



Sistema PP-R & PP-RCT 20-315 mm

Catálogo técnico
2023



Hotel Hilton
Wellington - Nueva Zelanda



Hotel Bali-Benidorm
Alicante - España



Sede E-plus
Düsseldorf - Alemania



Mundo Ciputra
Yakarta - Indonesia



Hotel Novotel
Moscu - Rusia



Hotel Apollo
Singapur



Centro de Negocios Nevskava
San Petesburgo - Rusia



Torre Federación
Moscu - Rusia



Hotel Sheraton Four Points
Kuwait



Hotel Palm Jumeirah
Dubai - U.A.E.



Oficinas Centrales Ferrovias Rusas
Moscu - Rusia



Edificio Sistema OAO AFK
Moscu - Rusia



Hotel Santosa Cove
Singapur



Bungalows Sentosa
Singapur



Centro Oxley Biz
Singapur



Banco Central de la Federación Rusa
Moscu - Rusia



Resort Maris Beach
Creta - Grecia



Resort Ohope Beach
Bahía de Plenty - Nueva Zelanda



Escuela de Arte La Salle
Singapur



Escuela Politecnica de Cocina
Wellington - Nueva Zelanda



Hotel Concorde
Ras Beirut - Libano



Hotel Mirage
Nessebar - Bulgaria



Universidad Alfonso X el Sabio
Madrid - España



Universidad de Pamplona
Pamplona - España

Wefatherm especialistas en sistemas de suministro de agua

Índice de contenidos	31
Alcance de responsabilidad	34
1 Sistemas de suministro de agua	
1.1 Instalaciones domésticas	36
1.2 Sistemas de suministro	36
1.3 Instalaciones de agua caliente sanitaria	37
2 Requisitos en sistemas de suministro de agua	
2.1 Seguridad en la higiene	39
2.2 Utilización continua a largo plazo	39
2.3 Evite inconvenientes molestos	40
2.4 Economía de uso	40
2.5 Desinfección	40
3 Propiedades de los materiales	
3.1 Características y ventajas de los materiales	41
3.2 Material PP-R	48
3.3 Materia PP-RCT	49
3.4 Transiciones con metales	50
3.5 Las juntas de goma	51
3.6 Anillos perfilados	51
4 Normas	
4.1 Norma ISO 15874	52
4.2 Normas DIN 8077/8078 y DIN 16962	55
4.3 Presión de trabajo máxima	55
4.4 La calidad del producto	57
4.5 Certificación de producto	58
4.6 Homologaciones	58
4.7 Posición del fabricante sobre prevención y control de Legionela	59

5	Planificación y diseño	
5.1	Instalación	63
5.2	Mantenimiento	66
5.3	Selección de tuberías	67
6	Ingeniería	
6.1	Parámetros hidráulicos	71
6.2	Parámetros mecánicos	74
6.3	Montaje y suportación	76
6.4	Aislamiento	77
6.5	Sistemas de tuberías ocultas	78
6.6	Puesta en funcionamiento	79
7	Gama de productos	
	Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm	
	Tuberías	82
	Accesorios	87
	Herramientas	124
8	Transporte y almacenamiento	
8.1	Embalaje	130
8.2	Manipulación	130
9	Técnicas de unión	
9.1	Regulaciones de salud y seguridad	131
9.2	Termofusión por inserción (socket)	132
9.3	Termofusión a espejo	135
9.4	Termofusión por electrofusión	136
9.5	Unión con bridas	137
10	Gestión de calidad	
10.1	Sistema de gestión de calidad	138
10.2	Declaración de conformidad	138
10.3	Declaración de calidad	138
10.4	Garantía del fabricante	138

Índice de contenidos

Anexos

Anexo A

139

Anexo B

146

Alcance de responsabilidad

Alcance de responsabilidad Polysan/Wefatherm

Validez

Este Manual Técnico es válido desde Junio 2017 y sustituye a versiones anteriores. La versión original puede descargarse en www.wefatherm.de. La versión en castellano puede descargarse en www.polysan.es.


No se permite la reproducción parcial de este Manual Técnico sin permiso. Para más información contactar con la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm.


Los datos contenidos en este Manual Técnico se basan en la información y el diseño del producto en el momento de su publicación y queda reservado el derecho de realizar cambios sin notificación.


Wefatherm GmbH no garantiza la exactitud, adecuación para aplicaciones especiales, o los resultados que se obtengan de las mismas.


Información importante y pictogramas


Este manual contiene pictogramas para resaltar información importante o beneficiosa.


 Información importante y precauciones a tener en cuenta

 Actualizar la presente versión

 Condiciones

 Consulte a la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm

 Información en internet

 Consejo de interés

Validez de la información técnica

Por favor, consulte para su seguridad y para la correcta aplicación de nuestros productos, a intervalos regulares, si este Manual Técnico tiene una nueva versión. La fecha de emisión aparece siempre en la portada. La información técnica válida puede obtenerse en la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm, y descargarse en www.polysan.es y www.wefatherm.de.

Instrucciones de seguridad y funcionamiento

- Lea completamente las instrucciones de seguridad y funcionamiento, por su propia seguridad y la de los demás, antes de iniciar la instalación
- Guarde estas instrucciones y manténgalas disponibles
- Si las instrucciones de seguridad o instalación no están claras, por favor contacte con la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm
- Ignorar las instrucciones de seguridad puede ocasionar daños a la propiedad o lesiones personales


Alcance de responsabilidad

Siga todas las instrucciones aplicables tanto nacionales como internacionales sobre instalación, prevención de accidentes y normas de seguridad, así como la información de este Manual Técnico durante la instalación del sistema de tuberías.

Siga también las normas, directrices, reglamentos, instrucciones y leyes para la protección del medio ambiente, de las asociaciones profesionales y de las administraciones públicas locales

Uso previsto

Los componentes del sistema y las técnicas de unión sólo pueden ser diseñados, desarrollados, instalados y operar como se describe en este Manual Técnico. Cualquier otro uso será considerado impropio y por tanto inadmisibles.

 Las instrucciones de planificación e instalación están directamente relacionadas con el producto Polysan/Wefatherm. La referencia a normas y regulaciones es a nivel general. Esté al tanto de la situación actual de las directrices, normas y reglamentos. Debe tener en cuenta, asimismo, otras normas, reglamentos y directrices para la planificación, instalación y utilización de sistemas de suministro de agua no contenidas en este Manual Técnico

Requisitos del personal

- La instalación sólo debe ser realizada por personas autorizadas y cualificadas
- El trabajo en instalaciones eléctricas sólo debe ser realizado por personal especializado y autorizado

Precauciones generales

- Mantenga el área de trabajo limpia y libre de obstáculos
- Ilumine adecuadamente el área de trabajo
- Mantenga a las personas no autorizadas lejos de herramientas y del área de trabajo, especialmente en renovaciones en zonas habitadas
- Utilice sólo componentes del sistema Polysan/Wefatherm. El uso de otros componentes puede dar lugar a accidentes u otros peligros

Alcance de responsabilidad

Ropa de trabajo



Utilice ropa de trabajo apropiada



Utilice casco de seguridad



Utilice calzado de seguridad



Utilice gafas de seguridad



Utilice protección para los oídos



La inadecuada utilización puede causar quemaduras, cortes y daños corporales



Durante el montaje

- Siempre lea y siga las instrucciones de uso de la herramienta utilizada.
- El uso inadecuado de herramientas puede causar cortes graves, hematomas o daños corporales.
- También puede dañar los componentes y causar fugas.
- Los cortatubos tienen una cuchilla afilada. Guardar y manejar evitando el riesgo de lesiones.
- Mantenga la distancia de seguridad entre la mano y la herramienta de corte al cortar los tubos.
- Nunca sujete la zona de corte de la herramienta o las piezas móviles durante el proceso de corte.
- Desconecte el enchufe de alimentación eléctrica para las actividades de mantenimiento o reubicación y protéjalo de una conexión involuntaria.



Parámetros de funcionamiento

Cuando se exceden los parámetros de funcionamiento, tuberías, accesorios y juntas experimentarán sobrecargas. La superación de los mismos, por tanto, no está permitida. Garantice su cumplimiento con dispositivos de seguridad y control (como válvulas reductoras de presión o válvulas de seguridad).



Aplicaciones no cubiertas en este Manual Técnico (aplicaciones especiales) requieren la consulta a nuestro departamento técnico. Para consejos específicos, consulte a la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm.

Sistemas de suministro de agua

1 Sistemas de suministro de agua

1.1 Instalaciones domésticas

El sistema Polysan/Wefatherm se puede utilizar para abastecimiento de agua doméstica convencional, en aplicaciones tales como:

- Agua potable; El agua potable es agua dulce hasta una temperatura de 25°C para beber, cocinar y preparar alimentos.
- Agua caliente sanitaria; El agua caliente sanitaria es agua potable calentada hasta una temperatura de 60°C.
- Aplicaciones sanitarias; Las aplicaciones sanitarias son aquellas para las que no se requiere la calidad del agua potable, tales como sistemas de evacuación, lavado y riego.

Aplicaciones típicas de agua fría y caliente clasificadas como clase 1 y clase 2 en la norma ISO 15874 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría - Polipropileno (PP)".

Las aplicaciones de agua caliente con temperaturas superiores a 70°C se consideran aplicaciones de calefacción. Dichas aplicaciones clasificadas como clase 5 en la norma ISO 15874 no están cubiertas en este Manual.

Clasificaciones similares, pero no idénticas, se usan en las normas:

- DIN8077 - Tuberías de Polipropileno (PP)
- ASTM F2389-15 Sistemas de tuberías Polipropileno (PP) con presión nominal

La red de tuberías generalmente queda oculta en la pared/techos y suelo con el fin de no perturbar la apariencia visual de la sala sanitaria. Fuera de los aseos, las tuberías van generalmente vistas dado que el aspecto visual es menos importante.



Ilustración 1.1

1.2 Sistemas de suministro

Los sistemas de suministro de agua para uso doméstico se aplican en viviendas unifamiliares y edificios de viviendas con apartamentos/condominios. Cuando hay más de 2 casas que se combinan en un solo sistema, se considera una instalación a gran escala, que consiste en:

- Distribución en el piso
- Montantes de distribución
- Sistemas de impulsión y distribución a montantes



Ilustración 1.2



Ilustración 1.3

Sistemas de suministro de agua

1.3 Instalaciones de agua caliente sanitaria

Estas instalaciones son técnicamente sofisticadas, deben tener en cuenta los requisitos de calidad del agua, la higiene, la comodidad y la economía. La síntesis entre requisitos a veces contradictorios conduce a un suministro responsable de agua caliente.

Las instalaciones de agua caliente se pueden dividir en:

- *Instalaciones centralizadas*

Todos los puntos de suministro en uno (o más) edificio (s) se suministran desde una red única, que se calienta con una (o más) caldera (s).

- *Instalaciones descentralizadas*

Grupos de puntos de suministro con distancias mayores entre sí, que se calientan por múltiples calentadores de agua a los distintos grupos. O un solo punto del grifo es suministrado por un único calentador de agua.



Ilustración 1.4

Las instalaciones de agua caliente se pueden realizar como sistema de flujo, de almacenamiento y combinado de flujo/almacenamiento:

- *Sistemas de flujo*

El agua potable se calienta mientras fluye a través de la caldera. El calentamiento directo se usa con calderas de gas y calentadores eléctricos, la calefacción indirecta se utiliza en los sistemas de distribución de calor.

- *Sistemas con depósito de almacenamiento*

El agua potable se calienta, directa o indirectamente, y se almacena antes de suministrarse bajo demanda. Esto se puede hacer en sistemas abiertos y cerrados. Un sistema abierto es un sistema no presurizado, en general, para un punto de suministro, conectado con válvulas especializadas. En sistemas cerrados múltiples se pueden conectar múltiples puntos de suministro, combinados con instalaciones de limpieza y mantenimiento adecuados. Podemos diferenciar instalaciones de pequeña y gran escala. Para estas últimas deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- *Temperatura de funcionamiento*

Las instalaciones de agua caliente no deben consumir más energía que la necesaria para su utilización. Para evitar la corrosión y calcificación, se fijan límites en la temperatura de funcionamiento. Desde un punto de vista higiénico (prevención de la legionela) la instalación debe funcionar de manera que la temperatura del agua en cualquier punto del sistema de circulación no baje a menos de 55°C en su funcionamiento a largo plazo (ver DVGW hoja de trabajo W551 y W552).

- *Presión de trabajo*

Las instalaciones de agua caliente están diseñadas para una presión nominal de 10 bar. Los calentadores de agua para la presión nominal de 6 bar son utilizables con una válvula reductora de presión adecuada.

- *Medidas técnicas de seguridad*

Cada sistema cerrado requiere una válvula reductora de presión en la tubería de suministro de agua fría y el agua sobrante necesita ser incorporada al sistema de evacuación (ver DIN 1988).

En general es preferible el menor diámetro de tubería que sea suficiente y la ruta más corta a los puntos de suministro. El sistema de tuberías debe estar aislado. El volumen de flujo circulante debe ser ajustado de forma continua. Los segmentos de tubería fuera de funcionamiento deben desconectarse.

Las inspecciones de mantenimiento de estas instalaciones deben ser anuales.

Requisitos en sistemas de suministro de agua

2 Requisitos en sistemas de suministro de agua

El agua potable es esencial en nuestras vidas y por tanto está sometida a regulaciones muy estrictas. Es de obligado cumplimiento seguir las normativas nacionales sobre agua potable. Las directrices mencionadas en este manual de especificaciones se basan en la regulación en Alemania y en la Unión Europea.

Directivas relativas a la calidad del agua destinada al consumo humano:

- Alemania: Trinkwasserverordnung TrinkwV2001
- Unión Europea: Directiva sobre Agua Potable 98/83/CE

Agua potable

El agua potable de alta calidad, segura y suficiente es esencial para nuestra vida diaria, para beber y para la preparación de alimentos. También la usamos para muchos otros fines, tales como el lavado, limpieza, higiene o el riego de nuestras plantas. La Unión Europea tiene una historia de más de 30 años de regulación del agua potable. Esta política garantiza que las aguas destinadas al consumo humano puedan ser consumidas con seguridad durante toda la vida, lo que representa un alto nivel de protección para la salud. Los principales pilares de esta política son los siguientes:

- Garantizar que la calidad del agua potable se controle a través de estándares basados en la evidencia científica más reciente
- Garantizar un control eficiente y una monitorización efectiva sobre el cumplimiento de las normativas de calidad del agua potable

Resumen de la Directiva

La Directiva sobre agua potable se refiere a la calidad del agua destinada al consumo humano. Su objetivo es proteger la salud de los efectos adversos de la contaminación del agua destinada al consumo, garantizando su salubridad y limpieza.

La Directiva establece normas esenciales de calidad a nivel europeo. Un total de 48 parámetros microbiológicos, químicos y otros indicadores son monitorizados y ensayados con regularidad. En general, las directrices de la Organización Mundial de la Salud para el agua potable y la opinión del Comité Asesor de la Comisión científica se utilizan como base científica de las normas de calidad del agua potable.

Legislación Nacional

Al trasladar la Directiva de agua potable a las respectivas legislaciones nacionales, los Estados miembros de la Unión Europea pueden incluir requisitos adicionales i.e. regular sustancias adicionales relevantes dentro de su territorio, o establecer estándares más elevados. Los Estados miembros no pueden, sin embargo establecer estándares inferiores, dado que el nivel mínimo de protección de la salud debe ser el mismo en toda la Unión Europea.

Fuente: Unión Europea

En Alemania, los requisitos pertinentes en materia de agua potable y los requisitos técnicos de sistemas de agua potable se basan en la experiencia práctica a largo plazo y están regulados en códigos de buenas prácticas. Estos códigos generales son una combinación de leyes, normas y directrices para asegurar:

- Un agua potable fiable e higiénica
- Un uso del sistema a largo plazo
- Evitar molestias como el ruido
- La prevención en la eliminación de residuos y evitar el desperdicio de energía

Producto	CAS Nr.	EINECS Nr.	Aplicación	Requisito	Aditivo admisible	Maxima concentración tras el tratamiento	Observar reacción producto	Comentarios
Hipoclorito-cálcico	778-54-3	321-908-7	Desinfección	DIN EN 900 Tab 1, tipo 1	1,2 mg/l sin Cl ₂	max. 0,3 mg/l sin Cl ₂ min. 0,1 mg/l sin Cl ₂	Metano Trihalogeno Bromato	Aditivo hasta 6 mg/l sin Cl ₂ y contenido hasta 0,6 mg/l sin Cl ₂ tras tratamiento, además desinfección no garantizada o desinfección reducida por Amonio
Clorina	7782-50-5	231-959-5	Desinfección Producción de dióxido de clorina	DIN EN 937 Tab 2, tipo 1	1,2 mg/l sin Cl ₂	max. 0,3 mg/l sin Cl ₂ min. 0,1 mg/l sin Cl ₂	Metano Trihalogeno	Aditivo hasta 6 mg/l sin Cl ₂ y contenido hasta 0,6 mg/l sin Cl ₂ tras tratamiento, además desinfección no garantizada o desinfección reducida por Amonio
Dióxido de clorina	10049-04-4	233-162-8	Desinfección	DIN EN 12671 (EN 937, 901, 939, 899, 938, 12926)	0,4 mg/l ClO ₂	max. 0,2 mg/l sin Cl ₂ min. 0,05 mg/l sin Cl ₂	Clorito	Maximo valor del Clorito 0,2 mg/l ClO ₂ tras tratamiento debe ser mantenido. Nota posible formación de Clorato
Hipoclorito-nítrico	7681-52-9	231-668-3	Desinfección	DIN EN 901 Tabla 1, tipo 1 Limite de impurezas con Clorato (NaClO ₃): <5,4 % (m/m) de Clorina activa	1,2 mg/l sin Cl ₂	max. 0,3 mg/l sin Cl ₂ min. 0,1 mg/l sin Cl ₂	Metano Trihalogeno, Bromato	Aditivo hasta 6 mg/l sin Cl ₂ y Contenido hasta 0,6 mg/l sin Cl ₂ tras tratamiento no garantizada o desinfección reducida por Amonio
Ozono	10028-15-6	No aplica	Desinfección, oxidación	DIN EN 1278 Adjunto A.3.2	10 mg/l O ₃	0,05 mg/l O ₃	Metano Trihalógeno, Bromato	

CAS: Número de registro del servicio de resúmenes químicos
EINECS: Inventario Europeo de Sustancias Químicas Comerciales

Tabla 2.1 Sustancias de tratamiento de agua para la desinfección del agua potable de acuerdo con el Trinkwasserverordnung Trinkw V2001

Requisitos en sistemas de suministro de agua

Relación de productos

Para la preparación de agua para consumo humano sólo se pueden utilizar sustancias aceptadas por las autoridades sanitarias. Con el objetivo de:

- Eliminar las sustancias no deseadas del agua
- Hacer el agua apta para el consumo humano
- Matar o inactivar fuentes de enfermedad en:
 - La preparación del agua en la planta de tratamiento de aguas (desinfección primaria)
 - La distribución del agua en sistemas de tuberías (desinfección secundaria)
 - El almacenamiento de agua en los tanques (desinfección secundaria)

Determinados agentes de tratamiento del agua utilizados en ciertas proporciones pueden perjudicar la salud pública. Para evitar un consumo excesivo de estas sustancias, la concentración máxima permitida de las sustancias de tratamiento de agua que pueden ser aplicados en el agua potable se especifica en la tabla 2.1.

! La referencia a normas o reglamentos es de nivel general. Siga todas las normativas nacionales e internacionales, los reglamentos e instrucciones de protección del medio ambiente de las asociaciones profesionales y administraciones públicas. Tenga en cuenta en cada caso las normas, regulaciones e instrucciones en su versión actualizada.

2.1 Seguridad en la higiene

Protección contra la contaminación por:

- Aumento del crecimiento microbiológico

El agua contiene una cantidad baja de gérmenes patógenos que pueden conducir a enfermedades cuando las bacterias comienzan a crecer y aumentar en el agua, como en los casos de legionela y disentería. Estos organismos se desarrollan generalmente a una temperatura de entre 20°C y 55°C, así que el agua en el sistema necesita evitar dichos intervalos de temperatura o estar expuesta a estas temperaturas durante un tiempo limitado.

- Contaminación de materiales utilizados

El agua potable está en contacto con los materiales utilizados en el sistema de distribución de agua. Algunos elementos utilizados en estos materiales pueden migrar al agua potable. Algunos elementos tienen un efecto negativo en los seres humanos cuando se supera un determinado valor. Por lo tanto, hay que evitar que se utilicen materiales que contienen compuestos que pueden disolverse y acumularse en el agua potable en niveles no aceptables. Un ejemplo conocido es la instalación de tuberías de plomo en la distribución de agua potable. Pero también los fabricados de baja calidad y algunos colorantes utilizados en los plásticos pueden ser potenciales contaminantes.

El material Wefatherm PP-R ha sido probado a fondo por los principales laboratorios acreditados europeos sobre la composición del material, la propensión migratoria, el sabor y el olor, el crecimiento de biopelículas, etc. y cumple con los requisitos más estrictos establecidos para los materiales de tuberías diseñadas para el transporte de agua potable.

- Flujo de retorno de "agua ya utilizada" dentro el sistema

Cuando el agua fluye desde el punto de suministro, como en un baño, y entra en contacto con jabón o aceites, ya no es apta para el consumo humano. En los sistemas de suministro que no sean utilizados a diario y en el agua de impulsión expuesta a temperaturas externas elevadas, puede producir una mayor cantidad de bacterias. Por tanto, no se permite ninguna conexión fija entre bañeras, cisternas de descarga, y sistemas de calefacción o de refrigeración.

2.2 Utilización continua a largo plazo

Para el uso ininterrumpido a largo plazo el sistema debe ser protegido:

- Contra el fuego
- Contra la congelación
- Contra un calentamiento excesivo
- Contra la condensación
- Contra la corrosión
- Contra daños mecánicos

Norma	Descripción
DIN 1988	Normas técnicas para instalaciones de agua potable - Reglas técnicas de DVGW
DIN 4708	Instalaciones de agua con Calefacción central
EN 806	Especificaciones para las instalaciones interiores de edificios de transporte de agua para consumo humano

Tabla 2.2 Especificaciones para instalaciones de agua potable

Norma	Descripción
W551	Medidas técnicas para reducir el aumento de legionela
W552	Reducción de legionela - remedio y utilización
W553	Dimensionado de sistemas de circulación de agua caliente
W554	Válvulas utilizadas en sistemas de circulación
VDI 6023	Guía sobre cómo planificar, diseñar, planificar, operar y mantener

Tabla 2.3 Códigos de buenas prácticas: especificaciones para instalaciones de agua potable a gran escala

- Protección contra el fuego

En los edificios, la protección contra el fuego se realiza, por principio, sobre la base de creación de zonas con barreras para frenar la propagación del fuego, a fin de limitar el tiempo de exposición, y aumentar el tiempo disponible para su extinción. Los sistemas de tuberías suelen atravesar estas áreas. Las tuberías y redes eléctricas no deben servir como elementos transmisores en la propagación del fuego. Por esto deben utilizarse manguitos cortafuegos para protección contra incendios, cuando el sistema de agua atraviesa una zona de barrera de fuego.

- Protección contra la congelación

Cuando los sistemas de tuberías se congelan, el flujo y la función del sistema se bloquean. El sistema de tuberías congeladas puede dañarse y ser causa de fugas tan pronto como el agua se funde de nuevo. Por tanto, debe utilizarse aislamiento cuando existe un riesgo potencial de congelación.

- Protección contra el calentamiento excesivo

Cuando los sistemas de agua fría y caliente están cerca unos de otros, o en los cruces, el agua fría puede ser calentada por el sistema de agua caliente, con el resultado de que el agua fría deja de estar fresca. El calentamiento excesivo en la caldera puede dañar el sistema de tuberías, lo que implica una disminución de la vida útil del material.

- Protección contra la condensación

Cuando el aire caliente húmedo se pone en contacto con superficies frías, puede producirse condensación en la superficie fría, y materializarse en pequeñas gotas de agua. Cuando este proceso continúa, esto puede causar humedad, donde los hongos pueden desarrollarse. Esto puede suceder en sistemas de agua fría y sistemas de refrigeración. Por tanto, se deben aislar los sistemas de agua fría y los sistemas de refrigeración cuando el riesgo de condensación sea elevado.

- Protección contra la corrosión

La corrosión es un proceso de degradación del material de la tubería. Esto lleva a un fallo temprano del sistema. Así que deben aplicarse medidas de aislamiento cuando el riesgo de corrosión sea elevado.

- Protección contra daños mecánicos

Los daños mecánicos, como arañazos o muescas por una incorrecta instalación pueden provocar su debilitamiento. Una soportación inadecuada y una compensación insuficiente de la dilatación conduce a tensiones excesivas en el material. Ambos pueden provocar fallos prematuros en el sistema.

Requisitos en sistemas de suministro de agua

2.3 Evite inconvenientes molestos

Evite inconvenientes molestos debidos a:

- *Ruido*

Escuchar el flujo de agua se convierte en molestia por encima de un nivel de ruido de 30 dB (A). Aplicar aislamiento para evitar que el ruido supere este nivel.

- *Tiempo de espera antes de la disponibilidad de agua tibia*

Esperar la temperatura adecuada se vuelve molesto después de un cierto tiempo. Aplique la dimensión apropiada en el sistema de tuberías para evitar esperas excesivas.

2.4 Economía de uso

Evite el uso excesivo de:

- *Agua*

Cuando es necesario un tiempo excesivo para conseguir la temperatura requerida del agua, esta se desperdicia. Debe evitarse desperdiciar la valiosa agua potable. Diseñe una dimensión apropiada de tubería para evitar esperas excesivas.

- *Energía*

La reducción del consumo de energía en los edificios es una contribución sustancial a los objetivos climáticos. Además del aislamiento de los edificios, la tecnología de calefacción moderna también permite la reducción de la energía necesaria para la disponibilidad de agua caliente. En los edificios modernos, el consumo de energía se optimiza de forma que la preparación de agua caliente requiere un uso de energía sustancialmente menor.

⚠ Aunque se trate adecuadamente para cumplir con las estrictas regulaciones nacionales de salud y seguridad para el consumo humano, el agua potable puede contener trazas de bacterias y productos químicos.

El agua potable suministrada de acuerdo con la normativa de las autoridades del agua pública no está perfectamente esterilizada. Contiene gérmenes (patógenos) en concentraciones que no son perjudiciales para la salud. En la red de distribución pública, con temperaturas por debajo de 20°C se impide el crecimiento de bacterias. En general, las autoridades públicas en los países occidentales proporcionan una buena calidad de agua potable.

En los edificios, la propiedad tiene que velar para que la calidad del agua no se deteriore antes de ser suministrada. Las instalaciones de agua potable en edificios públicos y privados albergan una fuente de riesgo para la calidad del agua potable. El incremento de temperatura y la retención del agua potable en el sistema de tuberías y cisternas conduce a crecimientos bacterianos y a mayores cantidades de bacterias en el agua. Esto es causado por el calor producido por un aislamiento inadecuado en las tuberías, o por segmentos de tubería poco utilizados, así como por sistemas que funcionan a baja temperatura (por debajo de 60°C), tanto en la distribución como en el almacenamiento de agua caliente.

De especial significado para la calidad del agua potable en los edificios es la legionela. Se diferencia de otras bacterias patógenas en que no aumenta en el interior del cuerpo humano, sino en biopelícula, especialmente en el intervalo de temperatura de 20°C hasta aproximadamente 55°C. Es definitivamente el germen ambiental más relevante frente al que la población debe ser protegida.

La legionela puede crecer a concentraciones peligrosas en el rango de temperatura de 20 a 55°C, con un tiempo de retención de varias horas a días. Esto debe tenerse en cuenta cuando la temperatura de funcionamiento de los sistemas de agua caliente se reduce con el fin de disminuir el consumo de energía.

Los códigos de buenas prácticas para instalaciones de agua potable distinguen entre instalaciones grandes y de pequeña escala:

- Las instalaciones de gran escala son las instalaciones que contienen más de 3 litros de agua potable caliente o almacenan más de 400 litros en un depósito.
- Las instalaciones de pequeña escala son instalaciones para una o dos viviendas unifamiliares. Aquí, la probabilidad de crecimiento de la legionela es baja debido al tiempo de retención relativamente corto del agua en el sistema.

Las instalaciones a gran escala requieren un sistema de recirculación para evitar que el agua calentada se enfríe en el sistema de tuberías antes de que se caliente de nuevo a la temperatura requerida. Los sistemas de recirculación conducen a pérdidas de calor y a un mayor consumo de energía.

2.5 Desinfección

Desinfección térmica

El crecimiento de Legionela se detiene a una temperatura entre 55-60°C. Matar asentamientos de legionela requiere una temperatura mínima de 70°C por un mínimo de 30 minutos en el sistema. Un calentamiento frecuente por encima de 60°C limita la vida útil de materiales como el PP-R. El material PP-RCT es más adecuado para esta aplicación debido a su mejor resistencia al calor a largo plazo.

La desinfección química

Las bacterias de la legionela se pueden eliminar con sustancias como el cloro, el hipoclorito cálcico, el clorito, el dióxido de cloro, y el hipoclorito de Sodio. En general, la resistencia química del polipropileno al cloro no es satisfactoria. Sin embargo, estas sustancias se dosifican en soluciones acuosas en bajas concentraciones y se preparan a 20°C. Esto reduce el impacto en el polipropileno. El material PP-RCT es más resistente al cloro y a la oxidación, debido a su estabilización mediante aditivos de la más alta tecnología.

La reducción de consumo de energía no puede poner en peligro la calidad e higiene del agua. Debe realizarse preferentemente:

- Por el aislamiento de los sistemas de tuberías y tanques de almacenamiento
- Por la alineación hidráulica de los sistemas de circulación
- Por la utilización de bombas de recirculación de bajo consumo y de tanques de almacenamiento
- Por la utilización de grifos de ahorro de agua

Propiedades de los materiales

3 Propiedades de los materiales

3.1 Características y ventajas de los materiales

Durante más de 30 años, el polipropileno random copolímero (PP-R) ha sido utilizado con éxito en agua fría y caliente sanitaria en instalaciones en muchos países. La combinación de sus propiedades, como resistencia a la presión interna, al impacto, y elasticidad le han convertido en el material de elección para la realización de instalaciones higiénicas y seguras, también en el largo plazo, en la gestión del agua doméstica, como distribuciones de ACS, calefacción por suelo radiante, calefacción por radiadores, o calefacción y refrigeración mediante sistemas de pared.

No es de sorprender que durante las últimas décadas haya habido un continuo proceso de sustitución de los materiales tradicionales, como el hierro y el cobre.



Ilustración 3.1

+ Beneficios de los sistemas de tuberías PP-R:

- Vida de servicio de acuerdo a pruebas realizadas bajo norma ISO 15874
- No hay limitaciones al valor del pH del agua
- Sin corrosión por contacto cuando se expone a partículas de hierro
- Sin olores ni sabores
- Bacteriológicamente neutral
- Rápida y fácil instalación
- Sistemas plásticos completos disponibles
- Buena resistencia química
- Baja tendencia a las incrustaciones

Propiedades	Valor	Unidad	Método de ensayo
Peso específico	905	kg/m ³	ISO 1133
Índice de fluidez	≤ 0,5	g/10 min.	ISO 1133
230°C/2.16 kg			
190°C/5 kg	≤ 0,8	g/10 min.	
Módulo de flexión (2 mm/min)	800	MPa	ISO 178
Módulo de elasticidad (1 mm/min)	900	MPa	ISO 527
Resistencia a la tracción (50 mm/min)	25	MPa	ISO 527
Alargamiento en la rotura (50 mm/min)	13,5	%	ISO 527
<i>Resistencia al impacto (Charpy)</i>			ISO 179/1eU
23°C	sin rotura	kJ/m ²	
0°C	sin rotura	kJ/m ²	
-20°C	40	kJ/m ²	
<i>Resiliencia (Charpy)</i>			ISO 179/1eA
23°C	20	kJ/m ²	
0°C	3,5	kJ/m ²	
-20°C	2	kJ/m ²	
<i>Dilatación térmica expansion</i>	1,5*10 ⁻⁴	1/K	DIN53752
<i>Coefficiente de conductividad térmica</i>	0,24	W/m.K	DIN52612
Calor específico	2	J/g.K	calorímetro

Tabla 3.1 Propiedades térmicas y mecánicas del polipropileno

3.1.1 Resistencia química del PP introducción

La tabla 3.2 resume los datos que figuran en una serie de tablas de resistencia química del polipropileno, actualmente en uso en diferentes países, derivados tanto de la experiencia práctica como de resultados obtenidos en laboratorio (fuente: ISO / TR 10358). La tabla contiene una evaluación de la resistencia química a una serie de fluidos que se consideran ya sea agresivos o no hacia el polipropileno. Esta evaluación se basa en valores obtenidos por inmersión de muestras de ensayo de polipropileno en el líquido de que se trate a 20, 60 y 100°C y presión atmosférica, seguido en algunos casos por la determinación de características de tracción. Una clasificación posterior se establece con respecto a un número restringido de líquidos que se consideren técnica o comercialmente importantes, y el uso de equipos que permite la inspección de acuerdo con la presión y el coeficiente de resistencia química para cada fluido. Estas pruebas proporcionan indicaciones más completas sobre el uso de las tuberías de polipropileno para el transporte de los fluidos indicados, incluyendo su uso bajo presión.

Objeto y campo de aplicación

Este documento establece una clasificación de la resistencia química del polipropileno con respecto a unos 180 fluidos. Su misión es proporcionar directrices generales sobre la posible utilización de tuberías de polipropileno en la conducción de fluidos:

- A temperaturas de hasta 20, 60 y 100°C
- En ausencia de presión interna y tensión mecánica externa (por ejemplo, tensiones de flexión, empujes de tierras, cargas rodantes, etc)

Propiedades de los materiales

Definiciones, símbolos y abreviaturas

Los criterios de clasificación, definiciones, símbolos y abreviaturas adoptados en este documento son los siguientes:

S = Satisfactorio

La resistencia química del polipropileno expuesto a la acción de un fluido se clasifica como "satisfactoria" cuando los resultados de la prueba se consideren "satisfactorios" por la mayoría de los países participantes en la evaluación.

L = Limitado

La resistencia química del polipropileno expuesto a la acción de un fluido se clasifica como "limitada" cuando los resultados de las pruebas se consideren "limitados" por la mayoría de los países participantes en la evaluación. También se clasifican como "limitadas" las sustancias que han obtenido un número igual de resultados "S" y "NS" o "L".

NS = No satisfactorio

La resistencia química del polipropileno expuesto a la acción de un fluido se clasifica como "no satisfactoria", cuando los resultados de las pruebas resultan ser "no satisfactorios" para la mayoría de los países participantes en la evaluación. También se clasifican como "no satisfactorios" aquellos materiales con número igual de resultados "L" y "NS".

- = No se dispone de datos sobre la resistencia química

Sol. dil. Solución acuosa diluida a una concentración igual o superior al 10%

Sol. Solución acuosa a una concentración superior al 10% pero no saturada

Sol. sat. Solución acuosa saturada, preparada a 20° C

Sol. trab. Solución de trabajo que tiene la concentración habitual para uso industrial

Tech. gr. Pureza de al menos grado técnico

Susp. Suspensión de sólido en una solución saturada a 20° C

Las concentraciones de las soluciones indicadas se expresan como porcentaje en masa a 20° C. Las soluciones acuosas de los productos químicos poco solubles se consideran, respecto a la acción química sobre el polipropileno, soluciones saturadas. Se utilizan nombres químicos comunes.

! La evaluación de la resistencia química del polipropileno (Tabla 3.2) se basa en PP no sometido a tensión mecánica. El polipropileno sometido a tensión mecánica puede comportarse de forma diferente y mostrar resultados diferentes.

☎ Si se considera el uso de otros productos químicos o en diferentes concentraciones o temperaturas, puede ponerse en contacto con la Oficina de Ventas de Polysan/Wefatherm.

Compuesto químico	Concentración	Temperatura		Compuesto químico	Concentración	Temperatura	
		20 °C	60 °C			20 °C	60 °C
1,1-dicloroetano	Tech. gr.	L	L	Acetato de vinilo (monómero)	Tech. gr.	S	L
1,2-dicloroetano	Tech. gr.	L	NS	Acetileno, gas	Tech. gr.	S	L
1-hexanol	Tech. gr.	S	S	Acetofenona	Tech. gr.	S	L
Aceite de alcanfor	Tech. gr.	NS	NS	Acetona	Tech. gr.	S	S
Aceite de almendras	Tech. gr.	S	L	Ácido acético	Hasta 10%	S	S
Aceite de cacahuete	Sol. trab.	S	L		>10% a 50%	S	L
Aceite de coco	Sol. trab.	S	S		60%	L	L
Aceite de hígado de bacalao	Sol. trab.	S	S		80%	L	NS
Aceite de linaza	Sol. trab.	S	S		95%	S	L
Aceite de maíz	Sol. trab.	S	L	Ácido acético glacial	>96%	S	L
Aceite de menta	Sol. trab.	S	L	Ácido adípico	Sol. sat.	S	S
Aceite de oliva	Sol. trab.	S	L	Ácido arsénico	Sol. sat.	S	S
Aceite de parafina	Tech. gr.	S	L	Ácido benzoico	Sol. sat.	S	S
Aceite de ricino	Tech. gr.	S	S	Ácido bórico	Sol. sat.	S	S
Aceite de semilla de algodón	Sol. trab.	S	-	Ácido bromhídrico	<20%	S	S
Aceite de silicona	Tech. gr.	S	S		>20% a 50%	S	L
Aceite de soja	Sol. trab.	S	L		66%	L	NS
Aceites minerales (libres de aromáticos)	Sol. trab.	S	L	Ácido brómico	10%	S	S
Aceites vegetales	Tech. gr.	S	L		50%	NS	NS
Acetaldehído	40%	S	L	Ácido butírico	20%	S	L
	Tech. gr.	L	L		Tech. gr.	L	L
Acetamida	5%	S	S	Ácido cianhídrico	Tech. gr.	S	NS
Acetato de amilo	Tech. gr.	L	NS	Ácido cítrico	Sol. sat.	S	S
Acetato de amonio	Sol. sat.	S	S	Ácido clorhídrico	<25%	S	L
Acetato de butilo	Tech. gr.	L	L		>25% a 37,5%	L	L
Acetato de etilo	Tech. gr.	L	NS	Ácido clorhídrico, gas húmedo	Tech. gr.	S	NS
Acetato de isopropilo	Tech. gr.	S	L	Ácido clorhídrico, gas seco	Tech. gr.	S	NS
Acetato de metilo	Tech. gr.	S	S	Ácido cloroacético	Sol. sat.	S	S
Acetato de níquel	Sol. sat.	S	S	Ácido clorosulfónico	50%	NS	NS
Acetato de plata	Sol. sat.	S	S	Ácido cresílico	Sol. sat.	NS	NS
Acetato de plomo	Sol. dil.	S	S	Ácido crómico	<25%	L	L
Acetato de sodio	Sol. sat.	S	S		>30% a 50%	L	NS

Propiedades de los materiales

Compuesto químico	Concentración	Temperatura		Compuesto químico	Concentración	Temperatura	
		20 °C	60 °C			20 °C	60 °C
Ácido dicloroacético	50%	S	L	Amoniaco, acuoso	Sol. sat.	S	S
	Tech. gr.	L	-	Amoniaco, gas húmedo	Tech. gr.	S	L
Ácido diglicólico	18%	S	S	Amoniaco, gas seco	Tech. gr.	S	L
	Sol. sat.	S	L	Anhidrido acético	Tech. gr.	S	L
Ácido esteárico	Sol. trab.	S	L	Anilina	Tech. gr.	L	L
Ácido fluobórico	Sol. sat.	S	L	Anisol	Tech. gr.	L	NS
Ácido fluorhídrico	<40%	S	L	Antimonita de sodio	Sol. sat.	S	S
	50%	L	-	Armoracia rusticana	Sol. trab.	S	S
	>50% a 70%	L	NS	Arsenito de sodio	Sol. sat.	S	S
Ácido fluorhídrico, gas	Tech. gr.	NS	-	Azúcar, sol. Acuosa	Sol.	S	S
Ácido fluosilícico	Sol. sat.	S	L	Benceno	Tech. gr.	L	NS
	>25% a 32%	S	S	Benzaldehído	10%	S	S
	>40%	S	L		Tech. gr.	S	L
Ácido fórmico	10%	S	L	Benzoato de sodio	Hasta 50%	S	L
	>40% a 50%	L	L	Bicarbonato de potasio	Sol. sat.	S	S
	>85% a tech. gr.	L	NS	Bicarbonato de sodio	Sol. sat.	S	S
Ácido fosfórico	<98%	S	S	Bifluoruro de amonio	Sol. sat.	S	S
Ácido ftálico	Susp.	S	S	Bisulfato de potasio	Sol. sat.	S	S
Ácido glicólico	<65%	L	L	Bisulfato de sodio	Hasta 50%	S	S
Ácido hipocloroso	<70%	L	NS	Bisulfito de calcio	Sol. sat.	S	S
Ácido láctico	<90%	S	S	Borato de potasio	Sol. sat.	S	S
	Tech. gr.	S	L	Bórax	Sol.	S	S
Ácido maleico	Sol. sat.	S	S	Bromato de potasio	Sol. sat.	S	S
Ácido málico	Sol. sat.	S	S	Bromo, gas		L	NS
Ácido metilsulfónico	Tech. gr.	L	L	Bromo, líquido	Tech. gr.	NS	NS
Ácido nicotínico	Susp.	S	-	Bromoetano	Tech. gr.	NS	NS
Ácido nítrico	<40%	S	L	Bromuro de bario	Sol. sat.	S	S
	50%	L	-	Bromuro de calcio	Sol. sat.	S	S
	>50% a 70%	L	NS	Bromuro de etileno	Tech. gr.	L	NS
Ácido nítrico (con dióxido de nitrógeno)	Humeante	NS	NS	Bromuro de metilo, gas	Tech. gr.	NS	NS
Ácido oleico	Tech. gr.	S	L	Bromuro de potasio	Sol. sat.	S	S
Ácido oxálico (subl.)	Sol. dil.	S	S	Bromuro de sodio	Hasta 50%	S	S
	Sol. sat.	S	L	Butadieno, gas	Tech. gr.	L	NS
Ácido perclórico	10%	L	L	Butano, gas	Tech. gr.	S	L
	20%	L	NS	Butanodiol	10%	S	L
	70%	L	-		Tech. gr.	L	L
Ácido pícrico (subl.)	Sol. sat.	S	L	Butilfenol	Sol. sat.	S	L
Ácido propiónico	50%	S	L	Butilglicol	Tech. gr.	S	L
	Tech. gr.	L	L	Carbonato amónico	Sol. sat.	S	S
Ácido salicílico (subl.)	Sol. sat.	S	S	Carbonato de bario	Susp.	S	S
Ácido selénico	Sol. sat.	S	S	Carbonato de bismuto	Sol. sat.	S	S
Ácido silícico	Susp.	S	S	Carbonato de calcio	Susp.	S	S
Ácido sulfónico de antraquinona	Susp.	S	S	Carbonato de magnesio	Susp.	S	S
Ácido sulfúrico	>10% a 30%	S	S	Carbonato de potasio	Sol. sat.	S	S
	>50% a 70%	S	L	Carbonato de sodio	Hasta 50%	S	S
	>80% a 90%	L	NS	Carbonato de zinc	Sol. sat.	S	S
	>95%	NS	NS	Cerveza	Sol. trab.	S	S
	Humeante	NS	NS	Cianuro de cobre (II)	Sol. sat.	S	S
Ácido sulfuroso	Sol. sat.	S	L	Cianuro de mercurio	Sol. sat.	S	S
Ácido tánico	Sol. sat.	S	L	Cianuro de plata	Sol. sat.	S	S
Ácido tartárico	Sol. sat.	S	S	Cianuro de potasio	Sol.	S	S
Ácido tricloroacético	<50%	S	S	Cianuro de sodio	Sol. sat.	S	S
Ácido úrico	Sol. trab.	S	S	Cianuro de zinc	Sol. sat.	S	S
Acrilato de etilo	Tech. gr.	L	NS	Ciclohexano	Tech. gr.	S	NS
Acronitrilo	Tech. gr.	S	L	Ciclohexanol	Sol. sat.	S	L
Agua clorada	Sol. sat.	L	NS	Ciclohexanona	Tech. gr.	L	NS
Agua de bromo	Sol. sat.	L	NS	Ciclohexanonas de metilo	Tech. gr.	L	-
Agua de mar	Sol. trab.	S	S	Ciclohexilamina	Tech. gr.	L	NS
Agua destilada	Sol. trab.	S	S	Clorato de calcio	Sol. sat.	L	L
Agua regia (HCL/HNO3)	67%/33%	NS	NS	Clorato de potasio	Sol. sat.	S	L
Aire	Tech. gr.	S	S	Clorato de sodio	Sol. sat.	S	L
Alcohol alílico	Tech. gr.	L	L	Clorhidrato de anilina	Sol. sat.	L	L
Alcohol amílico	Tech. gr.	S	S	Clorhidrato de fenilhidracina	Sol. dil.	S	L
Alcohol bencílico	Tech. gr.	S	L		97%	S	NS
Alcohol de diacetona	Tech. gr.	L	L	Clorhidrina de etileno	Tech. gr.	L	L
Alcohol furfurílico	Tech. gr.	S	L	Clorito de potasio	Sol. sat.	S	S
Alcohol isobutílico	Tech. gr.	S	L	Clorito de sodio		S	L
Alcohol isopropílico	Tech. gr.	S	S		20%	S	L
Alcohol propílico	Tech. gr.	S	S	Cloro, gas húmedo	Tech. gr.	NS	NS
Alcohol yodado	Sol. trab.	L	L	Cloro, gas seco	Tech. gr.	NS	NS
Alumbre de cromo	Sol. sat.	S	S	Clorobenceno	Tech. gr.	L	NS

Propiedades de los materiales

Compuesto químico	Concentración	Temperatura		Compuesto químico	Concentración	Temperatura	
		20 °C	60 °C			20 °C	60 °C
Clorobromo-metano	Tech. gr.	L	NS	Éter isopropílico	Tech. gr.	L	NS
Cloroetano	Tech. gr.	S	L	Etilenglicol	Tech. gr.	S	S
Cloroformo	Tech. gr.	L	NS	Fenilhidrazina	Tech. gr.	L	L
Clorometano, gas	Tech. gr.	L	NS	Fenol	Sol.	S	L
Cloropropanos	Tech. gr.	NS	-	5%	S	S	S
Cloruro de acetilo	Tech. gr.	S	-	50%	S	-	-
Cloruro de alilo	Sol. sat.	L	NS	90%	S	L	L
Cloruro de aluminio	Sol. sat.	S	S	Ferricianuro de potasio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de amilo	Tech. gr.	NS	NS	Ferricianuro de sodio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de amonio	Sol. sat.	S	S	Ferrocianuro de sodio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de antimonio (III)	Sol. sat.	S	S	Flúor, gas seco	Tech. gr.	NS	NS
Cloruro de bario	Sol. sat.	S	S	Fluoruro de aluminio	Susp.	S	S
Cloruro de bencilo	Tech. gr.	L	NS	Fluoruro de amonio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de benzoilo	Tech. gr.	L	-	Fluoruro de cobre (II)	Sol. sat.	S	S
Cloruro de butirilo	Tech. gr.	L	-	Fluoruro de potasio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de calcio	Sol. sat.	S	S	Fluoruro de sodio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de cobre (II)	Sol. sat.	S	S	Formaldehído	Sol. dil.	S	NS
Cloruro de diazonio	Sol. trab.	L	-	>30% a 50%	S	NS	NS
Cloruro de estaño (II)	Sol. sat.	S	S	Fosfato de amonio	Sol. sat.	S	S
Cloruro de estaño (IV)	Sol.	S	S	Fosfato de sodio, ácido	Sol. sat.	S	S
Cloruro de etilo, gas	Tech. gr.	NS	NS	Fosfato de sodio, neutro	Sol. sat.	S	S
Cloruro de fósforo (III)	Tech. gr.	L	-	Fosfina, gas	Tech. gr.	L	L
Cloruro de hierro	Sol. sat.	S	S	Freón 12	Sol. trab.	L	NS
Cloruro de laurilo	Sol. sat.	L	NS	Freón 22, gas	Tech. gr.	L	NS
Cloruro de magnesio	Sol. sat.	S	S	Fructosa	Sol.	S	S
Cloruro de mercurio	Sol. sat.	S	S	Ftalato de butilo	Tech. gr.	S	L
Cloruro de metileno	Tech. gr.	-	-	Ftalato de diisooctilo	Tech. gr.	S	L
Cloruro de níquel	Sol. sat.	S	S	Ftalato de dioctilo	Tech. gr.	L	L
Cloruro de potasio	Sol. sat.	S	S	Gas metano	Tech. gr.	S	L
Cloruro de sodio	Sol. sat.	S	S	Gas natural, seco	Tech. gr.	S	L
Cloruro de tionilo	Tech. gr.	NS	NS	Gas propano	Tech. gr.	S	L
Cloruro de zinc	Sol. sat.	S	S	Gas, natural, húmedo	Tech. gr.	S	-
Cloruro ferroso	Sol. sat.	S	S	Gasóleo	Sol. trab.	L	L
Cresoles	Tech. gr.	S	L	Gasolina (combustible)	Sol. trab.	L	NS
Cromato de potasio	Sol. sat.	S	L	(sin compuestos aromáticos)			
Cromato de sodio	Sol. dil.	S	S	Gasolina (hidrocarburo	80%/20%	L	NS
Cromato de zinc	Sol. sat.	L	L	alifático / benceno)			
Crotonaldehído	Sol. sat.	S	L	Gelatina	Sol.	S	S
	Tech. gr.	S	NS	Glicerina	Tech. gr.	S	S
Cuprocianuro de potasio	Sol. sat.	S	S	Glucosa	Sol.	S	S
Decalina	Tech. gr.	NS	NS	Heptano	Tech. gr.	L	NS
Dextrina	Sol.	S	S	Hexacianoferato (II) de	Sol. sat.	S	S
Dextrosa	Sol.	S	S	potasio			
Diclorobenceno	Tech. gr.	L	-	Hexadecanol	Sol. trab.	S	-
Dicloroetileno	Tech. gr.	NS	NS	Hexano	Tech. gr.	S	L
Dicromato de potasio	Sol. sat.	S	L	Hidrógeno, gas	Tech. gr.	S	S
Dicromato de sodio	Sol. sat.	S	L	Hidrogenocarbonato de	Sol. sat.	S	S
Dietanolamina	Tech. gr.	S	L	amonio			
Dietilamina	Tech. gr.	S	NS	Hidrogenosulfito de potasio	Sol. sat.	S	S
Dietilenglicol	Tech. gr.	S	S	Hidrogenosulfito de sodio	Sol. sat.	S	S
Dietiléter	Tech. gr.	L	NS	Hidroquinona	Sol. sat.	S	L
Difenilamina	Sol. trab.	L	NS	Hidróxido de aluminio	Susp.	S	S
Dimetilamina	30%	S	-	Hidróxido de bario	Sol. sat.	S	S
Dimetilamina, gas	Tech. gr.	S	L	Hidróxido de calcio	Sol. sat.	S	S
Dimetilformamida	Tech. gr.	S	S	Hidróxido de magnesio	Sol. sat.	S	S
Dioxano	Tech. gr.	S	L	Hidróxido de potasio	<20%	S	S
Dióxido de azufre, gas húmedo	Sol. trab.	S	S	<50%	L	L	L
Dióxido de azufre, gas seco	Sol. trab.	S	S	Hidróxido de sodio	Sol. dil.	S	S
Dióxido de carbono, gas húmedo	Tech. gr.	S	S	Sol. sat.	S	L	L
Dióxido de carbono, gas seco	Tech. gr.	S	S	<10%	S	S	S
Dióxido de carbono, sol. acuosa	Sol. sat.	S	S	>10% a 60%	S	L	L
Disulfuro de carbono	Tech. gr.	L	NS	Hipoclorito de calcio	10%	L	L
Estearato de zinc	Susp.	S	S	Hipoclorito de potasio	Sol.	L	-
Estearina	Sol. trab.	S	L	Hipoclorito de sodio	2% (% cloro libre)	L	-
Estireno	Sol. sat.	L	NS	12,5% (% cloro libre)	L	-	-
Etanol	Tech. gr.	S	S	Isobutironitrilo	Tech. gr.	L	NS
Étanolamina	Tech. gr.	S	L	Isooctano	Tech. gr.	L	L
Éter de azufre (tioéter)	Sol. trab.	L	NS	Lanolina	Sol. trab.	S	L
Éter de glicol	Tech. gr.	S	NS	Leche	Sol. trab.	S	S
Éter de petróleo (ligroína)	Sol. trab.	L	L	Levadura	Susp.	S	-
Éter etílico	Tech. gr.	L	L	Margarina	Sol. trab.	S	S

