones de prueba y su evaluación por comparación con pautas visuales y ensayos de doblado.

A1.4.1.4 El rango de temperatura de la plancha calentadora no deberá excederse para ajustarse a las condiciones climáticas frías.

A1.4.1.5 La presión de fusión debe mantenerse hasta observar una leve fusión alrededor de la circunferencia de la tubería o accesorio antes de liberar la presión para la saturación de calor.

NOTA A1.1 - Verificar el deslizamiento de la tubería en la máquina de fusión en aplicaciones en tiempo frío. La tubería es más rígida en temperaturas frías y el OD de la tubería se encogerá levemente, aumentando el potencial de que se deslice de las mordazas.

A1.4.1.6 No aplique presión adicional durante la saturación de calor para ajustarse a las condiciones climáticas frías.

A1.4.1.7 Cumpla el tiempo de saturación de calor mínimo para el espesor de la pared de la tubería según el punto 8.3.5.2. Los cordones de fusión formados contra la superficie del calentador durante la saturación de calor se ajustarán a lo indicado en la Tabla 3. Resulta crítico lograr los tamaños de cordón de fusión especificados en la Tabla 3.

A1.4.1.8 Cuando se han logrado el tiempo de saturación de calor y el tamaño de cordón de fusión especificados, se separarán la tubería y el calentador con un movimiento rápido instantáneo. Entonces, se unirán las superficies fusionadas lo más rápido posible, dentro de los tiempos máximos admitidos en la Tabla 4, con el fin de minimizar el enfriamiento de los extremos de las tuberías que fueran calentados. Enfríe la unión según lo indicado en 8.3.7.

A1.4.2 *Evaluación*—Las pautas para evaluar la inspección de las uniones por fusión que se realizan en condiciones climáticas frías son las mismas que para las uniones de fusión hechas en temperaturas ambientes más cálidas. Las cuestiones clave que afectan la calidad de las uniones por fusión en clima frío son el tiempo de calentamiento incorrecto y la aplicación de presión durante la saturación de calor y la contaminación con humedad que podrían generar una unión por fusión débil. Por lo tanto, la forma principal de minimizar esta posibilidad es cumplir estrictamente las pautas de fusión a tope y los controles del proceso de fusión a tope.

A1.4.2.1 La evaluación visual del cordón terminado es crítica, debido a que los signos de calentamiento, refrentado o fuerza de unión incorrectos pueden resultar evidentes en el cordón de fusión. La forma correcta del cordón terminado, el grado de continuidad del cordón en la superficie de la tubería y la profundidad de la ranura en V son indicadores claves (ver la Fig. 4 y el Apéndice X2).

##### A1.4.3 *Uniones en Clima Adverso:*

A1.4.3.1 *Temperaturas en Clima Frío por debajo de 32°F (0°C)*—La fusión a tope, montura o enchufe por lo general no se recomiendan por debajo de -4°F (-20°C) sin disposiciones especiales tal como un refugio o tráiler portátil u otras medidas de protección con calentamiento auxiliar. Cuando se realiza una unión por fusión a tope con una temperatura ambiente por debajo de 3°F (-16°C), los extremos de la tubería se pre-calentarán con una manta térmica o un dispositivo de aire caliente para elevar su temperatura con el fin de mejorar la condición de inicio del calentamiento. Con la tubería montada en la máquina de fusión, un método alternativo de calentamiento es detener los extremos de la tubería a .25-.50 pulgadas (6.4-12.7 mm) de separación de la cara de la plancha del calentador para permitir que los extremos de la tubería se calienten durante 30 segundos a 2 minutos, según el tamaño nominal de la tubería y el espesor de la pared. Está prohibido el uso de dispositivos de llama abierta de aplicación directa, tal como sopletes, para calentar tuberías de polietileno debido a la falta de un adecuado control del calentamiento y la posibilidad de dañar los extremos de las tuberías. Cuando se fundan tuberías en clima frío adverso o en condiciones de campo ventosas con polvo volando, es necesario colocar refugios portátiles o tráileres con calefacción y se los recomienda para proveer condiciones de trabajo más constantes y aceptables. Cuando se funde tubería enrollada a una temperatura ambiente por debajo de 32°F (0°C), puede ser necesario retirar una sección de tubería del extremo del rollo y fundir a tope sobre una sección recta para permitir la alineación correcta de la tubería. Las uniones finalizadas se dejarán enfriar a temperatura ambiente antes de aplicar cualquier tipo de esfuerzo.



