
NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 111.021
2006

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de la Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno

NATURAL GAS. Natural gas distribution by polyethylene pipeline

2006-03-30

1ª Edición

R.0025-2006/INDECOPI-CRT.Pública el 2006-04-14

Precio basado en 56 páginas

I.C.S.: 75.180.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Gas natural, distribución, tuberías de polietileno

Prohibida su reproducción total o parcial

INDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	5
4. DEFINICIONES	5
5. DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS EN POLIETILENO	9
6. UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS PARA SECCIONAMIENTO	11
7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PE	12
8. OBRA CIVIL PARA LA INSTALACIÓN BAJO TIERRA DE TUBERÍAS DE PE	14
9. OBRA MECÁNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS DE PE	25
10. CONTROL DE CALIDAD	32
11. PRUEBAS DE PRESIÓN	33
12. PREVENCIÓN DE DAÑOS	34
13. DETECCIÓN DE FUGAS	35
14. ANTECEDENTES	36
ANEXO A (NORMATIVO) ALMACENAMIENTO, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE	37
ANEXO B (NORMATIVO) INTEGRIDAD DE LAS UNIONES POR FUSIÓN	43

ANEXO C (Informativo) PROCEDIMIENTO DE PENSADO	53
ANEXO D (Informativo) PROCEDIMIENTO PARA PRUEBA DE HERMETICIDAD	54

Prohibida su reproducción total o parcial

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Gas Natural Seco, mediante el sistema 2 u Ordinario, durante el Noviembre del 2004 a junio del 2005, utilizando como antecedentes a los que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Gas Natural Seco, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –CRT-, con fecha 2005-11-18, el PNTTP 111.021:2005, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2006-01-24. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 111.021:2006 GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno**, 1ª Edición, el 14 de abril de 2006.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Instituto de Petróleo y Gas
Presidente	Wilfredo Salinas Ruiz-Conejo
Secretario	César Luján Ruiz

ENTIDAD

TUBOPLAST

QUIMICA SUIZA S.A.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS-DGH

REPRESENTANTE

Ana Maria Luyo

Milan Pejnovic
Juan Diaz

Luis Zavaleta
Omar Dueñas

OSINERG

Sergio Elera

INDECI

(Instituto de Defensa Civil)

Rafael Reyes

GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO

Gilles Vaes

UNIGAS-FIM

Santiago Paredes J.

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERIA

Marcel Sánchez

SACOR S.A.

Ricardo Santillán Ch.

CENERGIA

Eduardo Cisneros A.

PRONASA

Christian Montenegro

CONSULTOR

Wilman Grados B.

CONSULTOR

Victor Ortiz M.

CONSULTOR

Ricardo Linares G.

---0000000---

Prohibida su reproducción total o parcial

GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir el sistema de tuberías en polietileno (PE) enterrado, para el suministro de gas natural seco, referentes al diseño, construcción, pruebas de presión, puesta en servicio y exigencias para su mantenimiento.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas técnicas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos basándose en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Peruanas

- 2.1.1 NTP-ISO 4437:2004 Tuberías enterradas de polietileno (PE) para el suministro de combustibles gaseosos. Serie métrica. Especificaciones

2.2 Normas Técnicas Internacionales

- 2.2.1 ISO 3:1973 Preferred numbers – Series of preferred numbers

2.2.2	ISO 4437:1997	Buried polyethylene (PE) pipes for the supply of gaseous fuels – Metric series – Specifications
2.2.3	ISO 8085–1:2001	Polyethylene fittings for use with polyethylene pipes for the supply of gaseous fuels - Metric series – Specifications. Part 1: Fittings for socket fusion using heated tools
2.2.4	ISO 8085–2:2001	Polyethylene fittings for use with polyethylene pipes for the supply of gaseous fuels - Metric series – Specifications. Part 2: Spigot fittings for butt fusion, for socket fusion using heated tools and for use with electrofusion fittings
2.2.5	ISO 8085–3:2001	Polyethylene fittings for use with polyethylene pipes for the supply of gaseous fuels - Metric series – Specifications. Part 3: Electrofusion fittings
2.2.6	ISO 10933:1997	Polyethylene (PE) valves for gas distribution systems
2.2.7	ISO 12162:1995	Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications – Classification and designation – Overall service (design) coefficient
2.2.8	ISO 10838-1:2000	Mechanical fittings for polyethylene piping systems for the supply of gaseous fuels - Part 1: Metal fittings for pipes of nominal outside diameter less than or equal to 63 mm

2.2.9	ISO 10838-2:2000	Mechanical fittings for polyethylene piping systems for the supply of gaseous fuels - Part 2: Metal fittings for pipes of nominal outside diameter greater than 63 mm
2.2.10	ISO 10838-3:2001	Mechanical fittings for polyethylene piping systems for the supply of gaseous fuels. Part 3: Thermoplastic fittings for pipes of nominal outside diameter less than or equal to 63 mm
2.2.11	ISO 10839:2000	Polyethylene pipes and fittings for the supply of gaseous fuels - Code of practice for design, handling and installation
2.2.12	ISO 11413:1996	Plastics pipes and fittings - Preparation of test piece assemblies between a polyethylene (PE) pipe and an electrofusion fitting
2.2.13	ISO 11414:1996	Plastics pipes and fittings - Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion
2.2.14	ISO 12176-1:1998	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems - Part 1: Butt fusion.
2.2.15	ISO 12176-2:2000	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems - Part 2: Electrofusion
2.2.16	ISO 12176-3:2000	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems - Part 3: Operator's badge

2.2.17	ISO 12176-4:2000	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems - Part 4: Traceability coding
2.2.18	ISO 13477: 1997	Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids-Determinations of resistance to rapid crack propagation (RCP) – Small scale steady state test
2.2.19	ISO 13478:1997	Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids-Determinations of resistance to rapid crack propagation (RCP) – Full scale test
2.2.20	ISO 19480:2002	Thermoplastics pipes and fittings for the supply of gaseous fuels - Training and assessment of fusion-machine operators
2.2.21	EN 1555-1:1999	Sistemas de canalización en materiales plásticos para el abastecimiento de combustible gaseoso. Polietileno (PE), parte 1: Generalidades
2.2.22	EN 1555-2:1999	Sistemas de canalización en materiales plásticos para el abastecimiento de combustible gaseoso. Polietileno (PE), parte 2: Tubos

2.3 Normas Técnicas Regionales

2.3.1	EN 1555-3:1999	Sistemas de canalización en materiales plásticos para el abastecimiento de combustible gaseoso. Polietileno (PE), parte 3: Accesorios
-------	----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- | | | |
|-------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.3.2 | EN 1555-4:1999 | Sistemas de canalización en materiales plásticos para el abastecimiento de combustible gaseoso. Polietileno (PE), parte 4: Válvulas |
| 2.3.3 | EN 1555-5:1999 | Sistemas de canalización en materiales plásticos para el abastecimiento de combustible gaseoso. Polietileno (PE), parte 5: Aptitud para el uso del sistema |
| 2.3.4 | EN 12327:2000 | Gas supply systems - Pressure testing, commissioning and decommissioning procedures - Functional requirements |

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica al sistema de tuberías de polietileno (PE), que suministra gas natural seco, con presión máxima de uso establecida por la Entidad Competente¹⁾, con temperatura de operación comprendida entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, y tuberías y accesorios hasta (incluido) 630 mm de diámetro exterior.

La presente NTP desarrolla el sistema de tuberías de PE que cumple con las especificaciones ISO. En el caso que se tenga que efectuar instalaciones con tuberías de PE que cumpla con especificación ASME o ASTM debe aplicar lo establecido por la Entidad Competente¹⁾.

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los propósitos de la presente Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

¹⁾ En el momento de desarrollar esta NTP, el establecido en el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos D.S. 042-99-EM y sus modificaciones- DGH-MINEM, que indica presiones de uso para tuberías de plástico de hasta 6 bar o 87 lb_f/pulg².

4.1 **aprobado:** Aceptable a la Entidad Competente.

4.2 **cobertura de tierra o relleno controlado:** Distancia vertical entre la parte superior de la tubería de polietileno enterrada y la superficie después de culminado el trabajo de compactación.

4.3 **coeficiente global de servicio (diseño) o factor de seguridad C:** Es un coeficiente general con un valor mayor que 1, el cual toma en consideración las condiciones de servicio, así como, las propiedades de los componentes del sistema de tuberías aparte de los que están representados en el límite inferior de confianza. En aplicaciones de gas natural tiene un valor ≥ 2 .

4.4 **diámetro nominal exterior (d_n):** Designación numérica de tamaño, el cual es común a todos los componentes en un sistema de tuberías en termoplástico a parte de las bridas y componentes diseñados con rosca. Es un número convenientemente redondeado para propósitos de referencia.

NOTA: para una definición más amplia véase la norma técnica de fabricación.

4.5 **distribuidor:** Concesionario que realiza el servicio público de suministro de gas natural seco por red de ductos a través del sistema de distribución.

4.6 **electrofusión:** Procedimiento de unión de tuberías o de tuberías y accesorios de PE mediante el empleo de accesorios electrosoldables. Los accesorios electrosoldables tienen incorporado en su interior un filamento eléctrico, el cual, conectado a una tensión eléctrica durante un tiempo determinado, genera calentamiento hasta la temperatura de fusión del PE permitiendo que los elementos a unir queden soldados.

4.7 **entidad competente:** Es el ente gubernamental responsable de verificar la correcta aplicación de cualquier parte de una Norma Técnica Peruana o el funcionario o la agencia designada por esta entidad para ejercitar tal función.

4.8 **espesor de pared nominal (e_n):** Designación numérica del espesor de la pared de un componente. Se trata de un número entero convenientemente redondeado, aproximadamente igual a la dimensión de fabricación.

NOTA: para una definición más amplia véase las normas técnicas de fabricación.

4.9 **fusión a tope:** Unión efectuada mediante el calentamiento de los extremos refrentados de los tubos, cuyas superficies se encaran manteniéndolas contra una placa calefactora plana hasta que el material de PE alcanza la temperatura de fusión, retirando la placa calefactora rápidamente y apretando los extremos ablandados uno contra otro. No requiere utilizar conexiones o materiales de aporte independientes.

4.10 **instalador:** Persona calificada para construir el sistema de tuberías en PE, basado en un procedimiento escrito elaborado por el distribuidor, y que cumple los requisitos de competencia establecido por la Entidad Competente.

4.11 **límite inferior de confianza (σ_{LCL}):** Es el valor de la tensión, en mega pascales (MPa), por el cual puede ser considerada como una propiedad del material y representa el límite inferior de confianza del 97,5 % a la proyección del esfuerzo hidrostático a largo plazo a la temperatura de 20 °C durante 50 años con presión interna de agua.

4.12 **máxima presión de operación (MOP):** Máxima presión del fluido en las tuberías con la cual se puede operar de forma continua.

4.13 **mínima resistencia requerida (MRS):** Es el valor del límite inferior de confianza, σ_{LCL} redondeado al valor más próximo inferior de la serie R10 tal como se define en la ISO 3 cuando σ_{LCL} es menor que 10 MPa, ó < al valor próximo inferior de la serie R20 como se define en ISO 3 cuando σ_{LCL} es \geq 10 MPa. La MRS se expresa como un esfuerzo circunferencial en mega pascales (MPa).