Propiedades de los materiales

Compuesto químico	Concentración	Temperatura		Compuesto químico	Concentración	Temperatura	
		20 °C	60 °C			20 °C	60 °C
Mayonesa	Sol. trab.	S	S	Piridina	Tech. gr.	L	L
Melaza	Sol. trab.	S	S	Queroseno	Sol. trab.	L	L
Mercurio	Tech. gr.	S	S	Refresco de jengibre	Sol. trab.	S	S
Metacrilato de metilo	Tech. gr.	S	S	Silicato de sodio	Sol. sat.	S	S
Metafosfato de amonio	Sol. sat.	S	S	Sulfato de aluminio	Sol. sat.	S	S
Metafosfato de sodio	Sol.	S	S	Sulfato de aluminio y potasio	Sol. sat.	S	S
Metanol	5%	S	L	Sulfato de amonio	Sol. sat.	S	S
	Tech. gr.	S	S	Sulfato de bario	Susp.	S	S
Metil butil cetona	Tech. gr.	S	L	Sulfato de calcio	Susp.	S	S
Metil etil cetona	Tech. gr.	S	L	Sulfato de cobre (II)	Sol. sat.	S	S
Metilamina	<32%	S	NS	Sulfato de hierro	Sol. sat.	S	S
Metilglicol	Sol. trab.	S	L	Sulfato de magnesio	Sol. sat.	S	S
Miel	Sol. trab.	S	S	Sulfato de metilo	Sol. trab.	L	-
Molibdato amónico	Sol. sat.	S	S	Sulfato de níquel	Sol. sat.	S	S
Monóxido de carbono, gas	Tech. gr.	S	S	Sulfato de potasio	Sol. sat.	S	S
Mostaza, acuosa	Sol. trab.	S	-	Sulfato de sodio	Sol. sat.	S	S
Nafta	Sol. trab.	L	NS	Sulfato de zinc	Sol. sat.	S	S
Naftalina	Sol. trab.	L	L	Sulfato ferroso	Sol. sat.	S	S
n-Butanol	Tech. gr.	S	L	Sulfito de potasio	Sol. sat.	S	S
Nitrato de aluminio	Sol. sat.	S	S	Sulfito de sodio	40%	S	S
Nitrato de amonio	Sol. sat.	S	S	Sulfuro de amonio	Sol. sat.	S	S
Nitrato de calcio	Sol. sat.	S	S	Sulfuro de bario	Sol. sat.	S	S
Nitrato de cobre (II)	50%	S	S	Sulfuro de calcio	Sol. dil.	S	S
Nitrato de hierro	Sol. sat.	S	S	Sulfuro de hidrógeno acuoso	Sol. sat.	S	S
Nitrato de magnesio	Sol. sat.	S	S	Sulfuro de hidrógeno de calcio	Sol.	S	S
Nitrato de mercurio	Sol. sat.	S	S	Sulfuro de hidrógeno, gas seco	Tech. gr.	S	S
Nitrato de níquel	Sol. sat.	S	S	Sulfuro de potasio	Sol. sat.	S	S
Nitrato de plata	Sol. sat.	S	S	Sulfuro de sodio	Sol. sat.	S	S
Nitrato de potasio	Sol. sat.	S	L	Tetracloruro de carbono	Tech. gr.	NS	NS
Nitrato de sodio	Sol. sat.	S	L	Tetraetil de plomo	Tech. gr.	S	-
Nitrato de zinc	Sol. sat.	L	L	Tetrahidrofurano	Tech. gr.	NS	NS
Nitrito de sodio	Sol. sat.	S	S	Tetralina	Tech. gr.	NS	NS
Nitrobenzeno	Tech. gr.	S	L	Tiocianato amónico	Sol. sat.	S	S
Nitrometano	Tech. gr.	S	L	Tiofeno	Tech. gr.	L	L
Óleum		NS	NS	Tiosulfato de potasio	Sol. sat.	S	S
Orina	Sol. trab.	S	S	Tiosulfato de sodio (hiposulfito)	Sol. sat.	S	S
Ortofosfato de potasio	Sol. sat.	S	S	Tolueno	Tech. gr.	L	NS
Oxiclорuro de fósforo	Tech. gr.	L	L	Trementina	Tech. gr.	L	NS
Óxido de cloruro de aluminio	Susp.	S	S	Tributilfosfato	Sol. sat.	S	L
Óxido de etileno	Tech. gr.	L	NS	Triclorobenceno	Sol. trab.	NS	NS
Óxido de mesitilo	Sol. trab.	NS	NS	Tricloroetileno	Tech. gr.	L	L
Óxido de zinc	Susp.	S	S	Trietanolamina	Sol.	S	S
Oxígeno, gas	Tech. gr.	S	L		Tech. gr.	S	L
Ozono, gas	Sol. sat.	NS	NS	Trietilenglicol	Sol.	S	S
Parafina	Tech. gr.	S	S	Trifluoruro de boro	Sol. sat.	S	S
Pentano	Sol. trab.	L	L	Trimetilpropano	<10%	S	S
Perborato de potasio	Sol. sat.	S	S	Trióxido de arsénico	Sol.	L	L
Perborato de sodio	Sol. sat.	S	S	Urea	Sol. sat.	S	S
Perclorato de potasio	10%	S	L	Vinagre	Sol. trab.	S	S
	Sol. sat.	L	L	Vino	Sol. trab.	S	S
Percloroetileno	Sol. trab.	L	NS	Vinos y licores	Sol. trab.	S	S
Permanganato de potasio	Sol. sat.	L	L	Whisky	Sol. trab.	S	L
Peróxido de hidrógeno	<10%	S	L	Xileno	Tech. gr.	L	NS
	>30% a 50%	L	L	Yodo	Sol. sat.	NS	NS
	70%	L	NS	Yoduro de potasio	Sol. sat.	S	S
Persulfato amónico	Sol. sat.	S	S	Zumo de fruta	Sol. trab.	S	S
Persulfato de potasio	Sol. sat.	S	S	Zumo de manzana	Sol. trab.	S	S
Petróleo crudo (libre de aromáticos)	Tech. gr.	L	NS	Zumo de pomelo	Sol. trab.	S	S

Tabla 3.2 Resistencia química del polipropileno, no sometido a esfuerzos mecánicos, frente a diversos fluidos a 20 y 60 °C [fuente: ISO/TR 10358]

Propiedades de los materiales

3.1.2 Comportamiento frente al fuego de los PP

Los sistemas de tuberías de PP-R se pueden clasificar:

Norma	Clasificación
EN 13501	D-s3, d2
DIN 4102	B2

Tabla 3.3

Norma europea EN 13501-1

Este estándar define un sistema de clases de comportamiento de los materiales frente al fuego en productos para la construcción. El comportamiento al fuego del producto final, necesita ser clasificado por su contribución al desarrollo y propagación del fuego y humo en un área o medio ambiente. Todos los productos de la construcción pueden ser expuestos al fuego, que se puede desarrollar, crecer y, finalmente, propagarse. Este escenario contiene tres fases según el desarrollo de un incendio:

- Fase 1: inflamabilidad = un fuego encendido por una llama pequeña en una pequeña área/producto.
- Fase 2: generación de humo = desarrollo y propagación del fuego, simulado por una prueba en la esquina de una habitación.
- Fase 3: el flamear de gotas/piezas = después de la propagación, cuando todo el combustible y materiales contribuyen a la carga del fuego.

Clasificación frente al fuego

Fase 1: Inflamabilidad

Clase	Pruebas de fuego	Propagación	Contribución	Práctica
F	No comprobado, o no cumple con clase E	Sin clasificar	Sin determinar	Extremadamente inflamable
E	EN-ISO 11925-2 (15 sec-Fs<150 mm-20 sec)	Propagación 100 kW <2 min	Contribución muy alta	Muy inflamable
D	EN 13823, Figura <750 W/s EN-ISO 11925-2 (30 sec-Fs<150 mm-60 sec)	Propagación 100 kW >2 min	Contribución alta	Bastante inflamable
C	EN 13823, Figura <120 W/s + Thr <15 MJ EN-ISO 11925-2 (30 sec-Fs<150 mm-60 sec)	Propagación 100 kW >10 min	Propagación	Inflamable
B	EN 13823, Figura <120 W/s + Thr <7,5 MJ EN-ISO 11925-2 (30 sec-Fs<150 mm-60 sec)	No propagación	Contribución limitada	Poco inflamable
A2	EN ISO 1182 of EN-ISO 1716 plus EN 13823, Figura <120 W/s + Thr <7,5 MJ	No propagación	Poca contribución	Difícilmente inflamable
A1	EN ISO 1182 = No inflamable EN-ISO 1716 = Valor calorífico	No propagación	No contribución	No inflamable

Tabla 3.4 Inflamabilidad

Fase 2: Generación de humo

Clase	Descripción
s3	Gran generación de humo
s2	Generación de humo media
s1	Poca generación de humo

Tabla 3.5

Fase 3: Gotas/partes inflamables

Clase	Descripción
d2	Partículas inflamables durante mas de 10 s.
d1	Partículas inflamables durante menos de 10 s.
d0	No producción de partículas inflamables

Tabla 3.6

Nivel de seguridad contra incendios en los edificios

El nivel de seguridad contra incendios de un edificio no es igual en todos los países de la unión europea. Cada Estado miembro podrá determinar en sus reglamentos los productos que se pueden utilizar, y qué clasificación de fuego encuentran adecuada.

Norma de la industria alemana DIN 4102

En el pasado la calificación oficial se ha realizado de acuerdo con la norma DIN 4102 (aún hoy vigente).

Los materiales se probaron para el grado de inflamabilidad y combustibilidad. DIN 4102 incluye pruebas de los sistemas de protección pasiva contra incendios así como algunos de sus materiales constituyentes. Las siguientes son las categorías en orden al grado de combustibilidad y de inflamabilidad:

Clasificación	Grado de inflamabilidad
A1	100% no combustible
A2	~98% incombustible
B1	Difícilmente inflamable
B2	Inflamabilidad normal
B3	Se incendia fácilmente

Tabla 3.7

Comparación aproximada:

Clasificación EN13501	Clasificación DIN 4102
A1	A1
A2	A2
B	
C	B1
D	B2
E	
F	B3

Tabla 3.8

En general, los materiales clasificados F/B3 no pueden ser utilizados en los edificios a menos que se combinen con otro material que reduzca la inflamabilidad de los mismos.

Propiedades de los materiales

Las emisiones de los incendios

Un incendio se iniciará con una fuente de ignición, por ejemplo, una chispa enciende un material inflamable en presencia de oxígeno. Un incendio también puede empezar por autoignición, a temperaturas elevadas. El polipropileno arde con facilidad, ya que su índice de oxígeno es bajo y tiene un alto contenido de energía. Esto conduce a niveles elevados de calor, la combustión y la rápida propagación de un incendio. El polipropileno se ablanda, se derrite y gotea en la quema de las gotitas. Esto aumenta la superficie de exposición y estimula la propagación del fuego. El polipropileno desarrolla humo cuando se quema. La generación de humo de poliolefinas es menor que la de otros plásticos, pero más intensa que la madera. En fuegos oxigenados y llameantes se genera menos humo que cuando el fuego arde con menor intensidad. La inflamabilidad relativa depende del material de polipropileno en sí y su comportamiento al fuego pero también de las características, el tamaño y la forma de los materiales involucrados.

Dado que la combustión en los incendios tiende a ser incompleta, se forman diferentes productos de la combustión, por ejemplo, CO y hollín, además de vapor de agua y dióxido de carbono. El componente tóxico importante en los gases de combustión en los incendios de plástico es el monóxido de carbono. También se forman pequeñas cantidades de aldehídos (tales como formaldehído y acroleína), cetonas, alcoholes y ésteres.

El monóxido de carbono es el producto de degradación más tóxico en los incendios. CO une la hemoglobina de la sangre y bloquea la capacidad de la sangre para el transporte de oxígeno por todo el cuerpo. Esto puede causar intoxicación y lleva a la inconsciencia y a la muerte. Una pequeña cantidad de CO provoca mareos, dolores de cabeza y fatiga.

Emisiones derivadas de los procesos (termofusión)

A temperaturas elevadas (p. ej. durante la termofusión), tienen lugar fenómenos de degradación térmica y oxidación, así como emisión de compuestos volátiles (COV). La degradación térmica es un proceso químico irreversible causado por el calor. Las cadenas poliméricas se agrietan en cadenas más cortas reduciendo el peso molecular de las resinas, introduciendo dobles enlaces en el polímero y produciendo compuestos volátiles de bajo peso molecular. La escisión del polímero puede ser inducida por cizallamiento o térmica pura. La degradación térmica se divide en oxidativa y no oxidativa. La degradación oxidativa puede tener lugar durante la soldadura cuando la temperatura de soldadura es demasiado alta. Cuanto mayor sea la temperatura de procesamiento, más se degrada el polímero. Cuanto más grande sea la superficie expuesta al aire, más productos que contienen oxígeno en degradación se forman.

Las emisiones son principalmente diferentes hidrocarburos, saturados o no saturados, con estructura lineal, ramificados o cíclicos. Cuando los aditivos se degradan, se generan compuestos aromáticos. El número y cantidad de los compuestos oxigenados, entre los productos de degradación, es pequeño. Los compuestos oxigenados más abundantes son formaldehído, acetaldehído, ácido fórmico y acetona. También se forman vapor de agua, monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂). El polvo y los aerosoles, que se asemejan a los humos de cera de parafina, se forman en cantidades significativas. La cantidad total de emisiones es pequeña y extremadamente difícil de estimar ya que depende de las circunstancias locales. Las consecuencias conocidas para la salud son fundamentalmente diferentes síntomas temporales de irritación, alergias e indisposición. A pesar de la pequeña cantidad de emisiones siempre se necesita una ventilación eficaz para garantizar la seguridad del entorno de trabajo y para minimizar los riesgos laborales.

3.1.5 Resistencia de PP a la radiación UV

Los materiales de PP utilizados en los sistemas de suministro de agua Polysan/Wefatherm no se clasifican como resistentes a UV. La exposición continua a la luz solar inicia el proceso de degradación UV del material de PP. La radiación ultravioleta (UV) en la luz del sol afecta a las cadenas de polipropileno haciéndoles perder fuerza y flexibilidad. La tasa de degradación depende de la duración y el grado de exposición. Este proceso es visible en superficies expuestas que pueden decolorarse o mostrar una apariencia calcárea y volverse frágiles. El efecto se produce predominantemente en la capa superficial del material y es poco probable que se extienda a profundidades superiores a 0,5 mm. Sin embargo, la concentración de tensión, sea por fragilidad en el PP o por presión interna, puede conducir a un fallo de un componente del sistema.

Para evitar la degradación UV, se pueden aplicar absorbentes o bloqueadores como estabilizadores. Por ejemplo, el negro de carbono en torno a un nivel del 2% bloqueará el proceso de degradación.

Para evitar la degradación del material, proteja los sistemas de tuberías exteriores con aislamiento y protección UV.

Propiedades de los materiales

3.2 Material PP-R

El material PP-R Borealis RA130E se ha convertido en un estándar de excelencia entre los PP-R debido a su rendimiento y calidad excepcional.



Ilustración 3.2

Propiedades	Valor típico	Unidad	Método de prueba
Densidad	905	kg/m ³	ISO 1183
Índice de fluidez (230°C/2,16 kg)	0,30	g/10 min.	ISO 1133
Módulo de flexión (2 mm/min)	800	MPa	ISO 178
Módulo de elasticidad (1 mm/min)	900	MPa	ISO 527-2
Alargamiento en la rotura (50 mm/min)	25	MPa	ISO 527-2
Resistencia a la tracción (50 mm/min)	13,5	%	ISO 527-2
Conductividad térmica	0,24	W/(m K)	DIN 52612
Coefficiente de dilatación térmica (0°C/70°C)	1,5*10E-4	1/K	DIN 53752
Resistencia al impacto (Charpy)			
(23°C)	20	kJ/m ²	ISO 179/1eA
(0°C)	3,5	kJ/m ²	ISO 179/1eA
(-20°C)	2	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Resistencia al impacto Charpi sin muesca			
(23°C)	Sin rotura		ISO 179/1eU
(0°C)	Sin rotura		ISO 179/1eU
(-20°C)	40	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Temperatura de fusión	210-220	°C	

Tabla 3.9 Propiedades físicas del material PP-R borealis RA130E

Las tuberías de este material poseen resistencia a la presión, según ISO/TR 9080 con una clase acreditada MRS de 10 MPa y clase CRS de 3,2 MPa.

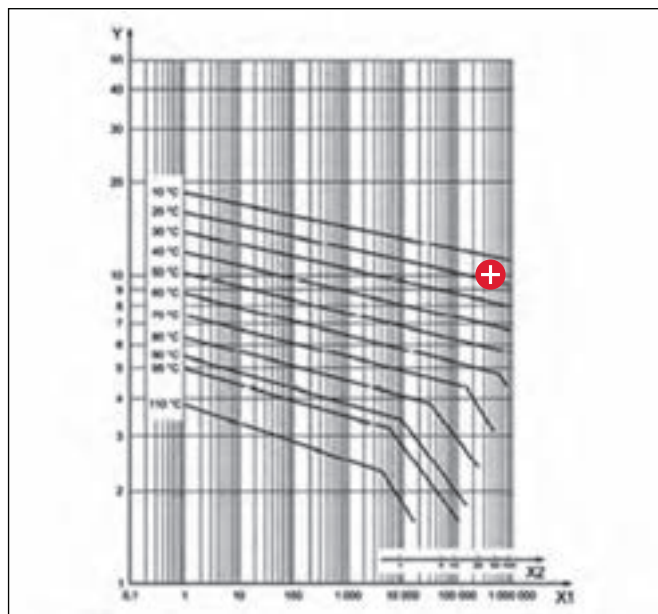


Gráfico 3.1 PP-R MRS 10 MPa (20°C, 50 años)

Se proporciona información adicional sobre el material en el Anexo A:

- Hoja de información de seguridad en la producción
- Declaración sobre el cumplimiento de las regulaciones de las tuberías de agua potable
- Declaración sobre químicos, reglamentos y normas

Propiedades de los materiales

3.3 Material PP-RCT



Ilustración 3.3

PP-RCT (Polipropileno Randon Copolímero con estructura cristalina modificada y funcionamiento a la temperatura mejorado) es una clasificación de materiales para describir la clase de segunda generación de materiales PP-R. El material Borealis RA7050 PP-RCT tiene una cristalinidad especial que mejora las características mecánicas del material, especialmente a temperaturas elevadas.

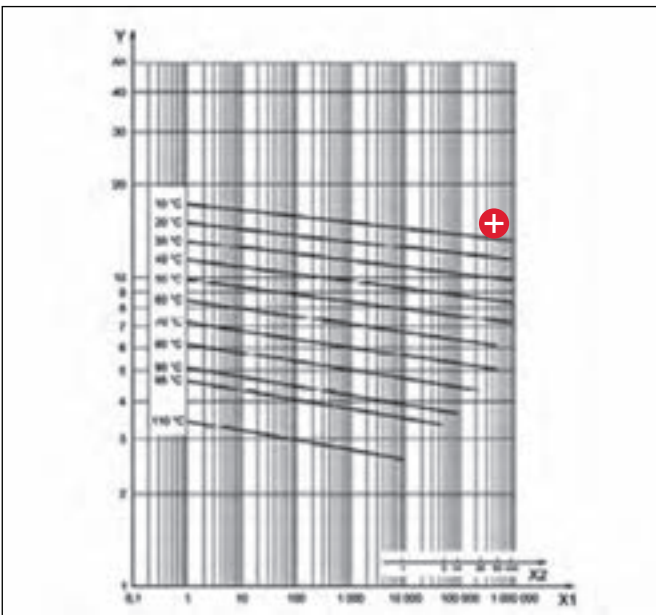


Gráfico 3.2 PP-RCT MRS 11,2 MPa (20°C, 50 años)

Las tuberías de este material poseen resistencia a la presión, según ISO/TR 9080 con una clase acreditada MRS de 11,5 MPa y clase CRS de 5 MPa.

Se proporciona información adicional sobre el material en el Anexo A:

- Hoja de información de seguridad de la producción
- Declaración sobre el cumplimiento de las regulaciones de las tuberías de agua potable.
- Declaración sobre químicos, reglamentos y normas

Propiedad	Valor típico	Unidad	Método ensayo
Densidad	905	kg/m ³	ISO 1183
Índice de fluidez (230°C/2,16 kg)	0,25	g/10 min.	ISO 1133
Resistencia a la tracción (50 mm/min)	25	MPa	ISO 527-2
Alargamiento en la rotura (50 mm/min)	10	%	ISO 527-2
Módulo de elasticidad (1 mm/min)	900	MPa	ISO 527
Resistencia al impacto Charpy, con muescas (+23°C)	40	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Resistencia al impacto Charpy, con muescas (0°C)	4	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Resistencia al impacto Charpy, con muescas (-20°C)	2	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Coefficiente de dilatación de 0°C a 70°C	1,5	*10-4K-1	DIN 53752
Conductividad térmica	0,24	WK-1m-1	DIN 52612 Parte 1
Temperatura de fusión	220-230	°C	

Tabla 3.10 Propiedades PP-RCT material Borealis RA7050

Paquete de estabilización

Un paquete de estabilización basado en la larga experiencia de Borealis en el campo de los polímeros para aplicaciones de agua caliente proporciona una durabilidad superior.

La función de los paquetes de estabilización es proteger al polímero contra la oxidación, que podría ocurrir:

- durante la fabricación por extrusión o inyección en la que el material se expone a alta temperatura, es decir entre 200°C y 230°C durante un corto periodo de tiempo
- durante su uso, caracterizado por su utilización a largo plazo, bajo presión, a temperaturas de hasta 70°C

Para producir el compuesto homogéneo se presta especial atención para asegurar que el paquete de estabilización se dispersa completamente en la resina del PP-R.

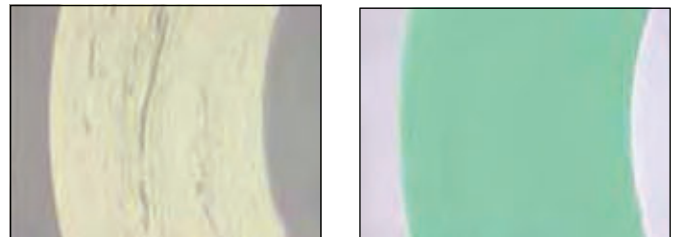


Ilustración 3.4 Observación estereomicroscópica de secciones de tubo con una mala dispersión del pigmento y aditivos

La zona translúcida en la sección transversal de las tuberías indica falta de homogeneidad del compuesto. Esta falta de homogeneidad podría causar puntos locales de envejecimiento prematuro del material.

Propiedades de los materiales

3.4 Transiciones con metales

3.4.1 Latón (aleación de cobre y zinc)

Los accesorios de transición y las uniones permiten conectar los sistemas de tuberías de diferentes materiales, con partes roscadas macho y hembra según normas generalmente aceptadas como ISO 7/EN 10226 e ISO 228.

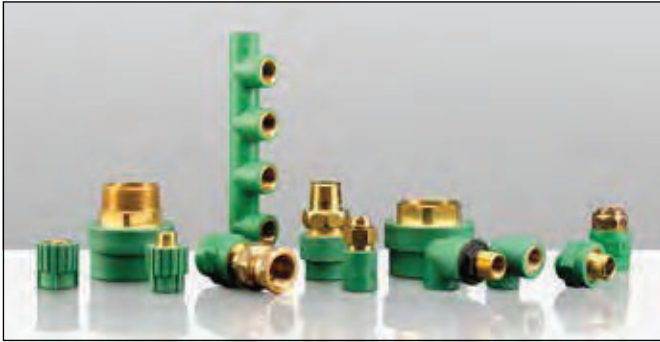


Ilustración 3.5

Francia, Alemania, los Países Bajos y Reino Unido (grupo 4MS) trabajan conjuntamente en el marco del Enfoque Común 4MS, que apunta a la convergencia de los respectivos sistemas nacionales de aprobación de materiales y productos en contacto con agua potable. El grupo 4MS ha adoptado una base común para aceptar materiales metálicos en sus reglamentos nacionales: la Lista común 4MS de materiales metálicos aceptados.

Los componentes de latón y bronce que cumplen con los requisitos de la norma DIN 50930-6 se pueden utilizar en instalaciones de agua potable.

El tipo de latón utilizado para insertos en accesorios de transición WF se clasifica como CW617N (CuZn40Pb2). Teniendo sus componentes Cu, Ni, Pb, Zn un nivel inferior al umbral de migración en el agua.



Puede solicitar más información sobre el latón en su Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm.

3.4.2 Elementos roscados

Los accesorios roscados utilizados se fabrican conforme a las normas:

- ISO 7/EN 10226 Uniones de tubería con rosca en que la presión de cierre se hace en las roscas
- EN-ISO 228 Uniones de tubería con rosca en que la hermeticidad no se produce en las roscas

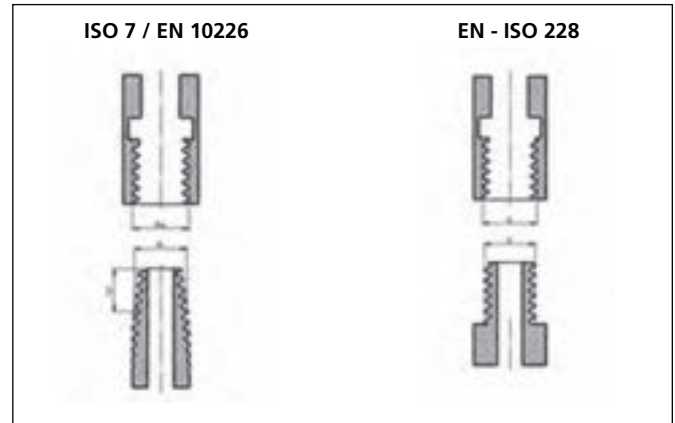


Ilustración 3.6

ISO 7 / EN 10226	EN - ISO 228
Estanqueidad en la rosca	Estanqueidad no en la rosca
R = parte roscada macho cónica	G= parte roscada macho cilíndrica
R _p = parte roscada hembra cilíndrica	G= parte roscada hembra cilíndrica
R _c = parte roscada hembra cónica	
Se recomienda uso de sellador	Se requiere uso de sellador
Se recomienda el uso de cinta PTFE para sellado	Aplicar junta adicional o aro de goma

Tabla 3.11

3.4.3 Sistemas de cobre /PP-R mixtos

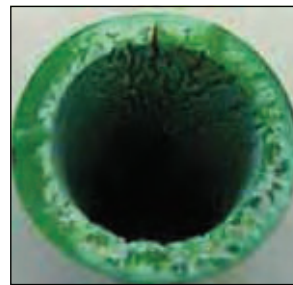


Ilustración 3.7 Daños observados con PP-R no estabilizado adecuadamente, bajo condiciones extremas

El cobre es un catalizador que contribuye al proceso de oxidación del polipropileno, concretamente: los iones de cobre libres. Tras el arranque del proceso de oxidación por ejemplo debido a un nivel elevado de cloro usado para el tratamiento de agua secundaria, los iones de cobre tienen un efecto catalizador en el proceso de oxidación. Con el aumento de la cantidad de cobre libre en iones, el efecto catalizador aumenta. La cantidad de iones de cobre depende del sistema específico de tubería utilizado, la superficie de cobre expuesta y la calidad del agua (pH).

A temperaturas por encima de 70°C este proceso se acelera. Para asegurar un uso ininterrumpido a largo plazo de los sistemas de circulación mixtos de cobre/PP-R en agua caliente, aconsejamos respetar los límites recogidos en el cuadro que sigue "Limitaciones en sistemas mixtos cobre/PP-R".

Propiedades de los materiales

! Limitación en sistemas mixtos cobre/PP-R con circulación de agua caliente

Para evitar la corrosión en sistemas con circulación de agua caliente en sistemas mixtos cobre/PP-R, respetar las siguientes limitaciones:

<i>Temperatura del agua</i>	Máximo 70°C
<i>Presión de servicio</i>	Según especificaciones en Anexos B1 y B2 del Catálogo Técnico, max 8 bar.
<i>Velocidad de flujo</i>	max 0,9 m/s

Condiciones específicas como alta concentración de desinfectantes con cloro en combinación con agua con niveles bajos de pH o altos de ORP, afectan a las propiedades a largo plazo del PP-R.

Si desea información adicional, consulte los servicios técnicos de Polysan/Wefatherm.

3.5 Las juntas de goma

Para la conexión y transición a otros materiales, el sistema Polysan/Wefatherm incorpora elementos con juntas.



Ilustración 3.8

El material de la junta es EPDM Semperit E628 negro.

Este material EPDM cumple con la aprobación KTW 1.3.13 D1 y D2 para agua fría y caliente:

- Dureza (Shore A): 70 ± 5
- Densidad (g/cm³): 1,12
- Resistencia a la tracción (N/mm²): 11
- Alargamiento de rotura (%): 250
- Temperatura de trabajo hasta 120°C
- Espesor 2,0 mm

Resistencia

Medio	Clase
Ozono	Bien
Envejecimiento	Bien
Aceites	No
Gasolinas/Gasoleos	No
Acidos	Bien
Bases	Bien
Desgaste (uso)	Bien

Tabla 3.12 Resistencia

Medio	Dyn. (stat.)	Max.	Corto plazo
Aire	-40 (-50)°C	+120°C	+140°C
Agua	-	+120°C	+150°C

Tabla 3.13 Rango de temperatura

Condiciones	Dureza	Fuerza	Resistencia
70 h/125°C	+10 shore A	+/-20%	-40%

Tabla 3.14 Rangos de envejecimiento a la temperatura según norma DIN 53608

Tiempo	Temperatura	DVR
70 h	100°C	30%

Tabla 3.15 Resistencia a la deformación Presión DIN-ISO 815

Tiempo	Pphm Ozono	Temperatura	Fase de rotura
48 h	200 pphm	40°C	0

Tabla 3.16 Resistencia al ozono

Para obtener información adicional acerca de la resistencia química de las juntas, pongase en contacto con la Oficina de Ventas de Polysan/Wefatherm.

3.6 Anillos perfilados

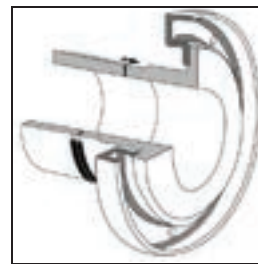


Ilustración 3.9

Los cuellos de brida de base perfilada, y las bridas de PP encapsulada de hierro dúctil, tienen un diseño específico desarrollado para su uso en sistemas de tuberías termoplásticas. Las bridas de PP perfiladas son fabricadas en hierro dúctil GGG40 (ASTM A536), en máquina de moldeo, por inyección y encapsulado, con un 30% de polipropileno reforzado. Este proceso garantiza una considerable protección contra la corrosión.

Este extraordinario sistema de bridas para unión de tuberías se ha probado con éxito desde 1979 en muchos países del mundo.

+ Ventajas

- Alta resistencia a la corrosión, a través de la capa de polipropileno que recubre la parte metálica
- Significativo ahorro de peso
- Manejo sustancialmente simplificado
- Presión de trabajo 16 bar
- Eliminación de reapriete después de la instalación inicial

Reapriete

Debido a la reducción de peso y a la forma perfilada de la base del cuello de brida, se elimina la necesidad de volver a apretar los elementos de fijación. La forma única de la brida, actuando como una 'arandela Belleville', provoca el almacenamiento de energía necesaria para superar cualquier flujo en frío. El diseño de la forma de las alas se basa en cálculos FEM (Finite Element Method) en el que se ha prestado especial consideración al acabado termoplástico. Todas las bridas cuentan con un factor de seguridad de 2 sobre las presiones de trabajo máximas (MOP) establecidas. Para el aumento de las temperaturas (>20°C) se aconseja inspeccionar la brida de unión periódicamente, y volver a apretar los elementos de fijación, si es necesario.

Normas

4 Normas

4.1 Norma ISO 15.874 - sistema de tuberías plásticas para instalaciones de agua caliente y fría

La norma ISO 15874 es el estándar internacional para instalaciones de agua caliente y fría de PP.

Norma	Título
ISO 15874	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP)
Parte 1	Generalidades
Parte 2	Tubos
Parte 3	Accesorios
Parte 5	Aptitud al uso del sistema
Parte 7	Guía para la evaluación de la conformidad

Tabla 4.1

Junto a la definición de los términos, esta norma distingue los siguientes apartados:

4.1.1 Clasificación de condiciones de uso

Clase de aplicación	Temperatura de diseño T_D °C	Tiempo en T_D años	T_{max} °C	Tiempo en T_{max} años	T_{mal} °C	Tiempo en T_{mal} (horas)	Uso
1 ^a	60	49	80	1	95	100	Suministro de agua caliente (60°C)
2 ^a	70	49	80	1	95	100	Suministro de agua caliente (70°C)
4 ^b	20	2,5	70	2,5	100	100	Calefacción por suelo radiante y conexiones del radiador a baja T (70°C)
	seguido por 40	20					
	seguido por 60	25					
5 ^b	20	14	90	1	100	100	Conexiones de radiador de alta T (80°C)
	seguido por 60	25					
	seguido por 80	10					

NOTA:

Esta norma no es aplicable cuando se superen los valores de T_D , T_{max} y T_{mal} .

Tabla 4.2

T_D = temperatura de diseño

T_{max} = temperatura máxima

T_{mal} = temperatura de mal funcionamiento

- a) De acuerdo con la regulación de cada país, se puede seleccionar la clase de aplicación 1 o la 2.
- b) Cuando para una clase de aplicación se utiliza más de una temperatura, se debe añadir el tiempo asociado. Por ejemplo: las temperaturas de los 50 años de tiempo de vida de la clase de aplicación 5 se calculan de la siguiente forma:
- 20°C durante 14 años seguido por
 - 60°C durante 25 años seguido por
 - 80°C durante 10 años seguido por
 - 90°C durante 1 año seguido de
 - 100°C más de 100 horas

Normas

4.1.2 Parámetros de diseño

Sobre la base de un ciclo de vida de 50 años, las presiones máximas de operación son:

- para la aplicación de agua caliente: 4, 6, 8 o 10 bar
- para la aplicación de agua fría: 10 bar

Presiones de trabajo admisibles para tuberías PP:

Clase de aplicación	Presión de diseño [bar]				
	ISO 15874				
	PP-R SDR 11	PP-R SDR 7,4	PP-R SDR 6	PP-RCT SDR 11	PP-RCT SDR 7,4
1	6	8	10	6	10
2	4	6	8	6	10
4	6	10	10	6	10
5	-	6	6	4	8

Tabla 4.3

4.1.3 Materiales

Los materiales PP contemplados son los siguientes:

- Polipropileno-homopolímero PP-H (anteriormente tipo 1)
- Polipropileno-copolímero de bloque PP-B (anteriormente tipo 2)
- Polipropileno-copolímero Random PP-R (anteriormente tipo 3)
- Polipropileno-copolímero Random con estructura cristalina fina y resistencia incrementada a temperaturas elevadas PP-RCT

4.1.4 Resistencia del material a largo plazo

El índice de fluidez es un factor importante en los sistemas de tuberías de plástico. La resistencia mínima requerida a diferentes temperaturas para el PP-R y el PP-RCT se detalla en el capítulo 3 (Propiedades del material).

4.1.5 Geometría de tuberías y accesorios

Dimensiones y tolerancias para tuberías de pared única d16-125 mm. No para tuberías con fibra.

Diámetro exterior	Diámetro exterior medio	SDR								
		17	13,6	11	9	7,4	6	5	4	
d_n	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	Espesor de pared							
12	12,0	12,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,4	
16	16,0	16,3	1,8	1,8	1,8	1,8	2,2	2,7	3,3	
20	20,0	20,3	1,8	1,8	1,9	2,3	2,8	3,4	4,1	
25	25,0	25,3	1,8	1,9	2,3	2,8	3,5	4,2	5,1	
32	32,0	32,3	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4	5,4	6,6	
40	40,0	40,4	2,4	3,0	3,7	4,5	5,5	6,7	8,1	
50	50,0	50,5	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9	8,3	10,1	
63	63,0	63,6	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6	10,5	12,7	
75	75,0	75,7	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3	12,5	15,1	
90	90,0	90,9	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3	15,0	18,1	
110	110,0	111,0	6,6	8,1	10,0	12,3	15,2	18,3	22,1	
125	125,0	126,5	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1	20,8	25,1	

*) sólo para PP-RCT

Tabla 4.4 Geometría de las tuberías

Geometría de los accesorios

Dimensiones para soldadura por inserción. Se distingue entre:

- tipo A, para tuberías que deben ser raspadas
- tipo B, para tuberías que no necesitan ser raspadas

Las dimensiones de los accesorios para soldadura a socket Polysan/Wefatherm son del tipo B. Los accesorios hembra según norma ISO 15494/DIN 16962 para fines industriales tienen profundidades de soldadura menores.

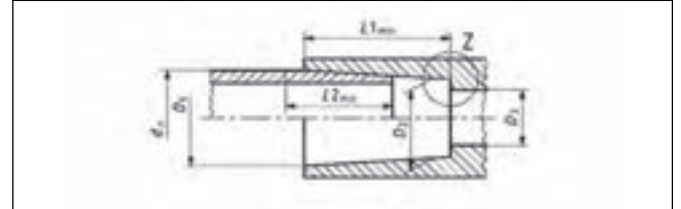


Ilustración 4.1

4.1.6 Factor de seguridad y presión de diseño

Temperatura °C	Factor de seguridad	
	PP-R	PP-RCT
T_D	1,5	1,5
T_{max}	1,3	1,3
T_{mal}	1,0	1,0
$T_{frío}$	1,4	1,4

Tabla 4.5 Factor de seguridad (SF)

Clase de aplicación	Tensión de diseño Mpa*	
	PP-R	PP-RCT
1	3,02	3,64
2	2,12	3,40
4	3,29	3,67
5	1,89	2,92
20°C/50 años	6,93	8,25

*) valores redondeados a 0,01 Mpa

Tabla 4.6 Tensión de diseño del material

4.1.7 Pruebas y parámetros requeridos

Propiedades	Requisitos	Parámetros de prueba			Método de prueba						
		Tensión hidrostática Mpa	Prueba temp. °C	Prueba tiempo h		Nº de pruebas					
Resistencia a la presión interna	Sin fallo	PP-RCT	Mpa	°C	h	Nº de pruebas					
							16,0	20,0	1	3	ISO 1167-1 e ISO 1167-2
							4,3	95,0	22	3	
							3,6	95,0	165	3	
							3,5	95,0	1000	3	
	PP-RCT										
	15,0	20,0	1	3							
	4,2	95,0	22	3							
	4,0	95,0	165	3							
	3,8	95,0	1000	3							

Tabla 4.7 Pruebas y parámetros requeridos

Normas

4.1.8 Marcado de tuberías y accesorios

Requisito	Ejemplo
Número de la norma	EN ISO 15874
Nombre de producto o firma	WF Wefatherm
D _n exterior x espesor de pared	20 x 3,4
Tolerancia	A
Material	PP-R
Clase de aplicación/presión de diseño	clase 1/10 - 2/8 - 4/10 - 5/6 bar
Opacidad	Opaco
Información del fabricante	Made in Germany DVGW DW-8501AT2335

Tabla 4.8 Marcado de la tubería

Diámetro nominal d _n	Longitud de la inserción L _{1, min}	Profundidad de la inserción L _{2, min}	Diámetro interior de la inserción				Ovalación máxima	Diámetro interior D _{3, min}	Base del radio R
			Boca de la inserción D ₂		Boca de la inserción D ₂				
			D _{1, min}	D _{1, max}	D _{2, min}	D _{2, max}			
Accesorios tipo A, para tuberías que necesitan ser raspadas									
16	13,3	11,0	15,2	15,5	15,1	15,4	0,4	11,2	2,5
20	14,5	12,0	19,2	19,5	19,0	19,3	0,4	15,2	2,5
25	16,0	13,0	24,2	24,5	23,9	24,3	0,4	19,4	2,5
32	18,1	14,5	31,1	31,5	30,9	31,3	0,5	25,0	3,0
40	20,5	16,0	39,0	39,4	38,8	39,2	0,5	31,4	3,0
50	23,5	18,0	48,9	49,4	48,7	49,2	0,6	39,4	3,0
63	27,4	24,0	61,9	62,5	61,6	62,1	0,6	49,8	4,0
75	30,0	26,0	73,7	74,2	73,4	73,9	1,0	59,4	4,0
90	33,0	29,0	88,6	89,2	88,2	88,8	1,0	71,6	4,0
110	37,0	32,5	108,4	109,0	108,0	108,6	1,0	87,6	4,0
125	40,0	35,0	122,7	123,9	122,3	123,5	1,2	99,7	4,0
Accesorios tipo B, para tuberías que no necesitan ser raspadas									
75	30,0	26,0	73,4	74,7	72,6	73,6	1,0	59,4	4,0
90	33,0	29,0	88,2	89,7	87,4	88,4	1,0	71,6	4,0
110	37,0	32,5	108,0	109,7	107,0	108,2	1,0	87,6	4,0
125	40,0	35,0	122,4	124,6	121,5	123,0	1,2	99,7	4,0

Tabla 4.9 Geometría de los accesorios

Normas

4.2 Norma DIN 8077/8078 y DIN 16962

Las normas DIN 8077 y DIN 16962 son normas generales para tuberías y accesorios de PP. Estas normas se aplican cuando la utilización no está contemplada por una norma específica, tales como la norma ISO 15874 para el suministro de agua fría y caliente.

Norma	Título
DIN 8077	Polipropileno (PP) Tuberías - PP- H, PP- B, PP -R, PP- RCT - dimensiones
DIN 8078	Polipropileno (PP) Tuberías - PP- H, PP -B, PP- R, PP- RCT - Requisitos y pruebas de calidad
DIN 16962	Conexiones para las tuberías y conexiones para sistemas de presión de polipropileno (PP)
Parte 1	Curvas segmentadas para soldar a tope
Parte 2	Tes segmentadas para soldadura a tope
Parte 3	Curvas sin fin para soldar a tope
Parte 4	Cuellos de brida, bridas, y juntas para soldadura a tope
Parte 5	Requisitos de calidad general, pruebas
Parte 6	Codos moldeados por inyección para soldadura a socket
Parte 7	Tes moldeadas por Inyección para soldadura a socket
Parte 8	Accesorios moldeados por inyección y tapas para soldadura a socket
Parte 9	Accesorios moldeados por inyección, reducciones e injertos para soldadura a socket
Parte 10	Tes moldeadas por inyección y accesorios moldeados para soldadura a tope
Parte 11	Reducciones mecanizadas para soldadura a tope
Parte 12	Bridas, cuellos de brida, juntas y terminales para soldadura a socket

Tabla 4.10

Las normas DIN son similares a las normas ISO. Una diferencia significativa entre la norma DIN y la norma ISO es que algunos apartados se describen en más detalle. Otras diferencias significativas se mencionan en los párrafos siguientes.

4.2.1 Coeficiente de seguridad

La norma DIN 8077 describe un factor de diseño más reducido para aplicaciones generales de agua.

Material	Coefficiente de seguridad
PP-R	1,25
PP-RCT	1,25

Tabla 4.11

4.2.2 Geometría de tuberías y accesorios

Geometría de las tuberías

Dimensiones y tolerancias para las tuberías de pared única, desde 16 hasta 1600 mm. No válido para tuberías de fibra. Ver el Anexo B.

Geometría de los accesorios

La diferencia entre la norma DIN 16962 y la ISO 15874 es que la norma DIN describe la forma de los accesorios en detalle y la descripción de la norma ISO es funcional, con menos detalles.

4.2.3 Presión máxima operativa (MOP)

La presión máxima de funcionamiento se calcula para todos los materiales, y se presenta en las tablas, así como los coeficientes de seguridad del PP. Ver en Anexo B, las tablas para PP-R y PP-RCT con SF 1,5 y SF 1,25.

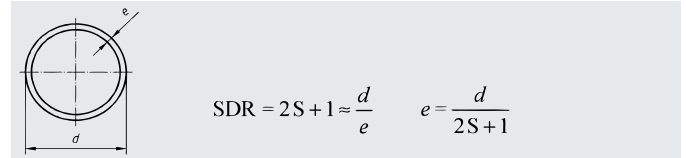
4.3 Presión de trabajo máxima

La presión máxima de trabajo se calcula según la ecuación:

$$MOP = \frac{20 * MRS}{SF * (SDR-1)}$$

Ecuación 4.1

El MRS para cada temperatura y ciclo de vida útil se obtiene mediante curvas de regresión, SF es el factor de seguridad, SDR es la clasificación del espesor de pared de cada tubería de acuerdo con la norma ISO 4065.



$$SDR = 2S + 1 \approx \frac{D}{e} \quad e = \frac{D}{2S + 1}$$

Ecuación 4.2

4.3.1 Evaluación del PN (Presión Nominal)

La calificación del PN histórica viene de la norma DIN8077:1989, que se basaba en una seguridad de diseño con factor 2,0 para aplicaciones industriales, con un esfuerzo de diseño de 5 N/mm². Esto dio lugar a la conocida clasificación de PN, PN 20, PN 16 y PN 10. Las presiones máximas de trabajo de 20 bar, 16 bar y 10 bar aplican a los 50 años del ciclo de vida, a temperatura constante de 20°C con temperaturas más elevadas, la presión máxima de operación es menor. En definitiva, una cuestión de definición que puede llevar a confusión. Esta es la razón por la cual la calificación de PN fue abandonada. Esta calificación PN ha sido reemplazada por la clasificación SDR, que determina presiones máximas de funcionamiento para las diferentes aplicaciones.

Por ejemplo: en un ciclo de vida de 50 años a temperatura constante de 20°C el MRS para el material de PP-R es de 10 N/mm² (1 MPa=10 bar = 1 N/mm²).

SDR Valor	PP-R Valor máximo de presión de trabajo (bar)		
	DIN8077:1989 SF = 2,0	ISO 15874:2010 SF = 1,5	DIN8077:2008 SF = 1,25
SDR 6	20,0 (PN 20)	27,7	30,9
SDR 7,4	15,6 (PN 16)	20,4	24,5
SDR 11	10,0 (PN 10)	12,9	15,4

Tabla 4.12

Normas

4.3.2 Ventajas del PP-RCT sobre el PP-R

Las líneas de regresión de PP-R y PP-RCT se muestran en el Anexo A.

Al proyectar una sobre la otra, se ve claramente la mejora del rendimiento a largo plazo del material PP-RCT en el rango de temperatura 70-95°C.