A1.4.3.2 *Viento*—La exposición de la plancha del calentador de fusión y la tubería al viento pueden causar variaciones inaceptables de temperatura durante las fusiones a tope y posible contaminación de la unión. Cuando existan condiciones de viento extremas, será necesario proveer una protección adecuada a la tubería y la plancha del calentador de fusión para garantizar un entorno más constante. Pueden generarse condiciones de viento a través de la tubería y causar variaciones de temperatura inaceptables durante el proceso de calentamiento. Por lo tanto, quizás sea necesario colocar tapones o tapas en los extremos de las tuberías para evitar esto. Nota: si bien las condiciones de viento, durante la fusión a tope en clima frío, son la principal preocupación, estas condiciones de viento pueden afectar la calidad de la fusión a tope en todas las temperaturas ambiente enfriando las superficies de tubería calentada durante la saturación de calor. Esto aumenta el tiempo de saturación de calor para obtener el tamaño de cordón contra la superficie del calentador.

A1.5 *Fusión de Silleta:*

A1.5.1 *Preparaciones de la Superficie*—Deberán destacarse los procedimientos regulares para lijar las superficies a fundir sobre la tubería y el accesorio. Luego de preparadas las superficies, debe tenerse especial cuidado de protegerlas contra la contaminación.

A1.5.2 *Tiempo de Calentamiento*—Haga un patrón de fusión de prueba en una pieza de tubería de descarte. Se utiliza un trozo de madera limpio y seco para empujar la herramienta calentadora contra la tubería. Si el patrón de fusión no está completo, agregue 3 segundos al tiempo del ciclo y realice otro patrón de fusión de prueba en otra sección de tubería fría. Si el patrón aún está incompleto, siga agregando 3 segundos a un tramo nuevo de tubería fría hasta que se logre un patrón de fusión completo. Utilice este ciclo de calentamiento para fusiones durante las condiciones que prevalezcan. Sin perjuicio del clima o del tipo de herramientas utilizados, el punto importante que debe recordarse es que debe darse una fusión completa y uniforme en el accesorio y en la tubería para conformar una buena unión por fusión. Esto exige una preparación para que esté limpia, recta, redonda y bien sujeta.

## APÉNDICES

### (Información no obligatoria)

## X1. UNIÓN

X1.1 *Parámetros y Procedimientos*—Los parámetros y procedimientos en esta práctica están aprobados por la mayoría de los fabricantes de tuberías para la mayoría de los materiales de tuberías de polietileno de pared sólida en el mercado actual. Consulte al fabricante de las tuberías para asegurarse que aprueba este procedimiento para la tubería en la que va a realizarse la unión. Algunos municipios, servicios públicos y usuarios finales han elaborado, ensayado y aprobado otros parámetros y procedimientos específicos, tal como variaciones de la temperatura del calentador. No están incluidos en esta especificación.

X1.2 *Recomendaciones de Garantía de Calidad*—Se recomienda seguir estos pasos para ayudar a garantizar la calidad de las uniones por fusión.

X1.2.1 Asegúrese de que el equipo y las herramientas utilizados para hacer las uniones por fusión estén en buenas condiciones y se ajusten a las pautas de garantía de calidad del fabricante del equipo.

X1.2.2 Asegúrese de que el operador del equipo o herramienta a utilizar tenga la capacitación adecuada para la operación de ese equipo.

X1.2.3 Si es posible, utilice un dispositivo de registro de datos en los equipos de fusión hidráulicos para registrar los parámetros de fusión críticos de presión, temperatura y tiempo para cada unión.

X1.2.4 Inspeccionar visualmente cada unión y comparar los registros de datos con la norma aprobada antes de enterrar la tubería. (Vea las pautas visuales en el Apéndice X2.)

X1.3 *Calentar Polietileno (PE) en Entornos Peligrosos*—Las herramientas y equipos eléctricos para termofusión por lo general no son a prueba de explosión. Cuando se realiza una termofusión en un ambiente potencialmente combustible tal como en una excavación en donde hay gas, todas las herramientas y equipos eléctricos que se utilizarán en la atmósfera combustible se desconectarán de la fuente de alimentación eléctrica y se operarán manualmente para evitar explosiones e incendios. En el caso de la herramienta calentadora, esto requiere llevar la herramienta calentadora hasta aproximadamente 25°F (14°C) por encima de la temperatura superficial máxima recomendada en una área segura, y luego desconectarla de la energía eléctrica inmediatamente antes de usar.