El MRS es una propiedad del material y es el que sirve para la denominación de las distintas clases de PE con las designaciones MRS o PE. Las que se emplean en redes de distribución para gas natural es de la clase PE80 (MRS 8,0 MPa) o PE 100 (MRS 10.0 MPa).

4.14 **perforación dirigida:** Técnica consistente en la ejecución de túneles mediante la utilización de un dispositivo que comprime o extrae el suelo tras su paso dejando una perforación por la cual se permite la instalación de la tubería. Tiene la posibilidad de guiar la perforación tanto horizontal como vertical a todo lo largo del lanzamiento.

4.15 **perforación horizontal:** Técnica consistente en la ejecución de túneles mediante la utilización de un dispositivo que comprime o extrae el suelo tras su paso dejando una perforación por la cual se permite la instalación de la tubería. Tiene la posibilidad de guiar la perforación solamente en un plano horizontal a lo largo del lanzamiento.

4.16 **prensado:** Es una técnica para el bloqueo del flujo del gas natural que pasa a través de la tubería de polietileno, por la acción de compresión de un equipo mecánico o hidráulico.

4.17 **presión crítica de propagación rápida de fisuras (P_{RCP}):** Presión con la que es susceptible de producirse en el tubo de polietileno una propagación rápida de fisuras (RCP) a la temperatura de referencia.

NOTA: La temperatura de referencia es, generalmente, 0 °C.

4.18 **relación dimensional normalizada (SDR):** Relación entre el diámetro nominal exterior (d_n) y el espesor nominal de pared (e_n).

$$SDR = \frac{d_n}{e_n}$$

4.19 **termofusión:** Es el proceso mediante el cual un equipo de calentamiento produce la fusión del material polimérico, y que en estas condiciones y para un tiempo y presión definidos, une dos partes del material polimérico.

4.20 **unión mecánica:** Es una unión entre dos tuberías mediante accesorios o elementos que proporcionan hermeticidad sin que haya continuidad entre los materiales de las tuberías a diferencia de la unión soldada. La unión mecánica puede ser desmontable o no y son de diversos tipos: roscado, embreado, por compresión, entre otros.

4.21 **válvula de corte para seccionamiento:** Válvula fabricada en polietileno que se utiliza para aislar uno o varios tramos de la red de distribución.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS EN POLIETILENO

5.1 Generalidades

El sistema de tuberías de polietileno enterrado debe estar diseñado para conseguir una alimentación continua y segura del gas natural seco. El diseño tendrá en cuenta los aspectos técnicos y los procedimientos, incluyendo las condiciones ambientales y la seguridad, además de las que establezca la Entidad Competente.

Los datos básicos y los principios de diseño quedaran documentados, junto con los datos definitivos del sistema de suministro de gas, una vez construido. Los datos técnicos tales como diámetros, materiales, presión de diseño, características del gas natural, planos del trazado, registro de control, entre otros, estarán disponibles durante todo el tiempo de operación del sistema de suministro de gas natural.

5.2 Criterios básicos de dimensionamiento

El dimensionamiento del sistema de tuberías en polietileno para gas natural considera, aunque no se limitan, a los siguientes criterios:

5.2.1 Las tuberías de polietileno deben diseñarse para garantizar durante su vida útil, un caudal y presión adecuados a las necesidades de cada consumidor. Asimismo, deben de estar de acuerdo con la localización y el número de usuarios reales o previsibles, costumbres predecibles de los usuarios, esquemas de consumo, y condiciones climáticas de la zona considerada.

5.2.2 Deben contemplar las posibles ampliaciones futuras en el área de influencia.

5.2.3 Características físicas y químicas del gas natural.

5.2.4 Máxima y mínima presión de operación para mantener valores que permitan el correcto funcionamiento de los reguladores de presión, y de los aparatos específicos de consumo.

5.2.5 Máxima y mínima temperatura de operación.

5.2.6 Velocidad del gas natural en el sistema de tuberías, la cual, será la adecuada para limitar el movimiento excesivo de cualquier impureza, la generación de ruidos y vibraciones inaceptables.

5.2.7 La selección de las fórmulas para el dimensionado de los diámetros de las tuberías, generalmente están en función del rango de presión. En el caso de sistemas complejos, pueden utilizarse programas informáticos de cálculo apropiados.

5.2.8 Características técnicas de las tuberías y accesorios en polietileno.

5.2.9 El trazado de sistema de tuberías en polietileno para gas natural ya existente si va unirse con un sistema nuevo del mismo material.

5.2.10 Cargas adicionales. En el diseño del sistema de tuberías en PE debe considerarse las cargas que puede preverse actuarán sobre la tubería, de acuerdo con las características de las regiones que atraviesa y de las condiciones de trabajo, tales como:

- a) Cargas vivas como el agua (napa freática alta), el hielo y otros.
- b) Cargas muertas como son el peso propio de la tubería, recubrimientos, rellenos, válvulas y otros accesorios soportados.
- c) Efectos causados por la vibración y resonancia.
- d) Esfuerzos causados por asentamientos o derrumbes en regiones de suelos inestables. Véase la posibilidad o no de la instalación de las redes de PE.
- e) Efectos de contracción y expansión térmicas.
- f) Esfuerzos en cruces de vías, por tránsito continuo de autos o, de vehículos pesados.

6. UBICACIÓN DE VÁLVULAS PARA SECCIONAMIENTO

6.1 Las redes de distribución deben tener válvulas espaciadas de tal forma, que en caso de emergencia se minimice el tiempo de cierre de un tramo o sección de la línea. La separación de las válvulas está determinada por la presión de operación, el tamaño de la red y las condiciones físicas locales.

6.2 Toda válvula instalada para seccionar las redes de distribución para operación o propósitos de emergencia debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) El número de válvulas para seccionar un tramo debe ser resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos efectuado durante la fase de diseño.
- b) Debe estar ubicada en un lugar de fácil acceso.
- c) El mecanismo de operación debe ser fácilmente accesible.
- d) La válvula debe estar instalada de tal forma que se evite la transmisión de cargas externas a la línea.

6.3 En la ubicación de las válvulas de seccionamiento se deben tener en cuenta las siguientes características físicas y de operación:

- a) El tamaño del área que se va a aislar.
- b) Características topográficas (ríos, avenidas, carreteras).
- c) Número de válvulas necesarias para realizar el aislamiento.
- d) Volumen de gas almacenado en el tramo a aislar.
- e) Número de usuarios y usuarios especiales, tales como hospitales, escuelas, usuarios comerciales o industriales que pueden verse afectados por el cierre de las válvulas.
- f) El tiempo requerido por el personal disponible para llevar a cabo los procedimientos de aislamiento.

- g) El tiempo requerido por el personal disponible para restaurar el servicio de los usuarios.

7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL POLIETILENO

7.1 Materiales y componentes

La fabricación de las tuberías y accesorios de polietileno (PE) cumplirán con las normas técnicas NTP-ISO 4437, ISO 4437, ISO 8085-1, ISO 8085-2, ISO 8085-3, ISO 10933, ISO 10838-1, ISO 10838-2, ISO 10838-3, o la familia de normas EN 1555-1, EN 1555-2, EN 1555-3, EN-1555-4 y EN 1555-5.

7.2 Presión máxima admisible de operación (MOP)

La MOP para el sistema de tubería en PE, será seleccionada por el Distribuidor sobre la base de los requerimientos de operación del sistema de suministro de gas natural, el material usado y lo establecido al respecto por la Entidad Competente.

La MOP de un sistema de PE está en función del tipo de resina usado (MRS), la serie SDR de la tubería y las condiciones de servicio, y está limitado por el Coeficiente Global de Servicio C (de diseño) y el criterio de RCP.

El coeficiente global de servicio C para materiales termoplásticos está especificado en la ISO 12162. Este coeficiente es usado para calcular la MOP de la tubería. El coeficiente C debe ser igual a 2 para sistema de tuberías en polietileno que transportan gas natural, o un valor mayor a 2 si la Entidad Competente lo exige.

La MOP debe ser calculada usando la siguiente ecuación:

$$MOP = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1) \times D_F}$$

El coeficiente de reducción (D_F) es un coeficiente utilizado para calcular la MOP que considera la influencia de la temperatura de operación. En la siguiente Tabla 1, tenemos este coeficiente a varias temperaturas de operación:

TABLA 1 – Coeficiente de reducción (D_F)

Temperatura promedio (°C)	D_F
10	0,9
20	1
30	1,1
40	1,3

El criterio de propagación rápida de fisuras (RCP), es la relación entre la presión crítica de propagación rápida de fisuras (P_{RCP}) y la presión máxima admisible de operación (MOP), y será superior o igual a 1,5 a la mínima temperatura de operación.

$$\frac{P_{RCP}}{MOP} \geq 1,5$$

La presión crítica de RCP es dependiente de la temperatura, dimensión de la tubería y del material del tubo (tipo de PE). Es definido de acuerdo con la ISO 4437, y si se trabaja con las normas europeas de acuerdo con la EN 1555-2. Los ensayos se efectúan a una temperatura de 0 °C, de acuerdo a la ISO 13477 e ISO 13478.

Cuando la temperatura de la tubería sea inferior a 0 °C, la relación P_{RCP}/MOP se calculará utilizando un valor P_{RCP} determinado a partir de la temperatura mínima de operación prevista para la tubería. Si es necesario, se reducirá el valor de la MOP de forma que la relación P_{RCP}/MOP sea superior o igual a 1,5.

8. OBRA CIVIL PARA LA INSTALACIÓN BAJO TIERRA DE TUBERIAS DE PE

8.1 Estabilidad de la zanja

La zanja debe excavarse asegurando que los lados vayan a ser estables bajo todas las condiciones de trabajo. En el caso que sea requerido, las paredes de la zanja pueden ser inclinadas o estar provistas de soportes apropiados, a fin de cumplir con todos los requisitos de seguridad.

8.2 Ancho de la zanja

El ancho de la zanja debe ser suficiente para proporcionar las condiciones a cada uno de los siguientes requerimientos:

- a) Colocar el tubo a lo largo del fondo de la zanja.
- b) La unión del tubo dentro de la zanja si esto es necesario, para lo cual, se deberá considerar el tamaño de la maquinaria y el espacio para el fusionista.
- c) El ancho de zanja debe ser de tal manera que los impactos al tránsito vehicular y a los transeúntes sean mínimos.
- d) El ancho de zanja debe permitir el relleno y la compactación de tal manera que las cargas mecánicas horizontales y verticales actuantes no deterioren la tubería.

8.3 Requisitos generales para el fondo de la zanja

8.3.1 El fondo de la zanja debe ser preparado para la colocación directa del tubo, y ha de ser continuo, relativamente suave, libre de piedras y capaz de proveer apoyo uniforme.

8.3.2 Donde sean encontradas salientes de roca, frentes duros, o cantos rodados, debe acondicionarse el fondo de la zanja con una base de por lo menos 10 centímetros (4 pulgadas) de espesor formado por material granular fino compactado.