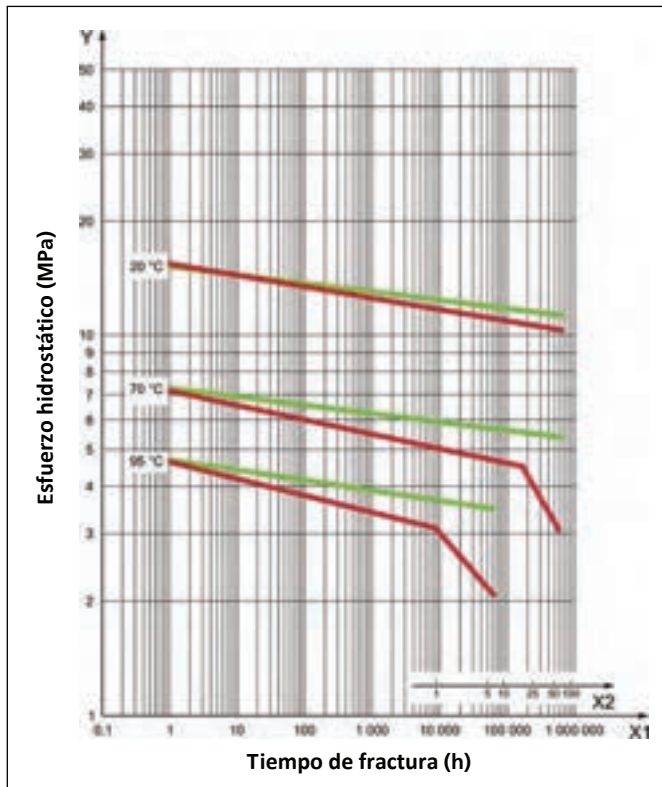


Gráfico 4.1

⊕ El valor MRS superior del PP-RCT permite:

- una mayor presión de trabajo del PP-RCT con el mismo espesor de pared

Temp (°C)	factor MOP PP-RCT
60	1,25
65	1,33
70	1,50
75	1,75
80	2,00
85	2,25
90	2,50
95	2,75

Tabla 4.13

- un espesor de pared menor permite una misma presión de trabajo

SDR PP-R	Calculado equivalente	SDR PP-RCT
11	12,62	13,6
7,4	8,53	9,0
6	6,95	7,4
5	5,80	6,0

Tabla 4.14

Ventajas del material PP-RCT

La mejor resistencia a largo plazo del material PP-RCT conduce a una serie más económica de dimensiones. Permite a los diseñadores seleccionar tuberías de pared más delgada y en algunas situaciones de diámetros más pequeños. Esto se traduce en una mayor capacidad hidráulica de la tubería o la posibilidad de aplicar una presión mayor que la de la norma PP-R.

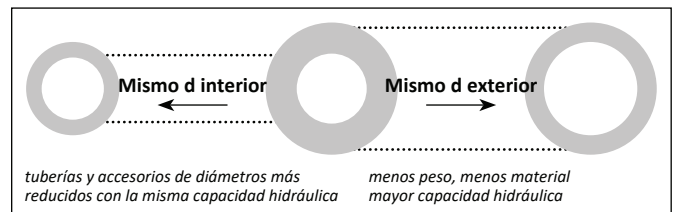


Ilustración 4.2

No menos importante, el uso sustancialmente inferior de material contribuye a la conservación de recursos, en apoyo de un medio ambiente sostenible.

⚠ Cada aplicación específica requiere ser calculada en detalle en la etapa de diseño del proyecto. La temperatura de funcionamiento real y la presión son determinantes. Si necesita asistencia adicional, contacte con la Oficina de Ventas de Polysan/Wefatherm.

La hoja de trabajo W544 (DGW) especifica que para agua fría (máx. 25°C) y agua caliente (máx. 70°C) debe utilizarse un sistema de tuberías que sea adecuado para la presión de agua de 10 bar. Según la norma DIN 8077 esto se consigue aplicando un coeficiente de seguridad de 1,25:

- PP-R: agua fría SDR 11, agua caliente SDR 6
- PP-RCT: agua fría SDR 17, agua caliente SDR 9

Normas

4.3.3 La regla de los mineros

Los cálculos mencionados, para fines de diseño, se basan en un ciclo de 50 años de vida a temperatura constante. En realidad los sistemas de tuberías no funcionan a temperatura constante durante su tiempo de vida. Las desviaciones en la temperatura se compensan con el factor de seguridad aplicado (diseño).

Las condiciones de uso pueden diferenciarse como:

- pleno funcionamiento: presión de funcionamiento y temperatura de servicio
- bajo: baja temperatura y presión de funcionamiento
- apagado: no hay presión, a temperatura ambiente

Si estas condiciones se desvían sustancialmente de la resistencia mínima requerida (MRS) se puede aplicar la media ponderada. Este método de cálculo, la Regla de los Mineros, se describe en la norma ISO 13760.



Cuando se superen los parámetros máximos de operación del sistema de tuberías, este puede verse afectado por la sobrecarga, lo cual no está permitido. Más información en Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm.

4.3.4 Factor de reducción de la presión en la termofusión con accesorios

PP-R y PP-RCT pueden termofusionarse sin restricciones. La termofusión entre PP-RCT y PP-R también se puede realizar sin restricciones. Los procesos de termofusión (soldaduras a socket y a tope, electrofusión) del polipropileno se describen en la guía DVS 2207-11.

Para la termofusión a tope (≥ 160 mm) el espesor de pared de la tubería y del accesorio deben ser iguales. Los accesorios moldeados por inyección, de soldadura a tope y electrofusión, están disponibles en SDR 11. Para SDR 6 - 5 - 7,4 - 9 - 13,6 están disponibles accesorios para soldadura a tope y electrofusión.

En caso de termofusión con accesorios, debe preverse una reducción de la presión sobre la presión máxima operativa de las tuberías.

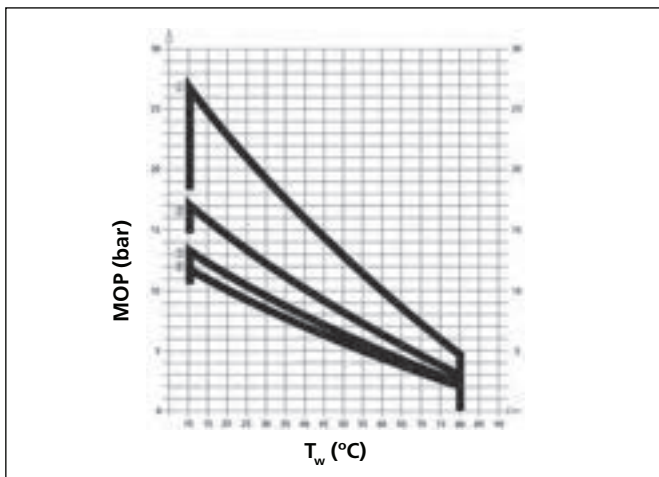


Gráfico 4.2

Los valores indicados no se aplican a las tuberías expuestas a la radiación UV.

Las presiones máximas de funcionamiento < 1 no se incluyen en la tabla.

1 = tubería, accesorios de inyección, curvas con y sin costura curvas $< 30^\circ$

2 = termofusión con codos $> 30^\circ - 90^\circ$; tes 90°

3 = termofusión con tes 60°

4 = termofusión con tes 45°

SF = factor de seguridad 1,25

tld = esperanza de vida 25 años

MOP = Máxima presión de funcionamiento

Tw ($^\circ\text{C}$) = temperatura de la pared de la tubería



Tome nota de la reducción de presión en la termofusión con accesorios. Las curvas termofusionadas de 30° a 90° y las tes termofusionadas 90° tienen un factor de reducción de la presión del 60% respecto de la presión de trabajo máxima. Si requiere información adicional comuníquese con Polysan/Wefatherm.

4.4 La calidad del producto

Normas

Diversas normas como DIN, DVS y directrices SKZ, hojas de trabajo ISO o DVGW constituyen el marco para el control de la producción del sistema Wefatherm. Monitorización continua, verificación y control de materiales y fabricados, de los procesos de producción, de almacenamiento y de entrega, nos ayudan a mantener y garantizar nuestro alto nivel de calidad. Los resultados de nuestras pruebas se confirman regularmente con controles externos.

Los requisitos técnicos para los sistemas de tuberías de plástico están recogidos en hojas de trabajo DVGW:

- W544: Sistemas de tuberías plásticas para agua potable - Tuberías
- W534: Sistemas de tuberías plásticas para agua potable - Accesorios
- W270: Evaluación del crecimiento microbiológico

Estas hojas de trabajo se refieren a normas alemanas de sistemas de tuberías PP:

- DIN 8077: Tuberías de polipropileno - dimensiones
- DIN 8078: Tuberías de polipropileno - requisitos y ensayos generales de calidad
- DIN 19692: Accesorios y componentes para sistemas de presión de polipropileno (PP)

Estas normas se refieren a la norma ISO para aplicaciones de agua caliente y fría:

- ISO 15874: Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría - Polipropileno (PP)

El control interno

El aseguramiento de la calidad del sistema Wefatherm comienza en la puerta de la fábrica, con la recepción de las materias primas. Sólo la materia prima de calidad aprobada se procesa. El procesamiento se monitoriza regularmente. Las modernas máquinas de producción controladas informáticamente y dotadas de sistemas de autochequeo, son manejadas por personal experto y cualificado para garantizar que siempre funcionen de manera óptima. Esto proporciona un sistema de monitoreo continuo con resultados documentados.

La siguiente secuencia de seguimiento ha sido establecida: control de entrega de mercancías, procesos y controles de fabricación, controles intermedios, finales, seguimiento de los dispositivos de prueba. Registros permanentes documentan esta secuencia según la norma DIN ISO 9001.

Supervisión de la producción

Los ajustes de las máquinas y la exactitud dimensional de las piezas se comprueban, exhaustivamente, antes de que se inicie la producción y se realizan ajustes si es necesario. La exactitud dimensional de los artículos producidos, los datos de ajuste de las máquinas de extrusión y moldeo por inyección y los acabados de los productos producidos se comprueban continuamente y se comparan con las especificaciones de productos. Estas medidas garantizan una óptima producción en serie. Controles similares también se llevan a cabo regularmente durante los ciclos de producción.

Comprobaciones finales

Los productos finales son sometidos a más pruebas. Los resultados de las mismas se documentan en los memorandos de prueba. Sólo los productos que han sido revisados y autorizados son trasladados al almacén. Cuando los controles establecidos en los memorandos de pruebas se han realizado y documentado, los productos finales se despachan a existencias, listos para su envío. Instrucciones precisas y controles periódicos aseguran el correcto almacenamiento de los productos. El embalaje y la expedición están regulados internamente de una manera precisa.

Normas

Los sistemas de tuberías de polipropileno para agua potable y otras aplicaciones de agua caliente están sujetos a requisitos y pruebas para asegurar la higiene y proteger la salud pública.

Propiedad	Test inicial	Monitoreización Interna	Monitoreización Externa	W544 párrafo	
Higiene	X	-	1x año	4.1	10204-2 alemán
Instrucciones de uso	X	-	2 x año o cambio técnico	4.2	prohibición de uso Aplicación
Identificación	X	Continua	2x año	4.3	

Tabla 4.15 Requisitos generales

Propiedad	Test inicial	Monitoreización Interna	Monitoreización Externa	W544 párrafo	
Índice de fluidez (MFR) 190/5	-	Cada lote	-	6.1.1.1	ISO 1133 <0,2 g/110 min
Pérdida de Secado	-	Cada lote	-	6.1.1.2	IR o HFM
Entrega	X	Cada tubería	2x año	6.1.2	DIN 8078
Superficie	X	Continuo	2x año	6.1.3	DIN 8078
Dimensiones y tolerancias	X	Continuo	2x año	6.1.4	DIN 8077/8078
Cambio después de tratamiento térmico	X	3x semana	2x año	6.1.5	DIN 8078
Índice de fluidez, tubería	X	1x semana	2x año	6.1.6	ISO 1133 <0,2 g/110 min
Ensayo de impacto de flexión	X	1x día y dimensión	2x año	6.1.7	DIN 8078
Ensayo de presión interna	X	1x semana	2x año	6.1.8	DIN 8078
Homogeneidad del material	X	1x mes	2x año	6.1.9	Microscopio Máx. 0,02 mm

Tabla 4.16 Requisitos generales

4.5 Certificación de producto

El sistema de tuberías Polysan/Wefatherm se somete a múltiples controles externos e internos por autoridades e instituciones nacionales e internacionales, de reconocida independencia, cuya misión es comprobar nuestros productos regularmente y certificar su alto nivel de calidad constante. Esto garantiza al usuario un alto nivel de seguridad y fiabilidad.

Monitorización externa

La monitorización externa se lleva a cabo por el Centro de Plásticos del Sur-Alemania (SKZ), Würzburg y TZW Karlsruhe. Estos centros están autorizados como institutos de pruebas (entre otras instituciones) por la DVGW (Asociación alemana del gas y el agua). Controles análogos se llevan a cabo en el extranjero. Los resultados de estos controles se pasan a Wefatherm y son documentados en certificados.

Proceso de certificación

Cumplir con los requisitos y las pruebas confirma que tuberías y accesorios son aptos para su aplicación. Institutos independientes como DVGW confirman que el sistema es adecuado para su propósito.

- Acreditación de cumplir con los requisitos de las pruebas mecánicas, por organismos independientes.
- Sistema de Gestión de calidad en la producción certificado conforme a norma ISO 9001, confirmado por instituciones independientes.
- Confirmación del fabricante de que el material utilizado es exclusivamente virgen, y no se utiliza ningún otro material en el proceso de producción.
- Confirmación por un instituto independiente de que los materiales utilizados no suponen ningún riesgo para la salud.
- Se llevan a cabo pruebas independientes y de inspección, por organismos independientes.

4.6 Homologaciones

El sistema de tuberías Polysan/Wefatherm ha sido certificado por la DVGW, AENOR y por otros organismos independientes de reconocimiento internacional.



Ilustración 4.3

Las versiones actuales de estos certificados se pueden encontrar en el área de descarga de www.polysan.es y de www.wefatherm.de.

! Las tuberías con fibra, debido a la estructura con fibra de su pared, no están cubiertas por las normas DIN 7077 e ISO 15874. Dichas tuberías son monitorizadas externamente por SKZ.

Normas

4.7 Posición del fabricante sobre prevención y control de Legionela en los sistemas de tuberías y accesorios PP-R Polysan/Wefatherm

Introducción

La mayoría de las consideraciones en esta declaración no son específicas de los sistemas de tuberías plásticas. Son aplicables a todo tipo de tuberías para transporte de agua potable, sea cual sea el material de que están hechas (plástico, metal, etc.).

! Esta declaración se centra en la bacteria Legionela. Otras bacterias peligrosas como Pseudomonas pueden aparecer en redes de agua potable y requieren diferentes tipos de tratamientos para sanear la red de agua potable de su contaminación, que no están cubiertos en esta declaración.

! Consideraciones sobre la bacteria Legionela y su riesgo para la salud humana

La Legionella pneumophila, con diferencia la forma más frecuente de legionela, es particularmente peligrosa para los humanos. Esta bacteria se encuentra en cantidades mínimas, generalmente no patógenas, no solo en aguas subterráneas o superficiales, sino también en sistemas de suministro de agua así como en redes de agua potable.

Las bacterias presentan un efecto patológico, particularmente en el agua caliente vaporizada, como en las duchas. Prácticamente no hay problemas con la bacteria Legionela a menos de 18°C. La situación es bastante diferente con temperaturas del agua entre 25°C y 50°C: a estas temperaturas, los microorganismos se replican rápidamente y no mueren hasta que las temperaturas superan los 60°C.

La necesidad de controlar el riesgo de Legionela es particularmente alta en edificios donde los residentes más débiles pueden sufrir una exposición bacteriana (hospitales, residencias de ancianos, escuelas), en grandes sistemas de agua complejos de edificios como hoteles, gimnasios y en gran medida en otros grandes edificios comerciales.

En estos edificios, se recomiendan medidas sistemáticas específicas para evitar la aparición y crecimiento de la Legionela y tratar la instalación siempre que el nivel de Legionela haya excedido los umbrales regulatorios.

Consideraciones sobre la biopelícula

La biopelícula ofrece un sustrato favorable para el crecimiento de Legionela.

! El crecimiento microbiano es difícil de predecir, influenciado por múltiples factores

Los factores clave son: el diseño de la tubería, la naturaleza y calidad del agua, los productos químicos de desinfección aplicados al agua en la red pública, las condiciones locales, p. ej. las condiciones de temperatura, operación y mantenimiento, la interfaz entre el agua y la superficie de la tubería, en particular la presencia de incrustaciones y alteraciones superficiales debido a la corrosión de la superficie de la tubería, etc., que dificulta el desarrollo de cualquier modelo predictivo.

! La biopelícula se desarrolla en todos los sistemas de transporte de agua, independientemente del material de trabajo de la tubería

Una biopelícula es la simbiosis de una variedad de microorganismos y se produce cuando las bacterias se adhieren a las superficies. Incluso el agua potable perfectamente higiénica contiene bacterias y nutrientes que alimentan su crecimiento. Las bacterias se adhieren a cualquier tipo de superficie, por lo que se desarrollan biopelículas en todos los sistemas de transporte de agua, independientemente del material utilizado.

El estudio de campo muestra que, en la vida práctica, el material de la tubería no influye de manera demostrable en el desarrollo de la biopelícula ni en la incidencia de Legionela.

Una encuesta de campo llevada a cabo por Öfi (Instituto de Investigación de Austria para Química y Tecnología) entre 2004 y 2006 evaluó los sistemas de tuberías en edificios públicos, como hospitales, casas de retiro y escuelas, por la incidencia de Legionela. Por primera vez, dicho estudio incluyó no sólo el análisis de agua potable, sino también la formación de biopelículas en las tuberías. Este estudio demostró que los sistemas de tuberías plásticos y no plásticos tienen en la práctica un comportamiento similar en el desarrollo de biopelículas.

Respecto al desarrollo de Legionela, Öfi llegó a la siguiente conclusión: *"El estudio estableció claramente que el desarrollo de Legionela no depende del material utilizado para las tuberías. Esto significa que, en la práctica, el material de la tubería no influye de manera demostrable en la incidencia de Legionela".*

Normas

Normas / directrices europeas y nacionales relativas a los procesos de seguridad y desinfección del agua

Las siguientes normas europeas, aplicables a todo tipo de tuberías, cualquiera que sea el material (plástico, metal, etc.), dan indicaciones para evitar la contaminación de la tubería, p. ej. Legionela, a través del diseño y utilización adecuados de la instalación de agua potable sin el uso de desinfectantes y describe medidas a tomar en caso de problemas con la contaminación microbiana:

- EN 805 "Abastecimiento de agua - Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes"
- Serie EN 806 "Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios"

Las regulaciones sobre los procesos de seguridad y desinfección del agua no están unificadas entre los estados de la UE. Están cubiertas a nivel nacional a través de normas, reglamentos y directrices nacionales, que pueden variar significativamente de un país europeo a otro, en particular respecto a la temperatura del agua, los productos químicos permitidos y las concentraciones.

Por ejemplo, mientras que en Alemania el valor máximo de la concentración para una desinfección continua con dióxido de cloro es 0,4 mg/l, en Francia, Gran Bretaña e Italia las regulaciones nacionales especifican 1,0 mg/l.

Se deben seguir las regulaciones nacionales. Cada país es un caso especial

! Por lo tanto, la normativa nacional aplicable en el país correspondiente debe ser comprobada y aclarar los tiempos de exposición aceptables con el fabricante de la tubería. Consulte a la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm.

Presencia de desinfectante en la red pública de agua potable a tener en cuenta

Si se lleva a cabo una desinfección química preventiva continua en la red pública de suministro de agua potable, la naturaleza de la sustancia química de desinfección, su concentración y su posible impacto en la tubería deben evaluarse y tomarse en consideración para determinar la elección del desinfectante y el tiempo de exposición permisible del sistema de tuberías en los procedimientos de desinfección que se llevarán a cabo dentro del edificio.

Recomendaciones generales importantes

! Los productos químicos de desinfección son sustancias oxidantes fuertes, siendo el dióxido de cloro el más activo y oxidante. Para ciertos materiales, pueden reducir significativamente la vida útil del sistema de tuberías. Puede suceder, en circunstancias desfavorables, que los materiales de la tubería (plástico, metal y elastómero) se dañen después de una sola exposición.

El impacto del procedimiento de desinfección en los componentes de las tuberías depende entre otros de los siguientes factores:

- El tipo de material de los diversos componentes del sistema de tuberías (tuberías, accesorios, juntas de sellado y equipos tales como válvulas, etc.),
- La presencia de desinfectante en el agua potable suministrada a la red del edificio,
- El concepto de desinfección en sí mismo (tipo de producto químico, concentración, temperatura, duración, etc.),
- La forma en que se lleva a cabo este procedimiento de desinfección, en particular respecto a las concentraciones, temperaturas y duraciones especificadas, en cualquier punto de la tubería.

Todos estos aspectos de la desinfección deben considerarse y abordarse profesionalmente para minimizar el riesgo de daños al sistema de tuberías.

Cualquier desinfección debe realizarse únicamente por personal cualificado.

Durante cualquier procedimiento de desinfección, los datos pertinentes, como el tipo de producto químico utilizado, concentración, duración, temperatura, equipo de dosificación, deben supervisarse profesionalmente y documentarse oficialmente, asegurando la disponibilidad de un historial fiable y completo de la exposición del tubo a los procesos de desinfección, desde la instalación y durante toda su vida útil, de conformidad con las normas y directrices pertinentes. El incumplimiento de las condiciones y recomendaciones especificadas puede provocar daños en el sistema de tuberías (tuberías, válvulas, dispositivos, juntas, juntas tóricas, etc.) y, por tanto, no se puede garantizar la vida útil del sistema.

El fabricante recomienda encarecidamente que, antes de aplicar a la red de agua potable del edificio una desinfección química (de choque o continua), se recopile información relevante como las regulaciones aplicables y las características del agua suministrada en el edificio y se busque asesoramiento del fabricante del sistema de tuberías, de la sustancia química de desinfección y del equipo de dosificación de desinfección, para evaluar la compatibilidad de la tubería con el procedimiento de desinfección contemplado, el nivel de daño potencial que podría causar al sistema de tuberías (tuberías, válvulas, dispositivos, juntas, juntas tóricas, etc.) y la posterior reducción de su vida útil.

! En caso de preguntas específicas sobre rendimientos mecánicos, resistencia química, diseño, instalación, puesta en servicio, operación y mantenimiento, comuníquese con la Oficina de Ventas de Polysan/Wefatherm.

Normas

4.7.1 Posición sobre prevención y control de Legionela en sistemas de tuberías Wefatherm PP-R en Alemania

Regulaciones/normativas nacionales

Las siguientes instrucciones regulan la prevención y el control de Legionela:

- Hoja de trabajo DVGW W557 "Limpieza y desinfección de instalaciones de agua potable".
- Hoja de trabajo DVGW W556 "Anomalías higiénico-microbianas en instalaciones de agua potable - metodología y medidas para remediarlo"
- Publicación DVGW TWIN Nr5 (2009) "Desinfección de instalaciones de agua potable para eliminar la contaminación microbiana"

Medidas para restringir el crecimiento de la bacteria Legionela

Las hojas de trabajo mencionadas anteriormente recomiendan las siguientes medidas para restringir el crecimiento de la bacteria Legionela:

Medidas para controlar la temperatura del agua:

Son medidas relacionadas con el diseño y el funcionamiento de la instalación:

- La temperatura del agua debe estar en un rango en que las bacterias no crezcan o tengan un crecimiento mínimo, siempre que sea posible.
- La temperatura del agua fría en la instalación debe mantenerse por debajo de 25°C.
- La instalación de agua caliente debe permitir mantener la temperatura del agua a un mínimo de 55°C o 60°C en cualquier punto de la red de tuberías durante el uso normal.
- Los sistemas de agua caliente se diseñarán y construirán para permitir que la temperatura en cualquier punto del sistema se eleve a 70°C con fines de desinfección.
- La instalación de agua potable debe diseñarse e instalarse de manera que se evite el estancamiento del agua en condiciones normales de uso.

Medidas para minimizar la formación de biopelícula:

Se deben tomar medidas para minimizar la formación de biopelícula en las instalaciones de agua potable. En particular:

- Se debe prestar atención a la limpieza durante la instalación y puesta en marcha,
- La formación de depósitos y la corrosión deben mantenerse lo más bajos posible mediante procedimientos de diseño y mantenimiento adecuados, adaptados a la calidad del agua y a las características de la tubería.

Se recuerda que las tuberías de plástico ofrecen las ventajas de no ser susceptibles a incrustaciones ni de ser corroídas por el agua.

Las buenas prácticas de diseño, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento descritas anteriormente y de acuerdo con las reglamentaciones técnicas reconocidas, generalmente aseguran una calidad de agua potable microbiológicamente segura en el punto de extracción, sin necesidad de tratamientos de desinfección adicionales.

Sin embargo, un diseño defectuoso, una práctica de mantenimiento inadecuada o la evolución de otros factores en la red de tuberías, pueden crear condiciones favorables para el crecimiento bacteriano.

Los tratamientos de desinfección pueden ser necesarios para prevenir el crecimiento bacteriano y mantener la calidad del agua potable a un nivel seguro y saludable (dentro de los umbrales normativos).

Métodos de desinfección, Alemania

En caso de que se produzca una contaminación microbiana, debe eliminarse para salvaguardar la protección de la salud. Si el enjuague o la limpieza de la instalación no han permitido eliminar la contaminación, entonces se necesita un procedimiento de desinfección. La limpieza y la desinfección proporcionarán un resultado sostenible sólo si se han eliminado las causas reales de la contaminación. El proceso de limpieza y desinfección no reemplaza una renovación sostenible de la instalación.

Los elementos de esta sección se basan en las hojas de trabajo DVGW W557 y W556 y la publicación TWIN Nr5 (2009). Estas regulaciones/guías definen tres tipos de tratamientos de desinfección:

- Térmico
- Choque químico
- Sustancia química continua

Desinfección térmica

Las tuberías, accesorios y accesorios de tuberías de una red de agua potable pueden dañarse, cualquiera que sea el material, mediante procedimientos de desinfección química, con la consecuente reducción, a veces severa, de la vida útil de la red de tuberías. Por lo tanto, la desinfección térmica siempre debe preferirse a la química.

En este tipo de desinfección, el agua se calienta a 70°C y cada grifo (incluidas las duchas) o el punto de prueba se abre durante al menos 3 minutos (después de que la temperatura del agua de descarga alcanza 70°C en la salida). Los gérmenes y las bacterias presentes en el agua se eliminan a esta temperatura. También se debe tener en cuenta el riesgo de quemaduras en las personas, que debe evitarse con medidas de seguridad apropiadas.

Desinfección química - "Desinfección de choque"

La "desinfección de choque" química se describe de la siguiente manera: el desinfectante se inyecta en el circuito de agua fría o caliente. Si se introduce desinfectante en el sistema de agua caliente, la temperatura debe reducirse a un máximo de 25°C. La implementación de la "desinfección de choque" a temperaturas más altas no está permitida ya que pueden producirse daños en tuberías, accesorios, juntas, válvulas y dispositivos. Durante la desinfección y el subsiguiente enjuague con agua fría fresca, el sistema no debe usarse para proporcionar agua potable.

Concentraciones y exposición de productos químicos de acuerdo con Hoja de trabajo DVGW W557 "Desinfección de choque"

Desinfectante	Fórmula química	Concentración valor máximo	Tiempo duración máxima	Temperatura
Dióxido de cloro	ClO ₂	5-10 mg/l as Cl ₂	12 hours	<25°C
Hipoclorito	ClO ⁻	50 mg/l as Cl ₂ (Chlorine)	12 hours	<25°C
Permanganato	MnO ₄ ⁻	15 mg/l	24 hours	<25°C
Peróxido de Hidrógeno	H ₂ O ₂	150 mg/l	24 hours	<25°C

Tabla 4.17

Normas

Concentraciones y exposiciones a productos químicos para la "Desinfección de choque" en el sistema de tuberías PP-R Polysan/Wefatherm (recomendación)

Desinfectante	Fórmula química	Concentración valor máximo	Tiempo duración máxima	Temperatura
Dióxido de cloro	ClO ₂	6 mg/l as Cl ₂	12 horas	<25°C
Hipoclorito	ClO ⁻	50 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	12 horas	<25°C
Permanganato	MnO ₄ ⁻	desconocido	desconocido	<25°C
Peróxido de Hidrógeno	H ₂ O ₂	desconocido	desconocido	<25°C

Tabla 4.18

! El número de ciclos de desinfección no debe exceder un tiempo acumulado de 120 horas en la vida útil del sistema de tuberías.

La concentración del desinfectante y la temperatura de aplicación no deben excederse en ninguna parte del sistema de tuberías durante el proceso de desinfección, de lo contrario, puede dañar el sistema de tuberías (tuberías, válvulas, dispositivos, juntas, juntas tóricas, etc.). Esto aplica a todos los materiales comunes (plásticos, metales, elastómeros, etc.) utilizados en los sistemas de instalación actuales.

Desinfección química - "Desinfección continua por tiempo limitado"

La adición continua de productos químicos solo está permitida si la limpieza repetida, la desinfección térmica o química no fue efectiva y si la biopelícula existente en los sistemas es baja.

Cabe señalar que la dosificación continua de productos químicos en ningún caso reemplaza el rediseño estructural necesario del sistema de instalación, y actúa solo como una medida de apoyo temporal hasta que se lleva a cabo una restauración adecuada del sistema. La dosificación continua no es una medida de prevención de Legionela.

La siguiente tabla muestra, para los tres desinfectantes más usados comúnmente, las concentraciones máximas reglamentarias y las temperaturas de operación e indica la duración máxima de exposición estimada de la tubería para mantenerse segura.

Concentraciones y exposiciones a productos químicos según Hoja de trabajo DVGW W557 "Desinfección continua por tiempo limitado"

Desinfectante	Fórmula química	Concentración valor máximo	Temperatura	Tiempo (*) duración máxima
Dióxido de cloro**	ClO ₂	0.4 mg/l as ClO ₂	60°C	6 meses
Hipoclorito	ClO ⁻	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	60°C	6 meses
Cloro	Cl ₂	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	60°C	6 meses
Dióxido de cloro**	ClO ₂	0.4 mg/l as ClO ₂	< 25°C	18 meses
Hipoclorito	ClO ⁻	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	< 25°C	18 meses
Cloro	Cl ₂	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	< 25°C	18 meses

Tabla 4.19

! (*) El tiempo máximo de operación significa el tiempo de exposición total durante la vida útil planificada del sistema de tuberías.

Las recomendaciones anteriores respecto a la concentración y la temperatura se especifican desde el punto de vista higiénico y toxicológico y no tienen en cuenta la resistencia química de los componentes de la tubería.

Recomendación del fabricante sobre concentraciones y exposiciones a productos químicos para la "Desinfección continua por tiempo limitado" en un sistema de tuberías PP-R Polysan/Wefatherm:

Desinfectante	Fórmula química	Concentración valor máximo	Temperatura	Tiempo (*) duración máxima
Dióxido de cloro**	ClO ₂	No recomendado		
Hipoclorito	ClO ⁻	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	60°C	6 meses
Cloro	Cl ₂	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	60°C	6 meses
Dióxido de cloro**	ClO ₂	No recomendado		
Hipoclorito	ClO ⁻	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	< 25°C	18 meses
Cloro	Cl ₂	0.3 mg/l as Cl ₂ (Cloro)	< 25°C	18 meses

Tabla 4.20

! (*) El tiempo máximo de operación significa el tiempo de exposición total durante la vida útil planificada del sistema de tuberías.

! Si se exceden las concentraciones y las temperaturas máximas del agua, se pueden producir daños en el sistema de tuberías (tuberías, válvulas, dispositivos, juntas, juntas tóricas, etc.) dependiendo del material de la tubería.

! Lo anterior solo es aplicable en Alemania. Otros documentos nacionales pueden ser diferentes. Verifique las regulaciones nacionales pertinentes y con el fabricante de la tubería la compatibilidad de funcionamiento de la tubería. Consulte a la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm.

! **Alcance de responsabilidad:**
Esta información ha sido recopilada según nuestro mejor conocimiento. Es responsabilidad del cliente verificar las condiciones de uso y verificar esta información. Los componentes del sistema y las técnicas de unión solo se pueden diseñar, instalar y operar como describe el Manual Técnico de Wefatherm. Cualquier otro uso es inapropiado y, por tanto, inadmisibles.

Planificación y diseño

5 Planificación y diseño

5.1 Instalación

! Son requisitos previos para un diseño profesional de cualquier sistema de tuberías, un buen conocimiento técnico en combinación con muchos años de experiencia en las técnicas de utilización y producción. Los clientes hoy en día esperan que tanto la ingeniería (planificación) como la empresa de construcción tengan la base teórica adecuada y el personal profesional cualificado correspondiente. Además, deben ser capaces de ofrecer una adecuada protección del medio ambiente, un bajo coste de mantenimiento, resultar económicos y proporcionar un sistema de larga duración, propiedades que reúne este sistema de plástico.

! Las referencias a los capítulos correspondientes del Manual Técnico se indican en las figuras que servirán de guía a los pasajes en los que los temas relevantes se discuten en detalle y deben facilitar el uso de este manual de especificaciones en aplicaciones específicas.

5.1.1 Criterios de clasificación

En la planificación e instalación de sistemas de tuberías termoplásticas, se deben considerar las propiedades específicas de los materiales. La aplicabilidad de los principios generales a los distintos usos, sólo es posible cuando las cualidades de los materiales y las exigencias de comportamiento son compatibles. En la era de la informática, los programas de ordenador se utilizan para diseñar sistemas de tuberías fiables, y su planificación gráfica, con el apoyo de aplicaciones CAD modernas. Pero esto no es suficiente para garantizar la seguridad de funcionamiento de las tuberías, que asimismo dependen de un montaje profesional. Las siguientes instrucciones deben ser respetadas, sobre todo en la planificación, como una guía para el diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua. Una distinción general en la clasificación de las instalaciones de agua potable se basa en el método de instalación. Hay 4 grupos principales, vea la ilustración 5.1.

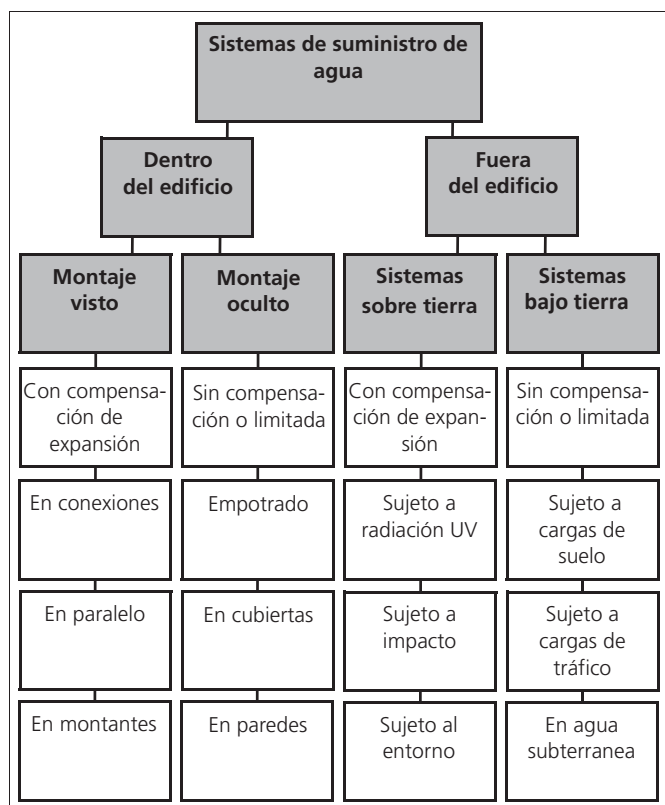


Ilustración 5.1

Grupo 1: Sistemas montados dentro de los edificios con compensación de dilatación

Estos sistemas requieren el cálculo, diseño y construcción de tiras de compensación, y se encuentran predominantemente en la red de distribución, montantes y sistemas de recirculación de agua caliente. Por lo general, requieren de proyectos más sofisticados. Ayudas para la planificación y factores influyentes para estos sistemas de tuberías se puede ver en la Ilustración 5.2.

Grupo 2: Sistemas ocultos tras paredes o falsos techos sin (o limitada) compensación de la dilatación.

La dilatación longitudinal no tiene necesariamente que ser tenida en cuenta cuando la instalación es oculta. En un sistema con aislamiento térmico, el aislamiento generalmente absorberá la expansión longitudinal sin problema. Generalmente no se presentan problemas como consecuencia de la dilatación. Las tuberías se pueden colocar en el suelo con relleno de hormigón, o enterradas bajo yeso cuando estén soportadas adecuadamente. La accesibilidad de los sistemas ocultos para el mantenimiento entonces es limitada. Ayuda para la planificación y factores influyentes para estos sistemas de tuberías se puede ver en la Ilustración 5.3.

Grupo 3: Fuera de los edificios, sobre el terreno, con compensación de la dilatación

Fundamentalmente, siempre será posible instalar una red de tuberías vista con altos requerimientos en sus aspectos ópticos. Como resultado de su alta estabilidad dimensional y de su reducida dilatación, las tuberías estabilizadas Polysan/Wefatherm con fibra, son especialmente indicadas para sistemas vistos. Para conseguir un trazado de tuberías ópticamente aceptable, se requiere la utilización de mecanismos de absorción de la dilatación, y de una adecuada soportación. Ayuda para la planificación y factores influyentes para estos sistemas de tuberías se pueden ver en la Ilustración 5.4.

Grupo 4: Fuera de los edificios, bajo tierra.

Fundamentalmente, siempre será posible instalar una red de polipropileno bajo tierra. La expansión longitudinal no tiene necesariamente que ser tenida en cuenta, ya que generalmente no surgen problemas resultantes de la dilatación. En sistemas de agua caliente, disminuye la resistencia del material en el curso del tiempo y las cargas del terreno y del tráfico también condicionan el ciclo de vida del sistema. La accesibilidad de los sistemas enterrados para el mantenimiento es limitada. Se puede obtener ayuda para la planificación y factores influyentes para estos sistemas de tuberías en la Ilustración 5.5.

Planificación y diseño

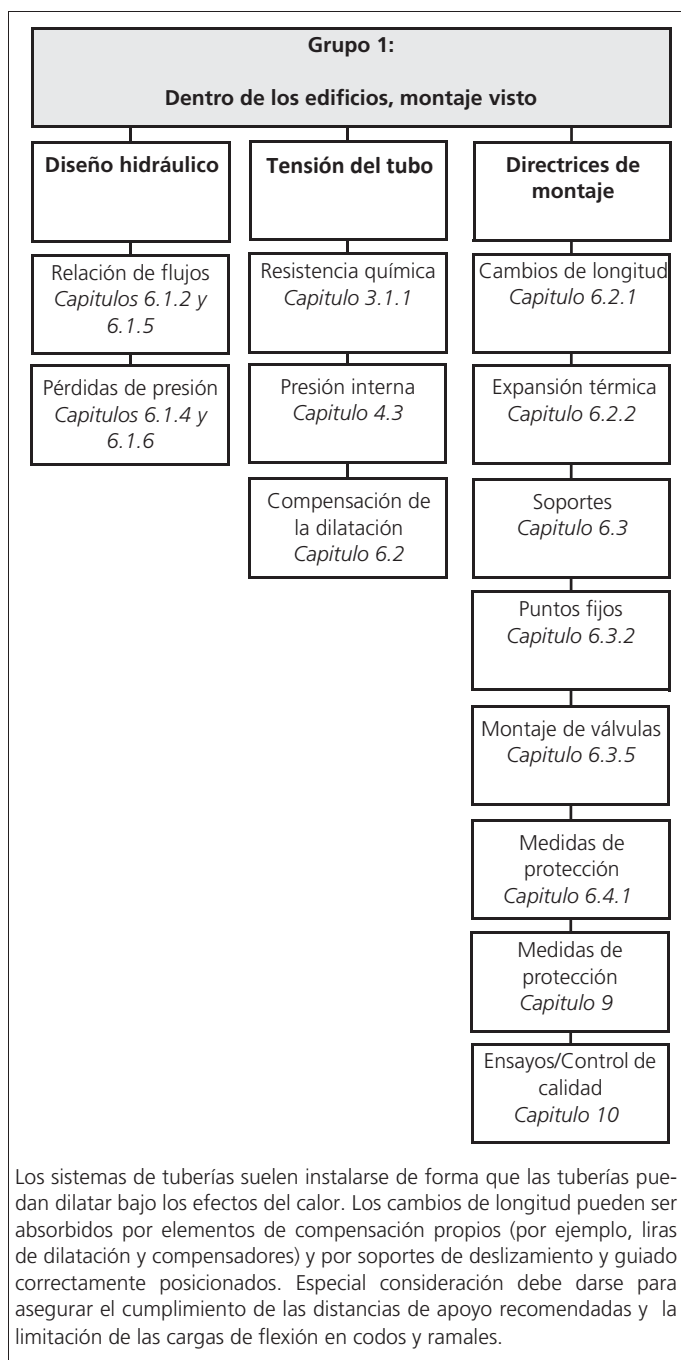


Ilustración 5.2 Dentro del edificio, montaje visto

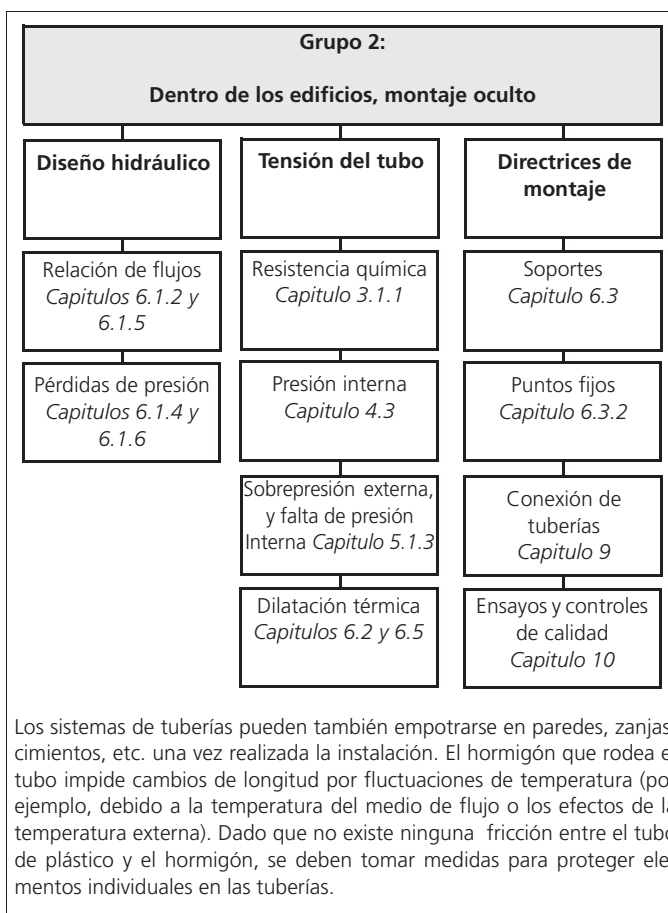
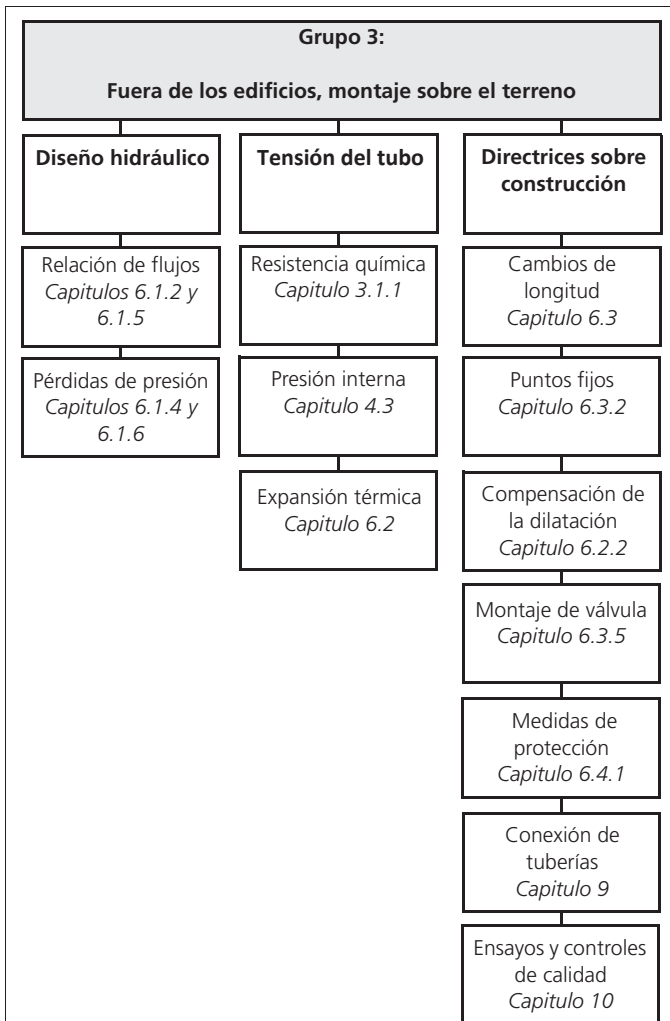


Ilustración 5.3 Dentro de los edificios, montaje oculto

Planificación y diseño



Los sistemas de tuberías también se pueden instalar sin compensación térmica lineal. Los sistemas de tubería en la que se impide el movimiento lineal deben prestar atención especial a los esfuerzos de tracción y compresión que se producen, así como a las fuerzas que se ejercen en los puntos fijos. Los tubos de plástico expuestos que están rígidamente o firmemente sujetos (por ejemplo, en un puente de tubería), pueden estar expuestos a grandes variaciones de temperatura. Por esta razón, se pueden realizar cálculos en casos individuales para poner a prueba las tensiones esperadas y así determinar si la compensación lineal puede ser excluida.

Ilustración 5.4 Fuera de los edificios, sobre el terreno



Ilustración 5.5 Fuera de los edificios, sistemas bajo el terreno

Planificación y diseño

5.1.2 Influencia de las condiciones de uso

La influencia de las fluctuaciones de presión y temperatura depende de cada sistema individual. Dado que la posibilidad de compensación térmica lineal no siempre está disponible, esta limitación se debe tener en cuenta cuando se calculan los efectos de carga. El estrés debido a la presión interna, de flexión, de cargas externas, etc se puede acumular y hacer que sea necesario adaptar el cálculo individualizado de las tuberías a los requerimientos del sistema en su conjunto.

5.1.3 Análisis estructural

Dependiendo de la naturaleza de la carga, se pueden realizar varias pruebas en los sistemas de tuberías enterradas. En un diseño, es el estrés y el cálculo de deformación lo importante. En otro, se trata de pruebas de estabilidad. Los principios subyacentes a los cálculos para la instalación de tubos de plástico enterrados se proporcionan en ATVA 127. Si lo necesita, puede ponerse en contacto con la oficina de ventas Polysan/Wefatherm.

Cálculo de tensiones y deformación

Las cargas del suelo y las cargas de tráfico pueden dar lugar a tensiones en la sección transversal de la tubería, a la tracción y a la compresión. La tensión experimentada depende de la elasticidad de la tubería. En general, el aumento de elasticidad de la tubería reducirá la tensión. Por tanto, la prueba de estrés se lleva a cabo teniendo en cuenta todos los factores influyentes internos y externos (por ejemplo, la tensión del terreno, la carga de tráfico, el agua, el agua subterránea, y sus características químicas. La manera de situar la tubería en el terreno puede ser causa de deformación del tubo. Cuanto mayor sea la relación de compresión del terreno circundante, más pequeña es la deformación. El requisito de colocación de la tubería en suelo compactado deriva de esta observación. La deformación vertical aceptable de un tubo de PP es actualmente un 6% respecto del diámetro de la tubería. El estrés y la deformación son cálculos que siempre se realizan en paralelo.

Prueba de estabilidad

En un tubo de PP susceptible a la deformación, el superar una carga crítica hará que la sección transversal del tubo se deforme. Esto ocurre como resultado del aumento de la sobrepresión externa (debido a los efectos de aguas subterráneas, de la profundidad de la tierra de recubrimiento, etc) o a tensiones internas (bajo presión). La prueba de estabilidad se utiliza para documentar el margen de seguridad entre la carga crítica y la que se produce en la realidad. Los detalles e instrucciones para el cálculo y la instalación de sistemas de tuberías se proporcionan en el capítulo siguiente.

5.2 Mantenimiento

La contaminación por legionela puede tener consecuencias graves e incluso mortales. Es obligación de la propiedad realizar análisis de riesgos y un plan de mantenimiento para reducir el riesgo de contaminación en las instalaciones.

Análisis del riesgo

Las Instalaciones de agua potable en los edificios colectivos mencionados a continuación deben ser objeto de un plan de análisis de riesgo y de un plan de mantenimiento:

- Instalaciones de atención médica
- Centros de rehabilitación y recuperación
- Centros de atención y refugio
- Hoteles
- Piscinas y centros de bienestar
- Edificios que tienen una función de acogida, y/o servicios de ducha

Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento describe, como su parte más importante, cómo las acciones de gestión periódicas limitan los riesgos y cómo se vigila la calidad del agua. También está descrito cómo actuar cuando no se cumplen los requisitos exigidos.

La toma de muestras y el análisis de muestras de agua se realiza por primera vez para la evaluación de riesgos, y luego cada medio año. También se especifica el número de muestras a analizar, en función del número de puntos de suministro.

Medidas de gestión

Las medidas de gestión son:

- Activación de uso de los puntos de suministro menos operados
- La medición de temperaturas
- Comprobar válvulas de retención
- Tomar muestras de agua
- Revisiones periódicas en calderas y tanques de almacenamiento



Siga las leyes, normas, directrices, reglamentos e instrucciones para la protección del medio ambiente, y las recomendaciones de las asociaciones profesionales y de las empresas de servicios públicos locales.

Planificación y diseño

5.3 Selección de tuberías

5.3.1 Configuraciones de pared de las tuberías

Las tuberías Polysan/Wefatherm están disponibles en tres configuraciones:

Tubería estándar

Esta es la tubería tradicional monocapa que se describe en las normas ISO 15874 y DIN 8077/8078. La certificación internacional de producto aplica a este tipo de tubería:

- PP-R disponible en SDR 6 - 7,4 - 11
- PP-RCT disponible en SDR 7,4 - 11
- Coeficiente de dilatación térmica 0,150 mm/m.K

Propiedades:

- Marcado = color verde para agua fría y caliente
color morado para el agua reutilizada
- Monocapa = PP-R/PP-RCT

La certificación internacional de producto aplica a tuberías con este tipo de pared.