X1.4 *Fusión a Tope de Paredes con Distinto Espesor*—El procedimiento de fusión a tope incluido en esta práctica se basa en la unión de componentes de tuberías (tuberías y accesorios) hechos de compuestos de polietileno compatibles con el mismo diámetro externo y espesor de pared (DR) según las especificaciones de ASTM o cualquier otra especificación de la industria. En algunos casos, es posible la unión por fusión a tope de tuberías y accesorios que tienen el mismo diámetro exterior pero



diferente espesor de pared (diferente por un DR estándar o más). La calidad de las uniones por fusión a tope hechas entre tuberías con diferente espesor de pared depende en gran medida de las propiedades de desempeño del compuesto de polietileno utilizado en las tuberías y accesorios que se están uniendo. Consulte al fabricante de las tuberías y accesorios para obtener procedimientos de fusión a tope para los componentes con espesores de pared disímiles.

**X1.5 Fusión a Tope de Tubería Enrollada**—La tubería enrollada viene en tamaños de hasta 6 pulgadas de IPS. El enrollado puede hacer que algunos tamaños de tuberías tengan una forma que debe modificarse al preparar el proceso de fusión a tope. Existen varias maneras de tratar esta situación:

**X1.5.1** Estire y vuelva a redondear la tubería enrollada antes del proceso de fusión a tope. (La Especificación D2513 exige volver a redondear en campo la tubería en rollo antes de unir tuberías con un tamaño nominal superior a las 3 pulgadas de IPS.)

**X1.5.2** Si aún hay curvatura, instale los extremos de la tubería en la máquina en una configuración en "S" con las líneas impresas a aproximadamente 180° para ayudar a obtener la alineación correcta y así lograr una unión recta. Vea la Fig. X2.15.

**X1.5.3** Si aún hay curvatura, otra opción sería instalar una pieza recta de tubería entre dos tuberías enrolladas.

**X1.6 Fusión a tope de tubería con divergencia en el extremo de la tubería:**

**X1.6.1** La divergencia es una leve reducción del diámetro en el extremo de la extrusión de la tubería. Cuando se funden a tope dos segmentos de tubería extruidos, la divergencia normalmente es la misma y por lo tanto la alineación se logra fácilmente. Cuando uno de los extremos de la tubería se corta en el campo, la divergencia se retira temporalmente lo cual puede afectar la alineación alta-baja cuando se hace la fusión a tope con una tubería que no ha sido cortada en el campo. Estas dificultades de alineación alta-baja suelen solucionarse recortando hasta 2 pulgadas del extremo de la tubería que no ha sido cortado en el campo. Esta condición también puede presentarse cuando se une la tubería a un accesorio moldeado. En esta circunstancia también, un recorte de hasta 2 pulgadas en el extremo de la tubería en general corregirá las dificultades con la alineación alta-baja. En el caso de las tuberías recortadas, la divergencia volverá a ocurrir después de varias horas.

**X1.7 Contaminación de las tuberías antes de la fusión**—La introducción de contaminación en la tubería puede ocurrir de varias maneras y debe evitarse tomando las siguientes precauciones:

**X1.7.1** Antes de instalar la tubería en la máquina de fusión, limpiar el diámetro externo, el diámetro interno y los extremos con un paño seco, limpio, libre de hilachas, de un material que no sea sintético, como por ejemplo algodón. Si la contaminación no puede eliminarse de este modo, lave la tubería con agua y un paño o toalla de papel limpios para eliminar la contaminación, limpiar la tubería con agua y secar bien con un paño limpio, seco, libre de hilachas, con un paño de un material que no sea sintético, como por ejemplo algodón, o una toalla de papel. Si se transfiere contaminación, como el lubricante de las barras a los extremos de la tubería después de cortar, usar alcohol isopropílico al 90% o mayor concentración o acetona sobre un paño limpio o toallitas con alcohol isopropílico en los extremos de la tubería para limpiar la contaminación, luego enjuagar con agua y secar bien los extremos, el diámetro interno y el diámetro externo de la tubería. Es importante que los extremos de la tubería estén limpios antes de instalarlos en la máquina de fusión para evitar contaminar sus partes que tocan los extremos de la tubería tal como la refrentadora y el calentador. Si la refrentadora o el calentador se contaminan, la contaminación puede transferirse a los extremos de la tubería, con la posibilidad de alterar la calidad de la unión. No utilizar la refrentadora para eliminar la contaminación.