8.3.3 Los tubos pueden ser instalados sobre una amplia variedad de suelos naturales. La base debe ser estable y estar colocada de tal manera que soporte uniformemente y proteja físicamente los tubos de los daños. Debe prestarse atención a la experiencia local con instalación de tubos para otros servicios públicos porque ella puede señalar soluciones a determinados problemas de cimentación o base de los tubos.

8.3.4 Los tubos deben ser soportados uniforme y continuamente a través de toda su longitud y sobre un material firme y estable. No debe apoyarse puntualmente para cambiar la pendiente de la tubería o para sostenerla intermitentemente a través de secciones excavadas.

En la Figura 1 se indica las partes asociadas al proceso para un relleno controlado de la zanja

Prohibida su reproducción total o parcial

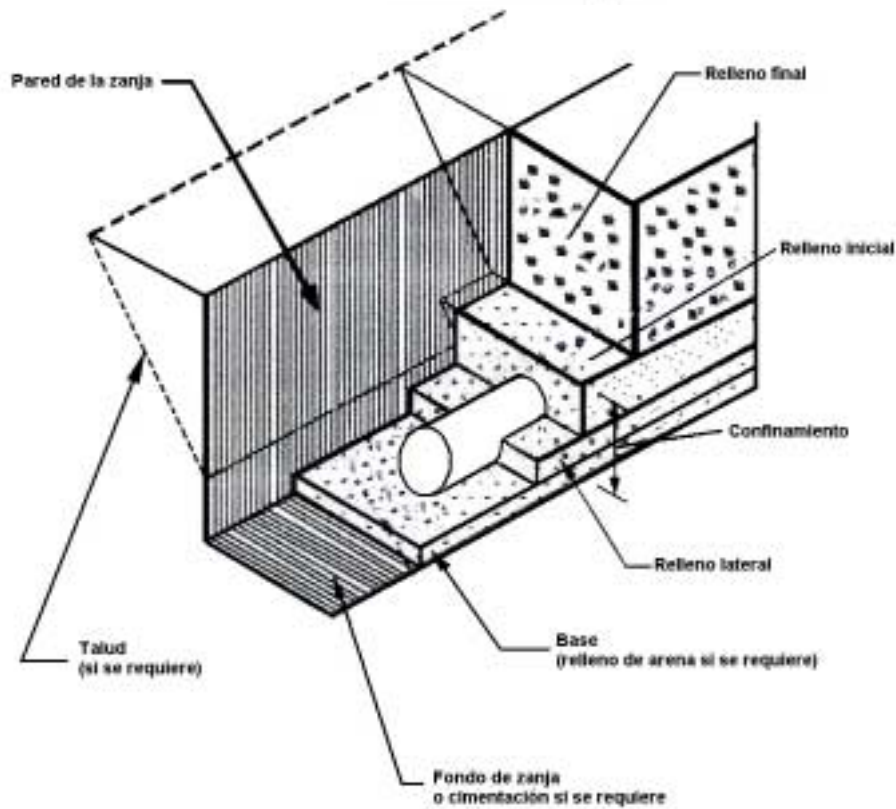
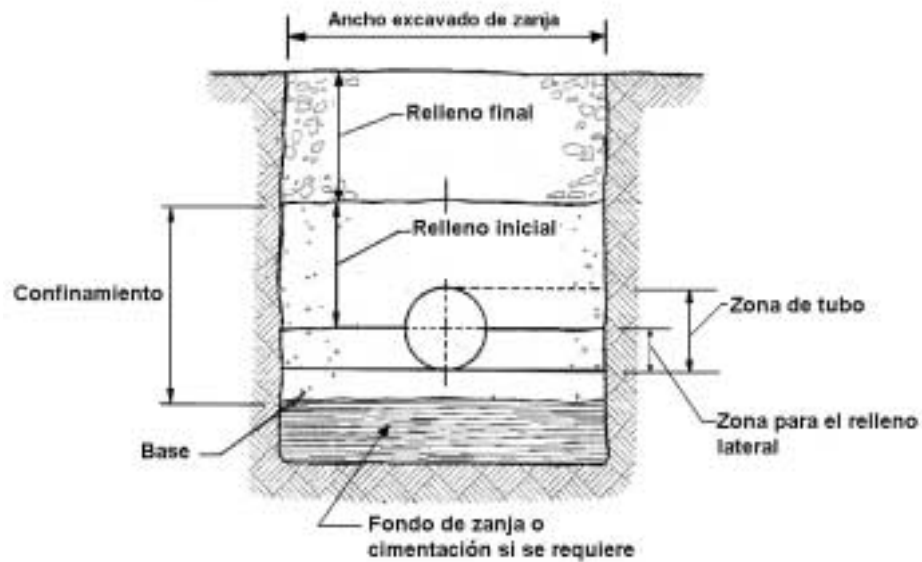


FIGURA 1 – Sección transversal e isométrica de la zanja para un relleno controlado

8.4 Profundidad de la zanja y cobertura de los tubos

8.4.1 Las líneas de polietileno que conforman la red de distribución, deben instalarse con un relleno controlado no inferior a 60 cm, medido desde la parte superior del lomo de la tubería hasta la parte superior de última capa compactada.

8.4.2 Cuando por razones justificadas no puedan respetarse las distancias señaladas en el párrafo anterior para la protección de la tubería, deben interponerse entre la tubería y la superficie del terreno losas de hormigón, planchas, camisas o similares, que reduzcan las cargas mecánicas sobre la tubería a valores equivalentes a los de la profundidad inicialmente prevista y sea aprobada por la Entidad Competente.

8.4.3 En el caso de aplicar encamisados, el diámetro interno del tubo usado para encamisar debe tener el tamaño suficiente para facilitar la instalación de la línea de distribución, de manera de prevenir la transmisión de cargas externas a la misma. La camisa debe ser de diámetro nominal mayor al diámetro de la línea a encamisar, de acuerdo a la siguiente Tabla 2:

TABLA 2 – Medidas para el encamisado de tuberías de PE

Diámetro de la línea a encamisar	Diámetro de la camisa
$\phi \geq 2$ pulgadas	ϕ de la línea + 2 pulgadas
$\phi < 2$ pulgadas	ϕ de la línea + 1 pulgada

8.5 Intersección con otros servicios públicos

8.5.1 Cuando las redes de distribución se sitúen cerca de otras obras o conducciones subterráneas de otros servicios públicos, debe disponerse, entre las partes más cercanas de las dos instalaciones de una distancia como mínimo igual a la que se establece a continuación:

TABLA 3 – Distancias respecto de otros servicios públicos (*)

Referencia	Redes de polietileno
Puntos de cruce	0,30 m
Recorridos paralelos	0,30 m

(*) Distancias del Reglamento de Distribución de Gas Natural N° 042-99-EM.

8.5.2 Se debe también considerar las distancias mínimas de seguridad establecidas en las normas técnicas de distribución de otros servicios públicos. Siempre que sea posible se aumentarán estas distancias sobre todo en las proximidades de obras importantes, de manera que se reduzca en ambas obras el riesgo inherente a la ejecución de trabajos de reparación y mantenimiento de obra.

8.5.3 Cuando por causa justificada no puedan mantenerse las distancias mínimas entre los distintos servicios que se fijan en el presente literal, deben imponerse entre ambos servicios, materiales de características mecánicas y dieléctricas tales como planchas de fibrocemento, material cerámico, goma, plástico o materiales similares y aprobadas por la Entidad Competente.

8.6 Distancia a fachadas de edificios y obras subterráneas

La distancia mínima a la que debe situarse la línea de tubería con relación a la línea de fachada es de 1,0 metro. Si en el transcurso de la obra se encuentran cámaras enterradas, túneles, alcantarillas visitables, estacionamiento subterráneo de autos, entre otros, la distancia mínima entre estas obras y la generatriz de la tubería más próxima a ellas será igual o superior a 30 cm. Si no fuera posible se tomarán medidas especiales que impidan el paso del gas ante cualquier escape fortuito y serán aprobados por la Entidad Competente.

8.7 Roturas de pavimento

8.7.1 Los trabajos de rotura deben hacerse con medios manuales o mecánicos adecuados. Debe procurarse que los bordes de la rotura sean regulares y no se produzcan agrietamientos en las superficies adyacentes.

8.7.2 Los materiales sobrantes de la excavación o de las labores de limpieza deben disponerse adecuadamente según lo establecido por la Entidad Competente^{*)}. Cuando el material de excavación sea apto como relleno, se debe realizar su acopio al lado de la zanja, dentro de las cintas o señales que demarquen el área de trabajo, para su respectivo uso.

8.8 Excavación

8.8.1 La excavación de la zanja que aloja la tubería puede ser hecha con pala mecánica, a mano o por cualquier otro método que cumpla con los requisitos del ancho y profundidad para la debida instalación de la tubería.

8.8.2 Antes de iniciar los trabajos de apertura de zanja, se debe hacer un reconocimiento a lo largo de la trayectoria de la línea para ubicar otras estructuras o interferencias como tuberías de agua y desagüe, líneas de electrificación, líneas telefónicas, cimentaciones, cables, etc., para que estas estructuras no sean dañadas durante la ejecución de la zanja de instalación de la tubería.

8.8.3 Antes de la colocación de la tubería, la zanja debe estar limpia, libre de basura, escombros o materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías alojadas. En los casos que se tenga terrenos rocosos, en el fondo de la zanja se debe preparar una base con una cama de arena de 10 centímetros como mínimo medidos luego de la compactación.

8.8.4 La superficie del fondo de la zanja debe ser nivelada de tal manera que permita un apoyo uniforme de la tubería.

8.9 Tendido

8.9.1 Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar dañar las tuberías durante el almacenamiento y el transporte desde la zona de almacenamiento hasta la bajada en la zanja. Véase apartado 9.4.

^{*)} Las Municipalidades y sus ordenanzas.

8.9.2 Cuando se trate de bobinas, el tendido se realizará generalmente mediante el uso portabobinas giratorias y de acuerdo a las buenas prácticas, evitando desenrollar las tuberías en forma de espiral. Véase Anexo A.

8.9.3 Previo a instalar la tubería se controlará visualmente o mediante algún medio mecánico apropiado (que no dañe la tubería), que no existen rayas o cortes en la superficie que superan 10 % del espesor del tubo (con un máximo de 0,5 mm).

8.9.4 Durante el tendido de la tubería, esta no debe ser presionada o jalada sobre superficies puntiagudas; no se deben dejar caer o permitir que otros objetos caigan sobre esta. En el caso de encontrarse cualquier defecto debe removerse cortando el tramo cilíndrico de tubería correspondiente. Véase capítulo 10.

8.9.5 Se depositarán las tuberías de hasta 63 mm en la zanja en forma sinuosa (≈ 1 % de la longitud total de la tubería distribuido en forma sinuosa a lo largo de la zanja) para compensar la contracción que se pudiera producir por la disminución de la temperatura luego del relleno controlado y para absorber esfuerzos ocasionados eventualmente por sismos.

8.9.6 Cuando fuera necesario el curvado de tuberías, el radio de curvatura será 25 veces el diámetro de la tubería, siempre y cuando no existieran contradicciones con lo indicado por el fabricante, en cuyo caso tendrá validez esto último. Cuando no se pudiera realizar el curvado de la tubería, los cambios de dirección deberán ser realizados mediante el uso de accesorios adecuados (por ejemplo codos).