Ilustración 5.6

Tubería con fibra

Este es un tubo de tres capas de las cuales la intermedia utiliza fibra de vidrio. La producción de estos tubos se controla externamente, por el Centro Alemán de Plásticos del Sur (SKZ), Würzburg.

- PP-R disponible en SDR 7,4
- PP-RCT disponible en SDR 9 - 11
- Coeficiente de dilatación térmica 0,035 mm/m.K
- Menor horquillado
- Estabilidad térmica superior

Propiedades:

- Marcado = 4 rayas rojas
- Capa externa = PP-R/PP-RCT
- Capa media = compuesto con fibra de vidrio
- Capa interna = PP-R/PP-RCT



Ilustración 5.7

Planificación y diseño

5.3.2 Selección de la pared del tubo

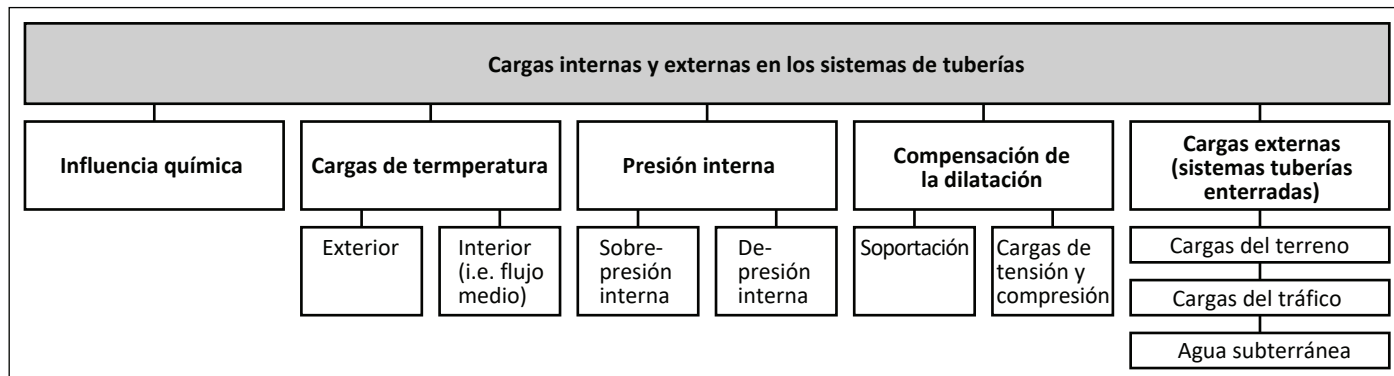


Ilustración 5.8

Influencia química

El primer paso en la selección de materiales para los sistemas de tuberías de plástico es comprobar la resistencia de los materiales plásticos contra la influencia química del medio que fluye a través de la tubería. Consultar la resistencia química del polipropileno frente a diferentes sustancias en el Capítulo 3.

En general, el agua potable para consumo humano puede ser transportada por sistemas de tuberías de polipropileno sin restricción alguna. La cantidad potencialmente disuelta de cloro es de un valor tan bajo que no tiene influencia química apreciable en el polipropileno a temperatura de consumo (máx. 25°C).

! En los sistemas de agua caliente, la cantidad potencialmente disuelta de cloro puede aumentar debido a tratamientos de desinfección secundaria del agua (tratamientos preventivo y correctivo). Especialmente en los sistemas de recirculación de agua caliente con temperatura del agua por encima de 70°C, existen limitaciones que hay que respetar. Ver la limitación en los sistemas de recirculación de agua caliente de cobre/PP-R y la posición del fabricante sobre la prevención y control de Legionela en sistemas de tuberías Wefaterm PP-R.

La selección de la pared de la tubería se basa en el espesor requerido de pared (indicada por el valor SDR), el comportamiento a la dilatación preferida y la técnica de unión. El valor SDR requerido depende de la temperatura y la presión interna que la instalación deba soportar.

La temperatura y la presión interna

Una sobrecarga de presión en un sistema conduce, especialmente si está unida a efectos de calor adicionales, a un proceso de dilatación de la tubería, eventualmente hasta su rotura. El peligro de la dilatación surge como consecuencia de espesores de pared demasiado reducidos, sin que esto signifique que un aumento de espesor de la pared indiscriminado sea justificable. En presencia de dilatación por calor, también hay que considerar que una ampliación del espesor de pared aumenta la fuerza de tracción en los puntos fijos de la tubería. El proyectista debe asegurarse de que el espesor de pared está preparado para cumplir con las exigencias de la instalación y que la tubería conserva la elasticidad necesaria para adaptarse a cambios de longitud. Un cambio repentino en las condiciones de utilización estructurales debido a la presión interna conduce a sobretensiones. La elasticidad distintiva de la tubería de plástico tiene la ventaja de que los valores extremos de las ondas de presión son mucho más bajos que en las tuberías de acero. A pesar de este hecho, los sistemas de tuberías por bombas o con válvulas de cierre rápido deben probarse para detectar sobretensiones.

Para instalaciones de agua caliente y fría la hoja de trabajo W 534 del DVGW alemán prescribe una presión nominal de 10 bar para sistemas de agua caliente y fría.

La norma ISO 15874 describe 4 clases de funcionamiento:

Clase	Temperatura máx. °C	Aplicación
1	60	suministro de agua caliente
2	70	suministro de agua caliente
3	70	radiadores a baja temperatura
4	80	radiadores a alta temperatura

Tabla 5.1

Los cálculos de la norma DIN 8077 para materiales PP-R y PP-RCT, a diferentes temperaturas, coeficientes de seguridad y valores SDR, están en el Anexo B. Los pasos en el proceso de selección de la tubería se describen en el ejemplo que sigue.

Planificación y diseño

Ejemplo para la selección de tubería

Parámetros básicos: Agua fría
 Presión de trabajo máxima 10 bar
 Temperatura media 20-25°C

Pasos del proceso de selección

- Paso 1: Seleccione la temperatura del medio => 20°C
- Paso 2: Seleccione el ciclo de vida requerido => 50 años
- Paso 3: Lectura de Presiones máximas de funcionamiento => MOP 15,4 bar > OP 10 bar
- Paso 4: Lectura del valor SDR => SDR 11

Parámetros básicos: Agua fría
 Presión de trabajo máxima 10 bar
 Temperatura media 70°C

Pasos del proceso de selección

- Paso 1: Seleccione la temperatura del medio => 70°C
- Paso 2: Seleccione el ciclo de vida requerido => 50 años
- Paso 3: Lectura de presiones máximas de funcionamiento => MOP 12,9 bar > OP 10 bar
- Paso 4: Lectura del valor SDR => SDR 7,4

Temperatura °C	Años de funcionamiento	Presión máxima de funcionamiento			
		SDR 11	SDR 7,4	SDR 6	SDR 5
10	1	21,1	33,4	42,1	53,0
	5	19,8	31,5	39,7	49,9
	10	19,3	30,7	38,6	48,7
	25	18,7	29,7	37,4	47,0
	50	18,2	28,9	36,4	45,9
20	100	17,8	28,2	35,5	44,7
	1	18,0	28,5	35,9	45,2
	5	16,9	26,8	33,7	42,5
	10	16,4	26,1	32,8	41,4
	25	15,9	25,2	31,7	39,9
30	50	15,4	24,5	30,9	38,9
	100	15,0	23,9	30,2	37,8
	1	15,3	24,2	30,5	38,5
	5	14,3	22,7	28,6	36,0
	10	13,9	22,1	27,8	35,0
40	25	13,4	21,3	26,8	33,8
	50	13,0	20,7	26,1	32,9
	100	12,7	20,1	25,4	31,9

Tabla 5.2 Presión máxima operativa (MOP) de PP-R para el factor de seguridad en el agua (SF) = 1,25 DIN 8077

Temperatura °C	Años de funcionamiento	Presión máxima de funcionamiento	
		SDR 11	SDR 7,4
50	1	12,6	20,1
	5	12,2	19,3
	10	12,0	19,0
	25	11,7	18,6
	50	11,5	18,3
60	100	11,3	18,0
	1	10,7	17,0
	5	10,3	16,3
	10	10,1	16,0
	25	9,9	15,7
70	50	9,7	15,4
	1	9,0	14,3
	5	8,6	13,7
	10	8,5	13,5
	25	8,3	13,1
80	50	8,1	12,9
	1	7,5	11,9
	5	7,2	11,4
	10	7,0	11,2
	25	6,9	10,9

Tabla 5.3

Planificación y diseño

5.3.3 Selección del diámetro del tubo

Para una correcta selección de los diámetros de las tuberías debe determinarse previamente:

- Número y tamaño de los puntos de suministro conectados
- Flujo máximo en cada punto de suministro
- Velocidades de flujo
- Pérdidas de presión

Es precisa una cantidad de datos considerable para calcular los diámetros correctos de una red de tuberías. Los siguientes datos son necesarios:

- Diferencia de altura geodésica
- Sobrepresión de alimentación mínima y/o presión en el punto de suministro y consideración de la necesidad del dispositivo
- Pérdidas de presión en elementos de equipamiento, tales como medidores de agua, filtros, unidades de tratamiento de agua, etc.
- Presiones de flujo mínimas de los accesorios desmontables empleados
- Gradiente de fricción de la tubería empleada
- Coeficiente de resistencia de accesorios y unidades de conexión empleadas

Planificación de la ayuda

Puede encontrar las tablas que proporcionan información relevante (resistencias de fricción de las tuberías, coeficientes de pérdidas de carga para los accesorios y las unidades de conexión, etc.) en el Anexo B.

El uso de sistemas de software modernos hace que los cálculos de repetición sean muy eficientes. Están disponibles diferentes sistemas de software. Asegúrese de que los cálculos subyacentes se basan en requisitos nacionales.



Si necesita ayuda para el diseño y cálculo de sistemas de abastecimiento de agua contacte con la Oficina de Ventas Polysan/Wefatherm.

Ingeniería

6 Ingeniería

6.1 Parámetros hidráulicos

6.1.1 Caudal

El caudal se determina por el número y tamaño de los puntos de suministro. Los valores de presión, de caudal mínimo y caudales recomendados según norma alemana DIN 1988 y EN 805 se dan en las tablas 6.1 y 6.2. Asegúrese de aplicar los valores de acuerdo con las normas nacionales.

Presiones de flujo mínimo y caudales de cálculo de frecuencia accesorios y piezas de aparatos (valores orientativos)						
Presión de flujo mínima P min Fl bar	Extracto DIN 1988 E			Cálculo del caudal con la eliminación de:		
	Tipo de punto de suministro de agua potable			Agua mezclada		Solo agua fría o agua caliente
				QR fría l/s	QR caliente l/s	QR l/s
0,5 0,5 0,5	Válvulas de salida sin aireación	.....	DN 15 DN 20 DN 25	- - -	- - -	0,30 0,50 1,00
1,0 1,0	Válvulas de salida con aireación	.....	DN 10 DN 15	- -	- -	0,15 0,15
1,0	Cabezales de ducha	.....	DN 15	0,10	0,10	0,20
1,2 1,2 0,4 1,0	Válvulas de descarga a la norma DIN 3265 Parte 1 Válvulas de descarga a la norma DIN 3265 Parte 1 Válvulas de descarga a la norma DIN 3265 Parte 1 Válvulas de descarga para urinarios de cuenco	..... ..... ..... .....	DN 15 DN 20 DN 25 DN 15	- - - -	- - - -	0,70 1,00 1,00 0,30
0,5	Válvulas de esquina para cuencas de urinarios	.....	DN 15	-	-	0,30
1,0 1,0	Máquina lavaplatos doméstica Lavadora doméstica	..... .....	DN 15 DN 15	- -	- -	0,15 0,25
1,0 1,0 1,0 1,0 1,0	Batería de mezcla de platos de ducha tinajas de baño fregaderos de cocina pilas bidets	..... ..... ..... ..... .....	DN 15 DN 15 DN 15 DN 15 DN 15	0,15 0,15 0,07 0,07 0,07	0,15 0,15 0,07 0,07 0,07	- - - - -
1,0	Baterías mixtas	.....	DN 20	0,30	0,30	-
0,5	Cajas de lavado según DIN 19542	.....	DN 15	-	-	0,13
1,0 1,1 **) 1,2 **)	Calentadores de agua potable para el suministro de un grifo (incl. Accesorios desmontables de ajuste) Dispositivo eléctrico de calentamiento de agua, tanque de agua caliente y caldera con volumen nominal desde 5 b 15 l y con un volumen nominal de 30 a 150 l	..... ..... .....	DN 15 DN 15 DN 15	- - -	- - -	0,10 *) 0,10 0,20
	Calentador de agua eléctrico de flujo continuo, únicamente controlado hidráulicamente, sin limitador de caudal					
1,5 1,9 2,1 2,4	Potencia nominal	..... ..... ..... .....	12 kW 18 kW 21 kW 24 kW	- - - -	- - - -	0,06 0,08 0,09 0,10
1,0	Calentador de agua con gas de flujo continuo	.....	12 kW	-	-	0,10

*) Con tornillo trottle, totalmente abierto

**) Valores con condiciones desfavorables (ducha)

Nota: Se deben tener en cuenta otros puntos de suministro de agua aunque no aparezcan en la tabla, así como aparatos que se enumeran en la tabla, pero que tengan caudales más elevados, y asimismo han de ser tenidos en cuenta los datos aportados por cada fabricante, cuando se calcula el diámetro del tubo.

Tabla 6.1 Valores de acuerdo con la norma DIN 1988

Ingeniería

6.1.2 Velocidad del flujo

Las velocidades de flujo deben ser seleccionados de forma que el sonido del flujo y el golpe de ariete se eviten en la medida de lo posible. Cuando el diámetro de la tubería se selecciona correctamente, no deben excederse las velocidades de flujo dadas en la tabla 6.2.

Sección tuberías	Max. velocidad de flujo calculada en duración del flujo	
	≤ 15 min. m/s	>15 min. m/s
Tramos de conexión	2	2
Tramos de consumo, secciones con accesorios con baja pérdida de carga (<2,5) *)	5	2
Tramos con accesorios con mayor pérdida de carga **(>=2,5))	2,5	2
Sistemas de recirculación de agua caliente	0,9	0,9

*) Por ejemplo, válvula de bola, DIN 3500/3502

**) Por ejemplo, Válvula de asiento recta DIN 3512

Tabla 6.2 Velocidades de flujo

6.1.3 Coeficientes de Resistencia

Los coeficientes de resistencia de los componentes del sistema de Wefatherm se dan en la tabla 6.4.

6.1.4 Pérdidas de presión por resistencias individuales

Pérdidas de presión derivadas de resistencias individuales Z en función de la velocidad de flujo.

Velocidad de flujo v m/s	Pérdida de presión Z para $\zeta = 1$ mbar	Velocidad de flujo v m/s	Pérdida de presión Z para $\zeta = 1$ mbar
0,1	0,1	2,6	33,8
0,2	0,2	2,7	36,5
0,3	0,5	2,8	39,2
0,4	0,8	2,9	42,1
0,5	1,3	3,0	45
0,6	1,8	3,1	48
0,7	2,5	3,2	51
0,8	3,2	3,3	55
0,9	4,1	3,4	58
1,0	5,0	3,5	61
1,1	6,1	3,6	65
1,2	7,2	3,7	68
1,3	8,5	3,8	72
1,4	9,8	3,9	76
1,5	11,3	4,0	80
1,6	12,8	4,1	84
1,7	14,5	4,2	88
1,8	16,2	4,3	92
1,9	18,1	4,4	97
2,0	20,0	4,5	101
2,1	22,1	4,6	106
2,2	24,2	4,7	110
2,3	26,5	4,8	115
2,4	28,8	4,9	120
2,5	31,3	5,0	125

Tabla 6.3 Pérdida de presión y coeficientes de resistencia individuales $\zeta = 1$ (en $\vartheta = 10^\circ\text{C}$ y $Q = 999,7 \text{ kg/m}^3$) y flujo de velocidad ($z = 5v^2 \cdot \sum \zeta$)

La pérdida de presión total de la línea es la suma de las pérdidas de carga por fricción de la tubería y de las resistencias individuales:

$$\Delta p_{\text{loss}} = \Sigma (l \cdot R + Z).$$

Por favor, consulte la tabla 6.3 para los valores de referencia para las resistencias individuales.

6.1.5 Caudal máximo

Los caudales máximos se pueden consultar en el Anexo B.

6.1.6 Gradientes de fricción de la tubería

Los gradientes de fricción de las tuberías R, y velocidad de flujo, en función del caudal se recogen en el Anexo B.

Ingeniería

Nr.	Coeficientes de resistencia		Representación gráfica	Coeficiente
1	Manguito			0,25
2	Reducción hasta 2 dimensiones			0,55
2a	Reducción hasta 3 dimensiones			0,85
3	Codo 90°			2,0
3a	Codo 90° i./a.			1,2
4	Codo 45°			0,6
4a	Codo 45° i./a.			0,5
5	Te en derivación			1,8
5a	Te con reducción			3,6
6	Te de separación			1,3
6a	Te con reducción			2,6
7	Te de afluencia			4,2
7a	Te (reducción)			9,0
8	Te de separación			2,2
8a	Te (reducción)			5,0
9	Te con transición			0,8
10	Te en derivación con boca central reducida			0,4
11	Enlace con una boca soldable y la otra metálica rosca macho			0,85
12	Enlace con una boca soldable reducida y la otra metálica con rosca macho			2,2
13	Enlace con una boca soldable y la otra metálica con rosca macho			3,5
14	Válvula de asiento	20 mm 25 mm 32 mm 40 mm		9,5
15	Válvula de asiento inclinado	20 mm		8,5
		25 mm		7,6
		32 mm		5,7
		40 mm	5,0	
16	Válvula KFR	20 mm	4,4	
		25 mm	3,8	
		32 mm	3,2	
		40 mm	5,0	
17	Evacuador	20 mm	4,4	
		25 mm	3,8	
		32 mm	3,2	
		40 mm	3,2	
				0,25

Tabla 6.4

Ingeniería

6.2 Parámetros mecánicos

6.2.1 Dilatación longitudinal

Los sistemas de tuberías de polipropileno dilatan cuando se someten a calor. La dilatación longitudinal de la tubería con fibra Wefatherm es considerablemente menor que la del 100% de otras tuberías solo de plástico. El método de cálculo teórico de la dilatación longitudinal se puede encontrar en un ejemplo. Para uso práctico se muestra en tablas la dilatación longitudinal esperada con los dos diferentes materiales. En estas tablas se encuentra la dilatación longitudinal esperada para una longitud libremente determinada de tubería. Para la determinación de la dilatación es crítica la diferencia entre la temperatura a la que se instala la tubería y la temperatura máxima de funcionamiento esperada. Una vez que la dilatación longitudinal esperada ha sido determinada, es posible decidir si procede adoptar alguna medida para su compensación.

Definición de longitud de tubo libre

La longitud de tubo libre es la longitud de la tubería entre dos puntos en los que la tubería se encuentra anclada y fija.

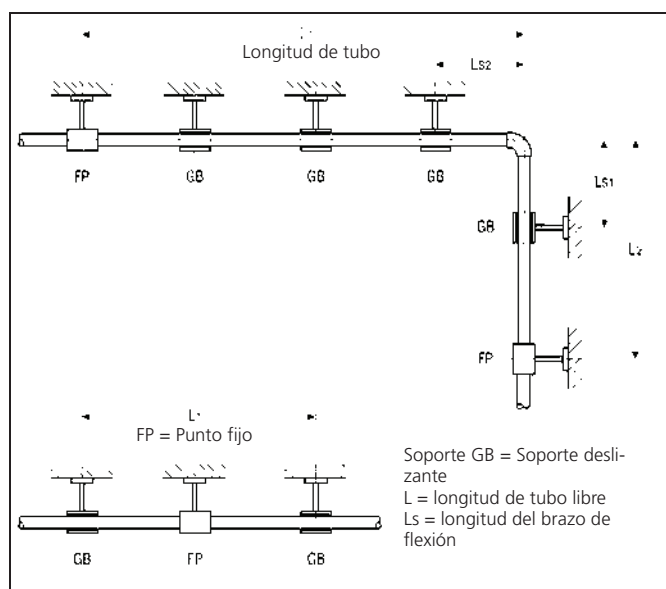


Ilustración 6.1 Expansión longitudinal

Tipo de colocación	Compensación de dilatación longitudinal si/no	Comentarios
En arquetas y patinillos Tuberías de impulsión	no	Longitud libre < 3 m
Empotrado, aislado, en yeso, en hormigón	no	Dilatación absorbida por el medio
Instalación vista	si	Tomar medidas de compensación

Tabla 6.5

Ejemplo de cálculo de la dilatación longitudinal:

$$\Delta t = \alpha \times L \times \Delta t$$

Ecuación 6.1

Δt = dilatación longitudinal en mm
 α = coeficiente de dilatación lineal
 para tubería Polysan/Wefatherm standard, 0,150 mm/m . K
 para tubería Polysan/Wefatherm con fibra 0,035 mm/m . K
 L = Longitud de la tubería en m
 Δt = diferencia de temperatura entre temperatura del montaje y temperatura de funcionamiento

Ejemplo de cálculo de dilatación del tubo Polysan/Wefatherm estándar:

$$\alpha = 0,15 \text{ mm/m} \cdot \text{K}$$

Ecuación 6.2

longitud de la tubería (m)	Dilatación en mm Diferencia de temperatura Δt (K)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
0,1	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,10
0,2	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40
0,3	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60
0,4	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80
0,5	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00
0,6	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20
0,7	1,05	2,10	3,15	4,20	5,25	6,30	7,35	8,40
0,8	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60
0,9	1,35	2,70	4,05	5,40	6,75	8,10	9,45	10,80
1,0	1,50	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00
2,0	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00
3,0	4,50	9,00	13,50	18,00	22,50	27,00	31,50	36,00
4,0	6,00	12,00	18,00	24,00	30,00	36,00	42,00	48,00
5,0	7,50	15,00	22,50	30,00	37,50	45,00	52,50	60,00
6,0	9,00	18,00	27,00	36,00	45,00	54,00	63,00	72,00
7,0	10,50	21,00	31,50	42,00	52,50	63,00	73,50	84,00
8,0	12,00	24,00	36,00	48,00	60,00	72,00	84,00	96,00
9,0	13,50	27,00	40,50	54,00	67,50	81,00	94,50	108,00
10,0	15,00	30,00	45,00	60,00	75,00	90,00	105,00	120,00

Tabla 6.6

Ingeniería

Longitud de la tubería (m)	Dilatación en mm							
	Diferencia de temperatura Δ_t (K)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
0,1	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24
0,2	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48
0,3	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72
0,4	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96
0,5	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
0,6	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44
0,7	0,21	0,42	0,63	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68
0,8	0,24	0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92
0,9	0,27	0,54	0,81	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16
1,0	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40
2,0	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80
3,0	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20
4,0	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60
5,0	1,50	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00
6,0	1,80	3,60	5,40	7,20	9,00	10,80	12,60	14,40
7,0	2,10	4,20	6,30	8,40	10,50	12,60	14,70	16,80
8,0	2,40	4,80	7,20	9,60	12,00	14,40	16,80	19,20
9,0	2,70	5,40	8,10	10,80	13,50	16,20	18,90	21,60
10,0	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00

Tabla 6.7

Ejemplo de cálculo con tubería Polysan/Wefatherm PP-R con fibra:

$$\alpha = 0,035 \text{ mm/m} \cdot \text{K}$$

Ecuación 6.3

Longitud de la tubería (m)	Dilatación en mm							
	Diferencia de temperatura Δ_t (K)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
0,1	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28
0,2	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56
0,3	0,11	0,21	0,32	0,42	0,53	0,63	0,74	0,84
0,4	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12
0,5	0,18	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05	1,23	1,40
0,6	0,21	0,42	0,63	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68
0,7	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96
0,8	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24
0,9	0,32	0,63	0,95	1,26	1,58	1,89	2,21	2,52
1,0	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80
2,0	0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60
3,0	1,05	2,10	3,15	4,20	5,25	6,30	7,35	8,40
4,0	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80	11,20
5,0	1,75	3,50	5,25	7,00	8,75	10,50	12,25	14,00
6,0	2,10	4,20	6,30	8,40	10,50	12,60	14,70	16,80
7,0	2,45	4,90	7,35	9,80	12,25	14,70	17,15	19,60
8,0	2,80	5,60	8,40	11,20	14,00	16,80	19,60	22,40
9,0	3,15	6,30	9,45	12,60	15,75	18,90	22,05	25,20
10,0	3,50	7,00	10,50	14,00	17,50	21,00	24,50	28,00

Tabla 6.8

6.2.2 Construcción de compensadores de la dilatación

Brazo flector

Los cambios frecuentes de dirección del tubo, que son, en cualquier caso necesarios, permiten planificar los brazos flectores, lo que puede compensar la expansión longitudinal determinada previamente.

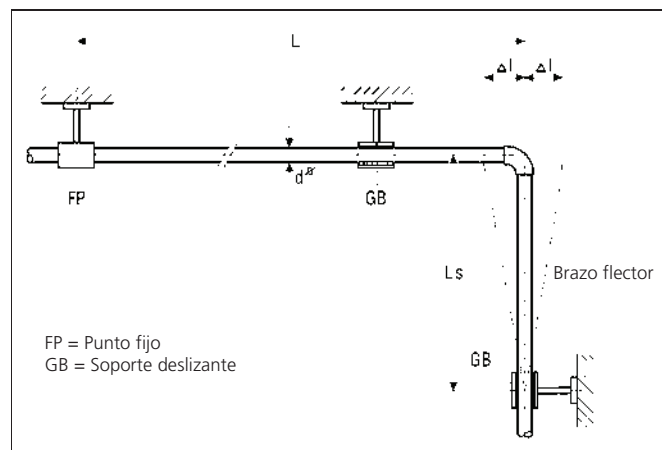


Ilustración 6.2

Ejemplo de cálculo de L_s , longitud mínima del brazo flector:

La L_s , longitud mínima del brazo flector se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$L_s = K \times \sqrt{d \cdot \frac{\Delta l}{2}}$$

1. Cálculo de la dilatación Δl

Para una diferencia de temperatura de Δt 40 K entre el agua caliente y la temperatura ambiente.

$$\alpha = 0,15 \text{ mm/m} \cdot \text{K}$$

$$L = 10,0 \text{ m}$$

$$\Delta t = 40 \text{ K (}^\circ\text{C)}$$

Para ser calculado: Δl

$$\alpha \times L \times \Delta t = \Delta l$$

$$0,15 \times 10,0 \times 40 = 60 \text{ mm}$$

2. Cálculo de la distancia mínima L_s del brazo flector

$$d = 40 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 60 \text{ mm}$$

$$K = 15 \text{ mm}$$

Para ser calculado: L_s

$$K \times \sqrt{d \times \Delta l} = L_s$$

$$15 \times \sqrt{40 \times 60} = 735 \text{ mm}$$

Ecuación 6.4

L_s = longitud del brazo flector en mm

d = diámetro exterior tubo Wefatherm en mm

Δl = dilatación lineal en mm

K = constante para el material para tuberías Wefatherm = 15

Ingeniería

Lira de dilatación

Si la instalación lo requiere, una lira en "forma de U", puede proporcionar compensación para la expansión longitudinal. Se debe calcular la anchura de la base de la lira A_{min} y las longitudes de los dos brazos de flexión.

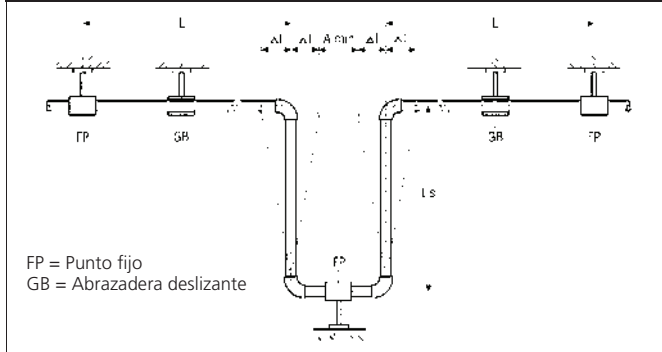


Ilustración 6.3

Ejemplo de cálculo de la base de la lira de dilatación A_{min} :

La anchura de la base de la lira A_{min} se calcula con la siguiente fórmula:

$$2 \times \Delta l + SA = A_{min}$$

$$2 \times 60,0 \text{ mm} + 150 \text{ mm} = 270 \text{ mm}$$

Ecuación 6.5

Denominación	Significado	Valor	Unidad
A_{min}	Ancho de la lira	?	mm
Δl	Dilatación	60,0	mm
SA	Distancia de seguridad	150,0	mm

Tabla 6.9 Valores calculados y valores a calcular

Pretensado

Mediante el pretensado de un brazo de flexión, la longitud del brazo flector puede ser acortada en espacios reducidos. Cuando es planificada y llevada a cabo con exactitud, los montajes pretensados ofrecen una imagen ópticamente perfecta en que el movimiento de dilatación no es visible. La dilatación calculada es pretensada negativamente cuando se está instalando. Después de la utilización inicial del sistema de tuberías, surgirá un ángulo de 90° correcto.

Ejemplo de cálculo de la longitud de brazos flectores con pretensado:

La longitud de los brazos flectores con pretensado se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula (forma de U):

$$K \times \sqrt{d \cdot \frac{\Delta l}{2}} = L_s$$

$$15 \times \sqrt{40 \text{ mm} \cdot \frac{60 \text{ mm}}{2}} = 520 \text{ mm}$$

Ecuación 6.6

Denominación	Significado	Valor	Unidad
L_{sv}	Longitud del brazo flector con pretensado	?	mm
K	Constante de material específico	15	
d	Diametro exterior	40,0	mm
Δl	Dilatación	60,0	mm

Tabla 6.10

Longitud del brazo flector = 520 mm.

6.3 Montaje y soportación

6.3.1 Técnicas para el montaje de tuberías

Al considerar las técnicas para el montaje de tuberías, se debe diferenciar entre montaje de puntos fijos (puntos fijos) y de puntos deslizantes (puntos deslizantes). Por definición, el punto fijo sujeta el tubo de una manera fija, en contraste con el punto deslizante, que permite que el tubo se mueva en la dirección axial de la tubería. Una instalación óptima se puede asegurar mediante la selección apropiada de estos dos sistemas de montaje. Las abrazaderas con goma para tubos de plástico (isofónicas) evitan que la superficie del tubo se dañe en el pinzamiento, y aseguran el guiado requerido y la adecuada soportación de la tubería.

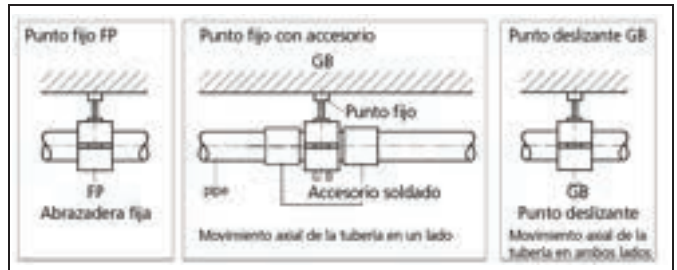


Ilustración 6.4

6.3.2 Puntos fijos

Los puntos fijos dividen una red de tuberías en secciones. Deben medirse las longitudes libres entre los puntos fijos y calcularse la posible dilatación que puede tener lugar en esa longitud libre. Deben evitarse montajes de puntos fijos con grandes distancias entre abrazaderas y techo o pared, de forma que las abrazaderas actúen de forma autoalineante y no se conviertan en puntos fijos. Los puntos deslizantes situados a cada lado de los accesorios, actuarán como puntos fijos. Las líneas verticales de distribución y las tuberías colocadas bajo yeso o cemento o bajo relleno en el suelo, también pueden ser montados de manera fija. Los puntos de ramificación, donde la tubería se ramifica, o pasa a través de una pared, se deben montar de forma fija ya que de lo contrario la tubería que se ramifica podría dañarse.

6.3.3 Puntos deslizantes

El movimiento axial de un tubo producido por la expansión longitudinal no debe estar condicionado por los soportes de puntos deslizantes. Las abrazaderas deben tener insertos adecuados (por ejemplo, de caucho) para evitar que la superficie de la tubería se dañe y permitir el movimiento. Los accesorios deben estar a una distancia suficiente de las abrazaderas deslizantes ya que si no, actuarán como puntos fijos.

6.3.4 Principios para la construcción y diseño de puntos fijos:

- Los puntos fijos deben ser dispuestos de modo que los cambios de dirección se puedan utilizar para absorber los cambios de longitud.
- Los puntos fijos deben ser diseñados considerando todas las cargas que puedan surgir. Además de las fuerzas de reacción a la fricción en los puntos de contacto de los soportes y a la tensión producida en los codos, también se producen tensiones por las restricciones fijas en el trazado del tubo.
- La tubería debe tener abrazaderas apropiadas para soportar las fuerzas axiales a que está sometida. La consideración insuficiente del sistema de anclaje de la tubería, en muchos casos, puede causar la deformación de la sección transversal de la tubería o daños en su superficie.
- Los sistemas de tuberías con puntos fijos deben, si es posible, montarse a temperatura ambiente, dando lugar a tensiones de compresión predominantemente cuando se calientan (estado de funcionamiento).
- Si se realizan conexiones con bridas entre puntos fijos, las tensiones de tracción pueden hacer que las fuerzas de tensión previa conjuntas disminuyan, dando lugar a fugas en las conexiones de brida.
- En segmentos de tubería inclinados, se emplean puntos fijos para absorber puntos muertos de peso y cargas dinámicas. El diseño tiene que asegurar que los cambios de longitud verticales no producen cargas de tensión inaceptables en las conexiones horizontales.

Ingeniería

6.3.5 Montaje de válvulas

Los lugares en los que las válvulas u otros equipos pesados incrementan el peso a soportar por el sistema de tuberías, tienen que estar provistos de una estructura de apoyo adicional. La soportación de las válvulas no sólo sirve para soportar su peso sino que también impide la transferencia de grandes fuerzas al sistema de tuberías.

Las características de diseño deben permitir la sustitución de las válvulas sin desmontaje simultáneo de toda la fijación. Si la válvula de montaje corresponde a un punto fijo, se debe prestar atención a las consecuencias del cambio de longitud restringido.

6.3.6 Distancias recomendadas entre soportes L_A con temperaturas de pared de tubo T_R

Tubería estándar Polysan/Wefatherm

Temp. T_R (°C)	Diámetro tubo (mm)										
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125
	Distancias recomendadas L_A (cm)										
0	70	85	105	125	140	165	190	205	220	250	250
20	50	60	75	90	100	120	140	150	160	180	190
30	50	60	75	90	100	120	140	150	160	180	190
40	50	60	70	80	90	110	130	140	150	170	180
50	50	60	70	80	90	110	130	140	150	170	180
60	50	55	65	75	85	100	115	125	140	160	170
70	50	50	60	70	80	95	105	105	125	140	150

Tabla 6.11

Tubería con alma de fibra Polysan/Wefatherm

Temp. T_R (°C)	Diámetro tubo (mm)										
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125
	Distancias recomendadas L_A (cm)										
0	120	140	160	180	205	230	245	260	290	320	340
20	90	105	120	135	155	175	185	195	215	240	265
30	90	105	120	135	155	175	185	195	210	230	255
40	85	95	110	125	145	165	175	185	200	220	245
50	85	95	110	125	145	165	175	185	190	205	225
60	80	90	105	120	135	155	165	175	180	190	210
70	70	80	95	110	130	145	155	165	170	180	210

Tabla 6.12

En montantes y verticales, incremente las distancias 20% (factor 1.2).

6.4 Aislamiento

6.4.1 Medidas de protección

Las medidas de protección para sistemas de tuberías sobre el suelo fuera de los edificios (por ejemplo, en puentes de tubos) incluyen el aislamiento contra la pérdida de calor o contra el frío, calefacción concurrente y rayos directos solares UV. Las tuberías protegidas ya no están expuestas a temperaturas ambientales extremas que pueden resultar en efectos tales como una reducción en el cambio de longitud. En el establecimiento de las distancias de soporte debe tenerse en cuenta que el peso muerto del aislamiento hará que se incremente el grado de curvatura entre soportes. Las medidas de protección también pueden ser utilizadas para limitar la temperatura máxima de la pared del tubo y por lo tanto ampliar la gama de cargas de presión internas para las que los tubos son adecuados.



El ahorro de energía es protección del medio ambiente. Debe tenerse en cuenta la regulación legal del lugar y país.

6.4.2 Aislamiento en tuberías de agua caliente

A pesar del alto nivel de aislamiento propio de las tuberías de PP-R, las líneas de agua templada y caliente deben estar aisladas. El aislamiento protege contra el contacto físico con la superficie caliente, reduce la contaminación acústica y reduce la pérdida de calor. En los sistemas de recirculación de agua caliente, la pérdida de temperatura debe ser reducida para asegurar las condiciones que son desfavorables para la legionela. La temperatura de retorno necesita mantener una temperatura mínima de 60°C. Para compensar la pérdida de calor, la temperatura de la caldera se eleva. Una temperatura de la caldera como la planteada requiere energía adicional y es a menudo un ataque adicional sobre la resistencia de las tuberías. Con temperaturas por encima de 70°C, la reducción de la esperanza de vida de PP debe tenerse en cuenta. Dependiendo de las condiciones de funcionamiento, el tiempo de vida se puede reducir significativamente. Con el aislamiento adecuado, el ajuste de temperatura de la caldera puede ser limitado y las propiedades del material del PP-R aprovechadas plenamente.

Situación de montaje	Espesor de aislamiento $\lambda = 0,040 \text{ W (mK)}$
Tuberías vistas en espacios sin calefactar (por ejemplo, el sótano)	4 mm
Tuberías vistas en espacios climatizados	9 mm
Tubería oculta canalizada junto con otras tuberías con agua caliente	4 mm
Tubería oculta canalizada cerca de otras tuberías con agua caliente	13 mm
Tuberías en cemento, y tuberías de impulsión	4 mm
Tuberías empotradas cerca de otras tuberías climatizadas	13 mm
Tuberías empotradas en piso de cemento	4 mm

Tabla 6.13 Valores guía para espesores mínimos de aislamiento para aislar el agua potable (agua caliente)

6.4.3 Aislamiento en tuberías de agua fría

La condensación es la precipitación de vapor de agua en una superficie que es más fría que su entorno. La condensación surge cuando la humedad en el aire es más alta que el vapor de agua, máxima cantidad que el aire puede contener a esa temperatura. Que el vapor de agua se condense o no, depende del aislamiento y de la humedad.



Ilustración 6.5 Condensación en tuberías de agua fría

6.4.4 Punto de condensación

- El caso normal es una bodega sumergida a dos tercios de la altura de la pared en la tierra, que no dispone de ventilación continua.
- Dicho "caso normal" permanece aún en verano, después de una fuerte lluvia por debajo de una temperatura ambiente de 25°C y 60% de humedad.
- Con 25°C de temperatura ambiente y 60% de humedad, con temperatura del agua de 10°C, el agua comienza a condensar.
- En regiones cálidas, es importante notar que estas temperaturas son a veces excedidas y la temperatura del agua es a menudo superior a 10°C.
- Cuando no todas las habitaciones siguen el patrón de una bodega estándar, deberá determinarse caso por caso, si la temperatura ambiente máxima puede ser 15°C superior a la temperatura del agua.
- Para tubos SDR 11 la diferencia de temperatura permitida está a 11°C.

Resultado: Los sistemas de agua fría con tuberías SDR 6 normalmente no muestran condensación.

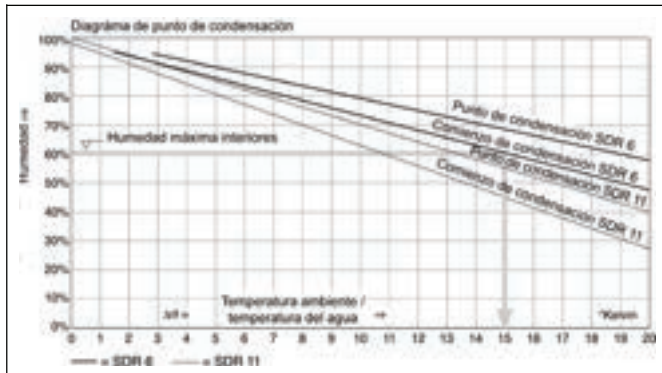


Gráfico 6.1 Condensación en líneas de agua fría

6.5 Sistema de tuberías ocultas

Las tuberías de plástico empotrado representan un caso especial. Por tanto, su manejo en relación con la aplicación de especificaciones técnicas para tuberías de presión en este manual se limita a los detalles importantes o críticos. Las instrucciones pueden ser aplicadas a otras circunstancias similares.

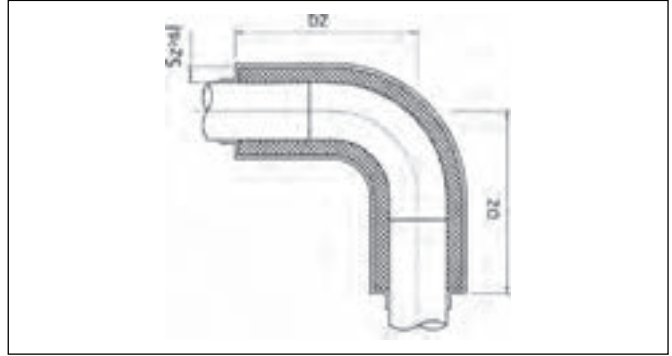


Ilustración 6.6 Las zonas de expansión en codos

6.5.1 Comportamiento de los sistemas de tuberías bajo temperatura

Una vez que un sistema de tuberías está empotrado en hormigón, no se produce ningún movimiento longitudinal. Se crea un sistema de tuberías sin compensación lineal, lo que significa que hay que tener en cuenta el aumento de las tensiones del calor. Dado que no hay fricción de bloqueo entre el tubo recto y su entorno, los accesorios se convierten en puntos fijos y están correspondientemente sometidos a un incremento de estrés. En instalaciones de este tipo, deben tomarse medidas para limitar la carga en los accesorios. A continuación se describen ejemplos de tales prácticas.

6.5.2 Carga en codos

Si se prevén cambios de temperatura extremos, los codos tienen que estar protegidos contra las sobrecargas resultantes. Para este fin, se incorpora una zona de expansión usando material deformable. El espesor escogido de los cojines de expansión debe ser al menos tan grande como Δl.

6.5.3 Carga en té

Debido a los cambios de temperatura, los accesorios están sujetos a presión superficial. Esta carga negativa se concentra en las secciones en T, como fuerzas de corte en las conexiones salientes. Si un elemento limitador de carga se coloca directamente al lado del accesorio, el manguito de electrofusión es la pieza de conexión más adecuada. La fuerza longitudinal (fuerza sobre un punto fijo) sigue siendo igual de grande, pero la deformación es claramente menor, debido a su Δl más reducida. Otra opción para la protección contra la sobrecarga es la incorporación de una zona de expansión (cojín de expansión).

6.5.4 Sistemas de fijación

En relación a los soportes, la instalación de un sistema de tubería empotrado no requiere ninguna medida especial. La fijación durante la instalación sólo sirve como prevención temporal y ha de ser considerada como ayuda provisional antes de su empotrado en hormigón.

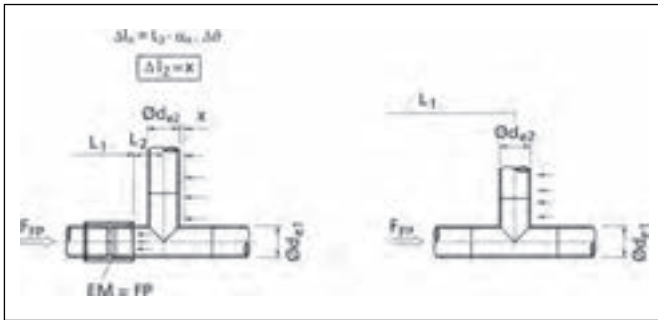


Ilustración 6.7 Puntos fijos y fuerzas de corte en tes y derivaciones 45°

6.6 Puesta en funcionamiento

6.6.1 La prueba de presión

Después de que un sistema de agua potable se ha instalado, pero antes de que sea autorizado su uso, debe realizarse la prueba de estanqueidad. Esto debe hacerse mientras el sistema sigue siendo visible. El polipropileno se expande bajo la influencia de calor y la presión. Por esta razón es necesario que el método de ensayo (agua) y el tubo estén a la misma temperatura. Por tanto, el medio de ensayo ha de tener una temperatura lo más constante posible. La prueba de presión se divide en tres partes, a saber, la inicial, la principal y la prueba final.

Prueba inicial

La más alta presión de funcionamiento posible se incrementa por un factor de 1,5. Esta presión de prueba debe ser restaurada dos veces a intervalos, en cada caso, de 10 minutos dentro de un periodo de 30 minutos. Después de que la presión haya sido restaurada de nuevo por segunda vez, la presión de prueba no puede caer en más de 0,6 bar en los siguientes 30 minutos. Además, no se puede producir ninguna fuga.

Prueba principal

La prueba principal se inicia inmediatamente después de la finalización de la prueba inicial y tiene una duración de dos horas. Durante este periodo, la presión no puede caer por más de 0,2 bar respecto a la presión al final de la prueba inicial.

Prueba final

Presiones de prueba de 10 bar y 1 bar se aplican alternativamente en intervalos de al menos 5 minutos. Después de cada aplicación de presión, la red de tuberías debe ser despresurizada. La fuga no puede ocurrir en ningún punto de la red que se está probando.

Instrumentos de medida

El dispositivo de medición de presión debe permitir lecturas de precisión cercanas al grado 0,1 bar. Cuando sea posible, la presión debe ser determinada en el punto más bajo de la red.

Memorando de prueba

La prueba que se lleve a cabo debe ser documentada en un memorando que debe ser firmado por el cliente y el contratista, con indicación del lugar y fecha de la firma. La ilustración 6.8 en la página siguiente es un modelo de memorando de prueba.

6.6.2 Limpieza de los sistemas de tuberías

El propósito de la limpieza de los sistemas de tuberías es garantizar la calidad del agua potable, evitar daños por corrosión en instalaciones y equipos y la limpieza de la superficie interior de los tubos. Independientemente del material utilizado, todos los sistemas de tuberías que llevan el agua potable han de ser purgados.

Los procesos adecuados son:

1. Lavado con agua
2. Lavado con mezcla de aire y agua

El lavado del proceso 1, es decir, el lavado con agua, es suficiente en el caso de sistemas de agua potable que se componen exclusivamente de tubos y accesorios Polysan/Wefatherm. El proceso de lavado adecuado se debe seleccionar en base a la experiencia de la empresa de instalación y del cliente.

6.6.3 Equilibrado

Después de realizar el procedimiento de lavado, el flujo en los segmentos del sistema de tubería se equilibra con el ajuste de las válvulas.

Prueba de presión según norma DIN EN806-4

Identificación de la instalación

Cliente _____

representado por: _____

Contratista _____

representado por: _____

El agua de llenado ha sido filtrada, y el sistema ha sido ventilado.

Presión máxima de funcionamiento = 10 bar/_____ bar (si superior)

Temperatura del agua θ_w = _____ °C

Temperatura ambiente θ_u = _____ °C

= _____ K

Duración mínima de la prueba 30min.
 Presión mínima de la prueba 11bar.
 Diferencias de Temperatura
 >10K pueden causar cambios de presión.
 Una espera de mínimo 30min debe ser respetada

Descripción de la instalación:

La instalación Polysan/Wefatherm ha sido realizada en el proyecto descrito arriba

Wefatherm Wefaklim

Fecha de la prueba de presión: _____

Comienzo de la prueba de presión: _____

Presión (min. 11bar): _____ bar

Fin de la prueba de presión: _____

Pérdida de presión: Sí No

Las tuberías están sujetas

Lugar/fecha: _____

Lugar/fecha: _____

(Representante del cliente) _____

(Representante del contratista) _____

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

7 Gama de productos

Material	PP-RCT	PP-R	PP-R	PP-R	PP-RCT	PP-R	PP-RCT	PP-RCT	PP-RCT
Tipo	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra
SDR	7.4	6	7.4	11	11	7.4	9	11	11
Color	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Gris
20	●	●	●	●		●			●
25	●	●	●	●		●			●
32	●	●	●	●		●	●		●
40	●	●	●	●		●	●		●
50	●	●	●	●		●	●		●
63	●	●	●	●		●	●		●
75	●	●	●	●		●	●		●
90	●	●	●	●		●	●		●
110	●	●	●	●		●	●		●
125	●	●	●	●		●	●		●
160					●			●	●
200					●			●	
250					●			●	
315					●				

Presiones de trabajo admisibles (bar) norma ISO 15874

Material	PP-RCT	PP-R	PP-R	PP-R	PP-RCT	PP-R	PP-RCT	PP-RCT	PP-RCT
Tipo	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra
SDR	7.4	6	7.4	11	11	7.4	9	11	11
Clase 1	10	10	8	-	6	8	8	6	6
Clase 2	10	8	6	-	6	6	6	6	6
Clase 4	10	10	10	-	6	10	8	6	6
Clase 5	8	6	6	-	4	6	6	4	4
20°C/50 años	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Clase 1 suministro agua caliente 60°C - Clase 2 suministro agua caliente 70°C - Clase 4 calefacción a baja T 60°C - Clase 5 calefacción a alta T 80°C.