**X1.7.2** Después de enfrentar y alinear los extremos de las tuberías, juntar los extremos de las tuberías para evitar que vuelen suciedad y otros contaminantes hacia las superficies de fusión. Mantener los extremos de la tubería juntos hasta que esté en condiciones de instalar el calentador para el proceso de fusión a tope.

Nota X1.1 - Debe hacerse el esfuerzo de que la unión sea perpendicular al eje de la tubería. Las uniones ingleteadas a simple vista (en ángulo, desfasadas) deben cortarse y volverse a fundir (ver pautas de aspecto en Apéndice X2).

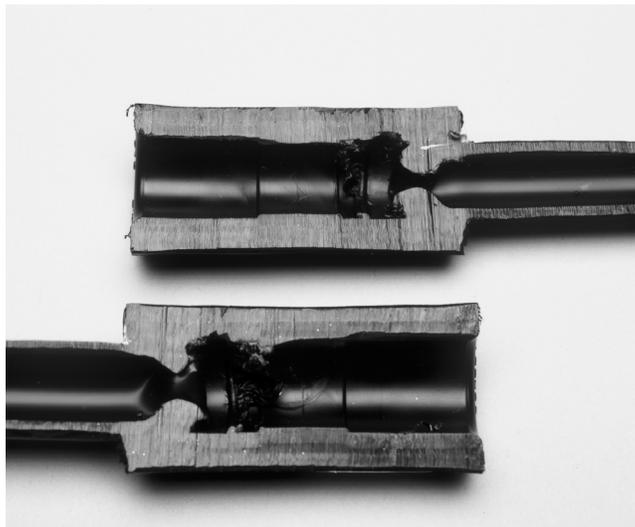
**X2. PAUTA DE ASPECTO VISUAL DE LA TERMOFUSIÓN**



**Aspecto visual aceptable**

Cordón de fusión aplanado por el anillo frío.  
Sin espacios ni vacíos.  
Buena alineación entre tubería y accesorio.

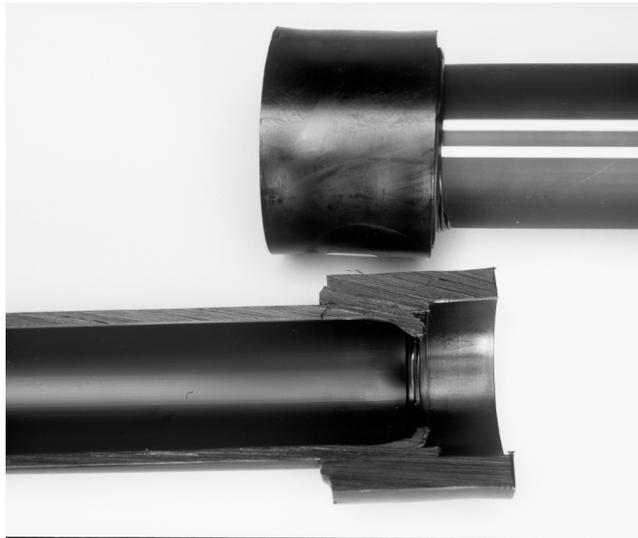
**FIG. X2.1 Fusión a enchufe**



**Aspecto visual inaceptable**

Calentamiento excesivo.

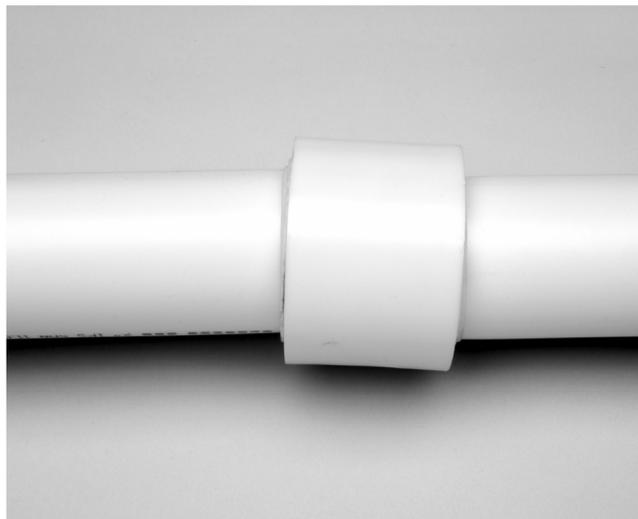
**FIG. X2.2 Fusión a enchufe**



**Aspecto visual inaceptable**

Cordón de fusión no aplanado contra el anillo frío.  
 Profundidad de inserción incorrecta; no hay anillo frío.  
 Calentamiento excesivo.