8.9.7 Las tuberías deberán ser tendidas respetando las distancias mínimas indicadas en las normas y reglamentos aplicables, tanto en cruces como en paralelismos, a otras instalaciones subterráneas. En el caso de no poder ser respetadas dichas distancias, se deberán instalar protecciones mecánicas de acuerdo a lo indicado en las normas y reglamentos aplicables. Véase apartado 8.5.

8.9.8 En el caso que se requiera durante un tendido de tuberías de red cambiar de lado de la calle o avenida, los cruces se realizarán en la medida de lo posible en las esquinas y en forma perpendicular. En caso de ser requerido y que sea posible según las condiciones del subsuelo, se podrá realizar ciertos cruces por medio de tecnologías de perforación dirigida, la cual deberá ser aprobada por la Entidad Competente.

8.9.9 En el caso que debiera ser arrastrado un tramo de tubería en la zanja, y que existiera la posibilidad de que ésta se dañe en el proceso, se colocarán rodillos cubiertos con material elastomérico, distanciados adecuadamente, de manera que la tubería no tome contacto con el fondo y los costados de la zanja.

8.9.10 La tubería debe instalarse totalmente apoyada en el fondo de la zanja y seguidamente iniciar el proceso de relleno y compactación.

8.9.11 Siempre que se interrumpa la instalación de la tubería, se sellarán con taponos todos los extremos abiertos de las tuberías a fin de evitar la entrada de materiales u objetos extraños.

8.9.12 En el caso de bajar tramos de tubería a la zanja, se evitará cualquier esfuerzo que pudiera imponer tensiones excesivas, sea por tracción, flexión o torsión. En el caso de ser necesario el jalado de tuberías, se deberán controlar los parámetros de tracción con instrumentos adecuados, manteniendo los esfuerzos bajo los límites estipulados por el fabricante. La tubería debe instalarse de tal forma que se minimicen los esfuerzos cortantes o las tensiones resultantes de la construcción, el relleno, la contracción térmica o las cargas externas.

8.9.13 Las tuberías tendidas cruzando calles u otros derechos de paso público o privados serán en lo posible de longitud continua y no podrán contener uniones.

8.10 Rellenos y restauración

8.10.1 Rellenos compactados

a) Una vez tendidas las tuberías que conforman las redes se procederá a rellenar las zanjas con material fino seleccionado o arena, siempre libre de escombros, objetos duros, residuos, etc. Se deberán extremar los cuidados para evitar la presencia de materiales extraños e inadecuados que pudieran contaminar el relleno o dañar la tubería. Véase apartado 8.3.

b) Los materiales para la cimentación (si se requiere) y zona de confinamiento de la tubería deben ser estables, granulados no cohesivos, de forma que puedan ser fácilmente compactados alrededor de los tubos para poder lograr las densidades de suelo especificadas en los documentos del proyecto. El espesor de las capas y el

método de compactación dependen del material y diámetro de los tubos, así como de la cimentación.

c) Los trabajos de relleno y compactación se llevarán a cabo adoptando los procedimientos apropiados y los cuidados necesarios para evitar someter las tuberías a esfuerzos, daños o movimientos indebidos causados por el relleno o por una inadecuada compactación.

d) La compactación del relleno se realizará por métodos mecánicos o manuales, en capas de espesores no mayores a 150 mm, sin dejar vacíos, de acuerdo a las especificaciones requeridas, de forma que se evite una ovalidad excesiva de la tubería de la tubería de PE. La primera capa de relleno será de aproximadamente 150 mm por encima de la parte superior de la tubería y se compactará cuidadosamente y con herramientas apropiadas.

e) Las capas siguientes se podrán compactar con herramientas manuales o con equipos mecánicos livianos, preservando siempre la estabilidad y la integridad de las tuberías que se instalen.

f) La última capa se deberá compactar con compactadores, cuando exista una cobertura compactada mínima de 0,6 m se efectuarán las reparaciones de veredas o pavimentos.

g) No se podrá iniciar las reparaciones de veredas o pavimentos si los rellenos (especialmente las capas intermedias) no reúnen las compactaciones adecuadas a ser determinadas mediante Ensayos Proctor Modificado^{*)}.

8.10.2 Rellenos fluidos

En casos muy específicos, está permitido el uso de rellenos fluidos (rellenos de hormigón de fragua rápida) siempre que esté justificado técnicamente y sea aprobado por la Entidad Competente.

8.11 Influencia de los riesgos medio ambientales

Se tomarán precauciones especiales para proteger el sistema de tuberías de PE para gas natural de tensiones excesivas. Cuando el sistema de tuberías de gas se instala en zonas

^{*)} Reglamento Nacional de Construcciones. Título VI – Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

expuestas a riesgos naturales, estará diseñado de forma que se evite o se limite la influencia de estos riesgos.

Los riesgos que pueden requerir precauciones especiales son, entre otros, los indicados a continuación:

- a) zonas de terreno inestable, tales como terrenos que han sido recientemente rellenados, en particular, en los años precedentes; terrenos expuestos a asentamientos, deslizamientos o corrimientos;
- b) zonas arenosas o pedregosas;
- c) terrenos expuestos a la erosión de las lluvias, o a inundaciones;
- d) zonas caracterizadas por la existencia de aguas subterráneas, tales como agua dulce sobre agua salada, o bien donde los empujes hidrostáticos podrían elevar la tubería enterrada;
- e) zonas en las que se conozca, o se suponga, la existencia de terrenos agresivos.

8.12 Aplicación de la perforación dirigida para la instalación

Se pueden emplear técnicas de perforación dirigida o perforación horizontal en casos como cruces de autopistas, carreteras, ferrocarriles, ríos, o similares, en cuyo caso antes de iniciar los trabajos y con el fin de disminuir el riesgo de daño a las instalaciones existentes, se debe tener información de los servicios públicos y demás instalaciones subterráneas existentes. Además, de ser necesario, se debe corroborar en campo la información suministrada por las demás empresas de servicios públicos, previniendo la eventual desactualización o información errada de los planos con respecto a la realidad.

8.13 Señalización

8.13.1 Durante la construcción

- a) Se deben colocar cintas u otros medios apropiados para delimitar el sector de trabajo y atenuar las incomodidades a los habitantes del sector.

- b) Se debe colocar señales preventivas cerca de carreteras, ferrocarriles, caminos, borde de carreteras o donde sea necesario, para advertir acerca de la construcción u obstrucción existente. Los diferentes tipos de señales se instalarán antes de la iniciación de las operaciones de construcción.
- c) El diseño de las señales informativas de prohibición o acción de mando y de prevención se debe hacer de manera que garantice la visibilidad y el entendimiento del mensaje.
- d) Todas las señales que exijan visibilidad durante las horas de la noche, deben ser reflectivas o estar convenientemente iluminadas.
- e) Las señales deben permanecer en posición correcta, suficientemente clara y legible durante el tiempo de su utilización y ser reemplazadas o retocadas todas aquellas que por acción de agentes externos se hayan deteriorado y no cumplan su función.

8.13.2 Señalización permanente

En el propósito de minimizar la posibilidad de daño a la tubería desde el exterior debe señalizarse con el empleo de cintas de un ancho mínimo de 10 cm y poseer una leyenda que indique la compañía distribuidora y la palabra gas natural. Esta cinta debe ubicarse entre 20 cm y 30 cm por encima de la generatriz de la tubería enterrada, debiendo quedar centrada respecto al eje longitudinal de la tubería y no sufrir movimiento o doblado alguno durante su recubrimiento final.

Los cruces de las líneas de distribución con carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., se deben señalizar mediante letreros que indiquen la presencia de la tubería enterrada.

8.14 Adicionalmente a lo indicado anteriormente, se debe considerar lo establecido por la Entidad Competente para la instalación de las redes de distribución en PE.

9. OBRA MECÁNICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TUBERIAS DE PE

9.1 Procedimientos de unión

9.1.1 Se utilizará la fusión como procedimiento de unión. Los procedimientos de fusión utilizados para la construcción de sistemas de tuberías en PE, son la termofusión y la electrofusión.

9.1.2 Las uniones por termofusión y electrofusión, deben utilizarse cuando los componentes de unión sean del mismo material termoplástico, exceptuando los casos recomendados por los fabricantes o las normas técnicas de fabricación.

9.1.3 En el caso de uniones del PE con otros materiales, tales como tuberías de acero, bronce o fundición, se deben utilizar uniones mecánicas.

9.1.4 Los procedimientos de unión deben ser escritos por el distribuidor, estarán disponibles antes de la construcción del sistema de tuberías. Estos procedimientos deben incluir especificaciones de los métodos de unión, parámetros de fusión, el equipo de fusión, las condiciones de unión, el nivel de destreza del operador, el método de control de calidad a ser usado, entre otros. Estos procedimientos deben considerar como mínimo lo establecido al respecto en la presente Norma Técnica y ser aprobado por la Entidad Competente.

9.2 Procedimientos relativos a la interrupción de caudal por prensado

9.2.1 Cuando está previsto utilizar procedimientos de prensado, se establecerá si la tubería puede prensarse de acuerdo con las normas técnicas de fabricación. Véase apartado 7.1.

9.2.2 El Distribuidor especificará el equipo de prensado y el procedimiento de prensado de las tuberías de PE, de conformidad con las recomendaciones del fabricante de la tubería, y será aprobado por la Entidad Competente.

El prensado estará situado a una distancia igual o superior a $3 \times d_n$ de las juntas o uniones, y a $6 \times d_n$ de otros prensados. La posición donde se efectuó el prensado estará señalizada de forma permanente si el tramo del tubo no se ha sustituido. Véase Anexo C.

9.3 Tuberías en el interior de los edificios

Esta prohibido el uso de tuberías de polietileno en el interior de edificios residenciales, comerciales o industriales. A excepción de lo indicado en la NTP 111.010 y la NTP 111.011.

9.4 Almacenamiento, manipulación y transporte

9.4.1 Se tomarán precauciones durante el transporte, la manipulación, y el almacenamiento de los tubos, accesorios, y otros componentes, para asegurar que conservan todas sus propiedades y características específicas susceptibles de ser alteradas por los factores medioambientales, así como para evitar los deterioros físicos y deformaciones. Por ejemplo a bajas temperaturas, disminuyen la flexibilidad y la resistencia a la rotura.

9.4.2 La tubería de polietileno no deben quedar expuestas a la intemperie (salvo las relacionadas a su propia instalación) puesto que la luz directa del sol puede alterar las propiedades de la misma.

9.4.3 Los tubos y los accesorios de PE almacenados al aire libre son objeto de una degradación UV, cuando están directamente expuestos a la luz del día. Los materiales de PE se estabilizan para garantizar una protección al menos igual a un nivel de radiación ultravioleta de $3,5 \text{ GJ/m}^2$.

9.4.4 Los tubos no se utilizarán cuando se estime que han sobrepasado el índice máximo de exposición a la radiación UV, excepto si han sido probados (por medio de ensayos de laboratorio) para justificar que sus características permanecen aceptables de acuerdo con las normas técnicas de fabricación. Véase apartado 7.1.