Presiones de trabajo admisibles (bar) norma DIN 8077

Material	PP-RCT	PP-R	PP-R	PP-R	PP-RCT	PP-R	PP-RCT	PP-RCT	PP-RCT
Tipo	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Fibra	Fibra	Fibra	Fibra
SDR	7.4	6	7.4	11	11	7.4	9	11	11
SF 1,50-20°C	24,3	25,7	20,4	12,9	15,3	20,4	19,3	15,3	15,3
SF 1,50-70°C	10,7	8,5	6,7	4,2	6,8	6,7	8,5	6,8	6,8
SF 1,25-20°C	29,2	30,9	24,5	15,4	18,4	24,5	23,1	18,4	18,4
SF 1,25-70°C	12,9	10,2	8,1	5,1	8,1	8,1	10,2	8,1	8,1

SF = Coeficiente de Seguridad - ciclo de vida 50 años a temperatura constante

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

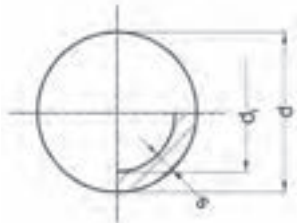
Tubería SDR 7,4 PP-RCT

PP-RCT
SDR 7,4
verde

longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°	d_i	l/m	DN	kg
20x 2,8	V500308	14,4	0,163	15	0,624
25x 3,5	V500310	18,0	0,254	20	0,968
32x 4,4	V500312	23,2	0,415	25	1,564
40x 5,5	V500314	29,0	0,615	32	2,432
50x 6,9	V500316	36,2	1,029	40	3,760
63x 8,6	V500318	45,8	1,633	50	5,936
75x10,3	V500320	54,4	2,307	-	8,444
90x12,3	V500322	65,4	3,318	65	12,124
110x15,1	V500324	79,8	5,001	80	18,072
125x17,1	V500326	90,8	6,470	100	23,212



Adecuada para agua fría y caliente, calefacción central y aire acondicionado.
UNE EN-ISO 15874 clase 1/10 bar, 2/10 bar, 4/10 bar, 5/8 bar.
DIN 8077-8078 20°C/20 bar, 70°C/10 bar.

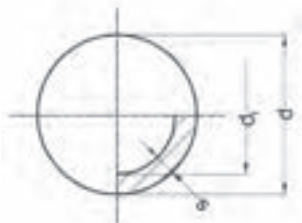
Tubería SDR 6 PP-R

PP-R
SDR 6
verde

longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°	d_i	l/m	DN	kg
20x 3,4	V501008	13,2	0,137	12	0,724
25x 4,2	V501010	16,6	0,216	15	1,116
32x 5,4	V501012	21,2	0,353	20	1,824
40x 6,7	V501014	26,6	0,556	25	2,820
50x 8,3	V501016	33,2	0,866	32	4,388
63x10,5	V501018	42,0	1,385	40	6,660
75x12,5	V501020	50,0	1,963	50	9,816
90x15,0	V501022	60,0	2,827	-	14,104
110x18,3	V501024	73,2	4,208	65	21,068
125x20,8	V501026	83,4	5,460	80	27,140



Adecuada para agua fría y caliente, calefacción central y aire acondicionado.
UNE EN-ISO 15874 clase 1/10 bar, 2/8 bar, 4/10 bar, 5/6 bar.
DIN 8077/8078 20°C/20 bar, 70°C/10 bar.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

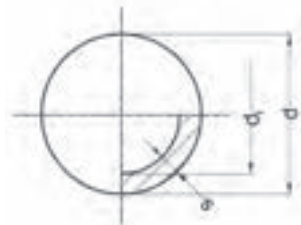
Tubería SDR 7,4 PP-R

PP-R
SDR 7,4
verde

longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°	d _i	l/m	DN	kg
20x 2,8	V500408	14,4	0,163	15	0,624
25x 3,5	V500410	18,0	0,254	20	0,968
32x 4,4	V500412	23,2	0,415	25	1,564
40x 5,5	V500414	29,0	0,615	32	2,432
50x 6,9	V500416	36,2	1,029	40	3,760
63x 8,6	V500418	45,8	1,633	50	5,936
75x10,3	V500420	54,4	2,307	-	8,444
90x12,3	V500422	65,4	3,318	65	12,124
110x15,1	V500424	79,8	5,001	80	18,072
125x17,1	V500426	90,8	6,470	100	23,212



Adecuada para agua fría y caliente, calefacción central y aire acondicionado.
UNE EN-ISO 15874 clase 1/8 bar, 2/6 bar, 4/10 bar, 5/6 bar.
DIN 8077/8078 20°C/16 bar, 70°C/8 bar.

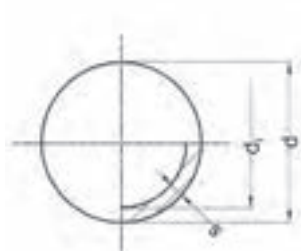
Tubería SDR 11 PP-R

PP-R
SDR 11
verde

longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°	d _i	l/m	DN	kg
25x 2,3	V501110	20,4	0,328	20	0,688
32x 2,9	V501112	26,2	0,531	25	1,120
40x 3,7	V501114	32,6	0,834	32	1,728
50x 4,6	V501116	40,8	1,307	40	2,676
63x 5,8	V501118	51,4	2,075	50	4,224
75x 6,8	V501120	61,4	2,941	-	5,964
90x 8,2	V501122	73,6	4,254	65	8,528
110x10,0	V501124	90,0	6,362	80	12,680
125x11,4	V501126	102,2	8,199	100	16,384



Reconocible por cuatro franjas azules.
Adecuada para agua fría y aire acondicionado.
UNE EN-ISO 15874 clase 1/6 bar, 2/4 bar, 4/6 bar.
DIN 8077/8078 20°C/10 bar.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Tubería SDR 11 PP-RCT

PP-RCT
SDR 11
verde

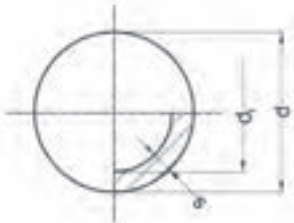
longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°	d_i	l/m	DN	kg
160x14,6	581132	130,8	13,4	125	25,320
200x18,2	581134	163,6	21,0	150	39,232
250x22,7	581136 ¹⁾	204,6	32,9	200	61,156
315x28,6	581138 ¹⁾	257,8	52,2	250	69,156

¹⁾ L = 5,8 m.

Instalaciones sanitarias, agua fría y caliente.
DIN 8077/8078 20°C/16 bar, 60°C/8 bar.



Tubería fibra SDR 9 PP-RCT

PP-RCT
SDR 9
verde

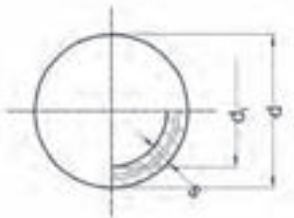
longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°	d_i	l/m	DN	kg
32x 3,6	V500212	24,8	0,483	25	1,163
40x 4,5	V500214	31,0	0,755	32	1,817
50x 5,6	V500216	38,8	1,182	40	2,828
63x 7,1	V500218	48,8	1,870	50	4,514
75x 8,4	V500220	58,2	2,660	-	6,362
90x 10,1	V500222	69,8	3,826	65	9,177
110x 12,3	V500224	85,4	5,728	80	13,666
125x 14,0	V500226	97,0	7,390	100	17,672

Reconocible por cuatro franjas rojas.

Adecuada para agua fría y caliente y calefacción central.
UNE EN-ISO 15874 clase 1/8 bar, 2/8 bar, 4/8 bar, 5/6 bar.
DIN 8077/8078 20°C/20 bar, 70°C/8 bar.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

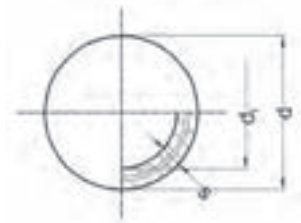
Tubería fibra SDR 7,4 PP-R

PP-R
SDR 7,4
verde

longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°	d_i	l/m	DN	kg
20x 2,8	V500508	14,4	0,163	15	0,608
25x 3,5	V500510	18,0	0,254	20	0,944
32x 4,4	V500512	23,2	0,423	25	1,532
40x 5,5	V500514	29,0	0,661	32	2,376
50x 6,9	V500516	36,2	1,029	40	3,716
63x 8,6	V500518	45,8	1,647	50	5,816
75x10,3	V500520	54,4	2,324	-	8,284
90x12,3	V500522	65,4	3,359	65	11,908
110x15,1	V500524	79,8	5,001	80	17,816
125x17,1	V500526	90,8	6,475	100	23,380



Reconocible por cuatro franjas rojas.

Adecuada para agua fría y caliente y calefacción central.

UNE EN-ISO 15874 clase 1/8 bar, 2/6 bar, 4/10 bar, 5/6 bar.

DIN 8077/8078 20°C/16 bar, 70°C/8 bar.

Tubería fibra SDR 11 PP-RCT

PP-RCT
SDR 11
verde

longitud de las tuberías = 4 m



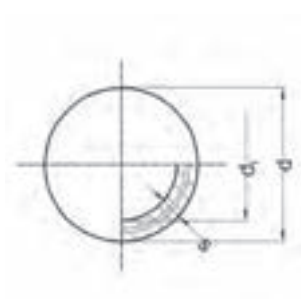
dxs	Ref. N°	d_i	l/m	DN	kg
160x14,6	580632	130,8	13,4	125	27,100
200x18,2	580634 ¹⁾	163,6	21,0	150	42,560
250x22,7	580636 ¹⁾	204,6	32,9	200	66,440

¹⁾ L = 5,8 m.

Para instalaciones sanitarias, agua fría y caliente.

DIN 8077/8078 20°C/16 bar, 70°C/8 bar.

Con raya.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Tubería Clima-Fibre SDR 11 - gris PP-RCT

PP-RCT
SDR 11
gris

longitud de las tuberías = 4 m



dxs	Ref. N°		d _i	l/m	DN	kg
20x 2,8	500608	¹⁾	14,4	0,163	15	0,608
25x 3,5	500610	¹⁾	18,0	0,254	20	0,944
32x 2,9	500612		26,2	0,539	25	1,544
40x 3,7	500614		32,6	0,835	32	2,440
50x 4,6	500616		40,8	1,307	40	3,696
63x 5,8	500618		51,4	2,075	50	4,224
75x 6,8	500620		61,4	2,961	60	5,848
90x 8,2	500622		73,6	4,254	65	8,640
110x10,0	500624		90,0	6,362	80	12,744
125x11,4	500626		102,2	8,203	100	16,396
160x14,6	500628		130,8	13,437	125	26,100

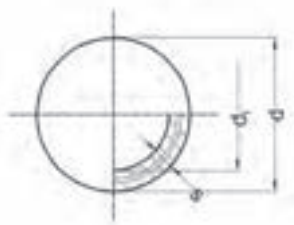
¹⁾ sin franjas azules, SDR 7,4.

Reconocible por cuatro franjas azules (d20 y d25 sin franjas).

Adecuada para calefacción central, aire acondicionado y climatización.

UNE EN-ISO 15874 clase 1/6 bar, 2/6 bar, 4/6 bar, 5/4 bar.

DIN 8077/8078 20°C/16 bar, 70°C/8 bar.



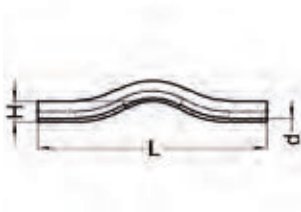
Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Salvatubo macho / macho

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	L	H	kg
20	V501158	350	24	0,063
25	V501160	350	27	0,092
32	V501162	350	32	0,151



Salvatubo hembra / hembra

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	L	t	H	kg
20	V501148	160	16	27	0,041
25	V501150	200	18	32	0,077



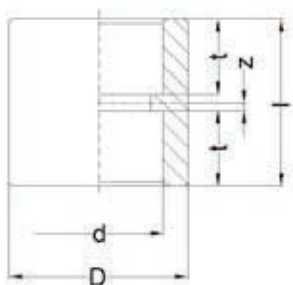
Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Manguito

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	D	l	z	f	kg
20	V501208	29,5	32	1,5	14,5	0,011
25	V501210	34,0	35	1,5	16,0	0,014
32	V501212	43,0	40	1,9	18,0	0,026
40	V501214	53,5	44	1,5	20,5	0,042
50	V501216	68,5	50	1,5	23,5	0,083
63	V501218	88,0	59	2,1	27,5	0,159
75	V501220	105,0	67	2,5	32,0	0,239
90	V501222	125,0	71	2,5	33,0	0,376
110	V501224	146,5	80	2,0	38,0	0,530
125	V501226	165,0	85	1,5	41,0	0,692



Manguito electrosoldable

PP-R
SDR 7,4
verde

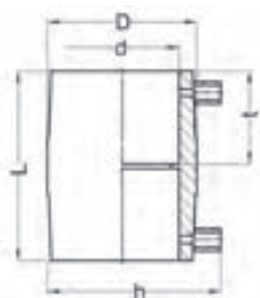


d	Ref. N°	D	L	f	h	kg
20	V502938 ¹⁾	33	70	34	52	0,054
25	V502940	38	70	34	58	0,056
32	V502942	45	70	34	65	0,071
40	V502944 ¹⁾	55	85	41	75	0,111
50	V502946	68	88	42	87	0,149
63	V502948	82	100	48	100	0,180
75	V502950 ¹⁾	98	125	61	114	0,354
90	V502952 ¹⁾	113	146	72	130	0,497
110	V502954 ²⁾	136	155	77	144	0,684
125	V502956 ²⁾	156	166	82	167	0,993

¹⁾ PP-RCT

²⁾ SDR 11

Voltaje soldadura 40V.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Manguito electrosoldable 160-315 mm

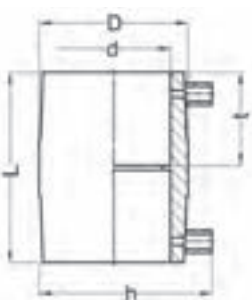
PP-RCT
SDR 7,4
verde



d	Ref. Nº	D	L	t	h	kg
160	582932	190	172	85	205	1,300
200	582934	230	203	100	245	1,900
250	582936	290	244	120	315	4,500
315	582938 ¹⁾	400	284	140	375	10,800

¹⁾ SDR 11

Voltaje soldadura 40V.

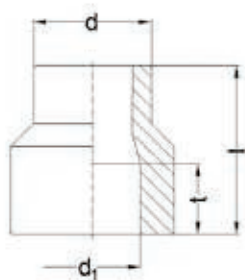


Reducción macho / hembra PP-R

PP-R
SDR 6
verde



d ₁ x d	Ref. Nº	t	l	kg
25x20	V501316	17,1	41,8	0,014
32x20	V501318	15,2	47,6	0,029
32x25	V501320	20,4	47,4	0,022
40x20	V501322	-	40,7	0,025
40x25	V501324	16,3	41,1	0,023
40x32	V501326	19,8	53,3	0,033
50x20	V501328	-	55,1	0,046
50x25	V501330	-	54,9	0,047
50x32	V501332	18,5	56,9	0,057
50x40	V501334	21,8	59,5	0,058
63x25	V501336	-	65,0	0,080
63x32	V501338	-	64,6	0,089
63x40	V501340	20,5	68,7	0,095
63x50	V501342	23,7	67,7	0,128
75x50	V501344	23,6	74,5	0,143
75x63	V501346	28,4	78,0	0,203
90x63	V501348	29,6	80,0	0,171
90x75	V501350	33,9	92,9	0,228
110x90	V501352	-	90,0	0,450
125x110	V501354	38,0	97,0	0,595



Para cada reducción, es necesario un manguito adicional con la dimensión "d".



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Reducción PP-RCT

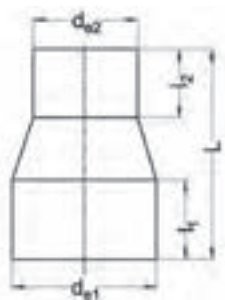
PP-RCT
SDR 11
verde

termofusión a tope y por electrofusión



$d_{e1} \times d_{e2}$	Ref. N°	L	I_1	I_2	kg
160x110	V501356	260	110	93	1,150
160x125	V501358	260	110	95	1,120
200x160	581344 ¹⁾	151	50	40	1,330
200x160	581334	280	122	115	2,600
250x160	581346 ¹⁾	194	60	40	2,370
250x160	581336	345	145	115	3,900
250x200	581347 ¹⁾	182	60	50	2,400
250x200	581337	345	145	125	4,500
315x250	581338	400	160	145	8,000

¹⁾ Versión corta para termofusión a tope



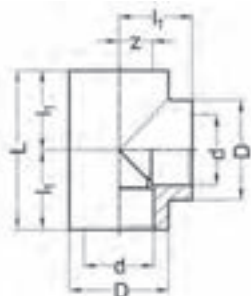
Te 90° PP-R

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	D	L	I_1	z	kg
20	V501608	29,5	50,6	25,3	10,8	0,023
25	V501610	34,0	60,0	30,0	14,0	0,033
32	V501612	44,0	69,0	34,5	16,4	0,062
40	V501614	53,5	85,6	42,8	22,3	0,105
50	V501616	68,0	120,0	60,0	36,5	0,188
63	V501618	85,0	118,0	59,0	31,5	0,372
75	V501620 ¹⁾	99,5	140,6	70,3	39,3	0,557
90	V501622 ¹⁾	119,0	160,0	80,0	44,5	0,956
110	V501624 ¹⁾	144,5	197,6	98,8	57,3	1,745
125	V501626 ¹⁾	164,5	245,6	122,8	82,8	2,780

¹⁾ PP-RCT



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Te 90° PP-RCT

PP-RCT

termofusión a tope y por electrofusión

SDR 11
verde



d_e	Ref. N°		L	Z	l	kg
160	581642	¹⁾	350	160	40	2,920
160	581632		440	220	110	4,000
200	581644	¹⁾	430	215	64	6,470
200	581634		520	260	127	7,400
250	581646	¹⁾	550	275	86	12,650
250	581636		628	314	148	13,800
315	581648	¹⁾	700	350	111	25,700
315	581638		700	350	157	27,600

¹⁾ Versión corta para termofusión a tope



Te reducida 90°

PP-R

SDR 6

verde



$d_1 \times d_2 \times d_3$	Ref. N°	D_1	l_1	z_1	D_2	l_2	z_2	kg
20x 25x 25	V201628	34,0	31,3	15,3	30,0	30,0	14,0	0,039
25x 20x 20	V201624	34,0	31,3	15,3	30,0	30,0	15,5	0,037
25x 20x 25	V501660	34,0	31,3	15,3	30,0	30,0	15,5	0,032
32x 20x 25	V201634	44,0	35,5	17,4	44,0	34,5	20,0	0,075
32x 20x 32	V501662	44,0	35,8	17,7	44,0	34,5	20,0	0,070
32x 25x 25	V201635	44,0	35,5	17,4	44,0	34,5	18,5	0,071
32x 25x 32	V501664	44,0	35,8	17,7	44,0	34,5	18,5	0,066
32x 32x 25	V201638	43,5	35,5	17,4	43,5	34,8	16,7	0,066
40x 20x 40	V501665	52,0	42,0	21,5	36,0	41,5	27,0	0,089
40x 25x 40	V501666	52,4	44,0	23,5	34,9	38,8	22,8	0,085
40x 32x 40	V501668	53,5	44,0	23,5	53,5	42,3	24,2	0,116
50x 20x 50	V501670	68,0	50,0	26,5	43,0	44,1	29,6	0,180
50x 25x 50	V501672	65,4	52,0	28,5	34,5	47,3	31,3	0,175
50x 32x 50	V501674	65,4	52,0	28,5	43,0	47,3	29,2	0,169
50x 40x 50	V501676	68,0	52,0	28,5	68,0	50,0	29,5	0,207
63x 20x 63	V501677	85,0	63,0	35,5	46,5	60,5	46,0	0,375
63x 25x 63	V501678	85,0	63,0	35,5	46,5	60,5	44,5	0,368
63x 32x 63	V501680	85,0	63,0	35,5	65,0	60,5	42,4	0,404
63x 40x 63	V501682	85,0	63,0	35,5	65,0	60,5	40,0	0,392
63x 50x 63	V501684	85,0	63,0	35,5	85,0	60,5	37,0	0,417
75x 20x 75	V501685	¹⁾ 100,0	71,0	41,0	29,0	71,0	57,0	0,512
75x 25x 75	V501686	¹⁾ 100,0	71,0	41,0	34,0	71,0	55,0	0,512
75x 32x 75	V501688	¹⁾ 100,0	71,0	41,0	43,0	71,0	53,0	0,514
75x 40x 75	V501690	¹⁾ 100,0	71,0	41,0	52,0	71,0	51,0	0,529

¹⁾ PP-RCT

-- continúa --

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Te reducida 90° - continuación -

d	Ref. N°		D ₁	l ₁	z ₁	D ₂	l ₂	z ₂	kg
75x 50x 75	V501692	¹⁾	100,0	71,0	41,0	65,0	71,0	48,0	0,506
75x 63x 75	V501694	¹⁾	100,0	71,0	41,0	85,0	71,0	44,0	0,600
90x 63x 90	V501696	¹⁾	120,0	83,0	50,0	85,0	83,0	53,0	0,917
90x 75x 90	V501697	¹⁾	120,0	83,0	50,0	100,0	83,0	53,0	0,916
110x 63x110	V501698	¹⁾	147,0	100,0	59,0	85,0	100,0	69,0	1,674
110x 75x110	V501699	¹⁾	147,0	100,0	59,0	100,0	100,0	66,0	1,717
110x 90x110	V501700	¹⁾	147,0	100,0	59,0	120,0	100,0	63,0	1,770
125x 75x125	V501702	¹⁾	165,0	124,0	84,0	100,0	104,0	74,0	2,630
125x 90x125	V501704	¹⁾	165,0	124,0	84,0	120,0	106,0	73,0	2,610
125x110x125	V501705	¹⁾	165,0	124,0	84,0	148,0	110,0	87,0	2,540

¹⁾ PP-RCT

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

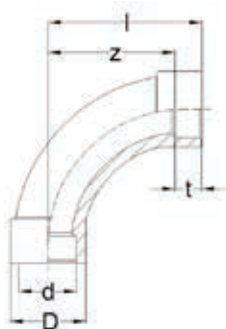
Codo 90° alargado hembra / hembra

PP-R
SDR 11
verde



d	Ref. N°	D	l	z	t	kg
20	V501478	28	56	42	14,5	0,030
25	V501480	34	69	53	16,0	0,052
32	V501482	42	86	68	18,0	0,088
40	V501484	52	106	86	20,5	0,164

$R \approx 2 \times d$.

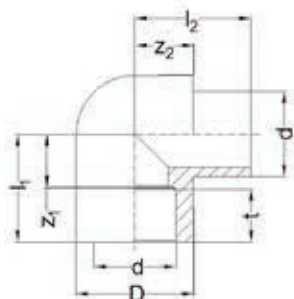


Codo 90° macho / hembra

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	D	l ₁	z ₁	l ₂	z ₂	t	kg
20	V501438	30,0	24,5	10,0	29,5	15,0	14,5	0,016
25	V501440	34,8	31,8	15,8	34,2	17,3	16,0	0,029
32	V501442	44,0	34,3	16,2	39,6	22,0	18,0	0,049



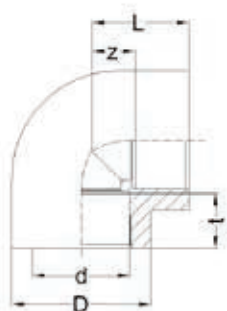
Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Codo 90°

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	D	L	z	t	kg
20	V501408	29,5	25,8	11,3	14,5	0,018
25	V501410	34,2	29,9	13,9	16,0	0,024
32	V501412	44,0	34,0	15,9	18,0	0,048
40	V501414	53,0	43,5	23,0	20,5	0,081
50	V501416	70,0	49,0	25,5	23,5	0,167
63	V501418	86,5	60,8	33,4	27,5	0,275
75	V501420	102,5	67,3	36,3	30,0	0,472
90	V501422	120,5	78,3	42,8	33,0	0,748
110	V501424	148,0	99,0	62,0	37,0	1,437
125	V501426	165,0	124,0	84,0	40,0	2,340



Codo 90° corto

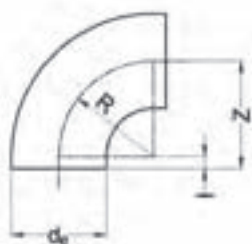
PP-RCT
SDR 11
verde

termofusión a tope



d _e	Ref. N°	Z	I	R	kg
160	581442	175	15	160	2,380
200	581444	215	15	200	3,605
250	581446	275	25	250	7,210
315	581448	350	35	315	13,970

$R \approx 1 \times d_e$



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

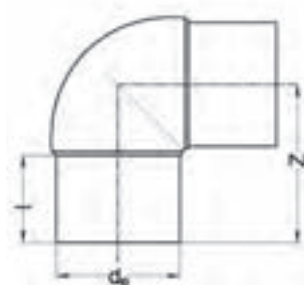
Codo 90° largo

PP-RCT
SDR 11
verde

termofusión a tope y por electrofusión



d_e	Ref. N°	Z	l	kg
160	581432	250	115	3,100
200	581434	250	128	5,500
250	581436	305	145	9,600
315	581438	350	164	18,000

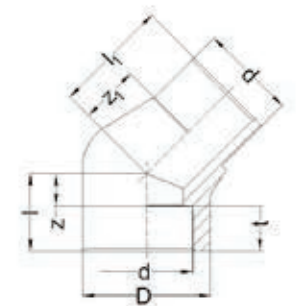


Codo 45° macho / hembra

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	D	l	z	l_1	z_1	t	kg
20	V501460	29,0	20	5	28	13,0	14,5	0,013
25	V501462	34,0	22	6	34	17,0	16,0	0,022
32	V501464	43,0	26	8	39	20,0	18,0	0,040



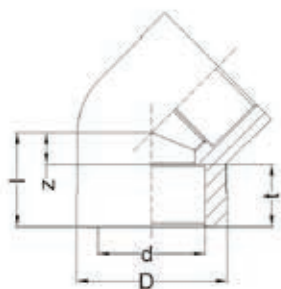
Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Codo 45°

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	D	l	z	t	kg
20	V501508	30,0	21,6	7,1	14,5	0,016
25	V501510	34,5	24,8	8,8	16,0	0,021
32	V501512	44,0	27,6	9,5	18,0	0,039
40	V501514	52,0	32,0	11,0	20,5	0,060
50	V501516	65,0	37,0	13,0	23,5	0,095
63	V501518	82,0	44,0	16,0	27,5	0,210
75	V501520	100,0	50,0	20,0	30,0	0,336
90	V501522	120,0	58,0	25,0	33,0	0,582
110	V501524	148,0	69,0	32,0	37,0	1,064
125	V501526	165,0	77,0	37,0	40,0	1,520



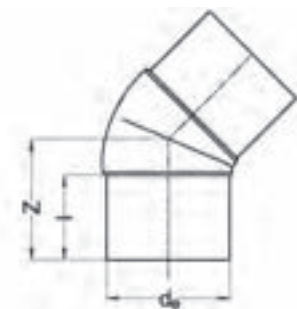
Codo 45° largo

PP-RCT
SDR 11
verde

termofusión a tope y por electrofusión



d _e	Ref. N°	Z	l	kg
160	581532	170	107	2,400
200	581534	201	127	4,400
250	581536	225	155	8,000
315	581538	280	161	15,000



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

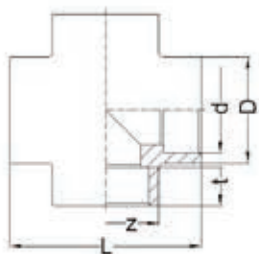
Cruz

PP-R
SDR 11
verde



d	Ref. N°		D	L	z	t	kg
32	V561170	¹⁾	40,0	77	34	18,0	0,058
40	V561172		51,0	93	42	20,5	0,111
50	V561174		63,0	112	66	23,5	0,212
63	V561176	¹⁾	76,0	137	84	27,5	0,355

¹⁾ PP-RCT

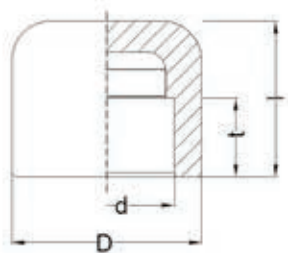


Tapa

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°		D	l	t	kg
20	V501708		29,5	28,8	14,5	0,011
25	V501710		34,5	30,0	16,0	0,015
32	V501712		43,5	35,7	18,0	0,028
40	V501714		52,5	40,0	20,5	0,040
50	V501716		64,0	45,0	23,5	0,061
63	V501718		85,5	54,0	27,5	0,136
75	V501720		101,0	65,0	30,0	0,235
90	V501722		119,0	76,0	33,0	0,332
110	V501724		148,0	79,0	37,0	0,616
125	V501726		165,0	87,0	40,0	0,780

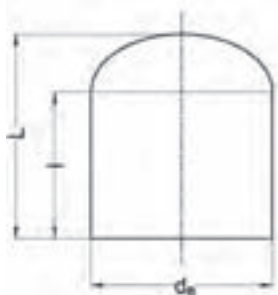


Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Tapa	PP-RCT SDR 11 verde
termofusión a tope y por electrofusión	



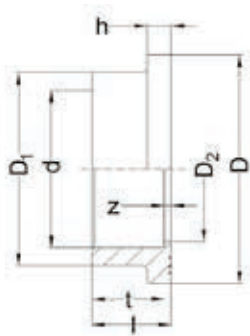
d _e	Ref. N°	L	l	kg
160	581732	140	100	0,950
200	581734	185	145	2,100
250	581736	218	170	3,200
315	581738	250	192	6,000



Portabrida conjunta	PP-R SDR 6 verde
----------------------------	------------------------



d	Ref. N°	D	D ₁	D ₂	h	l	z	t	kg
32	V501812	50	41	28,0	7	21,0	4	18,0	0,017
40	V501814	61	50	36,5	8	23,5	4	20,5	0,027
50	V501816	74	61	44,5	8	27,0	4	23,5	0,040
63	V501818	90	76	57,0	9	30,0	4	27,5	0,065
75	V501820	106	90	69,5	10	33,0	5	30,0	0,095
90	V501822	138	109	84,0	13	40,0	8	33,0	0,198
110	V501824	158	131	112,0	14	42,0	8	37,0	0,251
125	V501826	162	147	100,0	25	55,0	15	40,0	0,390



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Portabrida

PP-RCT
SDR 11
verde

termofusión a tope y por electrofusión



d_e	Ref. N°		h	l	d_1	d_2	L	kg
160	581826	¹⁾	25	34	175	212	80	0,875
160	581816		25	134	175	212	190	1,570
200	581827	¹⁾	32	36	232	268	100	1,875
200	581817		32	129	232	268	205	3,900
250	581828	¹⁾	35	35	285	320	100	2,825
250	581818		35	156	285	320	235	5,000
315	581829	¹⁾	35	35	335	370	100	3,475
315	581819		35	185	335	370	262	7,700

¹⁾ Versión corta para termofusión a tope
Con la cara de unión ranurada.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Enlace rosca hembra

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR _p	Ref. N°	L	t ₁	t ₂	D	kg
20x½"	V502208	42	15	17	41	0,072
20x¾"	V502210	44	15	17	47	0,100
25x½"	V502211	44	16	17	41	0,076
25x¾"	V502212	44	16	17	47	0,095
32x¾"	V502213	44	18	17	43	0,105

Rosca según EN 10226 (ISO 7).
Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.



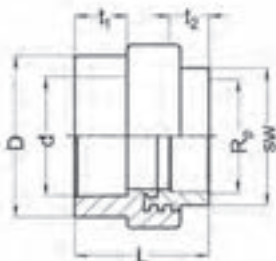
Enlace rosca hexagonal hembra

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR _p	Ref. N°	L	t ₁	t ₂	D	SW	kg
32x 1"	V502214	60	18	22	61	39	0,240
40x1¼"	V502216	63	21	22	72	47	0,347
50x1½"	V502218	85	24	20	79	52	0,396
63x 2"	V502220	75	28	25	95	66	0,612
75x 2"	V502221	83	31	25	100	66	0,668
125x 5"	V502228	124	40	44	208	149	0,383

Rosca según EN 10226 (ISO 7).
Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

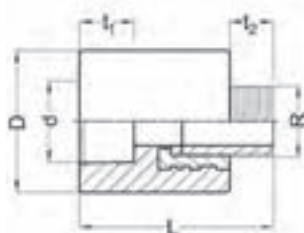
Enlace rosca macho

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR	Ref. N°	L	t ₁	t ₂	D	kg
20x½"	V502308	56	15	13	41	0,098
20x¾"	V502310	61	15	17	47	0,164
25x½"	V502311	56	16	13	41	0,101
25x¾"	V502312	61	16	17	47	0,161

Rosca según EN 10226 (ISO 7).
Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.



Enlace rosca hexagonal macho

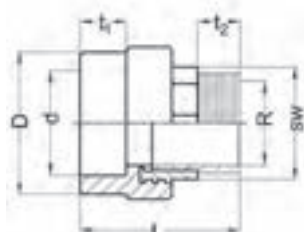
PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR	Ref. N°	L	t ₁	t ₂	D	SW	kg
32x 1"	V502314	79	18	20	53	32	0,240
40x1¼"	V502316	80	20	21	67	44	0,438
50x1½"	V502318	85	24	21	74	48	0,498
63x 2"	V502320	95	28	24	90	60	0,711
75x2½"	V502322	110	31	24	98	65	1,033
90x 3"	V502324	128	36	29	120	86	1,437
110x 4"	V502326	140	42	30	148	105	2,770
125x 5"	V502328	170	40	42	208	149	5,250

¹⁾ PP-RCT

Rosca según EN 10226 (ISO 7).
Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

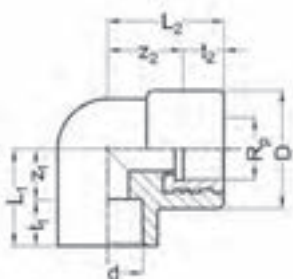
Codo 90° rosca hembra

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR _p	Ref. N°	D	L ₁	t ₁	z ₁	t ₂	Z ₂	L ₂	kg
20x1/2"	V502408	40	33	15	18	17	22	39	0,084
20x3/4"	V502410	44	33	15	18	17	22	39	0,110
25x1/2"	V502412	40	33	16	17	17	22	39	0,088
25x3/4"	V502414	44	33	16	17	17	22	59	0,107
32x3/4"	V502416	44	31	18	13	17	33	50	0,118
32x 1"	V502418	60	31	18	13	22	42	64	0,266

Rosca según EN 10226 (ISO 7).
Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

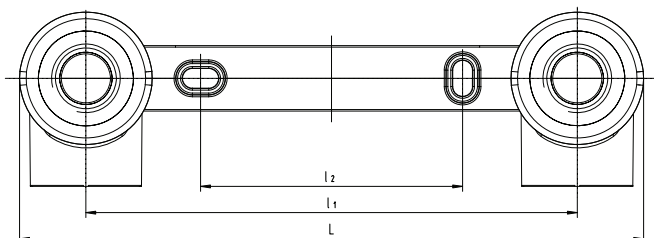
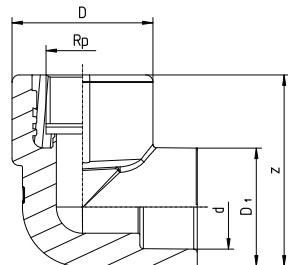


Doble codo hembra para grifo

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR	Ref. N°	D	D ₁	d	z	L	I ₁	I ₂	kg
20x1/2"	V502108	40,5	34	20	55	190	150	80	0,205
25x1/2"	V502110	40,5	34	25	55	190	150	80	0,202



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Codo rosca hembra sujeción pared

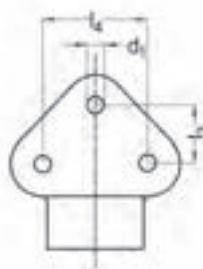
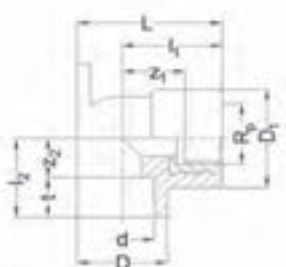
PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR _p	Ref. N°	D	D ₁	d ₁	L	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	z ₁	z ₂	t	kg
20x½"	V502008	30,0	39	5,5	53,0	38,0	32	19,5	40	24,0	17,5	14,50	0,090
20x¾"	V502010	34,0	44	5,5	57,5	40,5	32	19,5	40	26,5	17,5	14,50	0,116
25x½"	V502009	34,0	40	5,5	54,5	37,5	32	19,5	40	23,5	16,0	16,00	0,095
25x¾"	V502011	34,5	44	5,5	57,5	40,3	32	19,5	40	26,5	16,0	16,00	0,013

Rosca según EN 10226 (ISO 7).

Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Codo 90° rosca macho

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR	Ref. N°	D	L ₁	t ₁	z ₁	t ₂	Z ₂	L ₂	kg
20x½"	V502508	40	32	15	17	12	41	53	0,117
20x¾"	V502510	44	32	15	17	15	43	58	0,175
25x½"	V502512	40	32	16	16	12	41	53	0,114
25x¾"	V502514	44	32	16	16	15	43	58	0,173
32x¾"	V502516	44	30	18	12	15	52	67	0,179
32x 1"	V502518	¹⁾ 54	32	18	14	20	64	84	0,400

¹⁾ Con hexágono para llave

Rosca según EN 10226 (ISO 7).

Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

Te rosca hembra

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR _p	Ref. N°	L ₁	t ₁	z ₁	L ₂	t ₂	Z ₂	D ₁	D ₂	kg
20x½"	V502608	64	15	17	37	15	22	30	38	0,087
20x¾"	V502610	79	15	24	37	15	22	34	46	0,129
25x½"	V502612	65	16	16	38	15	23	34	38	0,098
25x¾"	V502614	79	16	24	37	15	22	34	46	0,120
32x¾"	V502616	60	18	12	50	15	35	44	44	0,127
32x 1"	V502618	¹⁾ 62	18	13	65	22	43	44	60	0,278

¹⁾ Con hexágono para llave

Rosca según EN 10226 (ISO 7).

Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

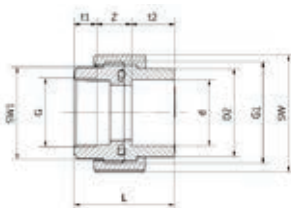
Enlace desmontable hembra

PP-RCT/latón (aleación de cobre y zinc)

verde



dxR _p	Ref. N°	L ₁	t ₁	z ₁	L ₂	t ₂	Z ₂	D ₁	D ₂	kg
20 x 1/2"	V245402	1"	27	15	16	11,5	42,5	37	26	0,146
25 x 3/4"	V245405	1 1/4"	36	16,5	18	12,5	47	47	32	0,251
32 x 1"	V245408	1 1/2"	41	19,1	20	13,4	52,5	55	38	0,341
40 x 1 1/4"	V245411	2"	52,5	21,5	22	14	57,5	66	47	0,520
50 x 1 1/2"	V245413	2 1/4"	59	21,5	25	14,5	61	72	53	0,609
63 x 2"	V245415	2 3/4"	73,5	25,7	29	13,8	68,5	87	67	0,930



ISO 15874 Clase 1/10, 2/10, 4/10, 5/8 bar.
DIN 8077/8078 clase 20°C/10 bar, 70°C/10 bar.
Rosca de tornillo según EN 10226 (ISO 7).

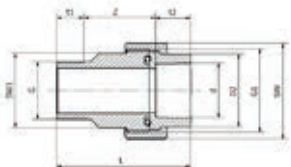
Enlace desmontable macho

PP-RCT/latón (aleación de cobre y zinc)

verde



dxR	Ref. N°	L ₁	t ₁	z ₁	L ₂	t ₂	Z ₂	D ₁	D ₂	kg
20 x 1/2"	V245302	1"	27	15	16	24,5	55,5	37	26	0,180
25 x 3/4"	V245305	1 1/4"	36	16,5	18	36	70,5	47	32	0,330
32 x 1"	V245308	1 1/2"	41	19,5	20	37	76,5	55	38	0,480
40 x 1 1/4"	V245311	2"	52,5	21,5	22	36	79,5	66	47	0,680
50 x 1 1/2"	V245313	2 1/4"	59	21,5	25	44	90,5	72	53	0,859
63 x 2"	V245315	2 3/4"	73,5	26	29	46,5	101,5	87	67	1,363



ISO 15874 Clase 1/10, 2/10, 4/10, 5/8 bar.
DIN 8077/8078 clase 20°C/10 bar, 70°C/10 bar.
Rosca de tornillo según EN 10226 (ISO 7).

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

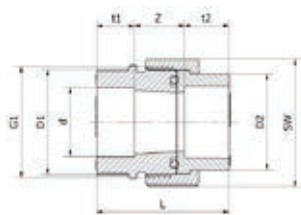
Enlace desmontable

PP-RCT/latón (aleación de cobre y zinc)

verde



d	Ref. N°	L ₁	t ₁	z ₁	L ₂	t ₂	Z ₂	D ₁	D ₂	kg
20	V245601	1"	31	27	16	16	18,5	50,5	37	0,090
25	V245602	1 ¼"	36	36	18	18	18,5	54,5	47	0,150
32	V245603	1 ½"	45,5	41	20	20	19,5	59,5	55	0,210
40	V245604	2"	56	52,5	22	22	22,5	66,5	66	0,320
50	V245605	2 ¼"	66	59	25	25	23,5	73,5	72	0,367
63	V245606	2 ¾"	81,5	73,5	29	29	24,5	82,5	87	0,490



ISO 15874 Clase 1/10, 2/10, 4/10, 5/8 bar.
DIN 8077/8078 clase 20°C/10 bar, 70°C/10 bar.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Racor desmontable hembra

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR	Ref. N°		G	D ₁	L	I ₁	SW	SW ₁	SW ₂	t	kg
20x 1/2"	V551938	¹⁾	3/4	29	85	56	36	30	27	14,50	0,179
20x 3/4"	V551939	¹⁾	1	29	93	62	44	37	34	14,50	0,289
25x 1/2"	V551941	¹⁾	3/4	34	87	57	36	30	27	16,00	0,202
25x 3/4"	V551940	^{1) 2)}	1	34	95	62	44	37	34	16,00	0,306
32x 1"	V551942	¹⁾	1 1/4	43	103	67	51	46	44	18,00	0,469
32x 3/4"	V551943	¹⁾	1	43	97	62	44	37	34	18,00	0,298
40x1 1/4"	V551944	¹⁾	1 1/2	52	115	77	63	52	50	20,50	0,647
50x1 1/2"	V551946	¹⁾	1 3/4	64	126	85	70	59	55	23,50	0,774
63x 2"	V551948	¹⁾	2 3/8	79	142	91	85	74	70	27,50	1,298
75x2 1/2"	V551950	²⁾	2 3/4	99	169	112	113	90	90	30,00	2,400

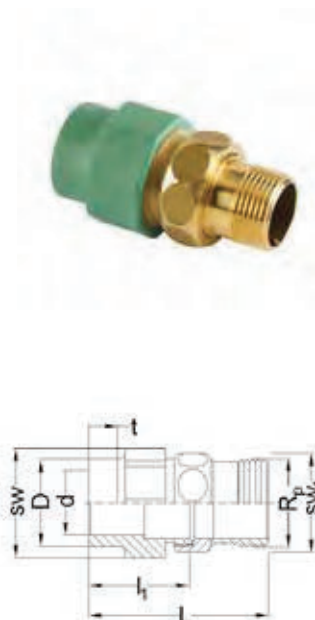
¹⁾ Disponible hasta fin de existencias

²⁾ PP-RCT

Rosca de tornillo según EN 10226 (ISO 7).
Sellado plano. Conexión para rosca metálica.

Racor desmontable macho

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR _p	Ref. N°		G	D	L	I ₁	SW	SW ₁	t	kg
20x 1/2"	V551958	¹⁾	3/4	29	79	65	36	30	14,50	0,164
20x 3/4"	V551959	¹⁾	3/4	29	86	72	44	37	14,50	0,273
25x 1/2"	V551961	¹⁾	1	34	81	65	36	30	16,00	0,156
25x 3/4"	V551960	¹⁾	3/4	34	83	72	44	37	16,00	0,278
32x 1"	V551962	¹⁾	1	43	98	80	51	46	18,00	0,417
32x 3/4"	V551963	^{1) 2)}	1	43	81	63	44	37	18,00	0,262
40x1 1/4"	V551964	^{1) 2)}	1 1/2	52	113	92	63	52	20,50	0,584
50x1 1/2"	V551966	^{1) 2)}	1 3/4	64	119	96	70	59	23,50	0,727
63x 2"	V551968	¹⁾	2 3/8	79	137	109	85	74	27,50	1,275
75x2 1/2"	V551970	²⁾	2 3/4	99	163	145	113	90	30,00	2,290

¹⁾ Disponible hasta fin de existencias

²⁾ PP-RCT

Rosca de tornillo según EN 10226 (ISO 7).
Sellado plano. Conexión para rosca metálica.
Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

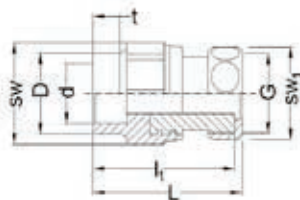
Enlace tuerca loca

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxG	Ref. N°	D	L	I ₁	SW	SW ₁	t	kg
20x 3/4"	V551904	29	66	44	36	30	14,50	0,130
20x 1"	V551906	29	68	44	44	37	14,50	0,234
25x 3/4"	V551908	34	67	44	36	30	16,00	0,128
25x 1"	V551910	34	72	47	44	37	16,00	0,218
32x 1"	V551912	43	80	53	44	37	18,00	0,191
32x1 1/4"	V551914	43	80	53	51	46	18,00	0,398
40x1 1/2"	V551916	52	90	58	63	52	20,50	0,477
50x1 3/4"	V551918	64	98	61	70	59	23,50	0,558
63x2 3/8"	V551920	79	114	71	85	74	27,50	0,926
75x2 3/8"	V551922	1)	99	131	86	90	30,00	1,910

1) PP-RCT



Para la instalación de válvulas y medidores de caudal.
Rosca según ISO 228-1.

Colector distribuidor

PP-RCT
SDR 6
verde

dx d ₁	Ref. N°	Z	L	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	t	kg
32/20	V504003	18	246	30	43	37	56	18	0,100



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Colector distribuidor salidas rosca hembra

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde

dxR _p	Ref. N°	Z	L	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	t	kg
32/1/2"	V504012	18,0	250	35	43	41	56	18,00	0,341
40/1/2"	V504014	20,5	250	38	43	41	56	20,50	0,396

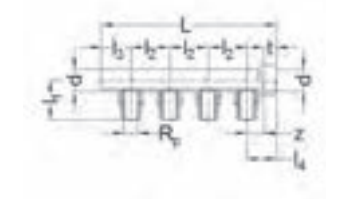
¹⁾ PP-RCT



Colector distribuidor salidas rosca macho

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde

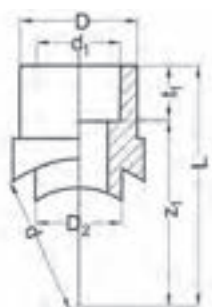
dxR	Ref. N°	Z	Z ₁	L	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	t	kg
32/1/2"	V504022	18,0	15	250	50	43	41	56	18,00	0,413
40/1/2"	V504024	20,5	15	250	50	43	41	56	20,50	0,495



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Injerto para derivación salida hembra soldar PP-R

PP-R
SDR 6
verde

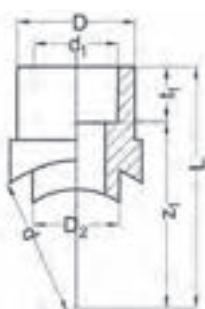


d/d ₁	Ref. N°	D	D ₂	t ₁	z ₁	L	kg
40/20	V503702	38	25	15	32	47	0,018
40/25	V503704	38	25	16	31	47	0,019
50/20	V503706	38	25	15	37	52	0,017
50/25	V503708	36	25	16	38	54	0,020
63/20	V503710	38	25	15	44	59	0,017
63/25	V503712	38	25	16	43	59	0,018
75/20	V503714	36	25	15	51	66	0,024
75/25	V503716	36	25	16	50	66	0,021
90/20	V503718	36	25	15	58	73	0,024
90/25	V503720	36	25	16	57	73	0,021
110/20	V503722	36	25	15	68	83	0,024
110/25	V503724	36	25	16	67	83	0,021
125/20	V503726	38	25	15	75	90	0,018
125/25	V503728	38	25	16	55	71	0,019

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Injerto para derivación salida hembra soldar PP-RCT

PP-RCT
SDR 6
verde



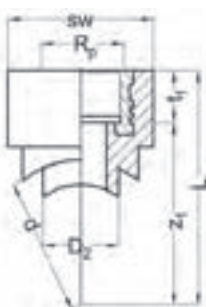
d/d ₁	Ref. N°	D	D ₂	t ₁	z ₁	L	SW	kg
63-125/32	V503739	51	32	20	9	-	38	0,035
75-125/32	V503740	51	32	20	9	-	51	0,035
75-125/40	V503742	63	40	22	16	-	63	0,083
90-125/50	V503743	70	50	39	14	-	70	0,098
110-125/63	V503745	85	63	30	15	-	85	0,163
160-250/20	583702	38	16	29	13	-	38	0,027
160-250/25	583704	38	18	29	11	-	38	0,024
160-250/32	583706	51	20	35	15	-	51	0,037
160-250/40	583708	63	22	38	16	-	63	0,082
160-250/50	583710	70	25	39	14	-	70	0,097
160-250/63	583712	85	30	45	15	-	85	0,162
315/32	583718	51	20	35	15	-	51	0,086
315/40	583720	63	22	38	16	-	63	0,093
315/50	583722	70	25	39	14	-	70	0,097
315/63	583724	85	30	45	15	-	85	0,161

¹⁾ Disponible hasta fin de existencias. Sustituido por V503739

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Injerto para derivación salida rosca hembra PP-R

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



$d \times R_p$	Ref. N°	D_2	t_1	z_1	L	SW	kg
40x 1/2"	V503802	25	15	35	50	38	0,067
50x 1/2"	V503804	25	15	34	49	46	0,067
63x 1/2"	V503806	25	15	39	54	38	0,068
75x 1/2"	V503808	25	15	39	54	46	0,066
90x 1/2"	V503810	25	15	45	60	38	0,061
110x 1/2"	V503812	25	15	46	61	46	0,070
125x 1/2"	V503814	25	15	52	67	38	0,070
40x 3/4"	V503803	25	15	59	74	38	0,094
50x 3/4"	V503805	25	15	59	74	46	0,096
63x 3/4"	V503807	25	15	69	84	36	0,094
75x 3/4"	V503809	25	15	69	84	46	0,094
90x 3/4"	V503811	25	15	77	92	38	0,095
110x 3/4"	V503813	25	15	77	92	46	0,095
125x 3/4"	V503815	25	15	52	67	46	0,096

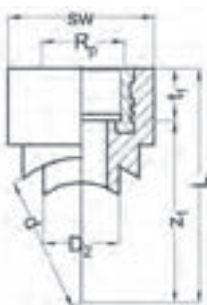
Rosca según EN 10226 (ISO 7).

Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Injerto para derivación salida rosca hembra PP-RCT

PP-RCT/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



$d \times R_p$	Ref. N°	D_2	t_1	z_1	L	SW	kg
75-125x 1"	V503816	40	22	16	-	63	0,170
90-125x1¼"	V503820	50	22	17	-	70	0,250
90-125x1½"	V503822	50	20	39	-	85	0,220
110-125x1½"	V503818	50	20	19	-	70	0,292
110-125x 2"	V503819	63	25	20	-	85	0,485
160-250x ½"	583802	25	17	12	-	38	0,071
160-250x ¾"	583804	32	17	12	-	51	0,112
160-250x 1"	583806	40	22	16	-	63	0,197
160-250x1¼"	583808	50	22	17	-	70	0,243
160-250x1½"	583810	50	20	19	-	70	0,240
160-250x 2"	583812	63	25	20	-	85	0,490
315x ¾"	583814	32	17	12	-	51	0,240
315x 1"	583815	40	22	16	-	63	0,240
315x1¼"	583816	50	22	17	-	70	0,247
315x1½"	583818	50	20	19	-	70	0,242
315x 2"	583820	63	25	20	-	85	0,484

¹⁾ Disponible hasta fin de existencias. Sustituido por V503822

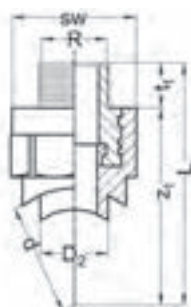
Rosca según EN 10226 (ISO 7).

Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Injerto para derivación salida rosca macho PP-R

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR	Ref. N°	D ₂	t ₁	z ₁	L	SW	kg
40x 1/2"	V503902	25	13	49	62	38	0,085
50x 1/2"	V503904	25	17	49	66	46	0,091
63x 1/2"	V503906	25	13	54	67	38	0,083
75x 1/2"	V503908	25	17	54	71	46	0,083
90x 1/2"	V503910	25	13	61	74	38	0,083
110x 1/2"	V503912	25	17	60	77	46	0,084
125x 1/2"	V503914	25	13	66	79	38	0,096
40x 3/4"	V503903	25	17	66	83	46	0,160
50x 3/4"	V503905	25	13	74	87	36	0,158
63x 3/4"	V503907	25	17	74	91	46	0,159
75x 3/4"	V503909	25	13	83	96	36	0,159
90x 3/4"	V503911	25	17	84	101	46	0,161
110x 3/4"	V503913	25	13	92	105	38	0,158
125x 3/4"	V503915	25	17	91	108	46	0,159

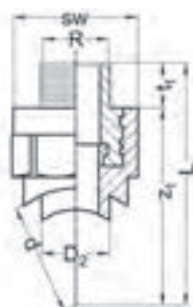
Rosca según EN 10226 (ISO 7).

Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Injerto para derivación salida rosca macho PP-RCT

PP-RCT/latón (aleación de cobre y zinc)
SDR 6
verde



dxR	Ref. N°	D ₂	t ₁	z ₁	SW	kg
75-125x 1"	V503916	40	20	18	63	0,210
75-125x1 ¼"	V503917	40	21	17	70	0,468
90-125x1 ¼"	V503920	50	21	17	70	0,340
90-125x1 ½"	V503922	50	21	18	70	0,350
110-125x1 ½"	V503918	50	21	18	85	0,553
110-125x 2"	V503919	63	24	21	85	0,650
160-250x ½"	583902	25	13	20	38	0,091
160-250x ¾"	583904	32	17	26	51	0,133
160-250x 1"	583906	40	20	36	63	0,234
160-250x1 ¼"	583908	50	21	38	70	0,334
160-250x1 ½"	583910	50	21	38	70	0,353
160-250x 2"	583912	63	24	46	85	0,730
315x ¾"	583914	32	17	26	38	0,183
315x 1"	583915	40	20	36	63	0,239
315x1 ¼"	583916	50	21	38	70	0,342
315x1 ½"	583918	50	21	38	70	0,353
315x 2"	583920	63	24	46	85	0,648

¹⁾ Disponibles hasta fin de existencias. Sustituidos por V503920 y V503922

Rosca según EN 10226 (ISO 7).

Para el sellado se recomienda cinta de PTFE.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

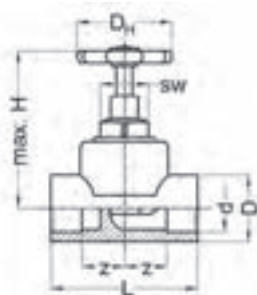
Válvula mando volante

PP-R
SDR 6
verde

para instalación vista / registrable



d	Ref. N°	L	z	D	H	D _H	SW	kg
20	V533038	79	25	35	55	50	17	0,205
25	V533040	79	23	35	75	50	17	0,187
32	V533042	97	30	44	85	50	17	0,319



Válvula completa mando triangular, alto 90 mm

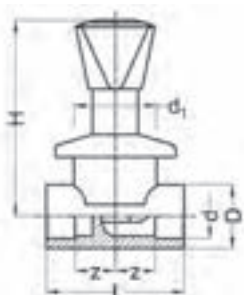
PP-R/latón plateado
SDR 6
verde

para instalación empotrada



d	Ref. N°	L	z	D	H	d ₁	kg
20	V545138	79	25	35	90	25	0,382
25	V545140	79	23	35	90	25	0,374
32	V545142	97	30	44	90	25	0,478

*Código de color para agua caliente y fría.
Rosette d76 mm.*



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Válvula completa mando triangular, alto 100 mm

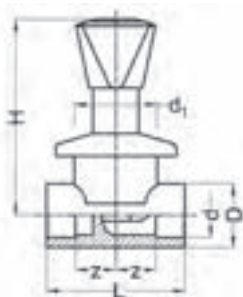
PP-R/latón plateado
SDR 6
verde

para instalación empotrada



d	Ref. N°	L	z	D	H	d ₁	kg
20	V545158	79	25	35	100	25	0,382
25	V545160	79	23	35	100	25	0,374
32	V545162	97	30	44	100	25	0,478

Código de color para agua caliente y fría.
Rosette d76 mm.



Válvula completa mando regulación oculta

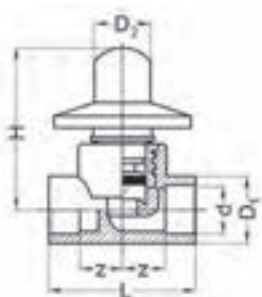
PP-R/latón plateado
SDR 6
verde

para instalación empotrada



d	Ref. N°	L	z	D ₁	H	D ₂	kg
20	V542138	79	25	35	72	28	0,288
25	V542140	79	23	35	72	28	0,281
32	V542142	97	30	35	72	28	0,281

Para el uso en áreas de acceso público.
Rosette 76 mm.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

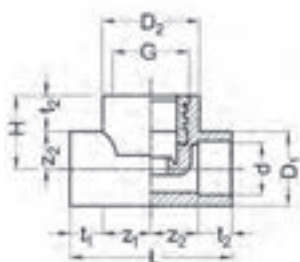
Cuerpo válvula de asiento

PP-R
SDR 6
verde



dxG	Ref. N°	D ₁	D ₂	L	t ₁	z ₁	z ₂	t ₂	H	kg
20x3/4"	V503238	35	45	79	16	25	23	16	28	0,097
25x3/4"	V503240	35	45	79	16	23	23	16	28	0,099
32x 1"	V503242	44	53	97	18	30	30	18	33	0,143

Rosca según ISO 10226.

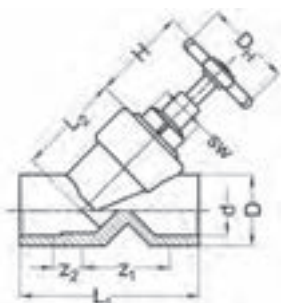


Válvula paso total asiento inclinado sin dispositivo antirretorno

PP-R
SDR 6
verde



d	Ref. N°	L ₁	z ₁	z ₂	L ₂	H	SW	D _H	kg
25	V563540	85	75	28	55	55	28	60	0,268
32	V563542	94	60	34	64	55	28	60	0,540
40	V563544	113	90	40	77	55	28	60	0,773



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Válvula paso total asiento inclinado

PP-R

con dispositivo antirretorno integrado

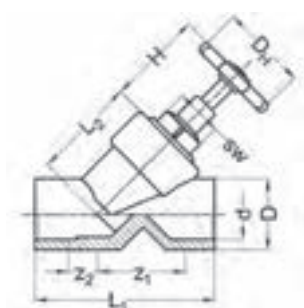
SDR 6
verde



d	Ref. N°	L ₁	z ₁	z ₂	L ₂	H	SW	D _H	kg
25	V553540	85	75	28	55	55	28	60	0,264
32	V553542	94	60	34	64	55	28	60	0,526
40	V553544	113	90	40	77	55	28	60	0,746

Evita que el agua fluya de nuevo en el sistema de suministro.

Dispositivo 'KFR': Válvula de flujo libre en combinación con dispositivo antirretorno integrado.



Válvula de bola mando palanca

PP-R

SDR 6
verde



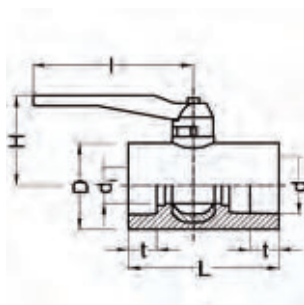
d	Ref. N°	L	t	H	l	d _i	kg
20	V3737	68	15	60	102	15	0,116
25	V3738	70	16	60	102	15	0,134
32	V3739	80	18	63	102	20	0,188
40	V3740	95	21	78	120	25	0,346
50	V3741	110	24	83	120	32	0,513
63	V3742	130	28	103	145	40	0,937
75	V3743	150	31	111	145	50	1,417

Mango: fibra de vidrio reforzada de poliamida PA6.

Bola y eje: latón (aleación de cobre y zinc).

Asiento de PTFE, anillo de goma NBR.

Rango: >0°C - 75°C.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Válvula de bola desmontable - DUAL BLOCK®

PP-RCT

válvula de bola de 2 vías con extremos hembra para unión por termofusión

verde



d	Ref. N°	B	B1	C	C1	E	H	H1	Z	L	kg
20	V393908	54	29	67	40	54	103	65	3	16	0,143
25	V393910	65	35	85	49	65	114	70	4	18	0,238
32	V393912	70	39	85	49	73	126	78	4	20	0,312
40	V393914	83	46	108	64	86	142	88	5	22	0,480
50	V393916	89	52	108	64	98	164	93	11	25	0,638
63	V393918	108	62	134	76	122	199	111	15	29	1,115

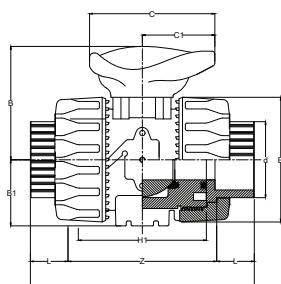
ISO 16135 20°C/10bar.

Bola y vástago: PP-H.

Mango: PVC.

Asiento de la bola: PTFE.

Juntas tóricas: EPDM.



Alargadera 95 mm

latón cromado

para válvulas empotradas



Ref. N°	l	d	kg
545136	95	24	0,139

Para válvula completa mando triangular ref. N° V545138, V545140 y V545142.

Alargadera 30 mm

latón (aleación de cobre y zinc)

para válvulas empotradas



Ref. N°	L	kg
545126 ¹⁾	30	0,043
545127 ²⁾	30	0,043

¹⁾ para válvulas empotradas con rosca 3/4" ref. N° V545138, V545140, V545158 y V545160

²⁾ para válvulas completas regulación oculta ref. N° V542138 y V542140

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Abrazadera isofónica

para montaje fijo y deslizante



d	Ref. N°	kg
20	554308	0,047
25	554310	0,051
32	554312	0,058
40	554314	0,068
50	554316	0,076
63	554318	0,091
75	554320	0,228
90	554322	0,281
110	554324	0,360
125	554326	0,413

Brida PP d32-125

EN 1092 - perforación PN10

para portabrida (conexión por termofusión)



d _o /DN	Ref. N°	bar	d ₁	D	k	b	d	n	M	r	kg
32/40	551812	16	42	122	85	17	14	4	M12	3	0,4
40/50	551814	16	51	142	100	17	18	4	M16	3	0,5
50/40	551816	16	62	156	110	19	18	4	M16	3	0,7
63/50	551818	16	78	171	125	20	18	4	M16	3	0,9
75/65	551820	16	92	191	145	21	18	4	M16	3	1,0
90/80	551822	16	110	206	160	21	18	8	M16	3	1,2
110/100	551824	16	133	226	180	22	18	8	M16	3	1,5
125/100	551826	¹⁾ 16	149	220	180	18	18	8	M16	3	1,2

¹⁾ Variante con diseño plano

Con núcleo de hierro dúctil.

n = número de tornillos.

bar = presión máxima de funcionamiento.

"EN 1092 - PN10" no se refiere a la clase de presión del anillo de refuerzo (alma de acero).

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Brida PP d160-315

EN 1092 - perforación PN10

para portabrida (conexión por termofusión)



d_e /DN	Ref. N°	bar	d_1	D	k	b	d	n	M	r	kg
160/150	581836 ¹⁾	16	178	296	240	28	22	8	M20	3	1,800
200/200	581837	16	235	350	295	32	22	8	M20	4	3,100
250/250	581838	16	288	412	350	36	22	12	M20	4	4,900
315/300	581839	16	338	462	400	42	22	12	M20	4	6,400

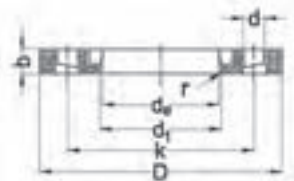
¹⁾ Perforación PN 16/PN 10

Con núcleo de hierro dúctil.

n = número de tornillos.

bar = presión máxima de funcionamiento.

"EN 1092 - PN10" no se refiere a la clase de presión del anillo de refuerzo (alma de acero).



Junta EPDM para portabrida SDR 11



d_e /DN	Ref. N°	d	D	s_1	s_2	kg
160/150	581846	135	218	6	8	0,150
200/200	581847	168	273	6	8	0,200
250/250	581848	208	328	6	8	0,250
315/300	581849	262	378	6	8	0,300

Adecuada para uniones con bridas con presión máxima 16 bar.

Con certificación KTW apta para agua potable.



Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Tapón de reparación

PP-R

verde



d	Ref. N°	kg
7/11	V553001	0,004

Para reparar daños puntuales.

Pasamuros

PP-R/latón (aleación de cobre y zinc)

verde



d	Ref. N°	kg
1/2"	V502040	0,124

Placa de montaje

acero galvanizado



Ref. N°	kg
504060	0,276

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Matriz

para soldadura a socket



d	Ref. N°	kg
20	503008	0,096
25	503010	0,129
32	503012	0,198
40	503014	0,305
50	503016	0,420
63	503018	0,592
75	503020	0,844
90	503022	1,338
110	503024	2,042
125	503026	2,680

Matriz para derivaciones

para soldar en banco



d	Ref. N°	kg
40/25	504802	0,182
50/25	504804	0,216
63/25	504806	0,237
75/25	504808	0,244
90/25	504810	0,246
110/25	504812	0,249
125/25	504814	0,251
40- 63/32	504818	0,250
75-125/32	504820	0,410
75-125/40	504822	0,360
75-125/50	504824	0,648
125/63	504826	1,046
160-250/25	504828	0,226
160-250/32	504830	0,226
160-250/40	504832	0,358
160-250/50	504834	0,625
160-250/63	504836	1,044
315/32	504840	0,200
315/40	504842	0,354
315/50	504844	0,652
315/63	504846	1,100

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Matriz de reparación

para reparación de tuberías



d	Ref. N°	kg
7	553007	0,095
11	553008	0,098

Broca para derivaciones 25 mm

para soldadura en banco



d	Ref. N°	kg
25	505061	0,119
32	505062	0,180
40	505063	0,280
50	505064	0,380
63	505065	0,535

Cizalla



d	Ref. N°	kg
20-40 / 20-50	505022 / 505023	0,408 / 0,508

Cortador de tubos de plástico PP-R, PE, PB y PE-X.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Cortatubos



d	Ref. N°	kg
75 / 125	505020 / 505021	0,680 / 1,650

Cortador de tubos de plástico PP-R, PE, PB y PE-X.

Soldador - regulación electrónica d20-63



d	Ref. N°	kg
20-63	505026	1,820

Con soporte para banco y estuche.

Soldador - regulación electrónica d20-125



d	Ref. N°	kg
20-125	505028	3,160

Con soporte para banco y estuche.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Máquina soldadora a socket PRISMA



d	Ref. N°	kg
25-125	505031	100,800

Para soldadura en banco.

Máquina soldadora a socket PRISMA LIGHT



d	Ref. N°	kg
63-125	505025	27,000

Máquina soldadora a tope DELTA



d	Ref. N°	kg
40-160	505030	67,000

*Soldadura a tope o espejo.
Para soldadura en banco.*

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Soldadora de obra y taller PRISMA JIG d63-125

para soldadura socket, en soporte y en posición



Ref. N°	kg
505038	15,210

Máquina de soldadura a tope BASIC 315 EASY LIFE, con inserción de 315 mm incluida



d	Ref. N°	kg
160-315	506038	76,800

Soldadoras manguitos electrosoldables ELEKTRA LIGHT y 315

con escáner



Ref. N°	kg
505036 / 505536	7,000 / 16,000

505036 ELEKTRA LIGHT d20-125.
505536 ELEKTRA 315 d20-315.

Sistema PP-R & PP-RCT d20-315 mm

Set raspador de tubería



d	Ref. N°	kg
20-225	520020	1,500

*Para el raspado superficial de tuberías PP-R, paso necesario en la soldadura por electrofusión.
Cuchilla metálica.
Incluye repuesto de cuchilla y spray de aceite para mantenimiento.*

Raspador manual



Ref. N°	kg
520030	0,300

Para el raspado superficial de tuberías PP-R.

Transporte y almacenamiento

8 Transporte y almacenamiento

8.1 Embalaje

8.1.1 Tuberías

Las tuberías se agrupan en paquetes, los cuales se embalan en bolsas de plástico. Las tuberías se identifican mediante el marcado en el tubo.

8.1.2. Accesorios

Los accesorios se envasan en bolsas de plástico y estas en cajas de cartón.

Caja de cartón	Dimensiones Cajas LxAxa (cm)	Cajas/pallet
1	40x30x22	40
2	30x20x22	80

Tabla 8.1

Los accesorios se identifican mediante la inscripción en el accesorio (artículos de mayor tamaño) o por el código en la bolsa de plástico (artículos más pequeños).



Ilustración 8.1

8.2 Manipulación

Gracias a las propiedades materiales del polipropileno, tuberías y accesorios pueden almacenarse durante mucho tiempo bajo temperaturas variables. Su almacenamiento se realizará teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Las tuberías se apoyarán en toda su longitud.
2. Evitar doblar los tubos.
3. El material se vuelve sensible a los golpes a bajas temperaturas y en particular a temperaturas por debajo de 0°C. Por esta razón, se evitarán golpes e impactos similares en estas condiciones.
4. Los materiales con alto contenido de polímeros son sensibles a los rayos UV. Por esta razón, el material Polysan/Wefatherm debe protegerse contra los efectos de las radiaciones ultravioletas.

Consejos para la correcta manipulación de las tuberías

	Evite golpes e impactos en los extremos del tubo		Deposite los tubos con cuidado
	No utilice tuberías dañadas o con fisuras		Corte la tubería con herramientas afiladas
	No gire la tubería o accesorio durante la termofusión		Se pueden realizar alineamientos de hasta 5° mientras se realiza la termofusión
	No exponga el material a los rayos UV durante tiempo prolongado		Almacene los materiales protegidos del sol y la lluvia
	Proteja el material frente a impactos		Proteja las tuberías frente a eventuales riesgos

Ilustración 8.3

8.3 Eliminación de residuos

Eliminar los residuos sobrantes de acuerdo a la normativa. Las tuberías y accesorios PP son reciclables.

Accesorios de transición	Reciclable, tras la separación de PP y latón
Juntas	residuos generales
Cajas de cartón	reciclable
Bolsas de plástico	reciclable
Virutas	residuos generales
Gamuzas	residuos generales

Tabla 8.2

La normativa internacional sobre el agua potable para consumo humano impide la utilización de material reciclado en el proceso de producción de sistemas de abastecimiento de agua.



Ilustración 8.2 Ejemplo de marcado de tubería

Técnicas de union

9 Técnicas de unión

9.1 Regulaciones de salud y seguridad

! Siempre hay cierto riesgo de lesiones al operar con máquinas de soldadura de tuberías de plástico. La observación de las siguientes normas de prevención de accidentes reduce este riesgo al mínimo.
¡La falta de observación de las mismas puede dar lugar a accidentes!

1. Los lugares de trabajo sucios y desordenados aumentan los accidentes.
2. Entorno ambiental: proteja las herramientas eléctricas de la lluvia y el agua. No las utilice en locales húmedos o mojados. Mantenga a los espectadores y visitantes lejos de los lugares donde la soldadura se lleve a cabo (distancia de seguridad).
3. Almacenamiento: almacene máquinas y dispositivos en condiciones secas y protegidos contra el acceso no autorizado.
4. Ropa de trabajo: use ropa bien ajustada y no use anillos o joyas mientras trabaja: ropa suelta, anillos o joyas podrían ser atrapados por piezas en movimiento.
5. Artículos eléctricos: antes de conectar un dispositivo a la red, compruebe que está apagado. Siempre desconecte el enchufe antes de realizar reparaciones. Reemplace los cables de conexión dañados o frágiles y tire los dañados inmediatamente. Proteja los cables del calor y de bordes afilados. Nunca desconecte los enchufes tirando del cable. Nunca transporte el aparato por el cable.
6. Artículos de trabajo: asegúrese de que la tubería y los accesorios siempre se encuentren firmemente sujetos en los dispositivos de sujeción.
7. Peligro de lesiones: cuidado con el aplastamiento al cerrar las mordazas.
8. Peligro de quemaduras: las partes metálicas en el elemento de calefacción alcanzarán temperaturas de hasta 300°C. Tome las precauciones necesarias para que no se puedan tocar. Mantenga los materiales inflamables a una distancia segura.
9. Piezas de repuesto: sustituya las piezas dañadas inmediatamente. Proteja las partes eléctricas con cuidado. La suciedad y la humedad son muy buenos conductores eléctricos. Utilice sólo piezas de repuesto originales. Siempre indique el número de máquina y versión cuando pida piezas de repuesto

Preparativos

Utilice solo herramientas Polysan/Wefatherm para la soldadura del sistema de tuberías Polysan/Wefatherm. Antes de iniciar el montaje compruebe si hay impurezas en las herramientas de soldadura. Si es necesario limpie las herramientas con papel absorbente sin pelusa y no teñido y limpiador de PP. Reemplace los componentes desgastados y dañados, especialmente las herramientas con recubrimiento dañado.

Instrucciones de seguridad

Se observarán las regulaciones generales de higiene y prevención de accidentes de cada país o estado en el que el dispositivo se va a utilizar.



Utilice ropa de trabajo apropiada



Utilice casco de seguridad



Utilice calzado de seguridad



Utilice gafas de seguridad



Utilice protección para los oídos



La utilización inadecuada puede causar quemaduras, cortes y daños corporales

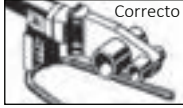
Técnicas de union

9.2 Termofusión por inserción (socket)

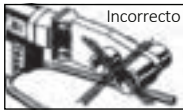
9.2.1 Soldadura por termofusión - manual

Este sistema es apropiado para uniones de diámetros 16-63 mm. El proceso se describe según norma DVS 2207 Parte 11.

Aparato polifusor



1. Apretar a temperatura ambiente, mediante roscado, las matrices de calentamiento en la plancha polifusora. Manténgalas limpias con papel absorbente, sin pelusa y no teñido. Apretar girando manualmente las matrices, hasta que se queden firmemente sujetas. Las matrices no deben sobresalir de los bordes de la plancha soldadora.



2. Encender el dispositivo. Las luces indicadoras de termostato y de control deben iluminarse. Comprobar que la temperatura del termostato es de **260°C**. El proceso de calentamiento se completa cuando la luz del termostato se apaga.

3. Apretar las matrices de calentamiento una vez más con la llave Allen. Nunca utilice elementos cortantes, para evitar daños de la capa teflonada de la matriz.

4. Las matrices de soldadura tienen que ser montadas según los diámetros para que sus bordes no sobrepasen el perímetro de la plancha soldadora. Las matrices de diámetros superior a 40 mm deben siempre ser instaladas en el orificio central de la plancha soldadora.

5. Enchufar el dispositivo de soldadura y comprobar que la luz indicadora verde está encendida. La fase de calentamiento dura entre 5 y 20 minutos, dependiendo de la temperatura ambiente. El dispositivo de soldadura está operativo cuando se enciende la luz indicadora naranja.



6. Después de que el aparato se apague, esperar hasta que se enfríe. ¡No enfriar nunca el aparato con agua! ¡Provoca peligro de lesiones! Los componentes electrónicos, como el termostato podrían dañarse. Eliminar la suciedad con papel absorbente, sin pelusa y limpiador de PP.

7. El dispositivo puede utilizarse sólo en seco. Almacenar en estado seco y en condiciones libres de polvo.

8. El buen funcionamiento del dispositivo sólo puede garantizarse cuando la plancha soldadora y las matrices de calentamiento están en perfectas condiciones. Los componentes defectuosos o sucios deben ser reemplazados.

Tubo diámetro exterior (mm)	Profundidad de soldadura (mm)	Tiempo de calentamiento (seg)	Tiempo de procesado (seg)	Tiempo de enfriamiento (min)
16	13	5	4	2
20	14	5	4	2
25	15	7	4	2
32	17	8	6	4
40	18	12	6	4
50	20	18	6	4

Tubo diámetro exterior (mm)	Profundidad de soldadura (mm)	Tiempo de calentamiento (seg)	Tiempo de procesado (seg)	Tiempo de enfriamiento (min)
63	26	24	8	6
75	29	30	8	8
90	32	40	8	8
110	35	50	8	8
125	41	60	10	8

Tabla 9.1 Guía general de soldadura a tope DVS 2207 Parte 11

Si la soldadura debe llevarse a cabo al aire libre, cuando la temperatura esté por debajo de + 5°C, el tiempo de calentamiento de acuerdo con DVS 2207 Parte 11 debería incrementarse un 50%.

Soldadura por termofusión – proceso manual



1. Preparar el dispositivo de soldadura según el Manual del equipo.
2. Cortar el tubo perpendicularmente. Utilizar cizalla o cortatubos para tubos de plástico.
3. Eliminar las rebabas de la tuberías y retirar las impurezas.



4. Marcar la profundidad de inserción con una señal en la tubería.
5. Alinear la posición del accesorio con la ayuda de la línea continua del tubo.



6. Introducir simultáneamente, sin girar, el extremo de la tuberías hasta la marca que señala la profundidad de inserción y el accesorio hasta su final, en las matrices de calentamiento. Mantener durante el tiempo de calentamiento que se indica en la tabla adjunta. El tiempo de calentamiento empieza a contar desde que tubería y accesorio están completamente introducidos en las matrices de calentamiento.



7. Una vez finalizado el calentamiento, retirar con rapidez tubería y accesorio de sus matrices e introducir uno dentro del otro hasta la marca formada por el arrastre de material de la tubería. No introducir en exceso la tubería en el accesorio, para evitar que un exceso de material en el extremo de la tuberías reduzca su paso interior. No girar la tubería en el accesorio mientras se realiza su introducción.

8. Durante el tiempo de enfriamiento, mantener tubería y accesorio en una posición fija. Se pueden realizar ajustes de alineamiento, pero no deben realizarse giros entre ambas partes. Una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento, la instalación puede llenarse. La termofusión resultante produce una unión molecular entre tubería y accesorio.

Técnicas de union

9.2.2 Termofusión con accesorio de inserción - mecánica

Esta técnica de unión es adecuada para d75-125 mm.

Proceso descrito según norma DVS 2207 Parte 11.

Máquina soldadora



Ilustración 9.1

Los movimientos axiales son provocados por una rueda de transporte y una varilla dentada. Las mordazas de sujeción en forma de V de acero endurecido se utilizan para sujetar los componentes independientemente de su diámetro externo. Dos abrazaderas en forma de V para la fijación de la tubería y una individual con tope de inserción para la fijación del accesorio. Los dos carros de mordazas pueden alinearse axialmente. La profundidad de inserción está limitada por un tope. La placa de calentamiento con control electrónico se puede girar en la máquina.

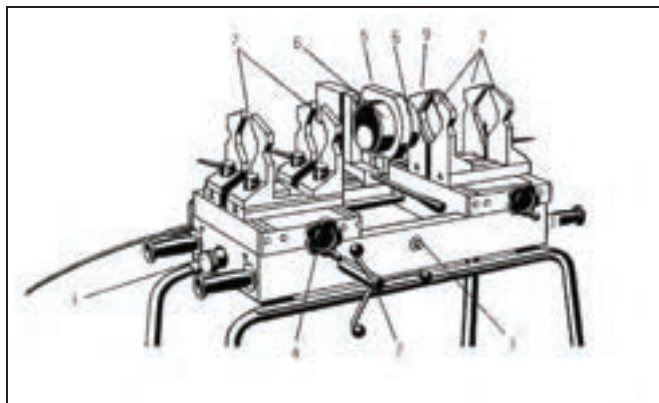


Ilustración 9.2

Configuración de la máquina soldadora

1. Retirar la máquina y los accesorios de la caja de transporte y colocar la máquina sobre una base antideslizante adecuada. Sujétela si es necesario.
2. Deslizar la plancha de calentamiento (5) en la guía.
3. Colocar la plancha de calentamiento (5) entre las mordazas de sujeción (7) y ajustar si es necesario.

Alineación de la máquina soldadora

1. Seleccionar un mandril de calentamiento macho (6) y uno hembra (6) de acuerdo con las dimensiones del tubo y el accesorio y sujetar en la plancha (mandril hembra a la izquierda, mandril macho a la derecha).
2. Aflojar las mordazas de sujeción (7) de acuerdo con el diámetro de la tubería y el accesorio.
3. Limpiar las herramientas, tuberías y accesorios en el interior y el exterior con papel sin pelusa y no teñido y limpiador de PP.
4. Calentar el polifusor y ajustar la temperatura de soldadura a 260°C según el manual. Se ha alcanzado la temperatura de procesamiento y el dispositivo está listo para su uso cuando el piloto de control se apaga.

Soldadura a socket – proceso mecánico

1. Colocar el accesorio en la mordaza de sujeción (7) hasta el tope (9) y sujetar firmemente.
2. Pulsar el botón (3).
3. Mover el carro con la rueda de mano (2) hasta el tope (3) y asegurar con el tornillo de bloqueo (4). Colocar la tubería de manera que su cara esté en contacto con el accesorio. Apretar firmemente con la mordaza de sujeción (7).
4. Ajustar el limitador de profundidad de inserción según diámetro (1) con el diámetro a procesar.
5. Comprobar la temperatura de la plancha de soldadura y ajustar si es necesario.
6. Colocar la plancha soldadora (5) entre la tubería y el accesorio.
7. Introduzca la tubería y el accesorio al mismo tiempo en las matrices de calentamiento (6) hasta su final y mantener esta posición durante el tiempo de calentamiento.
8. Una vez transcurrido el tiempo de calentamiento, mover los carros rápidamente hacia atrás y retirar la plancha soldadora (5). A continuación desplazar el tubo, introducirlo en el accesorio hasta su marca y bloquearlo en esta posición.
9. Retirar las piezas soldadas de la máquina y alinear si es necesario, pero no girar uno respecto al otro. Una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento, las piezas soldadas se pueden llenar con presión.

Para los tiempos de calentamiento, procesamiento y enfriamiento ver tabla 9.2.

Mantenimiento

1. La plancha de calentamiento opera a 230 V/50 Hz.
2. Mantener limpios los ejes de guía, barras dentadas y husillos trapecoidales.
3. Limpiar las herramientas de calentamiento con papel absorbente sin pelusa y no teñido y limpiador PP.
4. Utilizar únicamente repuestos originales para las reparaciones.
5. Cubrir la máquina cuando no se utilice.

Tubo diámetro exterior (mm)	Profundidad de soldadura (mm)	Tiempo de calentamiento (seg)	Tiempo de procesamiento (seg)	Tiempo de enfriamiento (min.)
16	13	5	4	2
20	14	5	4	2
25	15	7	4	2
32	17	8	6	4
40	18	12	6	4
50	20	18	6	4
63	26	24	8	6
75	29	30	8	8
90	32	40	8	8
110	35	50	8	8
125	41	60	10	8

Tabla 9.2 Guía general de soldadura a tope DVS 2207 Parte 11

Si la soldadura debe llevarse a cabo al aire libre, cuando la temperatura esté por debajo de + 5°C, el tiempo de calentamiento de acuerdo con DVS 2207 Parte 11 debería incrementarse un 50%.

Técnicas de union

9.2.3 Termofusión con injertos de derivación

Los injertos de termofusión Polysan/Wefatherm fusionan tanto en la superficie exterior de la tubería como en su espesor de pared, consiguiendo un sistema de unión de gran seguridad.

+ Ventajas

- sencilla, segura y económica forma de obtener derivaciones adicionales en líneas de distribución
- fácil adición de sensores (termómetro, manómetro)
- construcción de tes

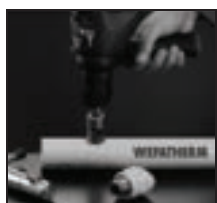
Los injertos pueden utilizarse con las tuberías PP-R.

Instalación



1. Hacer una perforación en el tubo con la broca para derivaciones.

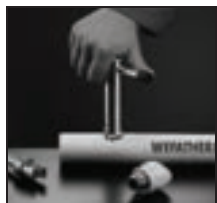
! Observar la profundidad del taladro.



2. Calentar el agujero y el injerto de derivación simultáneamente.

Tiempo de calentamiento 30 segundos (temperatura 260°C).

El tiempo de calentamiento comienza cuando la profundidad de inserción ha llegado hasta su final.



3. Después de calentar, retirar la herramienta de soldadura y el injerto de derivación e introducir de inmediato en el agujero. El accesorio debe ser presionado en el tubo durante 15 segundos. Después de 10 minutos de enfriamiento se puede probar la soldadura realizada.



Técnicas de union

9.3 Termofusión a espejo

Esta técnica de unión es adecuada para d160-315 mm.
Proceso descrito según la norma DVS 2207 Parte 11.

La termofusión a espejo es una técnica de unión muy económica y fiable en la que se requiere una herramienta adicional para crear la unión permanente. La soldadura a espejo es muy conveniente para la prefabricación de elementos de tubería y la construcción de accesorios especiales. En la soldadura a tope, las superficies de soldadura (extremos) de los componentes a soldar son primero mecanizados (cepillados). Esto produce extremos coplanares que más tarde se pueden presionar simultáneamente contra la plancha soldadora. Las superficies de soldadura se calientan por el elemento de calentamiento (plancha caliente) y son alineadas con una ligera presión (presión de alineación). Posteriormente, el calentamiento se realiza bajo presión reducida (tiempo de calentamiento) y, después de retirar el elemento de calentamiento (conversión), la aproximación se realiza bajo presión de soldadura. La tabla 9.3 muestra una representación esquemática del proceso de soldadura a tope.

Las temperaturas de calentamiento se pueden ajustar en función del espesor de pared (ver ilustración 9.3).

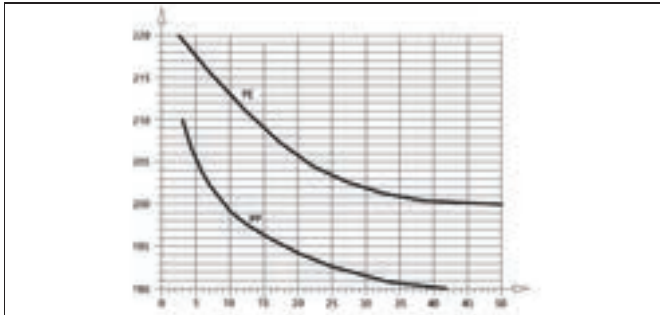


Ilustración 9.3 Temperaturas de calentamiento en función del espesor de pared PP

Los parámetros del proceso se pueden establecer según esta norma. La presión calculada necesita ser cargada en los componentes de soldadura a tope. Cada máquina de soldadura a tope dispone de ajustes específicos de fricción interna y la máquina deberá adaptarse en consecuencia. Los valores indicados a continuación son específicos para la máquina de soldar Ritmo Delta Dragon. Cuando se utilice otra máquina para soldar (fabricante o tipo) el soldador tiene que respetar los parámetros específicos de dicho fabricante/tipo.

Delta 250B DVS 2207-11 (02/99) PP											
D (mm)	s (mm)	SDR = D/s	T (°C)	1		2		3	4	5	
				*P ₁ (bar)		P ₂ (bar)	t ₂ (sec)	t ₃ max (sec)	t ₄ (sec)	*P ₅ (bar)	t ₅ (min)
160	14,6	11	210	7	1,0	1	277	8	13	11	24
160	17,8	9	210	13	1,0	1	315	9	16	13	28
160	21,9	7,4	210	16	1,55	2	359	10	19	16	34
160	26,6	6	210	19	2,0	2	405	11	23	19	41
200	18,4	11	210	18	1,0	2	320	9	16	18	29
200	22,3	9	210	21	1,5	2	363	10	19	21	35
200	27,4	7,4	210	25	2,0	3	411	11	23	25	42
200	33,2	6	210	30	2,0	3	456	13	29	30	50
250	22,7	11	210	28	1,5	3	367	10	20	28	35
250	27,8	9	210	33	2,0	3	414	11	24	33	42
250	34,2	7,4	210	39	2,0	4	463	13	29	39	51

Tabla 9.3 Añadir a estos valores la presión de arrastre del aparato soldador

Técnicas de union

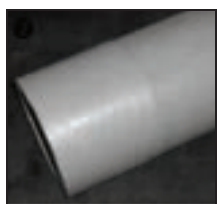
9.4 Termofusión por electrofusión

Esta técnica de unión es adecuada para d20-315 mm.
Proceso descrito según la norma DVS 2207 Parte 11.

Instalación



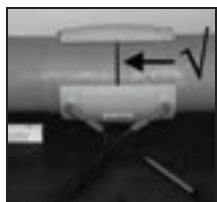
1. Cortar el extremo de la tubería en perpendicular y desbarbar. Marcar la profundidad de soldadura del accesorio electrosoldable.



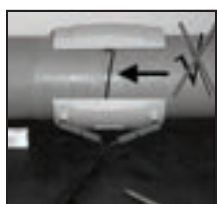
2. Preparar la superficie de la tubería en el área de soldadura. Retirar la capa de oxidación en el área de soldadura que corresponda a la profundidad del accesorio + 0,5 cm. Utilizar un raspador rotativo como herramienta. Quitar las virutas sin dañar la superficie de la tubería.



3. Limpiar la superficie de la tubería y el interior del accesorio electrosoldable con un absorbente que no suelte pelusa. La superficie interna del accesorio no debe rasparse. El accesorio sólo debe retirarse de la bolsa de protección cuando se inicie la instalación.



4. Deslizar el accesorio en el tubo, libre de tensión o estrés hasta la marca. Controlar mediante el marcado realizado con anterioridad. Asegurar la tubería contra el deslizamiento, por ejemplo con una abrazadera para tubería. Conectar los dos cables de soldadura a las clavijas de contacto del accesorio e iniciar el proceso de soldadura.



5. Iniciar el proceso de soldadura cuando la posición de las tuberías en el accesorio de electrofusión esté nivelada.

Al final del ciclo de soldadura esperar durante el tiempo de enfriamiento. Después del tiempo de enfriamiento se puede probar la unión por electrofusión a la presión de servicio admisible.

d (mm)	Tiempo de enfriamiento (min)
16- 32	10
40- 63	25
75-110	40
125	45
160-200	75
250-315	100

Tabla 9.4

Técnicas de union

9.5 Unión con bridas

Recomendación para asegurar una unión con bridas segura y fiable, de acuerdo con la norma ESA/ESF 009/98.

Alineación

1. Las superficies enfrentadas de los dos cuellos de brida a unir deben estar en contacto en toda su circunferencia, lo que debe suceder también en caso de utilizar una junta de goma, ambas deben ser paralelas entre sí en todo el perímetro y en pleno contacto.
2. Las caras de los cuellos de brida deben estar en pleno contacto todo alrededor de su circunferencia externa para evitar el efecto de punto de palanca que podría dar lugar a la fuga y hasta la rotura de la brida en sí durante el apriete de los pernos.

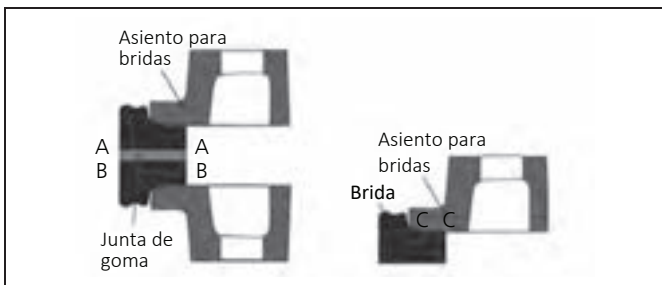


Ilustración 9.4

Perno de apriete

1. Instalar todos los pernos y tuercas manualmente, asegurando en todo momento que la alineación es correcta.
2. Como primer paso, apretar los pernos en una secuencia en cruz, como se muestra en la ilustración 9.5. Con una llave de torsión con un 20% del par de apriete final que aparece en la tabla 9.5, teniendo cuidado de que los puntos 1 y 2, se cumplen en todo momento.
3. En los cuatro pasos restantes, repetir el paso 2 cuatro veces, aumentando cada vez el par en un 20% del valor final.
4. Después de alcanzar el par de apriete final, continuar con el apriete en rotación hasta que todos los tornillos sean estables en el valor de par final (por lo general se requiere el giro dos veces completas).

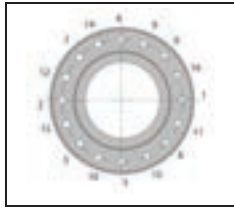


Ilustración 9.5

! ¡Utilizar siempre el patrón cruzado!

d ₂ (mm)	DN (mm)	Par de apriete del perno (Nm)			Junta de anillo plano		
		Taladros	Tornillos	Tamaño	(P _{acc} ≤ 10 bar)	Perfil junta (P _{acc} ≤ 16 bar)	Junta tórica (P _{acc} ≤ 16 bar)
32	25	85	14	4	M12	16	15
40	32	100	18	4	M16	16	20
50	40	110	18	4	M16	16	25
63	50	125	18	4	M16	16	35
75	65	145	18	4	M16	16	40
90	80	160	18	8	M16	16	40
110	100	180	18	8	M16	16	50
125	100	180	18	8	M16	16	50
160	150	240	22	8	M20	16	60
200	200	295	22	8	M20 *)	16	75
250	250	350	22	12	M20 *)	16	95
315	300	400	22	12	M20 *)	16	100

*) P_{acc} ≤ 6 bar para el sellado de elastómero y el factor de fricción acumulado μR = 0,15

Tabla 9.5 Valores estándar para el par (DVS 2210 parte 1)

Gestión de calidad

10 Gestión de calidad

10.1 Sistema de gestión de la calidad

El sistema de supervisión de la alta calidad de los productos durante el proceso de producción se muestra en la Ilustración 10.1.

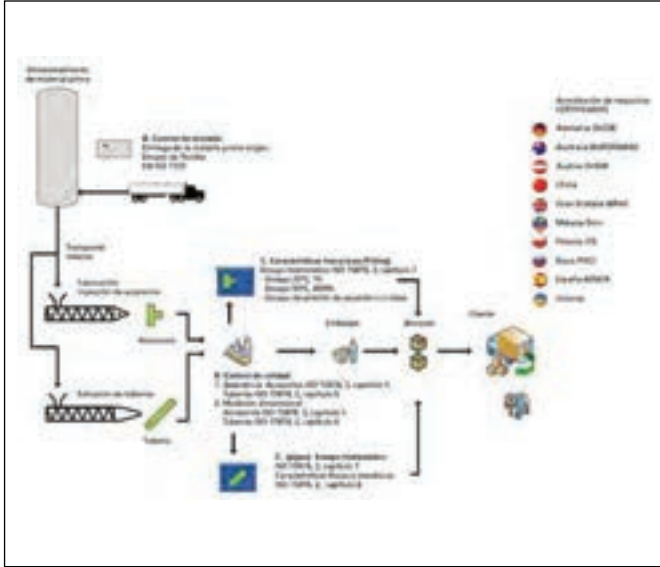


Ilustración 10.1 Sistema de gestión de la calidad

10.2 Declaración de conformidad

El sistema de tuberías Wefatherm se fabrica a partir del compuesto polipropileno RA130E-6017 que cumple con los requisitos de:

- RA130E Datos del material
- RA130E Información de Seguridad
- RA130E Cumplimiento de requisitos para agua potable
- RA130E Cumplimiento de requisitos para líquidos alimentarios
- RA130E Declaración sobre sustancias químicas

El sistema de tuberías PP-R se fabrica generalmente de acuerdo con las normas de la Tabla 10.1.

Norma	Descripción
ISO 15874	Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría - Polipropileno (PP)
DIN 8077 - 8078	Tubos de polipropileno (PP)
DIN 16962	Accesorios y componentes para sistemas de presión de polipropileno (PP)
ASTM F2389-S	Especificaciones para sistemas a presión de polipropileno (PP) sistemas de tuberías, series métricas

Tabla 10.1

Certificados

El sistema de tuberías Wefatherm ha sido certificado por DVGW y otras instituciones independientes y cuenta con gran número de certificaciones reconocidas internacionalmente.



Ilustración 10.2

Las últimas versiones de estos certificados están disponibles en el área de descargas de www.wefatherm.de

10.3 Declaración de calidad

El sistema de tuberías Wefatherm dispone de un Sistema de Gestión de la calidad ISO 9001 para el desarrollo, fabricación por inyección y extrusión, comercialización y suministro de sistemas sanitarios.

10.4 Garantía del fabricante

Cuando los componentes se instalan y usan correctamente, se puede esperar un funcionamiento satisfactorio del sistema instalado a largo plazo. Si tiene alguna duda, consulte a nuestro servicio postventa.

Garantía

Las tuberías y accesorios del sistema Wefatherm ("los productos") están garantizados contra defectos de fabricación por un periodo de 10 años a partir de la fecha de fabricación marcada en los productos, sujeto a las siguientes condiciones:

- (i) La garantía no se aplicará a defectos evidentes en la entrega de productos
- (ii) La fecha de inicio del periodo de garantía (10 años) será la fecha de fabricación marcada en los productos
- (iii) Los productos deben haberse instalado no más tarde de 6 meses después de su entrega
- (iv) Los defectos deberán ser notificados antes de la expiración del periodo de garantía y no más tarde de 30 días desde la fecha de ocurrencia del defecto
- (v) Los productos se han almacenado, instalado, puesto en servicio y utilizado correctamente de acuerdo con el Catálogo Técnico y las mejores prácticas de vanguardia y no han sido causados por un evento externo
- (vi) Los productos no se han instalado en asociación con otros productos o componentes no suministrados o recomendados por Wefatherm GmbH
- (vii) Esta garantía cubre la sustitución de los productos defectuosos excluyendo cualquier otro recurso o indemnización de cualquier tipo, tales como, pero no limitado a, daños consecuentes, indirectos o por pérdida de uso, costes de desmantelamiento y re-instalación

10.5 Seguro de responsabilidad de producto

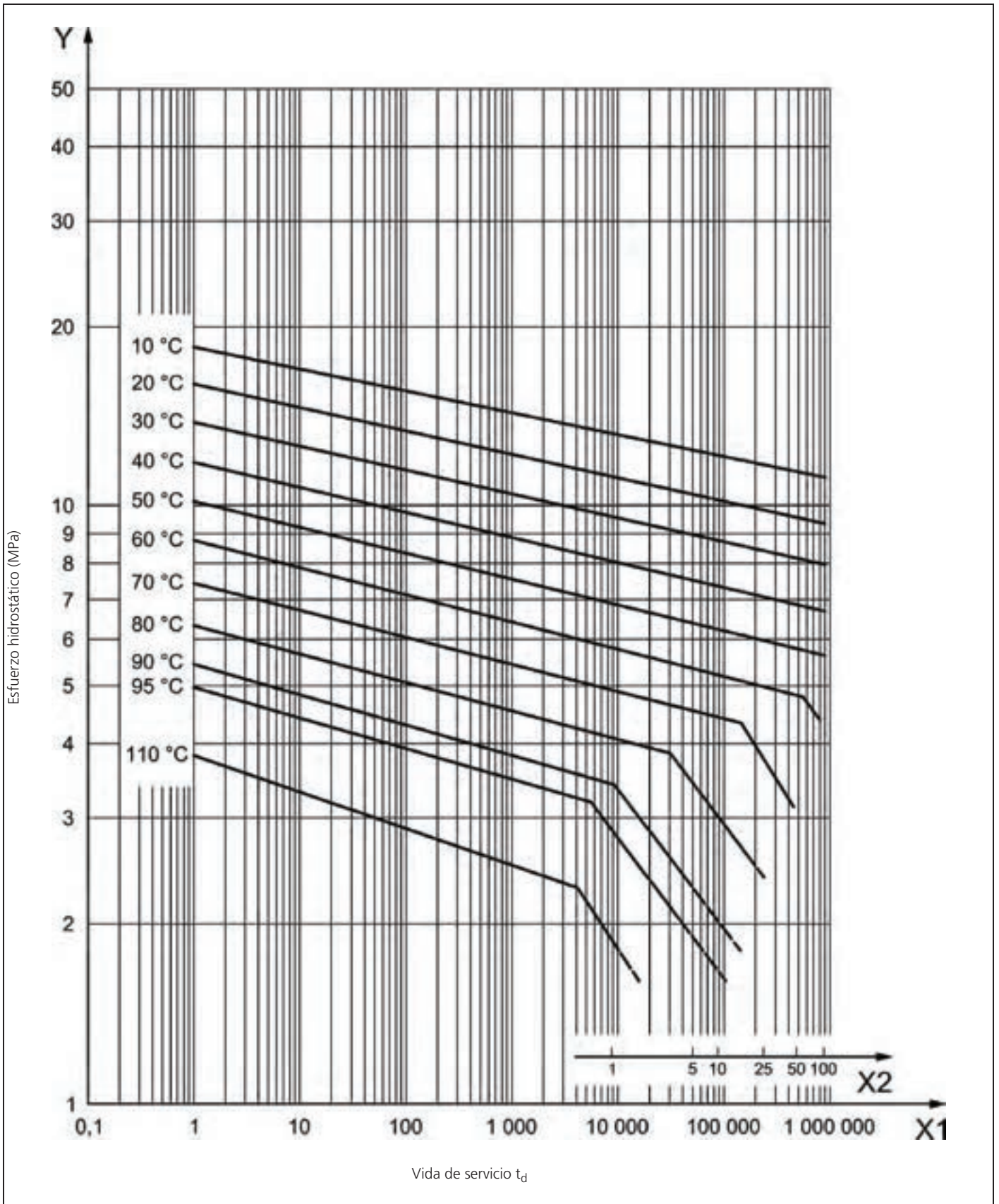
Para la cobertura de la responsabilidad en caso de lesiones personales o daños a la propiedad, contamos con un seguro de responsabilidad de producto ampliado.