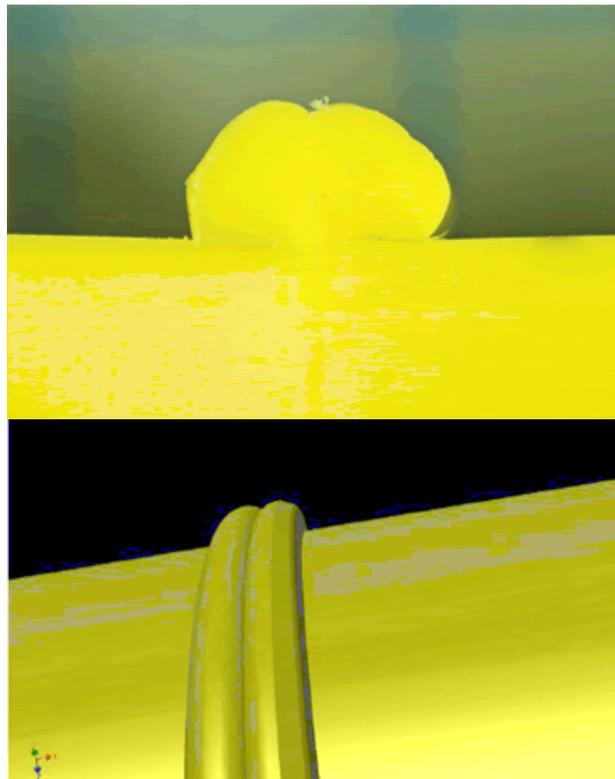
**FIG. X2.3 Fusión a enchufe**



**Aspecto visual inaceptable**

Desalineación.

**FIG. X2.4 Fusión a enchufe**



**Aspectos visuales aceptables**

Cordón de retroceso doble adecuado.  
Alineación correcta.

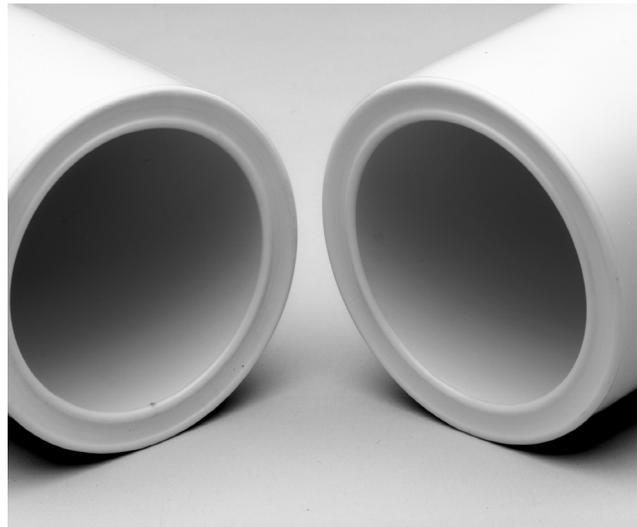
**FIG. X2.5 Fusión a tope**



**Aspecto visual inaceptable**

Refrentado incompleto.

**FIG. X2.6 Fusión a tope**



**Aspecto visual inaceptable**

Aspecto de fusión cóncava inaceptable luego del calentamiento.  
Posible exceso de presión durante el ciclo de calentamiento.

**FIG. X2.7 Fusión a tope**



**Aspecto visual inaceptable**

Alineación de tubería "alta-baja" inadecuada.  
Unión ingleteada visualmente.

**FIG. X2.8 Fusión a tope**



**Aspecto visual inaceptable**

Alineación inadecuada en máquina de fusión - unión ingleteada.