9.4.5 Los tubos y los accesorios se inspeccionarán y no se utilizarán aquellos que presenten defectos superficiales superiores al 10 % del espesor nominal de pared. Véase apartado 8.9.

En el Anexo A se incluyen más detalles sobre el almacenamiento, manipulación y transporte de los tubos y accesorios de PE.

9.5 Calificación y entrenamiento del personal que efectúa la unión

El instalador debe ser competente para la apropiada colocación de las tuberías de polietileno y los procedimientos de unión; debe poseer la necesaria destreza y conocimiento para lograr uniones consistentes y de alta calidad. El instalador debe recibir un entrenamiento formal bajo la supervisión de un instructor calificado.

La Entidad Competente establecerá los requisitos para que el instalador logre un nivel adecuado de competencia, a falta de ésta se debe aplicar, lo establecido en la ISO 19480.

9.6 Uniones por fusión

Antes de realizar la unión, las juntas deben estar completamente limpias, de tal manera que no se mezcle el material fundido con las impurezas que se pueden presentar. A su vez, las juntas deben estar libres de humedad. No deben limpiarse tuberías y accesorios que vayan a ser unidos por fusión con agua u otro líquido que pueda infiltrarse en el material plástico. Por ningún motivo, se deben tocar las superficies a ser unidas, una vez estén limpias.

9.6.1 Uniones por termofusión

9.6.1.1 Las uniones realizadas a tope deberán cumplir con lo establecido en el apartado 6.3.4 de la ISO 10839 y la ISO 11414. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

9.6.1.2 Las uniones realizadas a socket deberán cumplir con lo establecido en el apartado 6.3.5 de la ISO 10839. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

9.6.1.3 Las uniones realizadas con silleta deberán cumplir con lo establecido en el apartado 6.3.6 de la ISO 10839. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

9.6.2 Uniones por electrofusión

9.6.2.1 Las uniones realizadas por electrofusión deberán cumplir con lo establecido en el apartado 6.4 de la ISO 10839 y la ISO 11413. El tiempo de calentamiento, enfriamiento y sostenimiento, al igual que las temperaturas, deben estar de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante de las tuberías y accesorios.

9.6.3 Equipos de fusión

El equipo para la fusión a tope cumplirá la norma ISO 12176-1, el equipo para uniones por electrofusión cumplirá con la ISO 12176-2, y ambas complementariamente con la ISO 12176-3, ISO 12176-4.

Los equipos de termofusión para unión de socket y silleta cumplirán con una Norma Técnica Peruana, y a falta de esta, una Norma Técnica Internacional de reconocida aplicación para la fabricación de estos equipos. La mencionada norma técnica será aprobada por la Entidad Competente.

9.6.4 Consideraciones para las uniones por fusión

Cuando el ensamblaje se realiza en condiciones climáticas adversas, se preverá la utilización de una pantalla protectora, tapones extremos, o un período más largo de calentamiento. La calidad de una fusión de PE por fusión puede reducirse en el caso de fuertes vientos, o temperaturas ambientes frías, si no está protegida.

Los tubos y/o accesorios con extremos para fusión con diferentes valores SDR no podrán unirse con fusión a tope.

Los requisitos mínimos para la unión por fusión son los siguientes:

- a) limpieza, de los extremos del tubo y/o de los accesorios, así como de la superficie de los útiles calefactores;
- b) protección contra el polvo y otras fuentes de contaminación;
- c) inmovilización en la posición adecuada de los extremos del tubo y/o de los accesorios;
- d) verificación de la alineación y de la separación entre los extremos de los accesorios y/o de los tubos;
- e) utilización de abrazaderas circulares cuando exista ovalidad del tubo;
- f) preparación de los extremos a unir por fusión: raspado en caso de unión a socket y con silleta, y cepillado en caso de fusión a tope;
- g) marcado de la profundidad de penetración en los manguitos de electrofusión;
- h) correcto mantenimiento y funcionamiento del equipo de fusión, y verificación de su compatibilidad con los parámetros exigidos;
- i) consideración de los parámetros de fusión descritos en los procedimientos de ensamblaje.

En el caso de uniones mal efectuadas o se detecte fugas a través de la unión, deberá removerse cortando el tramo cilíndrico de tubería afectado, reemplazando dicho tramo por otro, hasta alcanzar la calidad de unión de acuerdo al capítulo 10.

9.7 Uniones mecánicas

Todas las uniones mecánicas resistirán las cargas extremas de acuerdo con lo especificado en la ISO 10838-1, ISO 10838-2 ó ISO 10838-3, o la norma técnica EN 1555-3. Así mismo, las partes metálicas de estas resistirán la corrosión, o estarán protegidas contra la misma.

Las uniones mecánicas serán ensambladas según las especificaciones establecidas para los procedimientos de unión, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, la presión de la red de distribución y el material usado. La unión se ensamblará libre de tensiones.

9.7.1 Uniones con bridas

Las uniones con bridas se realizarán utilizando un material de unión adecuado.

9.7.2 Uniones roscadas

Los tubos de PE no podrán roscarse.

9.7.3 Uniones por compresión

En las uniones que tengan un elemento de compresión, se aplicarán refuerzos adecuados al diámetro interior del tubo de PE. Sólo se utilizarán los refuerzos suministrados con el accesorio para una junta determinada. Los lubricantes se utilizarán únicamente siguiendo las indicaciones del fabricante. Cuando puedan producirse movimientos relativos, se instalarán manguitos antideslizantes.

9.8 Instalación

9.8.1 Durante todo el proceso de instalación, se tomarán precauciones para evitar los deterioros de los tubos y de los accesorios.

9.8.2 Los cambios de dirección de la tubería de PE durante su instalación, se realizarán mediante curvas preformadas, codos, o por la flexibilidad natural del tubo de PE dentro de sus límites. Puede utilizarse la flexión natural para radios de curvatura iguales o superiores a $25 \times d_n$. Véase apartado 8.9.

9.8.3 No se utilizará el curvado mecánico o por calentamiento de los tubos.

9.8.4 Los tubos de PE, los accesorios, y las válvulas instaladas por debajo del nivel del suelo, quedarán protegidos contra las acciones mecánicas y la degradación UV.

9.8.5 Cuando se utilizan tubos protectores o encamisados, el tubo de gas quedará totalmente sujeto. Se evitará el contacto con los bordes cortantes a la entrada y a la salida del tubo protector con el fin de evitar que se deteriore el tubo de gas. Véase apartado 8.4.

9.8.6 Es esencial que el apriete o desapriete de las uniones mecánicas se realice sin transmitir movimientos al tubo. Por ejemplo, torsiones.

9.8.7 Durante la instalación, se considerarán los efectos potenciales de los movimientos relativos del terreno o de las construcciones adyacentes, y el efecto de las variaciones de temperatura, en el tubo.

9.8.8 Durante la instalación, no se ejercerán en los tubos excesivos esfuerzos de tracción.

9.8.9 Si el tubo de PE se tiende por estiramiento, se tomarán precauciones para que la fuerza de estiramiento o arrastre sea inferior o igual a los valores (en Newton) indicados por la fórmula:

$$F = \frac{14 \cdot \pi \cdot d_n^2}{3 \cdot SDR}$$

Donde:

F	:	Máxima fuerza en Newton.
SDR	:	Relación estándar de dimensión
d_n	:	Diámetro externo de la tubería.

9.8.10 Se considerarán los esfuerzos originados por la diferencia de temperatura entre la instalación y la operación.

9.8.11 Las válvulas se instalarán de forma que no se transmitan esfuerzos innecesarios al tubo de PE durante las maniobras de apertura y de cierre.

9.8.12 En el caso de riesgos de escape de gas por fuga, o en el área de trabajo por enlace con un sistema de tuberías en polietileno ya existente, se evitará la acumulación de cargas de electricidad estática. Por ejemplo, envolviendo todos los tubos y accesorios

susceptibles de ser manipulados, con un tejido de fibras naturales empapado en agua, y asegurándose de que el tejido está en contacto con el tubo y el terreno.

10. CONTROL DE CALIDAD

10.1 Control antes de la instalación

Los tubos y accesorios de PE, así como los equipos correspondientes, se controlarán antes de la instalación para verificar los siguientes aspectos:

10.1.1 La conformidad con el apartado 7.1, en particular, la verificación del marcado de la tubería requerido para las aplicaciones de gas, los diámetros de los tubos, el SDR, la MRS del material, grado de ovalamiento, y la clase de tolerancia en función del marcado que figura en los tubos y los accesorios.

10.1.2 La conformidad con el apartado 7.1. Es decir que se hayan respetado las limitaciones referentes al almacenamiento en el exterior. Los tubos y los accesorios que presenten defectos evidentes o erosión excesiva serán descartados, y claramente identificados como no conformes.

10.1.3 La conformidad con el apartado 9.6, en lo referente a la utilización de equipos que cumplan las normas apropiadas y la disponibilidad de los procedimientos escritos de unión.

10.2 Control durante la instalación

10.2.1 Instalación: Las condiciones indicadas en el apartado 9.8.

10.2.2 Integridad de las uniones: Todas las uniones se controlarán visualmente, considerando como mínimo lo establecido en el Anexo B. El control debe ser realizado por el instalador. Por ejemplo, para la fusión a tope, control visual del cordón de fusión, de su forma, y de su geometría.

Deben realizarse igualmente controles destructivos de las juntas realizadas *in situ*, para garantizar que la calidad de la fusión cumple con el procedimiento establecido. En el Anexo B se incluyen informaciones complementadas sobre los procedimientos de control.

10.2.3 En la unión soldada realizada por el instalador debe marcarse con un rotulador de tinta indeleble o medio de señalización permanente, los datos indicados por la Distribuidora. Esta información como mínimo debe indicar clave o código de identificación del instalador, hora y fecha de la unión.

10.2.4 Independientemente a lo indicado en el apartado 10.2.3, en la aplicación de los métodos de unión por termofusión o electrofusión para la construcción del sistema de tuberías en PE, deberá llevarse un registro de control de los parámetros de unión tales como presión, temperatura, tiempo para la unión y el enfriamiento, código o nombre del fusionista, fecha y ubicación de la unión, ensayos destructivos, reparaciones, entre otros. Las variables antes mencionadas deberán documentarse por medio de registros manuales o electrónicos.

10.2.5 La distribuidora establecerá, con la aprobación de la Entidad Competente, cada que cantidad de uniones se efectuarán pruebas destructivas a la unión por fusión, a efectos de garantizar la adecuada construcción de la red de distribución en polietileno.

11. PRUEBAS DE PRESIÓN

11.1 Antes de efectuar las pruebas de presión se deberán respetar los tiempos de enfriamiento de las uniones realizadas.

11.2 Las presiones de prueba seleccionadas para el sistema de tuberías serán adecuadas para su MOP y tendrán en cuenta los procedimientos de prueba establecidos en la EN 12327.

11.3 Si como fluido de prueba se utiliza aire o gas inerte, se tomarán todas las precauciones especiales necesarias para proteger a las personas, y a los bienes.