Para información adicional contacte con la Oficina de Ventas de Polysan/Wefatherm

Anexo A

Anexo A1

Curvas de resistencia esperada del PP-R



Anexo A2**Polipropileno****RA130E-6017****Informe sobre la Seguridad del Producto****1. Identificación de la sustancia/mezcla y de la sociedad/empresa**

Nombre comercial: RA130E-6017

Uso material: Materia prima para industria del plástico

Fabricante: Borealis AG

E-mail: product.safety@borealisgroup.com

2. Identificación de riesgos

Clasificación de la sustancia o de la mezcla: El producto no es peligroso conforme a la Regulación (CE) N° 1272/2008 y sus modificaciones.

Elementos de la etiqueta: No es una sustancia o mezcla peligrosa.

Otros peligros: El producto arde, pero no está clasificado como inflamable. El polvillo del producto puede generar un riesgo potencial de explosión. Esta sustancia/mezcla no contiene componentes considerados bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT), o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

3. Composición/información sobre los componentes

El producto es un polímero de polipropileno. No contiene componentes peligrosos en concentraciones que deban tenerse en cuenta por las Regulaciones CE.

4. Primeros auxilios

Si es inhalado: Sacar al aire libre en caso de inhalación accidental de los vapores o productos de descomposición.

En caso de contacto con la piel: Si el material toca la piel, enfriar con agua y NO DESPEGAR el producto solidificado, ya que podría causar daños graves. Consulte al médico.

Principales síntomas y efectos, agudos y retardados: La inhalación de polvo puede producir irritaciones en el sistema respiratorio. Una inhalación prologada en altas dosis del producto en descomposición podría ocasionar dolores de cabeza o irritación de las vías respiratorias.

5. Medidas de lucha contra incendios

Medios de extinción apropiados: Agua nebulizada, polvo seco, espuma y dióxido de carbono.

Peligros específicos en la lucha contra incendios: El principal agente tóxico en el humo es el monóxido de carbono.

6. Medidas en caso de vertido accidental

Aspirar o barrer. Todo derrame de material debe eliminarse inmediatamente para evitar accidentes por resbalones. Evitar su liberación al medio ambiente y los desagües.

7. Manipulación y almacenamiento

Consejos para una manipulación segura: Durante la elaboración y tratamiento térmico del producto, se generan pequeñas cantidades de hidrocarburos volátiles que requieren una ventilación adecuada. Evitar inhalación de polvo y gases de descomposición. Suministrar ventilación adecuada. Pueden ser necesarios equipos de extracción de humos y equipos de protección personal (EPP).

Indicaciones para la protección contra incendio y explosión: El polvo de los productos tiene riesgo de explosión si se encuentran las concentraciones suficientes y hay una ignición. Todo el equipo debe estar provisto de toma de tierra. El mantenimiento preventivo contribuye a prevenir riesgos.

Almacenamiento: No existen requisitos especiales para la seguridad.

8. Controles de exposición/protección individual

No comer, beber ni fumar durante su utilización. Lavar las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Usar equipos de protección personal (EPP) apropiados, de acuerdo con la Regulación (EU) 2016/425.

Suministrar ventilación adecuada. Puede ser necesaria extracción local.

9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto: gránulos, verde

Olor: inoloro

Punto/intervalo de fusión: 130-170°C

Densidad: 0,9-1,0 g/cm³

Temperatura de ignición: >320°C

Solubilidad(es): insoluble en agua

10. Estabilidad y reactividad

El producto es un termoplástico estable, sin ninguna reacción química.

11. Información toxicológica

El producto no es peligroso para el ser humano.

12. Información ecológica

El producto no se considera peligroso para el medio ambiente. No es fácilmente biodegradable. No se acumula en organismos. Evitar su liberación al medio ambiente.

13. Consideraciones sobre la eliminación

Puede reutilizarse si no se ha contaminado. El producto puede ser incinerado. El quemado correcto no requiere una tecnología especial para el control de salida de humos. Compruebe las regulaciones locales.

14. Información relativa al transporte

El producto no está regulado por ADR/RID, IMDG o IATA.

15. Información reglamentaria

Ninguna conocida.

16. Otra información

El producto no requiere Hoja de Seguridad de conformidad con el Artículo 31 del Reglamento (CE) N° 1907/2006, y sus modificaciones.

Emisor: Borealis, Grupo de Administración de Productos 01.07.2020 Ed.4.

Anexo A

Anexo A3 Polipropileno RA130E-6017

Declaración sobre el cumplimiento con las regulaciones de las tuberías de agua potable

Este producto y los monómeros, aditivos y pigmentos utilizados para su fabricación cumplen con los requisitos de la legislación siguiente:

Austria

Kunststoffverordnung Nr. 476/2003 y Änderungen 242/2005, 452/2006, 325/2007, 140/2009, 196/2010 y 45/2011.

República Checa

Vyhlaska Ministerstva zdravotnictvi c. 409/2005 Sb as amended.

Unión Europea

Reglamento (CE) nº 1935/2004 - hasta ahora aplicable a gránulos de polímero. Las características organolépticas de los materiales en contacto con los alimentos están influenciadas por las condiciones de uso, el tiempo y la temperatura de almacenamiento y el tipo de alimento, por lo tanto, el fabricante del producto final debe verificar y comprobar el cumplimiento del artículo 3 Reglamento (UE) nº 10/2011 y sus modificaciones. Reglamento (CE) 1895/2005 de la

Comisión - BADGE, NOGE y BFDGE no se utilizan para la producción de este grado Reglamento (CE) 2023/2006 de la Comisión. Este material ha sido fabricado de acuerdo con los requisitos pertinentes de buenas prácticas de fabricación de materiales de artículos destinados a entrar en contacto con los alimentos tal como se describe en la declaración de Borealis "Exigencias y normas de higiene alimentaria".

Finlandia

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 497/2011 (referring to regulation EU2011/10).

Francia

Brochure No. 1227 (2002), et srrêté du 02.02.2003, tel que modifié incl. Arrêté du 09.12.13.

Alemania

Bedarfgegenständeverordnung vom 23.12.1997 in der Fassung vom 24.06.2013 (referring to regulation EU 2011/10), and Empfehlung des Umweltbundesamtes: Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Materialien in Kontakt mit Trinkwasser (KTW-Leitlinie), Tabelle 1 'Kunststoffe', Stand: 07.03.2016.

Italia

Decreto Ministeriale 06.04.2004 N. 174.

Holanda

Staatsoezicht op de Volksgezondheid. Publikatie 94-01, Deel B, 1.3. Polypropeen.

Noruega

Sosial- og helsedepartementets forskrift 1993-12-21-1381 (referring to regulation EU 2011/10).

España

Real Decreto 118/2003, R.D.1262/2005, SCO/3508/2006 y ANAIP (1982), Anexo 1, Anexo 4.

Suecia

Statens Livsmedelsverks kungörelse LIVSFS 2011:7 (referring to regulation EU 2011/10).

Suiza

Verordnung der EDI über Bedarfsgegenstände vom 23.11.2005 (817.023.21); Stand 01.04.2013, 3. Abschnitt Bedarfsgegenstände aus Kunststoff.

EE.UU.

FDA, CFR, Title 21, 177.1520 (a) (3) (i) (c) (1), (b) and (c) 3.1a Olefin polymers.

Homologaciones nacionales

Esta declaración no garantiza que los artículos de este material y destinados a su uso en contacto con agua potable, se ajusten a los requisitos técnicos definidos en los esquemas de aprobación de los países arriba mencionados.

Los materiales y objetos destinados a su uso en contacto con agua potable en muchos países tienen que ser aprobados por los laboratorios nacionales autorizados. Para ello Borealis está dispuesto a prestar a dichos laboratorios información detallada sobre la composición de esta calidad bajo solicitud.

Preparado por: Borealis, Grupo de Administración de Productos 28.09.16 Ed. 16.

Anexo A

Anexo A4 Polipropileno RA130E-6017

Declaración sobre productos químicos, reglamentos y normas

Certificamos que, durante la fabricación de este producto, no se han usado o incorporado en él, intencionalmente, ninguno de los productos químicos restringidos por las regulaciones siguientes y sus modificaciones posteriores, en cantidades que excedan los límites aplicables.

- Anexo XVII del Reglamento (CE) Nº 1907/2006 (deroga la Directiva 76/769/CEE) - Restricciones a la fabricación, comercialización y uso de determinadas sustancias, preparados y artículos peligrosos
- Anexo XIV del Reglamento (CE) Nº 1907/2006 – Lista de sustancias sujetas a autorización
- Directiva 2000/53/CE (Vehículos al final de su vida útil) - Cr(VI), Hg y Pb < 0,1% en peso, Cd < 0,01% en peso)
- Directiva 2011/65/UE (Restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos) - Cr(VI), Hg, Pb, PBB, PBDE, DEHP, BBP, DBP, DIBP < 0,1% en peso, Cd < 0,01% en peso
- Directiva 2012/19/UE (sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE) - Anexo VII - Ningún ingrediente requiere tratamiento selectivo de residuos
- Lista de Productos Químicos de la Proposición 65 del Estado de California y modificaciones posteriores, conocido por el Estado de California como causante de cáncer o toxicidad reproductiva - no se requieren etiquetas de advertencia para este producto
- Reglamento (CE) Nº 1005/2009 (Sustancias que agotan la capa de ozono)
- Ley de Aire Limpio de EE. UU., Título VI, Categorías I y II (EPA Regla Final; Registro Federal 8136, 11.2.1993) sobre las sustancias que agotan la capa de ozono
- Reglamento (UE) 2019/1021 sobre contaminantes orgánicos persistentes (POPs), refundición de Reglamento (CE) Nº 850/2004
- Lista de Sustancias Declarables Global Automotive (GADSL) y VDA232-101 - Sin uso de sustancias prohibidas o declarables por encima de los umbrales límite
- Swiss SR 814.018 (Verordnung über die auf Lenkungsabgabe auf flüchtigen organischen Verbindungen - VOCV) - COV de conformidad con los Anexos 1 y 2 < 3% en peso
- Ley japonesa CSCL; Clase I y II Sustancias Químicas Especificadas
- Ley japonesa PRTR; Clase I o Clase II Sustancias Químicas Designadas

Respecto a la clasificación del producto anterior de acuerdo con el Reglamento (CE) Nº 1272/2008 y sus modificaciones posteriores, se hace referencia en el SDS/PSIS para el producto mencionado anteriormente.

También certificamos que, durante la fabricación del producto mencionado, no utilizamos ni incorporamos intencionadamente al mismo ninguno de los siguientes materiales:

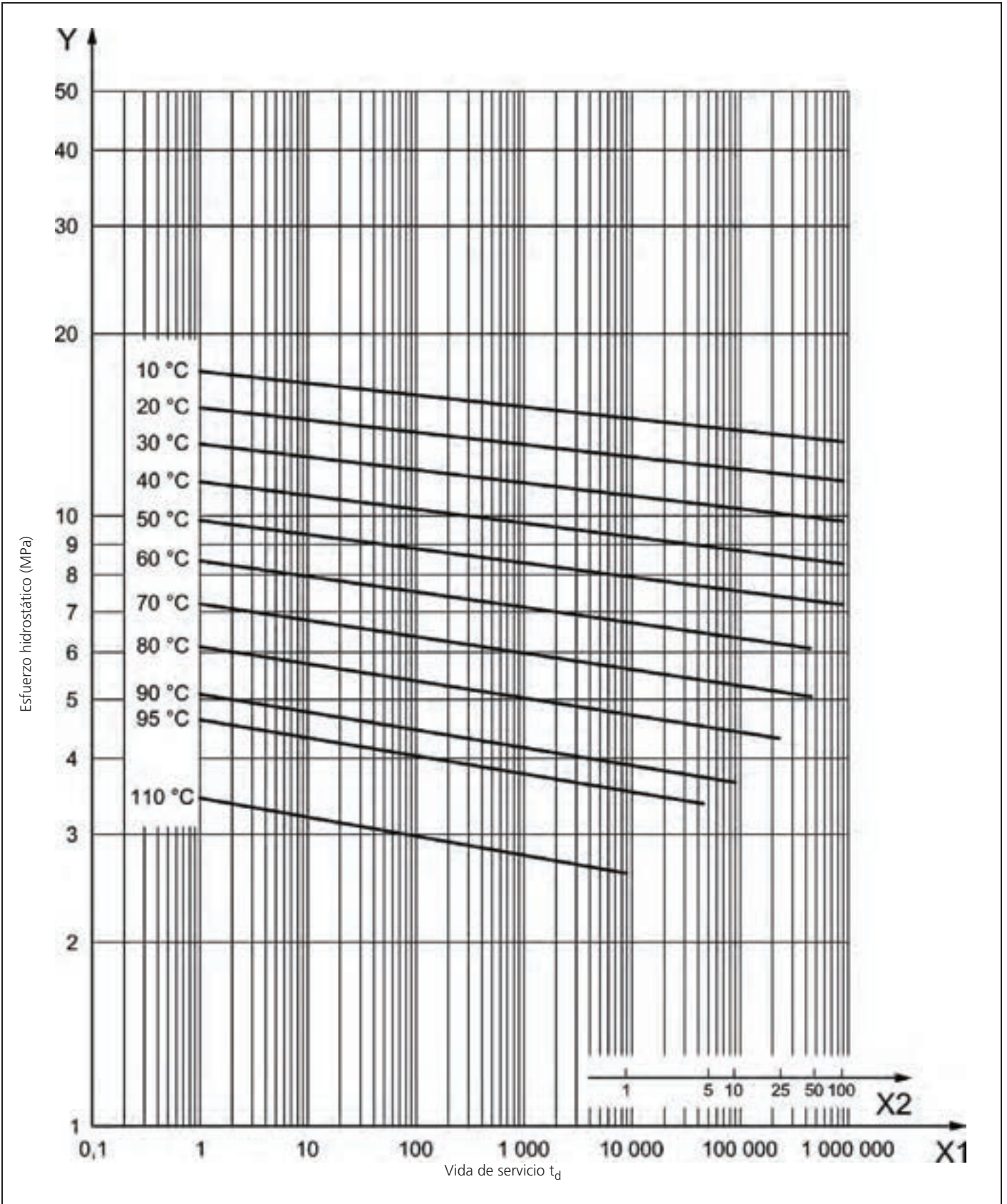
1,4-Dioxano
4,4'- Diaminodifenilmetano (MDA)
Acrilamida
Aditivos oxo-degradables
Almizcles artificiales
Amianto
Aminas aromáticas (restringidas en Reglamento (CE) Nº 1907/2006, Anexo XVII)
Azodicarbonamida, semicarbazida
Benzofenonas (p.ej. 4-MBP, 4-HBP, 2,2'-Dimetoxi-2-fenilacetofenona)
Biocidas (Pesti-, Herbi-, Insecti-, Fungi-, Bactericidas)
Cauchos naturales, Látex
CFC, HCFC
Cloruro de vinilo, Cloruro de vinilideno, PVC, CPVC o PVDC
Colofonia
Colorantes azoicos (restringidos en Reglamento (CE) Nº 1907/2006, Anexo XVII)
Compuesto de organoestaño
Compuestos de amonio cuaternario
Di-(2-etilhexil)-maleato (DEHM)
Dibenzodioxinas y Dibenzofuranos policlorados
Dimetilfumarato (DMF), Dibutilfumarato
Elementos: Arsénico, Berilio, Bismuto, Oro, Indio, Paladio, Selenio, Plata, Telurio, Torio, Estaño, Tantalio, Metales pesados de Tungsteno: Cadmio, Cromo (VI), Plomo, Mercurio, Ácido 2-Etilhexanoico, Etoxiquina, ITX, Retardantes de llama Tiuram (halogenados o a base de fósforo)
Endurecedores UV (p. ej. ITX, Titanil-acetilacetona)
Estireno, poliestireno
Formaldehído
Fragancias
Furfural
Glioxal
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) restringidos en Reglamento (CE) Nº 1907/2006, Anexo XVII
Materiales reciclados mecánicamente
Melamina, Ácido Cianúrico
Mezcla de Tiuram
Nitrosaminas, Nitratos, Nitritos
Octil- y Nonilfenoles y Octil- o Nonilfenoletoxilatos; TNPP
Parabenos
PFAS (p. ej. PFOA, PFOS)
Plastificantes (p. ej. Adipatos, ESBO, Ftalatos*)
Policlorados Bi-, Terfenilos y Naftalenos
Retardantes de llama bromados (p.ej. PBB, PBDE)
Sustancias CMR Categorías 1A, 1B según el Reglamento (CE) 1272/2008
Sustancias PBT y vPvB según Reglamento (CE) Nº 1907/2006 (REACH)
Sustancias Radiactivas
SVHC en "Lista de Sustancias Candidatas Altamente Preocupantes Sujetas a Autorización"*

*) El uso de DEP, DEHP o DIBP en el sistema catalizador, puede resultar en trazas de estos ftalatos en el producto, típicamente en concentraciones por debajo de 1 ppm.

Preparado por: Borealis Group Product 24.08.2016 Ed. 22.

Anexo A

Anexo A5
Curvas de resistencia esperada del PP-RCT



Anexo A

Anexo A6 Polipropileno RA7050-GN Informe sobre la Seguridad del Producto

1. Identificación de la sustancia/mezcla y de la sociedad/empresa

Nombre comercial: RA7050-GN

Uso material: Materia prima para industria del plástico

Fabricante: Borealis AG

E-mail: product.safety@borealisgroup.com

2. Identificación de riesgos

Clasificación de la sustancia o de la mezcla: El producto no es peligroso conforme a la Regulación (CE) N° 1272/2008 y sus modificaciones.

Elementos de la etiqueta: No es una sustancia o mezcla peligrosa.

Otros peligros: El producto arde, pero no está clasificado como inflamable. El polvillo del producto puede generar un riesgo potencial de explosión. Esta sustancia/mezcla no contiene componentes considerados bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT), o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

3. Composición/información sobre los componentes

El producto es un polímero de polipropileno. No contiene componentes peligrosos en concentraciones que deban tenerse en cuenta por las Regulaciones CE.

4. Primeros auxilios

Si es inhalado: Sacar al aire libre en caso de inhalación accidental de los vapores o productos de descomposición.

En caso de contacto con la piel: Si el material toca la piel, enfriar con agua y NO DESPEGAR el producto solidificado, ya que podría causar daños graves. Consulte al médico.

Principales síntomas y efectos, agudos y retardados: La inhalación de polvo puede producir irritaciones en el sistema respiratorio. Una inhalación prolongada en altas dosis del producto en descomposición podría ocasionar dolores de cabeza o irritación de las vías respiratorias.

5. Medidas de lucha contra incendios

Medios de extinción apropiados: Agua nebulizada, polvo seco, espuma y dióxido de carbono.

Peligros específicos en la lucha contra incendios: El principal agente tóxico en el humo es el monóxido de carbono.

6. Medidas en caso de vertido accidental

Aspirar o barrer. Todo derrame de material debe eliminarse inmediatamente para evitar accidentes por resbalones. Evitar su liberación al medio ambiente y los desagües.

7. Manipulación y almacenamiento

Consejos para una manipulación segura: Durante la elaboración y tratamiento térmico del producto, se generan pequeñas cantidades de hidrocarburos volátiles que requieren una ventilación adecuada. Evitar inhalación de polvo y gases de descomposición. Suministrar ventilación adecuada. Pueden ser necesarios equipos de extracción de humos y equipos de protección personal (EPP).

Indicaciones para la protección contra incendio y explosión: El polvo de los productos tiene riesgo de explosión si se encuentran las concentraciones suficientes y hay una ignición. Todo el equipo debe estar provisto de toma de tierra. El mantenimiento preventivo contribuye a prevenir riesgos.

Almacenamiento: No existen requisitos especiales para la seguridad.

8. Controles de exposición/protección individual

No comer, beber ni fumar durante su utilización. Lavar las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Usar equipos de protección personal (EPP) apropiados, de acuerdo con la Regulación (EU) 2016/425.

Suministrar ventilación adecuada. Puede ser necesaria extracción local.

9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto: gránulos, verde

Olor: inoloro

Punto/intervalo de fusión: 130-170°C

Densidad: 0,890 g/cm³

Temperatura de ignición: >320°C

Solubilidad(es): insoluble en agua

10. Estabilidad y reactividad

El producto es un termoplástico estable, sin ninguna reacción química.

11. Información toxicológica

El producto no es peligroso para el ser humano.

12. Información ecológica

El producto no se considera peligroso para el medio ambiente. No es fácilmente biodegradable. No se acumula en organismos. Evitar su liberación al medio ambiente.

13. Consideraciones sobre la eliminación

Puede reutilizarse si no se ha contaminado. El producto puede ser incinerado. El quemado correcto no requiere una tecnología especial para el control de salida de humos. Compruebe las regulaciones locales.

14. Información relativa al transporte

El producto no está regulado por ADR/RID, IMDG o IATA.

15. Información reglamentaria

Ninguna conocida.

16. Otra información

El producto no requiere Hoja de Seguridad de conformidad con el Artículo 31 del Reglamento (CE) N° 1907/2006, y sus modificaciones.

Emisor: Borealis, Grupo de Administración de Productos 30.06.2020 Ed.4.

Anexo A

Anexo A7 Polipropileno RA7050-GN

Declaración sobre productos químicos, reglamentos y normas

Certificamos que, durante la fabricación de este producto, no se han usado o incorporado en él, intencionalmente, ninguno de los productos químicos restringidos por las regulaciones siguientes y sus modificaciones posteriores, en cantidades que excedan los límites aplicables.

- Anexo XVII del Reglamento (CE) N° 1907/2006 (deroga la Directiva 76/769/CEE) - Restricciones a la fabricación, comercialización y uso de determinadas sustancias, preparados y artículos peligrosos
- Anexo XIV del Reglamento (CE) N° 1907/2006 – Lista de sustancias sujetas a autorización
- Directiva 2000/53/CE (Vehículos al final de su vida útil) - Cr(VI), Hg y Pb < 0,1% en peso, Cd < 0,01% en peso)
- Directiva 2011/65/UE (Restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos) - Cr(VI), Hg, Pb, PBB, PBDE, DEHP, BBP, DBP, DIBP < 0,1% en peso, Cd < 0,01% en peso
- Directiva 2012/19/UE (sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE) - Anexo VII - Ningún ingrediente requiere tratamiento selectivo de residuos
- Lista de Productos Químicos de la Proposición 65 del Estado de California y modificaciones posteriores, conocido por el Estado de California como causante de cáncer o toxicidad reproductiva - no se requieren etiquetas de advertencia para este producto
- Reglamento (CE) N° 1005/2009 (Sustancias que agotan la capa de ozono)
- Ley de Aire Limpio de EE. UU., Título VI, Categorías I y II (EPA Regla Final; Registro Federal 8136, 11.2.1993) sobre las sustancias que agotan la capa de ozono
- Reglamento (UE) 2019/1021 sobre contaminantes orgánicos persistentes (POPs), refundición de Reglamento (CE) N° 850/2004
- Lista de Sustancias Declarables Global Automotive (GADSL) y VDA232-101 - Sin uso de sustancias prohibidas o declarables por encima de los umbrales límite
- Swiss SR 814.018 (Verordnung über die auf Lenkungsabgabe auf flüchtigen organischen Verbindungen - VOCV) - COV de conformidad con los Anexos 1 y 2 < 3% en peso
- Ley japonesa CSCL; Clase I y II Sustancias Químicas Especificadas
- Ley japonesa PRTR; Clase I o Clase II Sustancias Químicas Designadas

Respecto a la clasificación del producto anterior de acuerdo con el Reglamento (CE) N° 1272/2008 y sus modificaciones posteriores, se hace referencia en el SDS/PSIS para el producto mencionado anteriormente.

También certificamos que, durante la fabricación del producto mencionado, no utilizamos ni incorporamos intencionadamente al mismo ninguno de los siguientes materiales:

1,4-Dioxano
 4,4'- Diaminodifenilmetano (MDA)
 Acrilamida
 Aditivos oxo-degradables
 Almizcles artificiales
 Amianto
 Aminas aromáticas (restringidas en Reglamento (CE) N° 1907/2006, Anexo XVII)
 Azodicarbonamida, semicarbazida
 Benzofenonas (p.ej. 4-MBP, 4-HBP, 2,2'-Dimetoxi-2-fenilacetofenona)
 Biocidas (Pesti-, Herbi-, Insecti-, Fungi-, Bactericidas)
 Cauchos naturales, Látex
 CFC, HCFC
 Cloruro de vinilo, Cloruro de vinilideno, PVC, CPVC o PVDC
 Colofonia
 Colorantes azoicos (restringidos en Reglamento (CE) N° 1907/2006, Anexo XVII)
 Compuesto de organoestaño
 Compuestos de amonio cuaternario
 Di-(2-etilhexil)-maleato (DEHM)
 Dibenzodioxinas y Dibenzofuranos policlorados
 Dimetilfumarato (DMF), Dibutilfumarato
 Elementos: Arsénico, Berilio, Bismuto, Oro, Indio, Paladio, Selenio, Plata, Telurio, Torio, Estaño, Tantalio, Metales pesados de Tungsteno: Cadmio, Cromo (VI), Plomo, Mercurio, Ácido 2-Etilhexanoico, Etoxiquina, ITX, Retardantes de llama Tiuram (halogenados o a base de fósforo)
 Endurecedores UV (p. ej. ITX, Titanil-acetilacetona)
 Estireno, poliestireno
 Formaldehído
 Fragancias
 Furfural
 Glioxal
 Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) restringidos en Reglamento (CE) N° 1907/2006, Anexo XVII
 Materiales reciclados mecánicamente
 Melamina, Ácido Cianúrico
 Mezcla de Tiuram
 Nitrosaminas, Nitratos, Nitritos
 Octil- y Nonilfenoles y Octil- o Nonilfenoletoxilatos; TNPP
 Parabenos
 PFAS (p. ej. PFOA, PFOS)
 Plastificantes (p. ej. Adipatos, ESBO, Ftalatos*)
 Policlorados Bi-, Terfenilos y Naftalenos
 Retardantes de llama bromados (p.ej. PBB, PBDE)
 Sustancias CMR Categorías 1A, 1B según el Reglamento (CE) 1272/2008
 Sustancias PBT y vPvB según Reglamento (CE) N° 1907/2006 (REACH)
 Sustancias Radiactivas
 SVHC en "Lista de Sustancias Candidatas Altamente Preocupantes Sujetas a Autorización"*

*) El uso de DEP, DEHP o DIBP en el sistema catalizador, puede resultar en trazas de estos ftalatos en el producto, típicamente en concentraciones por debajo de 1 ppm.

Preparado por: Borealis Group Product 30.08.2021 Ed. 22.

Anexo B

Anexo B1

Presiones de trabajo

Presiones de trabajo admisibles según norma DIN 8077.

Material PP-R, para agua Coeficiente de Seguridad (SF) = 1,25.

Temperatura °C	Años de servicio	Presiones de trabajo			
		SDR 11	SDR 7,4	SDR 6	SDR 5
10	1	21,1	33,4	42,1	53,0
	5	19,8	31,5	39,7	49,9
	10	19,3	30,7	38,6	48,7
	25	18,7	29,7	37,4	47,0
	50	18,2	28,9	36,4	45,9
100	17,8	28,2	35,5	44,7	
20	1	18,0	28,5	35,9	45,2
	5	16,9	26,8	33,7	42,5
	10	16,4	26,1	32,8	41,4
	25	15,9	25,2	31,7	39,9
	50	15,4	24,5	30,9	38,9
100	15,0	23,9	30,2	37,8	
30	1	15,3	24,2	30,5	38,5
	5	14,3	22,7	28,6	36,0
	10	13,9	22,1	27,8	35,0
	25	13,4	21,3	26,8	33,8
	50	13,0	20,7	26,1	32,9
100	12,7	20,1	25,4	31,9	
40	1	13,0	20,6	25,9	32,6
	5	12,1	19,2	24,2	30,5
	10	11,8	18,7	23,5	29,6
	25	11,3	18,0	22,6	28,5
	50	11,0	17,4	22,0	27,7
100	10,7	16,9	21,4	26,9	
50	1	11,0	17,4	21,9	27,6
	5	10,2	16,2	20,4	25,7
	10	9,9	15,7	19,8	25,0
	25	9,5	15,1	19,0	24,0
	50	9,2	14,7	18,5	23,3
100	9,0	14,2	17,9	22,6	
60	1	9,2	14,7	18,5	23,3
	5	8,6	13,6	17,2	21,6
	10	8,3	13,2	16,6	21,0
	25	8,0	12,7	16,0	20,1
	50	7,7	12,3	15,5	19,5
70	1	7,8	12,3	15,5	19,6
	5	7,2	11,4	14,4	18,1
	10	7,0	11,1	13,9	17,5
	25	6,0	9,6	12,1	15,2
	50	5,1	8,1	10,2	12,8
80	1	6,5	10,3	13,0	16,4
	5	5,7	9,1	11,5	14,5
	10	4,8	7,7	9,7	12,2
	25	3,9	6,2	7,8	9,8
95	1	4,6	7,3	9,2	11,6
	5	3,1	4,9	6,2	7,8
	(10)	(2,6)	(4,1)	(5,2)	(6,6)

Los datos entre paréntesis se han obtenido mediante test durante más de 1 año a 110 °C.

Siempre que las presiones de trabajo admisibles no se apliquen a las tuberías expuestas a la radiación ultravioleta, ni a las que transporten sustancias químicas a las que PP-R y PP-RCT no son resistentes. Cuando se manipule incorrectamente con el riesgo asociado, aplique un Coeficiente de Seguridad (diseño) adicional.

Anexo B2

Presiones de trabajo

Presiones de trabajo admisibles según norma DIN 8077.

Material PP-R, para agua Coeficiente de Seguridad (SF) = 1,5.

Temperatura °C	Años de servicio	Presiones de trabajo			
		SDR 11	SDR 7,4	SDR 6	SDR 5
10	1	17,5	27,8	35,1	44,1
	5	16,5	26,2	33,0	41,6
	10	16,1	25,6	32,2	40,5
	25	15,6	24,7	31,1	39,2
	50	15,2	24,1	30,3	38,2
100	14,8	23,5	29,6	37,2	
20	1	15,0	23,7	29,9	37,7
	5	14,1	22,3	28,1	35,4
	10	13,7	21,7	27,4	34,5
	25	13,2	21,0	26,4	33,3
	50	12,9	20,4	25,7	32,4
100	12,5	19,9	25,0	31,5	
30	1	12,7	20,2	25,4	32,0
	5	11,9	18,9	23,8	30,0
	10	11,6	18,4	23,2	29,2
	25	11,2	17,7	22,3	28,1
	50	10,9	17,2	21,7	27,4
100	10,6	16,8	21,1	26,6	
40	1	10,8	17,1	21,6	27,2
	5	10,1	16,0	20,2	25,4
	10	9,8	15,5	19,6	24,7
	25	9,4	15,0	18,8	23,5
	50	9,2	14,5	18,3	23,1
100	8,9	14,1	17,8	22,4	
50	1	9,1	14,5	18,2	23,0
	5	8,5	13,5	17,0	21,4
	10	8,2	13,1	16,5	20,8
	25	7,9	12,6	15,9	20,0
	50	7,7	12,2	15,4	19,4
100	7,5	11,8	14,9	18,8	
60	1	7,7	12,2	15,4	19,4
	5	7,1	11,3	14,3	18,0
	10	6,9	11,0	13,9	17,5
	25	6,6	10,5	13,3	16,7
	50	6,4	10,2	12,9	16,2
70	1	6,5	10,3	12,9	16,3
	5	6,0	9,5	12,0	15,1
	10	5,8	9,2	11,6	14,6
	25	5,0	8,0	10,0	12,7
	50	4,2	6,7	8,5	10,7
80	1	5,4	8,6	10,8	13,7
	5	4,8	7,6	9,6	12,1
	10	4,0	6,4	8,1	10,2
	25	3,2	5,1	6,5	8,1
95	1	3,8	6,1	7,6	9,6
	5	2,6	4,1	5,2	6,5
	(10)	(2,2)	(3,4)	(4,3)	(5,5)

Los datos entre paréntesis se han obtenido mediante test durante más de 1 año a 110 °C.

Siempre que las presiones de trabajo admisibles no se apliquen a las tuberías expuestas a la radiación ultravioleta, ni a las que transporten sustancias químicas a las que PP-R y PP-RCT no son resistentes. Cuando se manipule incorrectamente con el riesgo asociado, aplique un Coeficiente de Seguridad (diseño) adicional.

Anexo B

Anexo B3

Presiones de trabajo

Presiones de trabajo admisibles según norma DIN 8077.

Material PP-RCT, para agua Coeficiente de Seguridad (SF) = 1,25.

Temperatura °C	Años de servicio	Presiones de trabajo				
		SDR 11	SDR 9	SDR 7,4	SDR 6	SDR 5
10	1	22,8	28,8	36,2	45,6	57,4
	5	22,1	27,9	35,1	44,2	55,7
	10	21,9	27,5	34,7	42,7	55,0
	25	21,5	27,1	34,1	42,9	54,0
	50	21,2	26,7	33,6	42,3	53,3
20	100	20,9	26,3	33,2	41,8	52,6
	1	19,9	25,0	31,5	39,7	50,0
	5	19,3	24,2	30,5	38,5	48,4
	10	19,0	23,9	30,1	37,9	47,8
	25	18,6	23,5	29,6	37,2	46,9
30	50	18,4	23,1	29,2	36,7	46,2
	100	18,1	22,8	28,8	36,2	45,6
	1	17,2	21,7	27,3	34,4	43,3
	5	16,6	20,9	26,4	33,2	41,8
	10	16,4	20,6	26,0	32,7	41,2
40	25	16,1	20,2	25,5	32,1	40,4
	50	15,8	19,9	25,1	31,6	39,8
	100	15,6	19,7	24,8	31,2	39,3
	1	14,8	18,6	23,5	29,6	37,2
	5	14,3	18,0	22,6	28,5	35,9
50	10	14,1	17,7	22,3	28,1	35,4
	25	13,8	17,3	21,8	27,5	34,6
	50	13,6	17,1	21,5	27,1	34,1
	100	13,3	16,8	21,2	26,7	33,6
	1	12,6	15,9	20,1	25,3	31,8
60	5	12,2	15,3	19,3	24,3	30,6
	10	12,0	15,1	19,0	23,9	30,1
	25	11,7	14,7	18,6	23,4	29,5
	50	11,5	14,5	18,3	23,0	29,0
	100	11,3	14,3	18,0	22,6	28,5
70	1	10,7	13,5	17,0	21,4	27,0
	5	10,3	13,0	16,3	20,6	25,9
	10	10,1	12,7	16,0	20,2	25,5
	25	9,9	12,4	15,7	19,8	24,9
	50	9,7	12,2	15,4	19,4	24,5
80	1	9,0	11,3	14,3	18,0	22,7
	5	8,6	10,9	13,7	17,3	21,7
	10	8,5	10,7	13,5	16,9	21,3
	25	8,3	10,4	13,1	16,5	20,8
	50	8,1	10,2	12,9	16,2	20,5
95	1	7,5	9,5	11,9	15,0	18,9
	5	7,2	9,0	11,4	14,4	18,1
	10	7,0	8,9	11,2	14,1	17,7
	25	6,9	8,6	10,9	13,7	17,3
	(10)	(5,2)	(6,6)	(8,3)	(10,5)	(13,2)

Los datos entre paréntesis se han obtenido mediante test durante más de 1 año a 110°C.

Siempre que las presiones de trabajo admisibles no se apliquen a las tuberías expuestas a la radiación ultravioleta, ni a las que transporten sustancias químicas a las que PPR y PP-RCT no son resistentes. Cuando se manipule incorrectamente con el riesgo asociado, aplique un Coeficiente de Seguridad (diseño) adicional.

Anexo B4

Presiones de trabajo

Presiones de trabajo admisibles según norma DIN 8077.

Material PP-RCT, para agua Coeficiente de Seguridad (SF) = 1,5.

Temperatura °C	Años de servicio	Presiones de trabajo				
		SDR 11	SDR 9	SDR 7,4	SDR 6	SDR 5
10	1	19,0	24,0	30,2	38,0	47,9
	5	18,4	23,2	29,3	36,9	45,4
	10	18,2	22,9	28,9	36,4	45,8
	25	17,9	22,5	28,4	35,7	45,0
	50	17,7	22,2	28,0	35,3	44,4
20	100	17,4	21,9	27,6	34,8	43,8
	1	16,6	20,9	26,3	33,1	41,7
	5	16,0	20,2	25,4	32,0	40,4
	10	15,8	19,9	25,1	31,6	39,8
	25	15,5	19,6	24,6	31,0	39,1
30	50	15,3	19,3	24,3	30,6	38,5
	100	15,1	19,0	24,0	30,2	38,0
	1	14,3	18,1	22,7	28,7	36,1
	5	13,9	17,4	22,0	27,7	34,9
	10	13,6	17,2	21,7	27,3	34,4
40	25	13,4	16,9	21,2	26,8	33,7
	50	13,2	16,6	20,9	26,4	33,2
	100	13,0	16,4	20,6	26,0	32,7
	1	12,3	15,5	19,6	24,6	31,0
	5	11,9	15,0	18,9	23,8	29,9
50	10	11,7	14,7	18,6	23,4	29,5
	25	11,5	14,4	18,2	22,9	28,9
	50	11,3	14,2	17,9	22,6	28,4
	100	11,1	14,0	17,6	22,2	28,0
	1	10,5	13,3	16,7	21,0	26,5
60	5	10,1	12,8	16,1	20,3	25,5
	10	10,0	12,6	15,8	19,9	25,1
	25	9,7	12,3	15,5	19,5	24,6
	50	9,6	12,1	15,2	19,2	24,2
	100	9,4	11,9	15,0	18,9	23,8
70	1	8,9	11,2	14,2	17,8	22,5
	5	8,6	10,8	13,6	17,1	21,6
	10	8,4	10,6	13,4	16,8	21,2
	25	8,2	10,4	13,1	16,5	20,7
	50	8,1	10,2	12,8	16,2	20,4
80	1	7,5	9,4	11,9	15,0	18,9
	5	7,2	9,1	11,4	14,4	18,1
	10	7,0	8,9	11,2	14,1	17,8
	25	6,9	8,7	10,9	13,8	17,4
	50	6,8	8,5	10,7	13,5	17,0
95	1	6,2	7,9	9,9	12,5	15,8
	5	6,0	7,5	9,5	12,0	15,1
	10	5,9	7,4	9,3	11,7	14,8
	25	5,7	7,2	9,1	11,4	14,4
	(10)	(4,3)	(5,5)	(6,9)	(8,7)	(11,0)

Los datos entre paréntesis se han obtenido mediante test durante más de 1 año a 110°C.

Siempre que las presiones de trabajo admisibles no se apliquen a las tuberías expuestas a la radiación ultravioleta, ni a las que transporten sustancias químicas a las que PPR y PP-RCT no son resistentes. Cuando se manipule incorrectamente con el riesgo asociado, aplique un Coeficiente de Seguridad (diseño) adicional.

Anexo B

Anexo B5-1

Velocidad de flujo máxima

Determinación de la velocidad de flujo máxima V_s desde el flujo $\sum V_R$ para edificios según DIN 1988 Parte 3 - $V_s = 0,682 \cdot (\sum V_R)^{0,45} - 0,14$ (l/s).
Esta tabla es válida, si el flujo calculado V_R de los puntos de agua respectivos es $< 0,5$ l/s.

$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s
0,03	0,00	1,02	0,55	2,02	0,80	3,02	0,98	4,02	1,14	5,10	1,28	10,10	1,79	15,10	2,17
0,04	0,02	1,04	0,55	2,04	0,80	3,04	0,98	4,04	1,14	5,20	1,29	10,20	1,80	15,20	2,18
0,06	0,05	1,06	0,56	2,06	0,80	3,06	0,99	4,06	1,14	5,30	1,30	10,30	1,81	15,30	2,19
0,07	0,07	1,08	0,57	2,08	0,81	3,08	0,99	4,08	1,14	5,40	1,32	10,40	1,82	15,40	2,19
0,08	0,08	1,10	0,57	2,10	0,81	3,10	0,99	4,10	1,15	5,50	1,33	10,50	1,82	15,50	2,20
0,09	0,09	1,12	0,58	2,12	0,82	3,12	1,00	4,12	1,15	5,60	1,34	10,60	1,83	15,60	2,21
0,10	0,10	1,14	0,58	2,14	0,82	3,14	1,00	4,14	1,15	5,70	1,35	10,70	1,84	15,70	2,21
0,13	0,13	1,16	0,59	2,16	0,82	3,16	1,00	4,16	1,16	5,80	1,36	10,80	1,85	15,80	2,22
0,15	0,15	1,18	0,59	2,18	0,83	3,18	1,01	4,18	1,16	5,90	1,38	10,90	1,86	15,90	2,23
0,20	0,19	1,20	0,60	2,20	0,83	3,20	1,01	4,20	1,16	6,00	1,39	11,00	1,87	16,00	2,23
0,22	0,21	1,22	0,61	2,22	0,84	3,22	1,01	4,22	1,16	6,10	1,40	11,10	1,87	16,10	2,24
0,24	0,22	1,24	0,61	2,24	0,84	3,24	1,02	4,24	1,17	6,20	1,41	11,20	1,88	16,20	2,25
0,26	0,23	1,26	0,62	2,26	0,84	3,26	1,02	4,26	1,17	6,30	1,42	11,30	1,89	16,30	2,25
0,28	0,24	1,28	0,62	2,28	0,85	3,28	1,02	4,28	1,17	6,40	1,43	11,40	1,90	16,40	2,26
0,30	0,26	1,30	0,63	2,30	0,85	3,30	1,03	4,30	1,17	6,50	1,44	11,50	1,91	16,50	2,27
0,32	0,27	1,32	0,63	2,32	0,86	3,32	1,03	4,32	1,18	6,60	1,45	11,60	1,91	16,60	2,27
0,34	0,28	1,34	0,64	2,34	0,86	3,34	1,03	4,34	1,18	6,70	1,47	11,70	1,92	16,70	2,28
0,36	0,29	1,36	0,64	2,36	0,86	3,36	1,04	4,36	1,18	6,80	1,48	11,80	1,93	16,80	2,29
0,38	0,30	1,38	0,65	2,38	0,87	3,38	1,04	4,38	1,19	6,90	1,49	11,90	1,94	16,90	2,29
0,40	0,31	1,40	0,65	2,40	0,87	3,40	1,04	4,40	1,19	7,00	1,50	12,00	1,95	17,00	2,30
0,42	0,32	1,42	0,66	2,42	0,88	3,42	1,05	4,42	1,19	7,10	1,51	12,10	1,95	17,10	2,31
0,44	0,33	1,44	0,66	2,44	0,88	3,44	1,05	4,44	1,19	7,20	1,52	12,20	1,96	17,20	2,31
0,46	0,34	1,46	0,67	2,46	0,88	3,46	1,05	4,46	1,20	7,30	1,53	12,30	1,97	17,30	2,32
0,48	0,35	1,48	0,67	2,48	0,89	3,48	1,06	4,48	1,20	7,40	1,54	12,40	1,98	17,40	2,33
0,50	0,36	1,50	0,68	2,50	0,89	3,50	1,06	4,50	1,20	7,50	1,55	12,50	1,99	17,50	2,33
0,52	0,37	1,52	0,68	2,52	0,89	3,52	1,06	4,52	1,20	7,60	1,56	12,60	1,99	17,60	2,34
0,54	0,38	1,54	0,69	2,54	0,90	3,54	1,06	4,54	1,21	7,70	1,57	12,70	2,00	17,70	2,35
0,56	0,39	1,56	0,69	2,56	0,90	3,56	1,07	4,56	1,21	7,80	1,58	12,80	2,01	17,80	2,35
0,58	0,39	1,58	0,70	2,58	0,90	3,58	1,07	4,58	1,21	7,90	1,59	12,90	2,02	17,90	2,36
0,60	0,40	1,60	0,70	2,60	0,91	3,60	1,07	4,60	1,22	8,00	1,60	13,00	2,02	18,00	2,36
0,62	0,41	1,62	0,71	2,62	0,91	3,62	1,08	4,62	1,22	8,10	1,61	13,10	2,03	18,10	2,37
0,64	0,42	1,64	0,71	2,64	0,92	3,64	1,08	4,64	1,22	8,20	1,62	13,20	2,04	18,20	2,38
0,66	0,43	1,66	0,72	2,66	0,92	3,66	1,08	4,66	1,22	8,30	1,63	13,30	2,05	18,30	2,38
0,68	0,43	1,68	0,72	2,68	0,92	3,68	1,09	4,68	1,23	8,40	1,64	13,40	2,05	18,40	2,39
0,70	0,44	1,70	0,73	2,70	0,93	3,70	1,09	4,70	1,23	8,50	1,65	13,50	2,06	18,50	2,40
0,72	0,45	1,72	0,73	2,72	0,93	3,72	1,09	4,72	1,23	8,60	1,66	13,60	2,07	18,60	2,40
0,74	0,46	1,74	0,74	2,74	0,93	3,74	1,09	4,74	1,23	8,70	1,67	13,70	2,07	18,70	2,41
0,76	0,46	1,76	0,74	2,76	0,94	3,76	1,10	4,76	1,24	8,80	1,67	13,80	2,08	18,80	2,41
0,78	0,47	1,78	0,74	2,78	0,94	3,78	1,10	4,78	1,24	8,90	1,68	13,90	2,09	18,90	2,42
0,80	0,48	1,80	0,75	2,80	0,94	3,80	1,10	4,80	1,24	9,00	1,69	14,00	2,10	19,00	2,43
0,82	0,48	1,82	0,75	2,82	0,95	3,82	1,11	4,82	1,24	9,10	1,70	14,10	2,10	19,10	2,43
0,84	0,49	1,84	0,76	2,84	0,95	3,84	1,11	4,84	1,25	9,20	1,71	14,20	2,11	19,20	2,44
0,86	0,50	1,86	0,76	2,86	0,95	3,86	1,11	4,86	1,25	9,30	1,72	14,30	2,12	19,30	2,44
0,88	0,50	1,88	0,77	2,88	0,96	3,88	1,12	4,88	1,25	9,40	1,73	14,40	2,12	19,40	2,45
0,90	0,51	1,90	0,77	2,90	0,96	3,90	1,12	4,90	1,25	9,50	1,74	14,50	2,13	19,50	2,46
0,92	0,52	1,92	0,77	2,92	0,96	3,92	1,12	4,92	1,26	9,60	1,75	14,60	2,14	19,60	2,46
0,94	0,52	1,94	0,78	2,94	0,97	3,94	1,12	4,94	1,26	9,70	1,76	14,70	2,15	19,70	2,47
0,96	0,53	1,96	0,78	2,96	0,97	3,96	1,13	4,96	1,26	9,80	1,76	14,80	2,15	19,80	2,47
0,98	0,54	1,98	0,79	2,98	0,97	3,98	1,13	4,98	1,26	9,90	1,77	14,90	2,16	19,90	2,48
1,00	0,54	2,00	0,79	3,00	0,98	4,00	1,13	5,00	1,27	10,00	1,78	15,00	2,17	20,00	2,49

Anexo B

Anexo B5-2

Velocidad de flujo máxima

Determinación de la velocidad de flujo máxima V_s desde el flujo $\sum V_R$ para edificios según DIN 1988 Parte 3 - $V_s = 1,7 \cdot (\sum V_R)^{0,21} - 0,7$ (l/s).

Esta tabla es válida, si el flujo calculado V_R de los puntos de agua respectivos es $> 0,5$ l/s.