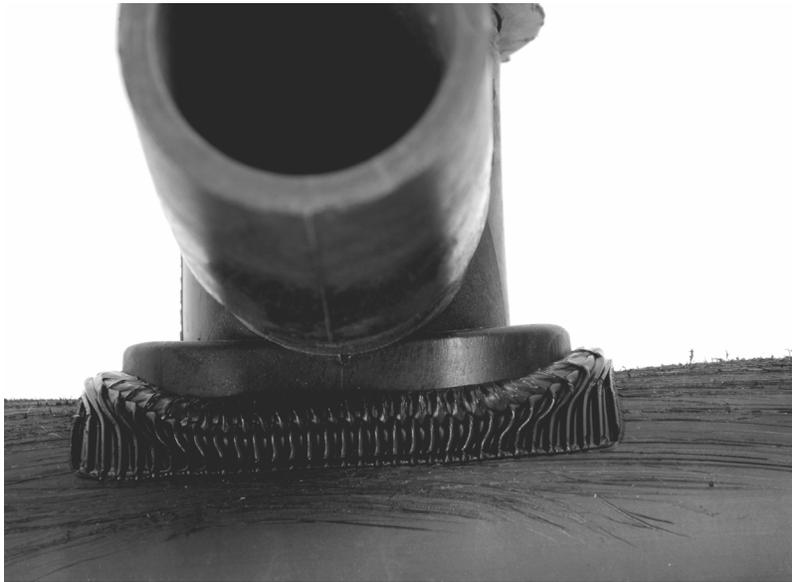
**FIG. X2.9 Fusión a tope**



**Aspecto visual inaceptable**

Contaminación en unión.

**FIG. X2.10 Fusión a tope**



**Aspecto visual aceptable**

Alineación, fuerza y fusión adecuadas.  
Preparación adecuada de la superficie.

**FIG. X2.11 Unión por fusión a montura**



**Aspecto visual inaceptable**

Alineación inadecuada.  
Corrimiento del accesorio del patrón de fusión.

**FIG. X2.12 Unión por fusión a montura**



**Aspecto visual inaceptable**

Fundido excesivo del accesorio y la tubería madre.  
Posible sobre presurización del accesorio sobre la tubería madre.

**FIG. X2.13 Unión por fusión a montura**



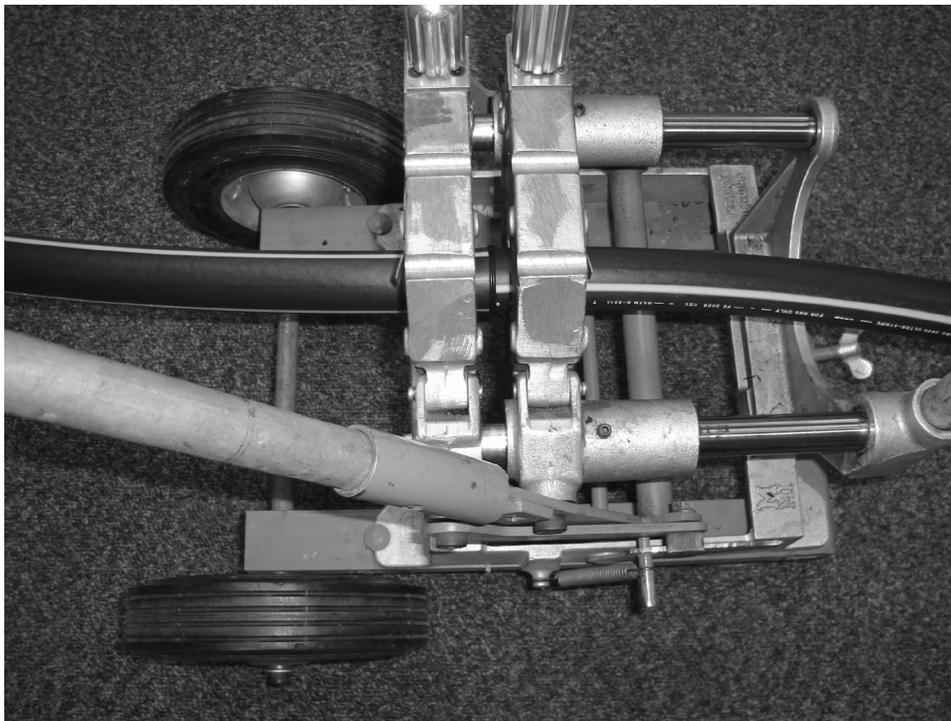
F2620-13



**Aspecto visual inaceptable**

Fundido escaso del accesorio y la tubería madre.  
Corrimiento del accesorio del patrón de fusión.  
Posible utilización de poca presión del accesorio sobre la tubería madre.

**FIG. X2.14 Unión por fusión a montura**



**FIG. X2.15 Instalación de tubería en rollo en máquina de fusión**



### X3. DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE FUSIÓN DE SILLETA SI NO HAY RÓTULO

X3.1 Cuando el accesorio para fusión de silleta no tiene un rótulo en el que se indiquen la fuerza de calentamiento inicial (IHF por sus siglas en inglés) y la fuerza de fusión (FF), utilice las siguientes fórmulas para determinar las fuerzas requeridas.