11.4 Para temperaturas de prueba inferiores a 0 °C, se tendrá en cuenta la posibilidad de reducir la presión crítica de RCP en la preparación del sistema de tuberías y el procedimiento de prueba aplicado.

11.5 A temperatura ambiente, el sistema de tuberías de PE a presión, están sometidas a dilataciones por fluencia que pueden influir en los resultados de la prueba de presión. Su influencia puede ser significativa a presiones de prueba elevadas. Se tomarán medidas apropiadas para minimizar las pérdidas de presión, debidas a la fluencia, en la interpretación de los resultados de la prueba de presión.

11.6 Si se utiliza aire, se controlará que el aceite del compresor no penetre en el sistema de tuberías y que la temperatura del aire no sobrepase los 40 °C, para evitar riesgos de deterioros de los tubos y/o accesorios.

En el Anexo D, se presenta un procedimiento informativo para la prueba de presión.

12. PREVENCIÓN DE DAÑOS

La distribuidora debe considerar para la prevención de daños lo establecido por la Entidad Competente, pero como mínimo las siguientes consideraciones:

12.1 Llevar un registro de las entidades que normalmente llevan a cabo actividades de excavación en el área de instalación de las tuberías.

12.2 Notificar a las entidades antes referidas lo siguiente:

- a) La existencia, localización y condiciones de operación de la red.
- b) El tipo de señalización existente, de manera que el tercero pueda ubicar la tubería durante sus excavaciones.

12.3 Manejar un archivo de recibo y registro de la notificación de las actividades de excavación.

12.4 Con el fin de tener un mayor cubrimiento de las acciones que deben tomarse para prevenir los daños causados por terceros a los sistemas de tuberías en PE, establecer un “Programa de educación al público tendiente a reducir y prevenir el riesgo de daños por terceros”. Este programa puede incluir:

- a) Reuniones informativas con funcionarios de autoridades competentes.
- b) Reuniones con representantes de entidades que llevan a cabo actividades de excavación en el área de influencia de la red.
- c) Capacitación regular a grupos comunitarios

13. DETECCIÓN DE FUGAS

13.1 La distribuidora debe tener en su plan de operación y mantenimiento, disposiciones para la detección de fugas en el sistema. Los tipos de inspecciones seleccionados deben ser efectivas para determinar si existen fugas potencialmente peligrosas. Algunos procedimientos recomendables que pueden emplearse son: detección de gas en la superficie, detección de gas subterráneo, inspección de la vegetación, monitoreo de presiones, pruebas con agua jabonosa, detección con ultrasonido.

13.2 El alcance y la frecuencia de las detecciones de fugas se determinará por las características generales del área servida, la concentración de edificaciones, la edad de la tubería, condiciones del sistema, presión de operación y cualquier otra condición conocida (tales como fallas en la superficie, incrementos en la presión de operación) que tenga significado potencial para indicar un escape o para producir la migración a un área donde se podría generar una condición peligrosa.

13.3 La Entidad Competente determinará la frecuencia de tiempo para la inspección de fugas en el sistema de tuberías de PE. Tales inspecciones deben hacerse usando un detector de gas y deben incluir pruebas del medio circundante que indicarán la presencia de gas en cajas, grietas en el pavimento y veredas y en otros lugares donde haya la posibilidad de encontrar fugas de gas.

14. ANTECEDENTES

- 14.1 ISO/TS 10839:2000 Polyethylene pipes and fittings for the supply of gaseous fuels – Code of practice for design, handling and installation
- 14.2 ISO 4437: 1997 Buried polyethylene (PE) pipes for the supply of gaseous fuels – metric series – specifications
- 14.3 UNE-EN 12007–1: 2001 Canalizaciones con presión máxima de operación inferior o igual a 16 bar. Parte 1: Recomendaciones funcionales generales
- 14.4 UNE-EN 12007–2: 2001 Canalizaciones con presión máxima de operación inferior o igual a 16 bar. Parte 2: Recomendaciones funcionales específicas para el polietileno (MOP inferior o igual a 10 bar)
- 14.5 NTC 3728: 2001 Líneas de transporte y redes de distribución de gas
- 14.6 Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos - D.S. 042 – 99 EM y sus respectivas modificaciones.

Prohibida su reproducción total o parcial

ANEXO A (INFORMATIVO)

ALMACENAMIENTO, MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

A.1 GENERALIDADES

Los tubos de PE se comercializan en rollos, bobinas, o en paquetes. Véase apartado 7.1.

Estará asegurado el correcto almacenamiento, manipulación y transporte de los tubos y accesorios de PE en todas las fases, para cumplir las condiciones determinadas para su utilización.

A.2 ALMACENAMIENTO

A.2.1 Condiciones de almacenamiento

Los tubos y accesorios de PE se almacenarán de forma que se minimice la posibilidad de deterioro del material por aplastamiento, perforación o exposición prolongada y directa a la luz del día.

Las barras se apilarán sobre una superficie razonablemente plana, exenta de objetos puntiagudos, piedras o salientes susceptibles de deformarlas o deteriorarlas. Se tomarán precauciones especiales en las obras.

Los accesorios se almacenarán en su embalaje original hasta el momento de utilizarlos.

Se evitará el contacto con productos químicos agresivos tales como hidrocarburos líquidos.

A.2.2 Paquetes

No se apilarán los paquetes de tubos, salvo si las estructuras soporte están espaciadas regularmente con el fin de repartir la carga entre los paquetes a través de la estructura correspondiente, evitando la deformación de los tubos y facilitando la elevación de los paquetes con total seguridad.

Las estructuras soporte apiladas no se fijarán las unas a las otras (véase sección A-A, de la Figura A.1).

La distancia X se fijará de común acuerdo entre el fabricante y el operador del sistema, y será inferior o igual a 2,5 m (véase Figura A.1).

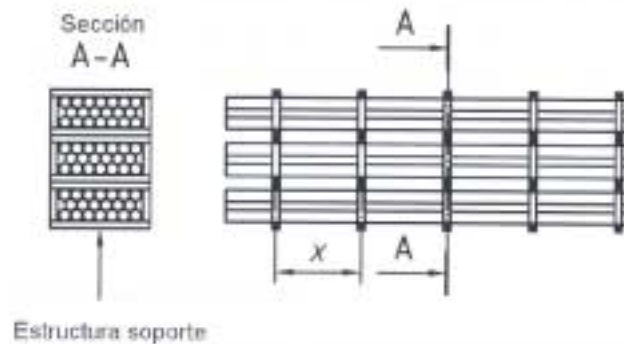


FIGURA A.1

A.2.3 Apilado de tubos sueltos

Cuando los tubos individuales se apilen en pirámide, pueden producirse deformaciones en las capas inferiores, en particular en climas cálidos. Por esta razón, estos apilamientos tendrán una altura inferior o igual a 1 metro.

La altura exacta a la que pueden apilarse las barras de PE depende de numerosos factores tales como el material, las dimensiones, el espesor de pared y la temperatura ambiente. No obstante, el peso no originará en ningún momento la deformación de los tubos. Se respetarán siempre las recomendaciones de apilado del fabricante.

Para períodos de almacenamiento prolongados a temperaturas ambientes elevadas, se preverá la utilización de tapones para limitar al máximo la deformación de los extremos de los tubos de grandes diámetros con espesor de pared delgado.

A.2.4 Bobinas y rollos

Los tubos de PE pueden enrollarse en rollos, o colocarse en bobinas.

Se elegirán preferentemente dispositivos que eviten que los rollos reposen en un único punto.

Se considera que el peso de las bobinas totalmente cargadas puede variar de cerca de 1 000 kg a cerca de 2 000 kg.

A.2.5 Almacenamiento

En el caso de almacenamiento en el exterior, se determinará la duración total de exposición en relación con el código de fabricación indicado sobre el tubo que incluirá la fecha de fabricación. Utilizando esta fecha y el nivel de exposición a la radiación ultravioleta de los lugares de almacenamiento, es posible controlar la exposición total a los UV, véase el apartado 9.4.

El período de almacenamiento puede prolongarse protegiendo adecuadamente los tubos de la radiación UV, para lo cual el fabricante definirá una guía práctica de preservación.

Los extremos de la tubería deben protegerse mediante tapones para impedir la penetración de polvo, suciedad y agua.

A.2.6 Primera entrada - primera salida

Para la gestión del almacenamiento en obra se limitará al máximo el periodo de exposición aplicando el principio de rotación “primera entrada - primera salida” basándose en la fecha de fabricación como elemento de control. Se utilizarán en primer lugar los tubos que tengan fecha de fabricación más antigua.

Para los accesorios se seguirá igualmente este mismo principio de “primera entrada - primera salida”.

A.3 MANIPULACIÓN

A.3.1 Generalidades

Se tomarán precauciones para evitar un deterioro excesivo.

Si se utiliza un equipo de manipulación en contacto con los tubos, éstos quedarán protegidos para evitar su deterioro.

Si no se utiliza un equipo de manipulación, se elegirán técnicas que no deterioren los tubos y/o los accesorios.

Los tubos no se pondrán en contacto directo con cadenas, o eslingas metálicas. Por ejemplo durante las operaciones de carga y descarga.

Los tubos no deben arrastrarse por el terreno. En caso excepcional, se utilizarán sistemas con rodillos o deslizamientos para limitar al máximo su deterioro.

A.3.2 Manipulación en clima frío

La flexibilidad y la resistencia a la rotura disminuyen a bajas temperaturas, por lo que es necesario tomar precauciones para la manipulación de los tubos y componentes de PE, en particular los accesorios con juntas para fusión.

A.3.3 Tubos rectos en paquetes

Los tubos rectos permanecerán en el embalaje durante la manipulación inicial, y el almacenamiento, con el fin de limitar al máximo su deterioro durante esta fase. Se utilizarán medios mecánicos para desplazar o apilar los lotes durante las operaciones de carga, descarga y manipulación.

A.3.4 Rollos

Los rollos de tubos apilados en pallets pueden manipularse fácilmente con ayuda de una carretilla elevadora.

No deben desplazarse los rollos rodando desde las plataformas de carga, o los remolques. Se izarán uno a uno cuando se descarguen con ayuda de una grúa.

A.3.5 Bobinas

Teniendo en cuenta su peso, se utilizarán medios mecánicos para la manipulación de las bobinas. Esta operación será más fácil y segura utilizando remolques especiales.

Antes de tirar el tubo en la zanja, o insertarlo en los tubos protectores, se verificará que la bobina está correctamente situada, y que su eje permanece estable durante la fase de desenrollado.

A.3.6 Desenrollado

Se tomarán precauciones especiales, en particular a bajas temperaturas, durante las operaciones de desenrollado de los rollos, para proteger a los operarios contra los efectos de un golpe o impacto incontrolado del tubo.

Durante el desenrollado de las bobinas se controlará la velocidad de rotación y se tomarán precauciones para no deteriorar el tubo.

Si los tubos de PE han sido desenrollados, se tomarán precauciones en el momento de cortar la longitud necesaria en la parte curvada situada en proximidad a la bobina o al rollo.

A.4 TRANSPORTE

A.4.1 Tubos rectos

Las plataformas de los vehículos que transportan los tubos en barras estarán exentas de puntas y protuberancias susceptibles de deteriorar los mismos. Los tubos tendrán un soporte suficiente para limitar los esfuerzos de torsión susceptibles de deteriorarlos y evitar sus deformaciones.

Estos vehículos estarán provistos de soportes laterales y los tubos quedarán firmemente sujetos durante el transporte. Estos soportes serán planos y sin aristas cortantes.

Durante el transporte, los tubos quedarán permanentemente fijados de forma que se limite el desplazamiento de los mismos en relación con los soportes.

A.4.2 Rollos

Los tubos en rollos de $d_n \leq 63$ mm pueden suministrarse en pallets. Los rollos quedarán firmemente sujetos a los pallets, y estos últimos quedarán sólidamente fijados al vehículo.

Los tubos en rollos de $d_n > 63$ mm se suministrarán independientemente. Se utilizarán sistemas de fijación para mantener firmemente sujeto cada rollo durante el transporte y la carga.

A.4.3 Bobinas

Las bobinas se fijarán sólidamente al vehículo, y se tendrá en cuenta su altura y ancho en el momento de determinar el itinerario previsto.

ANEXO B (INFORMATIVO)

INTEGRIDAD DE LAS UNIONES POR FUSIÓN

B.1 GENERALIDADES

Se inspeccionarán visualmente todas las juntas por fusión realizadas en obra.

La calidad de las juntas depende del estricto cumplimiento del procedimiento de fusión escrito y autorizado, de la utilización de un equipo en correctas condiciones de uso, de acuerdo con las especificaciones correspondientes, y la calificación de los operarios encargados de la fusión.

B.2 CRITERIOS DE INSPECCIÓN VISUAL

Se considerarán los siguientes criterios de inspección visual, adaptados al control de la calidad de las juntas por fusión.

B.2.1 Fusión a tope

Los criterios generales relativos a la inspección visual de la fusión a tope se describen a continuación.

B.2.1.1 Simetría del cordón

Las juntas de buena calidad están constituidas por un cordón de aspecto liso, simétrico y regular a lo largo del perímetro del tubo, como se muestra en la Figura B.1. El nivel de concavidad del cordón "A" no será inferior a la superficie del tubo.

Un perfil asimétrico del cordón entre dos materiales iguales, se considerará inicialmente como una indicación de mala calidad de la junta, en este caso se realizará una inspección por personal autorizado. En esta inspección se procederá a un minucioso examen teniendo

en cuenta la influencia de los diferentes índices de fusión en la simetría del cordón entre los elementos a unir.

Cuando los tubos y/o las conexiones tienen diferentes índices de fusión el cordón puede considerarse correcto siendo asimétrico. Se determinarán los niveles de simetría aceptables durante el examen de los resultados de las pruebas realizadas en las juntas en condiciones normalizadas.

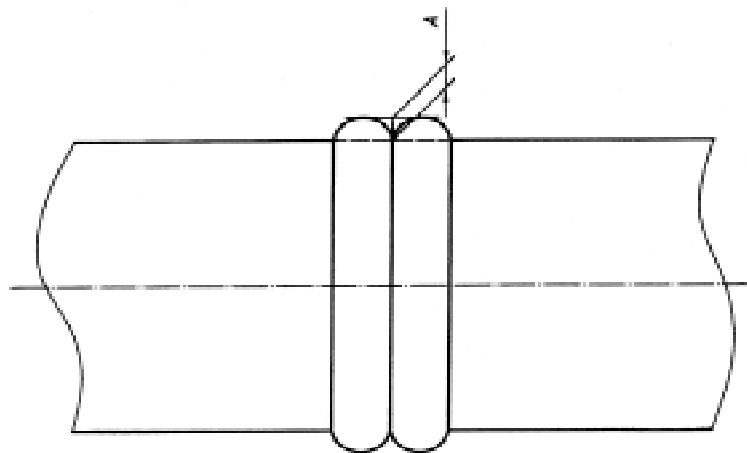


FIGURA B.1

B.2.1.2 Alineación

Los tubos, los accesorios y las válvulas, se alinearán con la mayor precisión posible.

Para que un defecto de alineación V sea admisible, éste será inferior o igual a $0,1 e_n$. Si esto conduce a valores inferiores a 1 mm, se ensayarán las juntas con el fin de identificar el defecto máximo de alineación permitido.

Este valor no se sobrepasará en ningún punto del perímetro de las dos piezas adyacentes al cordón de fusión. Véase Figura B.2.

B.2.1.3 Ancho del cordón

El ancho B del cordón (Figura B.2) es función del material de PE, del proceso de producción (extrusión o moldeo por inyección), del tipo y la temperatura de la placa

calefactora y del ciclo de fusión aplicado; en consecuencia, es difícil especificar una serie única de valores del ancho de los cordones. No obstante, es una buena indicación del cumplimiento del procedimiento de fusión.

Un procedimiento que permite determinar un valor B aceptable del ancho del cordón de fusión consiste en proceder de forma experimental con un tubo y máquinas de fusión a tope funcionando en las condiciones especificadas. El valor medio B se determina a partir de varios ensamblajes realizados en las condiciones definidas en los procedimientos escritos de fusión. El ancho B del cordón medido no sobrepasará de $\pm 20\%$ este valor medio.

La inspección puede facilitarse utilizando calibres PASA/NO PASA, fabricados para los valores recomendados (véase Figura B.5).

Una variación en el ancho del cordón a lo largo del perímetro de una junta (Figura B.3) indica un mal estado del equipo de fusión por lo que se limitará estrictamente.

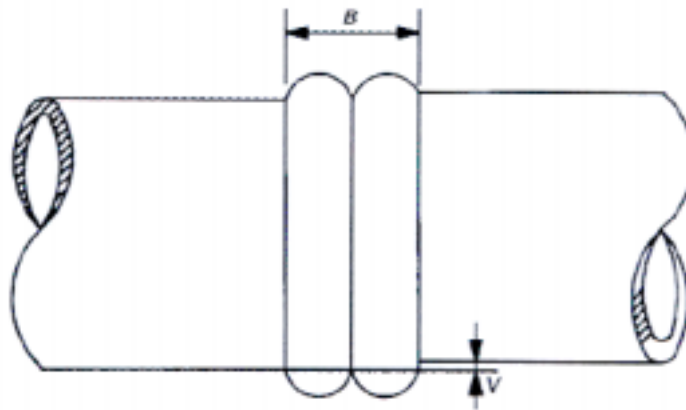


FIGURA B.2

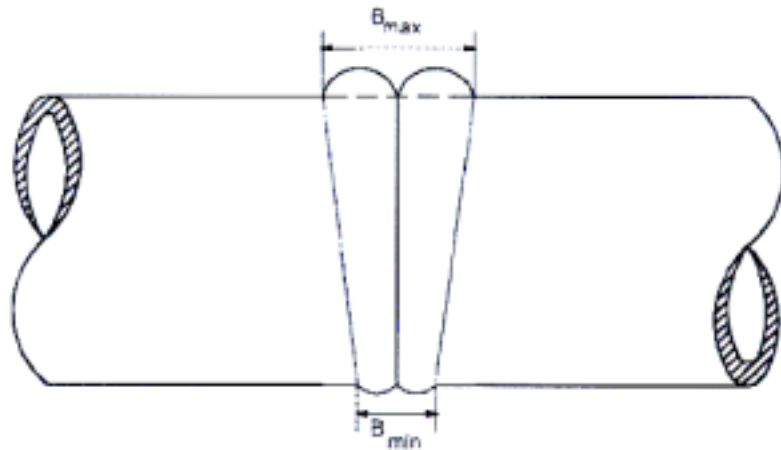


FIGURA B.3

B.2.1.4 Eliminación del cordón

Es posible retirar el cordón de fusión exterior, mediante herramientas adecuadas, sin deteriorar el tubo (Figura B.4). En este momento es posible inspeccionar el cordón.

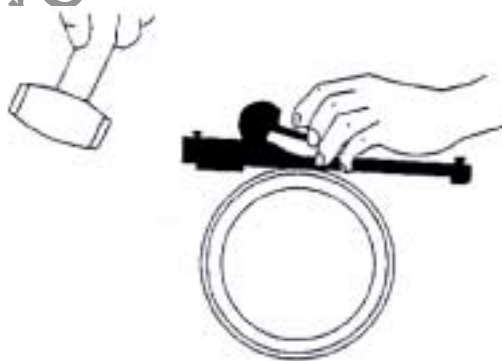


FIGURA B.4

Para determinar el ancho del cordón de fusión, pueden utilizarse calibres apropiados (Figura B.5). Es posible proceder al examen visual de la parte inferior del cordón rechazando aquellos que presenten suciedad, orificios, salientes y fusión defectuosa.

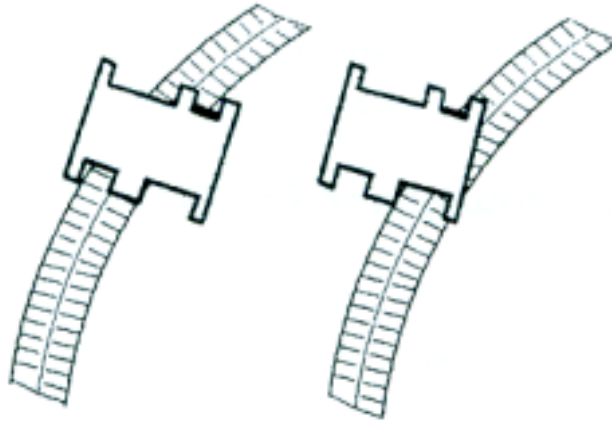


FIGURA B.5

El cordón será resistente y redondeado con una raíz larga, como se representa en la figura B.6. Los cordones hundidos con raíz estrecha de apariencia rizada sobre ella misma, pueden haberse formado con presión excesiva o sin penetración de calor.

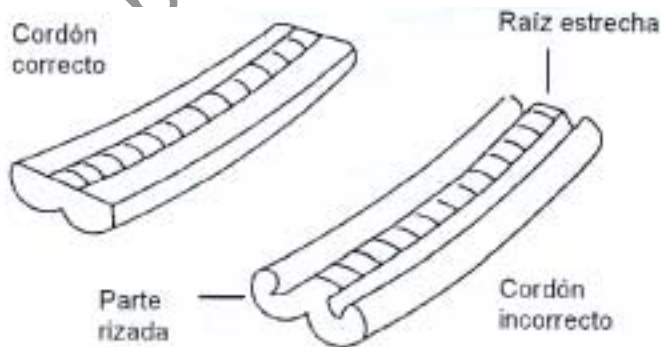


FIGURA B.6

Se procederá a una prueba de curvatura (Figura B.7) cada pocos centímetros, comprobando la existencia de defectos de hendidura. Los defectos de las hendiduras indican suciedad por polvo fino entre las caras unidas por fusión que puede proceder del contacto con una placa calefactora sucia.