X3.2 *Determinación de la IHF y la FF:*

X3.2.1 La IHF se determina multiplicando el área de la base del accesorio de silleta por 60 psi, la presión interfacial inicial. Para accesorios de silleta de base rectangular, el área de fusión es la longitud de la base por el ancho menos la superficie del orificio de salida. Se ignoran la curvatura de la base y el radio de la esquina. Para accesorios de silleta de base redonda, el área de fusión es el área del diámetro exterior de la base menos la superficie del orificio de salida. Se omite la curvatura de la base.

$$IHF = L \times W - (0.785 \times d^2) \times 60 \quad (X3.1)$$

$$IHF = 0.785 \times (D^2 - d^2) \times 60 \quad (X3.2)$$

donde:

- IHF* = fuerza de calentamiento inicial (initial heat force), libras
- L* = longitud de la base rectangular, pulgadas,
- W* = ancho de la base rectangular, pulgadas,
- d* = diámetro interno del orificio de salida, pulgadas y
- D* = diámetro exterior de la base redonda, pulgadas

X3.2.2 *FF* es la mitad de *IHF*:

$$FF = \frac{IHF}{2} \quad (X3.3)$$

### X4. ENSAYO DE DOBLADO DE FUSIONES

X4.1 Es posible evaluar uniones de muestra con el fin de verificar la habilidad y conocimiento del operador que realizó la fusión. Cortar las uniones en tiras, (vea la Fig. X4.1) y examine visualmente y haga ensayos de la continuidad y resistencia de la unión. Para este propósito son útiles los ensayos de doblado, pelado y elongación. Estos ensayos por lo general se realizan en tamaños de tubería menores. Para las tiras de ensayo de fusión a tope, limite el espesor de pared de la tubería a 1 pulgada (25 mm) para evitar posibles lesiones durante la realización del ensayo. Inspeccione visualmente la unión cortada para detectar indicaciones de vacíos, espacios, desalineación de superficies que no han unido adecuadamente. Doble cada muestra por la unión de fusión con el lado interno de la tubería hacia afuera hasta que se toquen los extremos. El radio de doblado interno debe ser menor al espesor de pared mínimo de la tubería. Para realizar con éxito este doblado, puede ser necesario contar con una prensa de mesa. La muestra no debe tener fisuras ni separaciones en el lugar de la unión por fusión. Si se produce una falla en la soldadura en cualquiera de las muestras, entonces debe revisarse y corregirse el procedimiento de fusión. Luego de la corrección, debe hacerse otra muestra de la unión por fusión según el nuevo procedimiento y volver a ensayarse. El ensayo de doblado de tuberías con un espesor de pared superior a 1 pulgada (25 mm) puede resultar peligroso y debe hacerse con un equipo de doblado aprobado que sostenga y contenga la tubería durante el ensayo o con otro procedimiento aprobado.



F2620-13

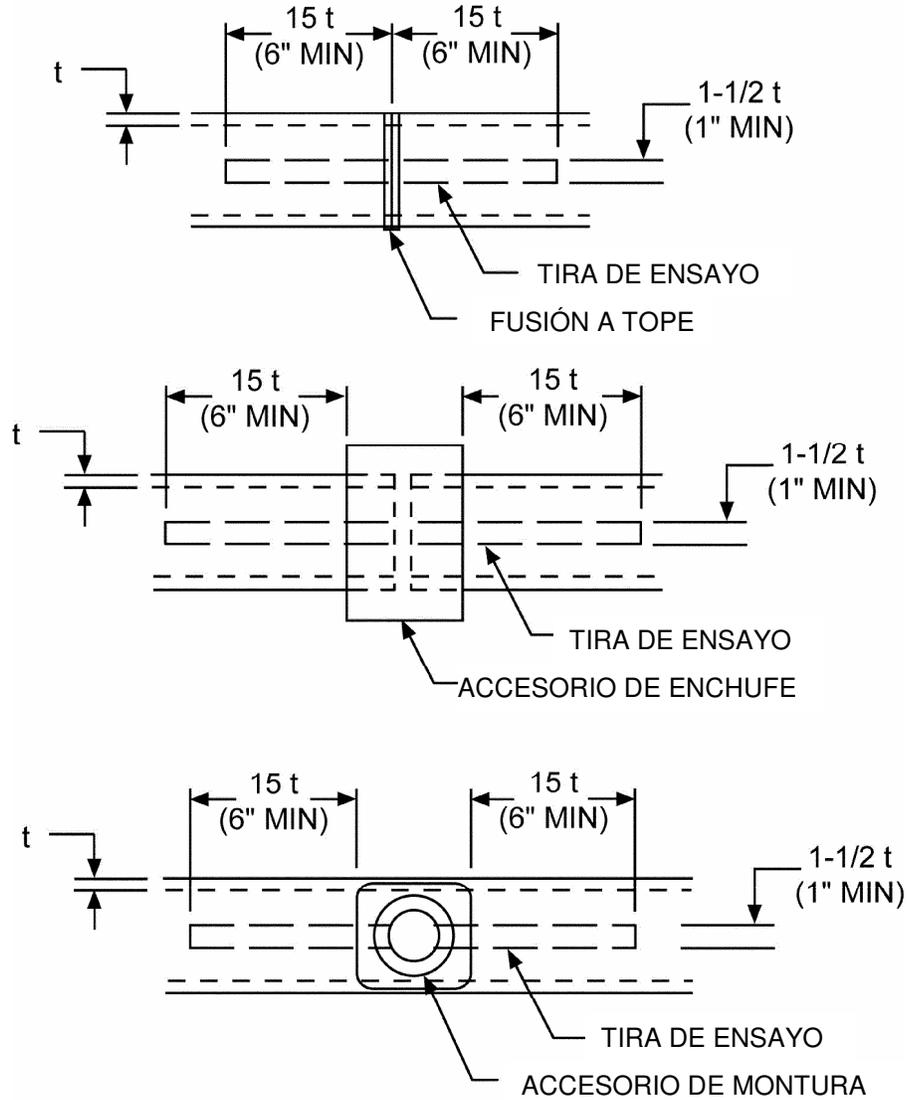


FIG. X4.1 Muestra para Ensayo de Doblado

### RESUMEN DE CAMBIOS

El Comité F17 ha identificado la ubicación de cambios elegidos a esta norma desde su última publicación (F2620-12) que pueden afectar el uso de esta norma. (Aprobado el 1 de noviembre de 2013.)

(1) 8.2.2 fue revisado.

El Comité F17 ha identificado la ubicación de cambios elegidos a esta norma desde su última publicación (F2620-1<sup>e1</sup>) que pueden afectar el uso de esta norma.

(1) Se revisaron las Secciones 6.2, 7.2.2, y 7.2.4.

(2) Se revisaron el punto 7.2.7 y la Nota 4.



- (3) Se revisaron el punto 8.3.4 y el 8.3.5.1.
- (4) Se revisaron el punto 8.3.1 y la Tabla 8.3.3.
- (5) Se revisó la Tabla 3.
- (6) Se revisó la Tabla 4.
- (7) Se revisó la Nota 8.
- (8) Se revisó la Fig. 4).
- (9) Se revisaron las Secciones 9.2.9, 9.4.1.1, 9.4.1.3, 9.4.2.1.
- (10) Se agregaron las secciones X1.6 y X1.7.
- (11) Se revisó la Fig. X2.5.

*ASTM International no adopta ninguna postura con respecto a la validez de cualquiera de los derechos de patente declarados con respecto a cualquier artículo mencionado en esta norma. Se advierte expresamente a los usuarios de esta norma que la determinación de la validez de dichos derechos de patente y del riesgo de incumplimiento de dichos derechos son responsabilidad suya.*

*Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por el comité técnico responsable y debe revisarse cada cinco años, y en caso de no haber revisión, volver a aprobarse o retirarse. Invitamos a los interesados a contribuir con sus comentarios para la revisión de esta norma o para otras normas y les solicitamos los envíen a las oficinas centrales de ASTM International. Estos comentarios serán puestos a consideración en la reunión del comité técnico responsable a la que están invitados a asistir. La persona que considere que sus comentarios no fueron tratados debidamente, puede notificarlo al Comité de normas de ASTM, a la dirección que aparece a continuación.*

*Los derechos de propiedad de esta norma pertenecen a ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, Estados Unidos. Puede obtener reimpresiones individuales (simples o múltiples) de esta norma poniéndose en contacto con ASTM en la dirección antes indicada o en el 610-832-9585 (teléfono), 610-832-9555 (fax), o [service@astm.org](mailto:service@astm.org) (correo electrónico); o a través del sitio web de ASTM ([www.astm.org](http://www.astm.org)). Los derechos de permiso para fotocopiar esta norma también pueden obtenerse del sitio web de ASTM ([www.astm.org/COPYRIGHT/](http://www.astm.org/COPYRIGHT/)).*