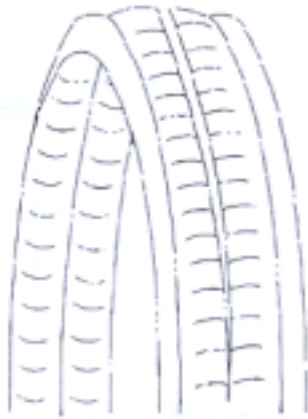


FIGURA B.7

B.2.2 Electrofusión

B.2.2.1 Manguitos de electrofusión

B.2.2.1.1 Alineación de tubos: Se verificará que los tubos y los accesorios, han sido correctamente alineados de acuerdo con los procedimientos escritos relativos al ensamblaje.

B.2.2.1.2 Raspado: Se verificará que se ha realizado un eficaz raspado de todo el perímetro (Figura B.8) de acuerdo con los procedimientos escritos relativos al ensamblaje.

En cada lado del manguito existirá una clara evidencia del raspado. En particular, se realizará un control de la parte inferior del tubo.



FIGURA B.8

B.2.2.1.3 Inserción: Se verificará la existencia de marcas de la profundidad de inserción para comprobar si se ha introducido completamente el tubo o el extremo macho (Figura B.9).



FIGURA B.9

B.2.2.1.4 Material fundido: Se verificará que el material fundido procedente del proceso de fusión, o de las espiras de fusión, no se haya desbordado del interior del manguito (Figura B.10).

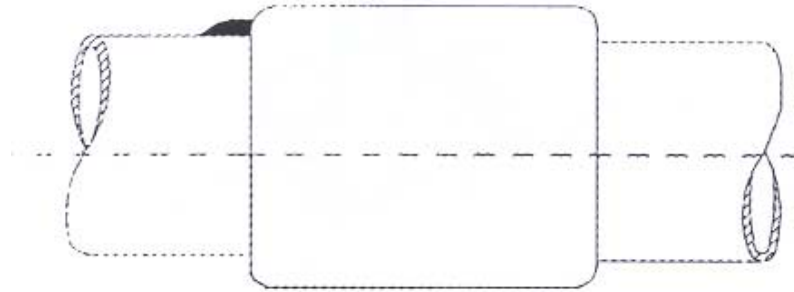


FIGURA B.10

B.2.2.1.5 Testigos de fusión: Si el accesorio está diseñado con testigos de fusión, éstos permanecerán en su posición de acuerdo con las instrucciones del fabricante, hasta finalizar la fusión (Figura B.11).

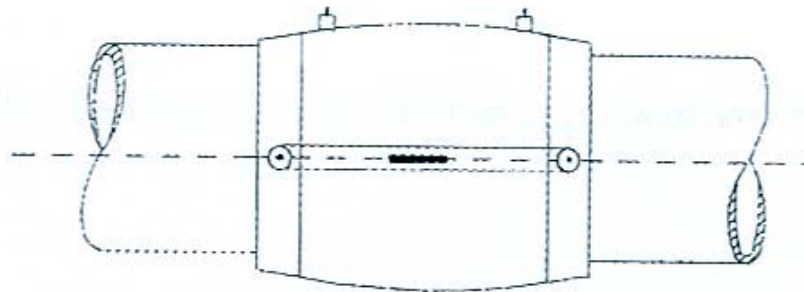


FIGURA B.11

B.2.2.1.6 Tiempo de enfriamiento: Las abrazaderas no se retirarán antes de finalizar el tiempo de enfriamiento.

B.2.2.1.7 Posición de las espiras eléctricas: Después de la fusión no existirá ningún desplazamiento anormal de las espiras eléctricas.

B.2.2.2 Toma de derivación o tes de toma en carga

B.2.2.2.1 Raspado: Se verificará que se ha realizado en la totalidad de la zona de fusión un raspado efectivo, de acuerdo con los procedimientos escritos de ensamble (Figura B.12). Cuando la zona de fusión se extiende a todo el perímetro del tubo, se procederá a una inspección de la parte inferior del mismo.

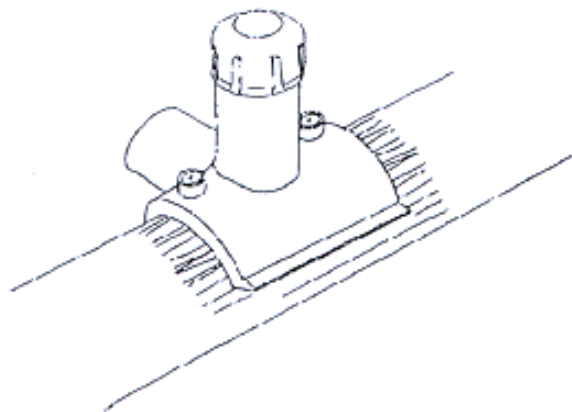


FIGURA B.12

B.2.2.2.2 Inspección visual: La toma de derivación será perpendicular al eje de la tubería principal. El accesorio no dañará el tubo. El material fundido procedente del proceso de fusión no desbordará del interior. Véase Figura B.13.

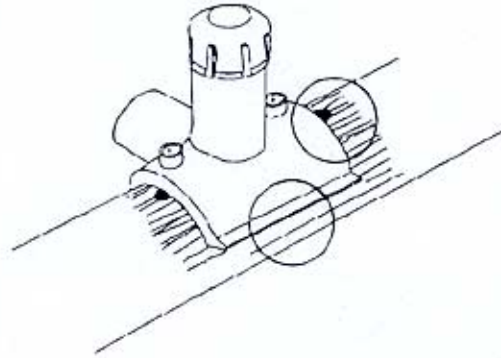


FIGURA B.13

B.2.2.2.3 Testigos de fusión: Si el accesorio está diseñado con testigos de fusión, éstos permanecerán en su posición de acuerdo con las instrucciones del fabricante, hasta finalizar la fusión (Figura B.11).

B.2.2.2.4 Tiempo de enfriamiento: Cuando para las tomas de derivación o tes de toma en carga, sea necesaria una abrazadera, ésta no se retirará, ni se modificará, hasta que no haya transcurrido el tiempo de enfriamiento definido en el procedimiento de fusión.

B.2.3 Herramientas auxiliares

La utilización de herramientas auxiliares no originará deterioros significativos en la superficie del tubo adyacente a la junta. Por ejemplo, abrazaderas de los tubos.

ANEXO C (INFORMATIVO)

PROCEDIMIENTO DE PRENSADO

En esta operación debe tenerse presente como mínimo los siguientes puntos:

C.1 El prensado debe ser tal que entre los rodillos del prensador no quede una separación inferior al 70 % del doble del espesor de pared del tubo. Con este fin, deberá conocerse este espesor y colocarse debidamente los topes del prensador que limitan la carrera del rodillo móvil, y la presión ejercida deberá ser tal que una vez actúen los topes no doble el rodillo móvil.

C.2 El punto donde se practica el prensado estará situado a una distancia superior o igual a $3 \times d_n$ de las juntas o uniones, y a $6 \times d_n$ de otros prensados.

C.3 El prensado debe efectuarse perpendicular al eje del tubo, es decir, el eje de los rodillos estranguladores debe quedar perpendicular al eje de la conducción.

C.4 Una vez concluido el prensado y retirado el prensador, deberá colocarse un recuperador con el fin de que el tubo recupere su forma original. Por ejemplo utilizar abrazaderas circulares para corregir la deformación.

C.5 La posición del prensado estará señalizada de forma permanente si el tramo del tubo no se ha sustituido. Deberá señalizarse con una cinta adhesiva el lugar donde se ha actuado, a fin de evitar repetir esta operación (no debe prensarse 2 veces) en un punto donde el tubo ya ha sufrido una importante deformación.

C.6 Si, pese a haber efectuado un prensado ateniéndose a lo aquí indicado en cuanto a la deformación máxima del tubo, siguiera habiendo circulación de gas natural, puede procederse a un prensamiento doble, eventualmente con venteo entre ambos.

ANEXO D (INFORMATIVO)

PRUEBAS DE HERMETICIDAD

- Antes de iniciar pruebas se deberán respetar los tiempos de enfriamiento de las últimas uniones realizadas.
- El o los tramos a ser probados deberán estar completamente cerrados por medio de tapones fusionados y/o válvulas cerradas.
- El tramo de tubería a ser probado se aislará físicamente de todos los demás sistemas de tuberías en servicio. No se podrán realizar pruebas de hermeticidad cuando exista un tramo de tubería cerrado mediante una válvula y del otro lado de la válvula esté conectada una tubería ya habilitada.
- Se contará con los instrumentos calibrados necesarios y adecuados para el control y registro de la presión, manógrafos, manómetros, etc.
- Las pruebas de redes se realizarán por zonas, las que serán establecidas por la Distribuidora y aprobada por la Entidad Competente.
- El dispositivo de prueba se conectará al tramo de la tubería a ser probada mediante accesorios adecuados que aseguren un sellado hermético.
- Las pruebas se realizarán a 1,5 x MOP y tendrán un tiempo de duración de mínimo 24 horas a partir de la presurización de prueba. Según la longitud de los tramos a probar, se deberá aumentar el tiempo de duración de la prueba, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la distribuidora, la cual será aprobada por la Entidad Competente.

- Las tuberías se presurizarán mediante aire, dejando transcurrir un lapso mínimo de dos horas para estabilizar la presión y temperatura. Previo al inicio de las pruebas, se tendrá un procedimiento detallado de dicha actividad, el cual indicará los equipos (compresores, cabezales, manómetros, tomas de presión, etc.) a ser utilizados y sus especificaciones, el método de aumento de presión, el tiempo de duración y los criterios de control de la presión y hermeticidad. Los manómetros utilizados para controlar la presión de prueba deberán permitir detectar caídas de presión de al menos 100 mbar.
- Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar desplazamientos de la tubería por descompresión repentina. Los tapones y trampas usados como cabezales de prueba deberán contar con dispositivos de seguridad que eviten su expulsión accidental.
- Toda fuga detectada se deberá reparar antes de poner en servicio el tramo de tubería. Se deberá reducir la presión a cero manométrico en el tramo antes de la reparación. Una vez reparada la fuga deberá ser repetida la prueba completa.
- Se podrán realizar pruebas parciales neumáticas de fuga de tramos de longitud corta de tubería sin tapar, a fin de detectar cualquier pérdida por las uniones realizadas, verificando cada unión realizada con solución jabonosa, cuyos componentes no ataquen el PE, la cual se eliminará inmediatamente con abundante agua después de la prueba. Se deberán tomar todas las precauciones para asegurar el tramo expuesto y minimizar el tiempo durante el cual quede la tubería sin tapar. Estas pruebas parciales no serán consideradas como pruebas de hermeticidad finales. La temperatura del PE no deberá superar los 40 °C durante la prueba.
- La descompresión de los tramos se hará en forma adecuada, según las características ambientales de la zona.
- Aprobadas las pruebas de hermeticidad, se despresurizarán las tuberías, y seguidamente ingresará el gas combustible. La gasificación de la línea debe garantizar que al finalizar el procedimiento de gasificación no exista aire en el interior de la línea gasificada. Quedando habilitadas las tuberías probadas.
- Se protegerá a los residentes locales, al público en general y al medio ambiente de los peligros que pudieran resultar de las pruebas bajo presión.

- Se llevará registro de todas las pruebas efectuadas sobre cada tramo de tuberías. La validez de las pruebas será de 30 días corridos, posteriormente a este plazo deberá ser realizada una nueva prueba.

Prohibida su reproducción total o parcial