$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s	$\sum V_R$	V_s
1,00	1,00	5,10	1,69	10,10	2,06	15,10	2,31	22,40	2,57	142,40	4,12	262,40	4,78	382,40	5,23
1,05	1,02	5,20	1,70	10,20	2,07	15,20	2,31	24,80	2,64	144,80	4,13	264,80	4,79	384,80	5,23
1,10	1,03	5,30	1,71	10,30	2,07	15,30	2,31	27,20	2,70	147,20	4,15	267,20	4,80	387,20	5,24
1,15	1,05	5,40	1,72	10,40	2,08	15,40	2,32	29,60	2,76	149,60	4,17	269,60	4,81	389,60	5,25
1,20	1,07	5,50	1,73	10,50	2,09	15,50	2,32	32,00	2,82	152,00	4,18	272,00	4,82	392,00	5,26
1,25	1,08	5,60	1,74	10,60	2,09	15,60	2,33	34,40	2,87	154,40	4,20	274,40	4,83	394,40	5,26
1,30	1,10	5,70	1,75	10,70	2,10	15,70	2,33	36,80	2,92	156,80	4,21	276,80	4,84	396,80	5,27
1,35	1,11	5,80	1,76	10,80	2,10	15,80	2,34	39,20	2,97	159,20	4,23	279,20	4,85	399,20	5,28
1,40	1,12	5,90	1,77	10,90	2,11	15,90	2,34	41,60	3,02	161,60	4,25	281,60	4,86	401,60	5,29
1,45	1,14	6,00	1,78	11,00	2,11	16,00	2,34	44,00	3,06	164,00	4,26	284,00	4,87	404,00	5,29
1,50	1,15	6,10	1,79	11,10	2,12	16,10	2,35	46,40	3,11	166,40	4,28	286,40	4,88	406,40	5,30
1,55	1,16	6,20	1,79	11,20	2,12	16,20	2,35	48,80	3,15	168,80	4,29	288,80	4,89	408,80	5,31
1,60	1,18	6,30	1,80	11,30	2,13	16,30	2,35	51,20	3,19	171,20	4,31	291,20	4,90	411,20	5,32
1,65	1,19	6,40	1,81	11,40	2,13	16,40	2,36	53,60	3,22	173,60	4,32	293,60	4,91	413,60	5,32
1,70	1,20	6,50	1,82	11,50	2,14	16,50	2,36	56,00	3,26	176,00	4,34	296,00	4,92	416,00	5,33
1,75	1,21	6,60	1,83	11,60	2,14	16,60	2,37	58,40	3,29	178,40	4,35	298,40	4,93	418,40	5,34
1,80	1,22	6,70	1,83	11,70	2,15	16,70	2,37	60,80	3,33	180,80	4,36	300,80	4,93	420,80	5,35
1,85	1,23	6,80	1,84	11,80	2,15	16,80	2,37	63,20	3,36	183,20	4,38	303,20	4,94	423,20	5,35
1,90	1,25	6,90	1,85	11,90	2,16	16,90	2,38	65,60	3,39	185,60	4,39	305,60	4,95	425,60	5,36
2,00	1,27	7,00	1,86	12,00	2,16	17,00	2,38	68,00	3,42	188,00	4,41	308,00	4,96	428,00	5,37
2,10	1,29	7,10	1,87	12,10	2,17	17,10	2,39	70,40	3,45	190,40	4,42	310,40	4,97	430,40	5,38
2,20	1,31	7,20	1,87	12,20	2,17	17,20	2,39	72,80	3,48	192,80	4,43	312,80	4,98	432,80	5,38
2,30	1,32	7,30	1,88	12,30	2,18	17,30	2,39	75,20	3,51	195,20	4,45	315,20	4,99	435,20	5,39
2,40	1,34	7,40	1,89	12,40	2,18	17,40	2,40	77,60	3,54	197,60	4,46	317,60	5,00	437,60	5,40
2,50	1,36	7,50	1,90	12,50	2,19	17,50	2,40	80,00	3,57	200,00	4,47	320,00	5,01	440,00	5,40
2,60	1,38	7,60	1,90	12,60	2,19	17,60	2,40	82,40	3,59	202,40	4,49	322,40	5,02	442,40	5,41
2,70	1,39	7,70	1,91	12,70	2,20	17,70	2,41	84,80	3,62	204,80	4,50	324,80	5,03	444,80	5,42
2,80	1,41	7,80	1,92	12,80	2,20	17,80	2,41	87,20	3,64	207,20	4,51	327,20	5,04	447,20	5,42
2,90	1,43	7,90	1,92	12,90	2,21	17,90	2,42	89,60	3,67	209,60	4,52	329,60	5,04	452,00	5,43
3,00	1,44	8,00	1,93	13,00	2,21	18,00	2,42	92,00	3,69	212,00	4,54	332,00	5,05	454,40	5,44
3,10	1,46	8,10	1,94	13,10	2,22	18,10	2,42	94,40	3,72	214,40	4,55	334,40	5,06	456,80	5,44
3,20	1,47	8,20	1,94	13,20	2,22	18,20	2,43	96,80	3,74	216,80	4,56	336,80	5,07	459,20	5,45
3,30	1,48	8,30	1,95	13,30	2,23	18,30	2,43	99,20	3,76	219,20	4,57	339,20	5,08	461,60	5,46
3,40	1,50	8,40	1,96	13,40	2,23	18,40	2,43	101,60	3,79	221,60	4,58	341,60	5,09	464,00	5,47
3,50	1,51	8,50	1,96	13,50	2,24	18,50	2,44	104,00	3,81	224,00	4,60	344,00	5,10	466,40	5,47
3,60	1,52	8,60	1,97	13,60	2,24	18,60	2,44	106,40	3,83	226,40	4,61	346,40	5,10	468,80	5,48
3,70	1,54	8,70	1,98	13,70	2,25	18,70	2,44	108,80	3,85	228,80	4,62	348,80	5,11	471,20	5,49
3,80	1,55	8,80	1,98	13,80	2,25	18,80	2,45	111,20	3,87	231,20	4,63	351,20	5,12	473,60	5,49
3,90	1,56	8,90	1,99	13,90	2,25	18,90	2,45	113,60	3,89	233,60	4,64	353,60	5,13	476,00	5,50
4,00	1,57	9,00	2,00	14,00	2,26	19,00	2,45	116,00	3,91	236,00	4,66	356,00	5,14	478,40	5,51
4,10	1,59	9,10	2,00	14,10	2,26	19,10	2,46	118,40	3,93	238,40	4,67	358,40	5,15	480,80	5,51
4,20	1,60	9,20	2,01	14,20	2,27	19,20	2,46	120,80	3,95	240,80	4,68	360,80	5,15	483,20	5,52
4,30	1,61	9,30	2,02	14,30	2,27	19,30	2,47	123,20	3,97	243,20	4,69	363,20	5,16	485,60	5,52
4,40	1,62	9,40	2,02	14,40	2,28	19,40	2,47	125,60	3,99	245,60	4,70	365,00	5,17	488,00	5,53
4,50	1,63	9,50	2,03	14,50	2,28	19,50	2,47	128,00	4,01	248,00	4,71	368,00	5,18	490,40	5,54
4,60	1,64	9,60	2,03	14,60	2,29	19,60	2,48	130,40	4,03	250,40	4,72	370,40	5,19	492,40	5,54
4,70	1,65	9,70	2,04	14,70	2,29	19,70	2,48	132,80	4,05	252,80	4,73	372,80	5,19	492,80	5,55
4,80	1,66	9,80	2,05	14,80	2,29	19,80	2,48	135,20	4,06	255,20	4,74	375,20	5,20	495,20	5,56
4,90	1,67	9,90	2,05	14,90	2,30	19,90	2,49	137,60	4,08	257,60	4,75	377,60	5,21	497,60	5,56
5,00	1,68	10,00	2,06	15,00	2,30	20,00	2,49	140,00	4,10	260,00	4,77	380,00	5,22	500,00	5,57

Anexo B

Anexo B6-1

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 6

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad:	$K = 0,007 \text{ mm}$	$\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
Densidad:	$\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$	$R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
Temperatura:	$t = 20^\circ\text{C}$	$v = \text{velocidad (m/s)}$
Viscosidad:	$\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	

$d \times s$		20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,3	63 x 10,5	75 x 12,5	90 x 15,0	110 x 18,3	125 x 20,8
\dot{V}	d_i	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	26,6 mm	33,4 mm	42,0 mm	50,0 mm	60,0 mm	73,4 mm	83,4 mm
0,01	R	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	1,97	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,37	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	2,69	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,44	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	3,46	1,20	0,37	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,51	0,32	0,20	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	4,39	1,48	0,47	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,58	0,37	0,23	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	5,40	1,82	0,57	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,66	0,42	0,25	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	6,46	2,18	0,68	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,73	0,46	0,28	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	9,01	2,96	0,93	0,32	-	-	-	-	-	-
	v	0,88	0,55	0,34	0,22	-	-	-	-	-	-
0,14	R	11,87	3,90	1,22	0,42	-	-	-	-	-	-
	v	1,02	0,65	0,40	0,25	-	-	-	-	-	-
0,16	R	14,99	4,93	1,55	0,53	-	-	-	-	-	-
	v	1,17	0,74	0,45	0,29	-	-	-	-	-	-
0,18	R	18,32	6,03	1,90	0,65	-	-	-	-	-	-
	v	1,32	0,83	0,51	0,32	-	-	-	-	-	-
0,20	R	21,81	7,45	2,27	0,78	-	-	-	-	-	-
	v	1,46	0,92	0,57	0,36	-	-	-	-	-	-
0,30	R	45,43	15,02	4,59	1,59	0,53	-	-	-	-	-
	v	2,19	1,39	0,85	0,54	0,34	-	-	-	-	-
0,40	R	77,53	25,68	7,86	2,62	0,87	0,30	0,13	-	-	-
	v	2,92	1,85	1,13	0,72	0,46	0,29	0,20	-	-	-
0,50	R	116,09	36,91	11,34	3,80	1,31	0,43	0,19	-	-	-
	v	3,65	2,31	1,42	0,90	0,57	0,36	0,25	-	-	-
0,60	R	159,91	53,15	15,64	5,25	1,82	0,60	0,26	0,11	-	-
	v	4,38	2,77	1,70	1,08	0,68	0,43	0,31	0,21	-	-
0,70	R	-	69,20	21,29	7,15	2,38	0,79	0,34	0,14	-	-
	v	-	3,23	1,98	1,26	0,80	0,51	0,36	0,25	-	-
0,80	R	-	90,38	26,60	8,94	2,99	0,99	0,43	0,18	-	-
	v	-	3,70	2,27	1,44	0,91	0,58	0,41	0,28	-	-
0,90	R	-	109,19	33,67	10,83	3,63	1,20	0,52	0,22	0,09	-
	v	-	4,16	2,55	1,62	1,03	0,65	0,46	0,32	0,21	-
1,00	R	-	134,80	39,68	13,37	4,48	1,49	0,65	0,27	0,10	-
	v	-	4,62	2,83	1,80	1,14	0,72	0,51	0,35	0,24	-

Anexo B

Anexo B6-2

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 6

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

d x s		20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,3	63 x 10,5	75 x 12,5	90 x 15,0	110 x 18,3	125 x 20,8
\dot{V}	d_i	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	26,6 mm	33,4 mm	42,0 mm	50,0 mm	60,0 mm	73,4 mm	83,4 mm
1,20	R	-	-	57,14	18,37	6,17	2,05	0,89	0,37	0,14	0,08
	v	-	-	3,40	2,16	1,37	0,87	0,61	0,42	0,28	0,22
1,40	R	-	-	74,07	25,01	8,01	2,67	1,17	0,49	0,19	0,10
	v	-	-	3,97	2,52	1,60	1,01	0,71	0,50	0,33	0,26
1,60	R	-	-	96,74	31,11	10,46	3,49	1,46	0,61	0,23	0,13
	v	-	-	4,53	2,88	1,83	1,15	0,81	0,57	0,38	0,29
1,80	R	-	-	-	39,37	12,61	4,21	1,85	0,78	0,28	0,16
	v	-	-	-	3,24	2,05	1,30	0,92	0,64	0,43	0,33
2,00	R	-	-	-	46,18	15,57	5,20	2,17	0,92	0,35	0,19
	v	-	-	-	3,60	2,28	1,44	1,02	0,71	0,47	0,37
2,20	R	-	-	-	55,87	18,84	5,99	2,63	1,11	0,40	0,22
	v	-	-	-	3,96	2,51	1,59	1,12	0,78	0,52	0,40
2,40	R	-	-	-	66,49	21,30	7,13	2,98	1,26	0,48	0,27
	v	-	-	-	4,32	2,74	1,73	1,22	0,85	0,57	0,44
2,60	R	-	-	-	78,04	25,00	8,37	3,50	1,48	0,56	0,30
	v	-	-	-	4,68	2,97	1,88	1,32	0,92	0,61	0,48
2,80	R	-	-	-	-	29,00	9,22	4,06	1,71	0,63	0,35
	v	-	-	-	-	3,20	2,02	1,43	0,99	0,66	0,51
3,00	R	-	-	-	-	33,29	10,59	4,66	1,87	0,72	0,40
	v	-	-	-	-	3,42	2,17	1,53	1,06	0,71	0,55
3,20	R	-	-	-	-	35,88	12,05	5,04	2,13	0,82	0,43
	v	-	-	-	-	3,65	2,31	1,63	1,13	0,76	0,59
3,40	R	-	-	-	-	40,50	13,60	5,69	2,41	0,88	0,49
	v	-	-	-	-	3,88	2,45	1,73	1,20	0,80	0,62
3,60	R	-	-	-	-	45,41	15,24	6,38	2,70	0,98	0,55
	v	-	-	-	-	4,11	2,60	1,83	1,27	0,85	0,66
3,80	R	-	-	-	-	50,60	16,09	7,10	2,85	1,10	0,58
	v	-	-	-	-	4,34	2,74	1,94	1,34	0,90	0,70
4,00	R	-	-	-	-	56,06	17,83	7,87	3,16	1,22	0,64
	v	-	-	-	-	4,57	2,89	2,04	1,41	0,95	0,73
4,20	R	-	-	-	-	61,81	19,66	8,22	3,49	1,34	0,71
	v	-	-	-	-	4,79	3,03	2,14	1,49	0,99	0,77
4,40	R	-	-	-	-	-	21,57	9,02	3,83	1,40	0,78
	v	-	-	-	-	-	3,18	2,24	1,56	1,04	0,81
4,60	R	-	-	-	-	-	23,58	9,86	4,18	1,53	0,85
	v	-	-	-	-	-	3,32	2,34	1,63	1,09	0,84
4,80	R	-	-	-	-	-	25,68	10,74	4,32	1,66	0,92
	v	-	-	-	-	-	3,46	2,44	1,70	1,13	0,88
5,00	R	-	-	-	-	-	27,86	11,65	4,68	1,80	0,95
	v	-	-	-	-	-	3,61	2,55	1,77	1,18	0,92
5,20	R	-	-	-	-	-	28,46	12,60	5,06	1,95	1,03
	v	-	-	-	-	-	3,75	2,65	1,84	1,23	0,95
5,40	R	-	-	-	-	-	30,69	13,59	5,46	2,10	1,11
	v	-	-	-	-	-	3,90	2,75	1,91	1,28	0,99
5,60	R	-	-	-	-	-	33,01	14,62	5,87	2,26	1,19
	v	-	-	-	-	-	4,04	2,85	1,98	1,32	1,03

Anexo B

Anexo B6-3

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 6

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,3	63 x 10,5	75 x 12,5	90 x 15,0	110 x 18,3	125 x 20,8
\dot{V}	d_i	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	26,6 mm	33,4 mm	42,0 mm	50,0 mm	60,0 mm	73,4 mm	83,4 mm
5,80	R	-	-	-	-	-	35,41	14,81	6,30	2,30	1,28
	v	-	-	-	-	-	4,19	2,95	2,05	1,37	1,06
6,00	R	-	-	-	-	-	37,89	15,85	6,74	2,46	1,37
	v	-	-	-	-	-	4,33	3,06	2,12	1,42	1,10
6,20	R	-	-	-	-	-	40,46	16,92	7,20	2,63	1,46
	v	-	-	-	-	-	4,48	3,16	2,19	1,47	1,13
6,40	R	-	-	-	-	-	43,11	18,03	7,67	2,80	1,48
	v	-	-	-	-	-	4,62	3,26	2,26	1,51	1,17
6,60	R	-	-	-	-	-	45,85	19,17	7,71	2,98	1,57
	v	-	-	-	-	-	4,76	3,36	2,33	1,56	1,21
6,80	R	-	-	-	-	-	-	20,35	8,18	3,16	1,67
	v	-	-	-	-	-	-	3,46	2,41	1,61	1,24
7,00	R	-	-	-	-	-	-	21,57	8,67	3,35	1,77
	v	-	-	-	-	-	-	3,57	2,48	1,65	1,28
7,20	R	-	-	-	-	-	-	22,82	9,17	3,54	1,87
	v	-	-	-	-	-	-	3,67	2,55	1,70	1,32
7,40	R	-	-	-	-	-	-	24,10	9,69	3,74	1,98
	v	-	-	-	-	-	-	3,77	2,62	1,75	1,35
7,60	R	-	-	-	-	-	-	25,42	10,22	3,95	2,08
	v	-	-	-	-	-	-	3,87	2,69	1,80	1,39
7,80	R	-	-	-	-	-	-	26,78	10,76	3,93	2,20
	v	-	-	-	-	-	-	3,97	2,76	1,84	1,43
8,00	R	-	-	-	-	-	-	28,17	11,32	4,13	2,31
	v	-	-	-	-	-	-	4,07	2,83	1,89	1,46
8,20	R	-	-	-	-	-	-	29,60	11,89	4,34	2,43
	v	-	-	-	-	-	-	4,18	2,90	1,94	1,50
8,40	R	-	-	-	-	-	-	31,06	12,48	4,56	2,55
	v	-	-	-	-	-	-	4,28	2,97	1,99	1,54
8,60	R	-	-	-	-	-	-	30,64	13,08	4,77	2,52
	v	-	-	-	-	-	-	4,38	3,04	2,03	1,57
8,80	R	-	-	-	-	-	-	32,08	13,70	5,00	2,64
	v	-	-	-	-	-	-	4,48	3,11	2,08	1,61
9,00	R	-	-	-	-	-	-	33,56	14,33	5,23	2,76
	v	-	-	-	-	-	-	4,58	3,18	2,13	1,65
9,20	R	-	-	-	-	-	-	35,06	14,97	5,46	2,89
	v	-	-	-	-	-	-	4,69	3,25	2,17	1,68
9,40	R	-	-	-	-	-	-	36,60	15,63	5,70	3,01
	v	-	-	-	-	-	-	4,79	3,32	2,22	1,72
9,60	R	-	-	-	-	-	-	-	15,34	5,95	3,14
	v	-	-	-	-	-	-	-	3,40	2,27	1,76
9,80	R	-	-	-	-	-	-	-	15,99	6,20	3,27
	v	-	-	-	-	-	-	-	3,47	2,32	1,79
10,00	R	-	-	-	-	-	-	-	16,65	6,46	3,41
	v	-	-	-	-	-	-	-	3,54	2,36	1,83

Anexo B

Anexo B6-4

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 6

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

d x s		20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,3	63 x 10,5	75 x 12,5	90 x 15,0	110 x 18,3	125 x 20,8
\dot{V}	d_i	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	26,6 mm	33,4 mm	42,0 mm	50,0 mm	60,0 mm	73,4 mm	83,4 mm
0,01	R	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	1,59	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,37	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	2,15	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,44	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	2,83	0,96	0,30	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,51	0,32	0,20	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	3,56	1,21	0,37	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,58	0,37	0,23	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	4,51	1,49	0,45	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,66	0,42	0,25	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	5,37	1,77	0,56	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,73	0,46	0,28	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	7,45	2,46	0,75	0,26	-	-	-	-	-	-
	v	0,88	0,55	0,34	0,22	-	-	-	-	-	-
0,14	R	9,74	3,22	0,98	0,34	-	-	-	-	-	-
	v	1,02	0,65	0,40	0,25	-	-	-	-	-	-
0,16	R	12,73	4,05	1,29	0,43	-	-	-	-	-	-
	v	1,17	0,74	0,45	0,29	-	-	-	-	-	-
0,18	R	15,46	5,12	1,57	0,52	-	-	-	-	-	-
	v	1,32	0,83	0,51	0,32	-	-	-	-	-	-
0,20	R	19,09	6,07	1,86	0,62	-	-	-	-	-	-
	v	1,46	0,92	0,57	0,36	-	-	-	-	-	-
0,30	R	39,38	12,52	3,85	1,29	0,43	-	-	-	-	-
	v	2,19	1,39	0,85	0,54	0,34	-	-	-	-	-
0,40	R	66,82	21,24	6,55	2,20	0,74	0,24	0,11	-	-	-
	v	2,92	1,85	1,13	0,72	0,46	0,29	0,20	-	-	-
0,50	R	104,41	33,19	9,77	3,29	1,10	0,37	0,15	-	-	-
	v	3,65	2,31	1,42	0,90	0,57	0,36	0,25	-	-	-
0,60	R	143,18	45,52	13,40	4,52	1,52	0,50	0,21	0,09	-	-
	v	4,38	2,77	1,70	1,08	0,68	0,43	0,31	0,21	-	-
0,70	R	-	61,96	18,24	5,86	1,97	0,66	0,29	0,12	-	-
	v	-	3,23	1,98	1,26	0,80	0,51	0,36	0,25	-	-
0,80	R	-	76,88	23,82	7,66	2,58	0,82	0,36	0,15	-	-
	v	-	3,70	2,27	1,44	0,91	0,58	0,41	0,28	-	-
0,90	R	-	97,30	28,64	9,69	3,11	1,04	0,43	0,18	0,07	-
	v	-	4,16	2,55	1,62	1,03	0,65	0,46	0,32	0,21	-
1,00	R	-	120,13	35,36	11,37	3,83	1,22	0,54	0,23	0,09	-
	v	-	4,62	2,83	1,80	1,14	0,72	0,51	0,35	0,24	-

Anexo B

Anexo B6-5

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 6

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,3	63 x 10,5	75 x 12,5	90 x 15,0	110 x 18,3	125 x 20,8
\dot{V}	d_i	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	26,6 mm	33,4 mm	42,0 mm	50,0 mm	60,0 mm	73,4 mm	83,4 mm
1,20	R	-	-	50,92	16,37	5,25	1,76	0,73	0,31	0,12	0,06
	v	-	-	3,40	2,16	1,37	0,87	0,61	0,42	0,28	0,22
1,40	R	-	-	65,66	21,11	7,14	2,27	1,00	0,40	0,15	0,09
	v	-	-	3,97	2,52	1,60	1,01	0,71	0,50	0,33	0,26
1,60	R	-	-	85,76	27,58	8,84	2,97	1,24	0,52	0,19	0,11
	v	-	-	4,53	2,88	1,83	1,15	0,81	0,57	0,38	0,29
1,80	R	-	-	-	34,90	11,18	3,56	1,57	0,63	0,24	0,13
	v	-	-	-	3,24	2,05	1,30	0,92	0,64	0,43	0,33
2,00	R	-	-	-	43,09	13,80	4,39	1,84	0,78	0,30	0,16
	v	-	-	-	3,60	2,28	1,44	1,02	0,71	0,47	0,37
2,20	R	-	-	-	49,24	15,78	5,31	2,22	0,94	0,34	0,19
	v	-	-	-	3,96	2,51	1,59	1,12	0,78	0,52	0,40
2,40	R	-	-	-	58,60	18,77	6,32	2,64	1,06	0,41	0,22
	v	-	-	-	4,32	2,74	1,73	1,22	0,85	0,57	0,44
2,60	R	-	-	-	68,77	22,03	7,01	3,10	1,25	0,48	0,25
	v	-	-	-	4,68	2,97	1,88	1,32	0,92	0,61	0,48
2,80	R	-	-	-	-	25,55	8,13	3,40	1,45	0,53	0,29
	v	-	-	-	-	3,20	2,02	1,43	0,99	0,66	0,51
3,00	R	-	-	-	-	29,34	9,33	3,90	1,66	0,61	0,32
	v	-	-	-	-	3,42	2,17	1,53	1,06	0,71	0,55
3,20	R	-	-	-	-	33,38	10,62	4,44	1,78	0,69	0,36
	v	-	-	-	-	3,65	2,31	1,63	1,13	0,76	0,59
3,40	R	-	-	-	-	37,68	11,98	5,01	2,01	0,78	0,41
	v	-	-	-	-	3,88	2,45	1,73	1,20	0,80	0,62
3,60	R	-	-	-	-	39,76	13,44	5,62	2,26	0,87	0,46
	v	-	-	-	-	4,11	2,60	1,83	1,27	0,85	0,66
3,80	R	-	-	-	-	44,30	14,09	6,26	2,52	0,92	0,51
	v	-	-	-	-	4,34	2,74	1,94	1,34	0,90	0,70
4,00	R	-	-	-	-	49,08	15,61	6,94	2,79	1,02	0,57
	v	-	-	-	-	4,57	2,89	2,04	1,41	0,95	0,73
4,20	R	-	-	-	-	54,12	17,21	7,20	3,07	1,12	0,59
	v	-	-	-	-	4,79	3,03	2,14	1,49	0,99	0,77
4,40	R	-	-	-	-	-	18,89	7,90	3,37	1,23	0,65
	v	-	-	-	-	-	3,18	2,24	1,56	1,04	0,81
4,60	R	-	-	-	-	-	20,65	8,63	3,47	1,35	0,71
	v	-	-	-	-	-	3,32	2,34	1,63	1,09	0,84
4,80	R	-	-	-	-	-	22,48	9,40	3,78	1,47	0,77
	v	-	-	-	-	-	3,46	2,44	1,70	1,13	0,88
5,00	R	-	-	-	-	-	24,39	10,20	4,10	1,59	0,84
	v	-	-	-	-	-	3,61	2,55	1,77	1,18	0,92
5,20	R	-	-	-	-	-	26,38	11,03	4,43	1,62	0,91
	v	-	-	-	-	-	3,75	2,65	1,84	1,23	0,95
5,40	R	-	-	-	-	-	28,45	11,90	4,78	1,75	0,98
	v	-	-	-	-	-	3,90	2,75	1,91	1,28	0,99
5,60	R	-	-	-	-	-	30,60	12,80	5,14	1,88	1,05
	v	-	-	-	-	-	4,04	2,85	1,98	1,32	1,03

Anexo B

Anexo B6-6

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 6

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,3	63 x 10,5	75 x 12,5	90 x 15,0	110 x 18,3	125 x 20,8
\dot{V}	d_i	13,2 mm	16,6 mm	21,2 mm	26,6 mm	33,4 mm	42,0 mm	50,0 mm	60,0 mm	73,4 mm	83,4 mm
5,80	R	-	-	-	-	-	32,82	13,73	5,52	2,01	1,06
	v	-	-	-	-	-	4,19	2,95	2,05	1,37	1,06
6,00	R	-	-	-	-	-	35,12	14,69	5,90	2,15	1,14
	v	-	-	-	-	-	4,33	3,06	2,12	1,42	1,10
6,20	R	-	-	-	-	-	37,50	15,69	6,30	2,30	1,21
	v	-	-	-	-	-	4,48	3,16	2,19	1,47	1,13
6,40	R	-	-	-	-	-	37,47	16,71	6,72	2,45	1,29
	v	-	-	-	-	-	4,62	3,26	2,26	1,51	1,17
6,60	R	-	-	-	-	-	39,84	16,66	7,14	2,61	1,38
	v	-	-	-	-	-	4,76	3,36	2,33	1,56	1,21
6,80	R	-	-	-	-	-	-	17,69	7,58	2,77	1,46
	v	-	-	-	-	-	-	3,46	2,41	1,61	1,24
7,00	R	-	-	-	-	-	-	18,74	8,04	2,93	1,55
	v	-	-	-	-	-	-	3,57	2,48	1,65	1,28
7,20	R	-	-	-	-	-	-	19,83	7,97	3,10	1,64
	v	-	-	-	-	-	-	3,67	2,55	1,70	1,32
7,40	R	-	-	-	-	-	-	20,95	8,42	3,28	1,73
	v	-	-	-	-	-	-	3,77	2,62	1,75	1,35
7,60	R	-	-	-	-	-	-	22,10	8,88	3,46	1,83
	v	-	-	-	-	-	-	3,87	2,69	1,80	1,39
7,80	R	-	-	-	-	-	-	23,27	9,35	3,64	1,92
	v	-	-	-	-	-	-	3,97	2,76	1,84	1,43
8,00	R	-	-	-	-	-	-	24,48	9,84	3,59	2,02
	v	-	-	-	-	-	-	4,07	2,83	1,89	1,46
8,20	R	-	-	-	-	-	-	25,72	10,34	3,77	2,12
	v	-	-	-	-	-	-	4,18	2,90	1,94	1,50
8,40	R	-	-	-	-	-	-	26,99	10,85	3,96	2,23
	v	-	-	-	-	-	-	4,28	2,97	1,99	1,54
8,60	R	-	-	-	-	-	-	28,29	11,37	4,15	2,19
	v	-	-	-	-	-	-	4,38	3,04	2,03	1,57
8,80	R	-	-	-	-	-	-	29,62	11,91	4,35	2,29
	v	-	-	-	-	-	-	4,48	3,11	2,08	1,61
9,00	R	-	-	-	-	-	-	30,99	12,45	4,54	2,40
	v	-	-	-	-	-	-	4,58	3,18	2,13	1,65
9,20	R	-	-	-	-	-	-	32,38	13,01	4,75	2,51
	v	-	-	-	-	-	-	4,69	3,25	2,17	1,68
9,40	R	-	-	-	-	-	-	33,80	13,58	4,96	2,62
	v	-	-	-	-	-	-	4,79	3,32	2,22	1,72
9,60	R	-	-	-	-	-	-	-	14,17	5,17	2,73
	v	-	-	-	-	-	-	-	3,40	2,27	1,76
9,80	R	-	-	-	-	-	-	-	14,76	5,39	2,85
	v	-	-	-	-	-	-	-	3,47	2,32	1,79
10,00	R	-	-	-	-	-	-	-	15,37	5,61	2,96
	v	-	-	-	-	-	-	-	3,54	2,36	1,83

Anexo B

Anexo B6-7

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 7,4

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1
\dot{V}	d_i	14,4 mm	18,0 mm	23,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm
0,01	R	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	1,31	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,31	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	1,79	0,62	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,37	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	2,31	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,43	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	2,93	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,49	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	3,60	1,25	0,37	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,55	0,35	0,21	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	4,31	1,50	0,45	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,61	0,39	0,24	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	5,83	2,03	0,61	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,74	0,47	0,28	-	-	-	-	-	-	-
0,14	R	7,68	2,69	0,80	0,28	-	-	-	-	-	-
	v	0,86	0,55	0,33	0,21	-	-	-	-	-	-
0,16	R	9,70	3,40	1,02	0,35	-	-	-	-	-	-
	v	0,98	0,63	0,38	0,24	-	-	-	-	-	-
0,18	R	11,85	4,16	1,25	0,42	-	-	-	-	-	-
	v	1,11	0,71	0,43	0,27	-	-	-	-	-	-
0,20	R	14,64	4,97	1,49	0,52	-	-	-	-	-	-
	v	1,23	0,79	0,47	0,30	-	-	-	-	-	-
0,30	R	29,40	10,02	3,03	1,03	0,36	-	-	-	-	-
	v	1,84	1,18	0,71	0,45	0,29	-	-	-	-	-
0,40	R	50,18	17,13	5,01	1,70	0,60	0,19	-	-	-	-
	v	2,46	1,57	0,95	0,61	0,39	0,24	-	-	-	-
0,50	R	75,14	25,69	7,52	2,56	0,88	0,29	0,13	-	-	-
	v	3,07	1,96	1,18	0,76	0,49	0,30	0,22	-	-	-
0,60	R	103,50	35,45	10,40	3,55	1,22	0,39	0,18	-	-	-
	v	3,68	2,36	1,42	0,91	0,58	0,36	0,26	-	-	-
0,70	R	140,87	46,16	13,57	4,64	1,59	0,51	0,22	0,10	-	-
	v	4,30	2,75	1,66	1,06	0,68	0,42	0,30	0,21	-	-
0,80	R	175,63	60,29	16,95	5,81	2,00	0,67	0,29	0,12	-	-
	v	4,91	3,14	1,89	1,21	0,78	0,49	0,34	0,24	-	-
0,90	R	-	72,84	21,45	7,35	2,53	0,81	0,36	0,15	-	-
	v	-	3,54	2,13	1,36	0,87	0,55	0,39	0,27	-	-
1,00	R	-	89,92	26,48	8,68	2,99	0,96	0,42	0,18	0,07	-
	v	-	3,93	2,37	1,51	0,97	0,61	0,43	0,30	0,20	-

Anexo B

Anexo B6-8

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 7,4

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad:	$K = 0,007 \text{ mm}$	$\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
Densidad:	$\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$	$R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
Temperatura:	$t = 20^\circ\text{C}$	$v = \text{velocidad (m/s)}$
Viscosidad:	$\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	

$d \times s$		20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1
\dot{V}	d_i	14,4 mm	18,0 mm	23,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm
1,20	R	-	123,32	36,40	12,50	4,12	1,33	0,59	0,24	0,09	-
	v	-	4,72	2,84	1,82	1,17	0,73	0,52	0,36	0,24	-
1,40	R	-	-	47,19	16,24	5,61	1,81	0,77	0,32	0,12	0,07
	v	-	-	3,31	2,12	1,36	0,85	0,60	0,42	0,28	0,22
1,60	R	-	-	61,64	20,20	7,00	2,26	1,00	0,42	0,16	0,08
	v	-	-	3,78	2,42	1,55	0,97	0,69	0,48	0,32	0,25
1,80	R	-	-	78,01	25,56	8,86	2,73	1,21	0,50	0,19	0,11
	v	-	-	4,26	2,73	1,75	1,09	0,77	0,54	0,36	0,28
2,00	R	-	-	91,49	31,56	10,41	3,37	1,49	0,60	0,23	0,13
	v	-	-	4,73	3,03	1,94	1,21	0,86	0,60	0,40	0,31
2,20	R	-	-	-	36,28	12,60	4,08	1,73	0,72	0,28	0,15
	v	-	-	-	3,33	2,14	1,34	0,95	0,65	0,44	0,34
2,40	R	-	-	-	43,17	14,99	4,63	2,05	0,86	0,32	0,17
	v	-	-	-	3,63	2,33	1,46	1,03	0,71	0,48	0,37
2,60	R	-	-	-	50,67	16,72	5,43	2,30	0,96	0,37	0,20
	v	-	-	-	3,94	2,53	1,58	1,12	0,77	0,52	0,40
2,80	R	-	-	-	58,76	19,39	6,30	2,66	1,11	0,43	0,23
	v	-	-	-	4,24	2,72	1,70	1,20	0,83	0,56	0,43
3,00	R	-	-	-	63,90	22,26	6,87	3,06	1,28	0,47	0,26
	v	-	-	-	4,54	2,91	1,82	1,29	0,89	0,60	0,46
3,20	R	-	-	-	72,71	25,32	7,81	3,48	1,38	0,54	0,30
	v	-	-	-	4,84	3,11	1,94	1,38	0,95	0,64	0,49
3,40	R	-	-	-	-	27,08	8,82	3,73	1,56	0,61	0,32
	v	-	-	-	-	3,30	2,06	1,46	1,01	0,68	0,53
3,60	R	-	-	-	-	30,36	9,89	4,18	1,75	0,68	0,36
	v	-	-	-	-	3,50	2,19	1,55	1,07	0,72	0,56
3,80	R	-	-	-	-	33,83	11,02	4,66	1,95	0,72	0,40
	v	-	-	-	-	3,69	2,31	1,63	1,13	0,76	0,59
4,00	R	-	-	-	-	37,48	11,56	5,16	2,06	0,80	0,44
	v	-	-	-	-	3,89	2,43	1,72	1,19	0,80	0,62
4,20	R	-	-	-	-	41,33	12,75	5,69	2,27	0,88	0,46
	v	-	-	-	-	4,08	2,55	1,81	1,25	0,84	0,65
4,40	R	-	-	-	-	45,36	13,99	6,25	2,49	0,97	0,51
	v	-	-	-	-	4,28	2,67	1,89	1,31	0,88	0,68
4,60	R	-	-	-	-	49,57	15,29	6,47	2,72	1,06	0,55
	v	-	-	-	-	4,47	2,79	1,98	1,37	0,92	0,71
4,80	R	-	-	-	-	50,98	16,65	7,04	2,96	1,09	0,60
	v	-	-	-	-	4,66	2,91	2,07	1,43	0,96	0,74
5,00	R	-	-	-	-	55,32	18,07	7,64	3,21	1,19	0,66
	v	-	-	-	-	4,86	3,03	2,15	1,49	1,00	0,77
5,20	R	-	-	-	-	-	19,54	8,27	3,29	1,28	0,71
	v	-	-	-	-	-	3,16	2,24	1,55	1,04	0,80
5,40	R	-	-	-	-	-	21,07	8,91	3,55	1,39	0,73
	v	-	-	-	-	-	3,28	2,32	1,61	1,08	0,83
5,60	R	-	-	-	-	-	21,40	9,59	3,82	1,49	0,78
	v	-	-	-	-	-	3,40	2,41	1,67	1,12	0,86

Anexo B

Anexo B6-9

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 7,4

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1
\dot{V}	d_i	14,4 mm	18,0 mm	23,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm
5,80	R	-	-	-	-	-	22,96	10,28	4,09	1,60	0,84
	v	-	-	-	-	-	3,52	2,50	1,73	1,16	0,90
6,00	R	-	-	-	-	-	24,57	11,00	4,38	1,71	0,90
	v	-	-	-	-	-	3,64	2,58	1,79	1,20	0,93
6,20	R	-	-	-	-	-	26,24	11,10	4,68	1,73	0,96
	v	-	-	-	-	-	3,76	2,67	1,85	1,24	0,96
6,40	R	-	-	-	-	-	27,96	11,83	4,99	1,84	1,02
	v	-	-	-	-	-	3,88	2,75	1,91	1,28	0,99
6,60	R	-	-	-	-	-	29,73	12,58	5,30	1,96	1,08
	v	-	-	-	-	-	4,01	2,84	1,96	1,32	1,02
6,80	R	-	-	-	-	-	31,56	13,35	5,63	2,08	1,09
	v	-	-	-	-	-	4,13	2,93	2,02	1,36	1,05
7,00	R	-	-	-	-	-	33,44	14,15	5,96	2,21	1,16
	v	-	-	-	-	-	4,25	3,01	2,08	1,40	1,08
7,20	R	-	-	-	-	-	35,38	14,97	5,96	2,33	1,22
	v	-	-	-	-	-	4,37	3,10	2,14	1,44	1,11
7,40	R	-	-	-	-	-	37,38	15,81	6,30	2,46	1,29
	v	-	-	-	-	-	4,49	3,18	2,20	1,48	1,14
7,60	R	-	-	-	-	-	39,42	16,68	6,64	2,60	1,36
	v	-	-	-	-	-	4,61	3,27	2,26	1,52	1,17
7,80	R	-	-	-	-	-	41,53	17,57	6,99	2,74	1,44
	v	-	-	-	-	-	4,73	3,36	2,32	1,56	1,20
8,00	R	-	-	-	-	-	43,68	18,48	7,36	2,88	1,51
	v	-	-	-	-	-	4,86	3,44	2,38	1,60	1,24
8,20	R	-	-	-	-	-	-	19,41	7,73	3,03	1,59
	v	-	-	-	-	-	-	3,53	2,44	1,64	1,27
8,40	R	-	-	-	-	-	-	20,37	8,11	3,00	1,66
	v	-	-	-	-	-	-	3,61	2,50	1,68	1,30
8,60	R	-	-	-	-	-	-	21,35	8,50	3,14	1,75
	v	-	-	-	-	-	-	3,70	2,56	1,72	1,33
8,80	R	-	-	-	-	-	-	22,36	8,90	3,29	1,83
	v	-	-	-	-	-	-	3,79	2,62	1,76	1,36
9,00	R	-	-	-	-	-	-	22,01	9,31	3,44	1,91
	v	-	-	-	-	-	-	3,87	2,68	1,80	1,39
9,20	R	-	-	-	-	-	-	23,00	9,73	3,60	1,89
	v	-	-	-	-	-	-	3,96	2,74	1,84	1,42
9,40	R	-	-	-	-	-	-	24,01	10,16	3,76	1,97
	v	-	-	-	-	-	-	4,04	2,80	1,88	1,45
9,60	R	-	-	-	-	-	-	25,04	10,60	3,92	2,05
	v	-	-	-	-	-	-	4,13	2,86	1,92	1,48
9,80	R	-	-	-	-	-	-	26,10	11,04	4,08	2,14
	v	-	-	-	-	-	-	4,22	2,92	1,96	1,51
10,00	R	-	-	-	-	-	-	27,17	11,50	4,25	2,23
	v	-	-	-	-	-	-	4,30	2,98	2,00	1,54

Anexo B

Anexo B6-10

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 7,4

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

d x s		20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1
\dot{V}	d_i	14,4 mm	18,0 mm	23,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm
0,01	R	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	1,03	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,31	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	1,44	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,37	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	1,89	0,64	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,43	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	2,39	0,81	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,49	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	2,92	0,99	0,30	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,55	0,35	0,21	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	3,48	1,22	0,36	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,61	0,39	0,24	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	4,82	1,64	0,50	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,74	0,47	0,28	-	-	-	-	-	-	-
0,14	R	6,31	2,15	0,65	0,22	-	-	-	-	-	-
	v	0,86	0,55	0,33	0,21	-	-	-	-	-	-
0,16	R	8,24	2,81	0,82	0,28	-	-	-	-	-	-
	v	0,98	0,63	0,38	0,24	-	-	-	-	-	-
0,18	R	10,01	3,42	1,00	0,35	-	-	-	-	-	-
	v	1,11	0,71	0,43	0,27	-	-	-	-	-	-
0,20	R	12,36	4,22	1,23	0,42	-	-	-	-	-	-
	v	1,23	0,79	0,47	0,30	-	-	-	-	-	-
0,30	R	25,49	8,73	2,56	0,87	0,30	-	-	-	-	-
	v	1,84	1,18	0,71	0,45	0,29	-	-	-	-	-
0,40	R	43,25	14,85	4,17	1,43	0,49	0,16	-	-	-	-
	v	2,46	1,57	0,95	0,61	0,39	0,24	-	-	-	-
0,50	R	67,57	22,14	6,23	2,14	0,74	0,24	0,10	-	-	-
	v	3,07	1,96	1,18	0,76	0,49	0,30	0,22	-	-	-
0,60	R	92,67	30,37	8,96	2,94	1,02	0,33	0,14	-	-	-
	v	3,68	2,36	1,42	0,91	0,58	0,36	0,26	-	-	-
0,70	R	126,14	41,33	11,62	4,00	1,32	0,43	0,19	0,08	-	-
	v	4,30	2,75	1,66	1,06	0,68	0,42	0,30	0,21	-	-
0,80	R	156,51	51,29	15,18	4,97	1,72	0,56	0,24	0,10	-	-
	v	4,91	3,14	1,89	1,21	0,78	0,49	0,34	0,24	-	-
0,90	R	-	64,91	18,25	6,29	2,08	0,67	0,30	0,12	-	-
	v	-	3,54	2,13	1,36	0,87	0,55	0,39	0,27	-	-
1,00	R	-	80,14	22,53	7,38	2,56	0,83	0,35	0,15	0,06	-
	v	-	3,93	2,37	1,51	0,97	0,61	0,43	0,30	0,20	-

Anexo B

Anexo B6-11

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 7,4

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1
\dot{V}	d_i	14,4 mm	18,0 mm	23,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm
1,20	R	-	115,39	32,44	10,63	3,51	1,14	0,51	0,20	0,08	-
	v	-	4,72	2,84	1,82	1,17	0,73	0,52	0,36	0,24	-
1,40	R	-	-	41,83	13,71	4,77	1,47	0,66	0,27	0,10	0,06
	v	-	-	3,31	2,12	1,36	0,85	0,60	0,42	0,28	0,22
1,60	R	-	-	54,64	17,90	5,91	1,92	0,81	0,34	0,13	0,07
	v	-	-	3,78	2,42	1,55	0,97	0,69	0,48	0,32	0,25
1,80	R	-	-	69,15	22,66	7,48	2,43	1,03	0,43	0,16	0,09
	v	-	-	4,26	2,73	1,75	1,09	0,77	0,54	0,36	0,28
2,00	R	-	-	85,37	27,98	9,23	2,85	1,27	0,51	0,20	0,10
	v	-	-	4,73	3,03	1,94	1,21	0,86	0,60	0,40	0,31
2,20	R	-	-	-	31,97	11,17	3,45	1,46	0,61	0,23	0,12
	v	-	-	-	3,33	2,14	1,34	0,95	0,65	0,44	0,34
2,40	R	-	-	-	38,05	12,55	4,10	1,73	0,73	0,27	0,15
	v	-	-	-	3,63	2,33	1,46	1,03	0,71	0,48	0,37
2,60	R	-	-	-	44,65	14,73	4,54	2,04	0,81	0,32	0,17
	v	-	-	-	3,94	2,53	1,58	1,12	0,77	0,52	0,40
2,80	R	-	-	-	51,79	17,09	5,27	2,36	0,94	0,37	0,19
	v	-	-	-	4,24	2,72	1,70	1,20	0,83	0,56	0,43
3,00	R	-	-	-	59,45	19,61	6,05	2,56	1,08	0,40	0,22
	v	-	-	-	4,54	2,91	1,82	1,29	0,89	0,60	0,46
3,20	R	-	-	-	67,64	22,32	6,88	2,91	1,23	0,45	0,25
	v	-	-	-	4,84	3,11	1,94	1,38	0,95	0,64	0,49
3,40	R	-	-	-	-	25,19	7,77	3,29	1,31	0,51	0,27
	v	-	-	-	-	3,30	2,06	1,46	1,01	0,68	0,53
3,60	R	-	-	-	-	26,58	8,71	3,69	1,47	0,57	0,30
	v	-	-	-	-	3,50	2,19	1,55	1,07	0,72	0,56
3,80	R	-	-	-	-	29,62	9,71	4,11	1,64	0,64	0,34
	v	-	-	-	-	3,69	2,31	1,63	1,13	0,76	0,59
4,00	R	-	-	-	-	32,82	10,12	4,55	1,81	0,67	0,37
	v	-	-	-	-	3,89	2,43	1,72	1,19	0,80	0,62
4,20	R	-	-	-	-	36,18	11,16	5,02	2,00	0,74	0,41
	v	-	-	-	-	4,08	2,55	1,81	1,25	0,84	0,65
4,40	R	-	-	-	-	39,71	12,25	5,18	2,19	0,81	0,42
	v	-	-	-	-	4,28	2,67	1,89	1,31	0,88	0,68
4,60	R	-	-	-	-	43,40	13,39	5,66	2,40	0,89	0,46
	v	-	-	-	-	4,47	2,79	1,98	1,37	0,92	0,71
4,80	R	-	-	-	-	47,26	14,58	6,17	2,46	0,96	0,51
	v	-	-	-	-	4,66	2,91	2,07	1,43	0,96	0,74
5,00	R	-	-	-	-	51,28	15,82	6,69	2,66	1,05	0,55
	v	-	-	-	-	4,86	3,03	2,15	1,49	1,00	0,77
5,20	R	-	-	-	-	-	17,11	7,24	2,88	1,13	0,59
	v	-	-	-	-	-	3,16	2,24	1,55	1,04	0,80
5,40	R	-	-	-	-	-	18,45	7,80	3,11	1,22	0,64
	v	-	-	-	-	-	3,28	2,32	1,61	1,08	0,83
5,60	R	-	-	-	-	-	19,84	8,39	3,34	1,24	0,69
	v	-	-	-	-	-	3,40	2,41	1,67	1,12	0,86

Anexo B

Anexo B6-12

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 7,4

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,6	75 x 10,3	90 x 12,3	110 x 15,1	125 x 17,1
\dot{V}	d_i	14,4 mm	18,0 mm	23,2 mm	29,0 mm	36,2 mm	45,8 mm	54,4 mm	65,4 mm	79,8 mm	90,8 mm
5,80	R	-	-	-	-	-	21,29	9,00	3,59	1,33	0,74
	v	-	-	-	-	-	3,52	2,50	1,73	1,16	0,90
6,00	R	-	-	-	-	-	22,78	9,64	3,84	1,42	0,79
	v	-	-	-	-	-	3,64	2,58	1,79	1,20	0,93
6,20	R	-	-	-	-	-	24,32	10,29	4,10	1,51	0,79
	v	-	-	-	-	-	3,76	2,67	1,85	1,24	0,96
6,40	R	-	-	-	-	-	25,92	10,96	4,37	1,61	0,85
	v	-	-	-	-	-	3,88	2,75	1,91	1,28	0,99
6,60	R	-	-	-	-	-	25,84	11,66	4,64	1,72	0,90
	v	-	-	-	-	-	4,01	2,84	1,96	1,32	1,02
6,80	R	-	-	-	-	-	27,43	11,60	4,93	1,82	0,96
	v	-	-	-	-	-	4,13	2,93	2,02	1,36	1,05
7,00	R	-	-	-	-	-	29,07	12,29	5,22	1,93	1,01
	v	-	-	-	-	-	4,25	3,01	2,08	1,40	1,08
7,20	R	-	-	-	-	-	30,75	13,01	5,52	2,04	1,07
	v	-	-	-	-	-	4,37	3,10	2,14	1,44	1,11
7,40	R	-	-	-	-	-	32,48	13,74	5,47	2,16	1,13
	v	-	-	-	-	-	4,49	3,18	2,20	1,48	1,14
7,60	R	-	-	-	-	-	34,26	14,49	5,77	2,28	1,19
	v	-	-	-	-	-	4,61	3,27	2,26	1,52	1,17
7,80	R	-	-	-	-	-	36,09	15,27	6,08	2,40	1,26
	v	-	-	-	-	-	4,73	3,36	2,32	1,56	1,20
8,00	R	-	-	-	-	-	37,96	16,06	6,39	2,52	1,32
	v	-	-	-	-	-	4,86	3,44	2,38	1,60	1,24
8,20	R	-	-	-	-	-	-	16,87	6,72	2,65	1,39
	v	-	-	-	-	-	-	3,53	2,44	1,64	1,27
8,40	R	-	-	-	-	-	-	17,70	7,05	2,61	1,46
	v	-	-	-	-	-	-	3,61	2,50	1,68	1,30
8,60	R	-	-	-	-	-	-	18,56	7,39	2,73	1,53
	v	-	-	-	-	-	-	3,70	2,56	1,72	1,33
8,80	R	-	-	-	-	-	-	19,43	7,74	2,86	1,60
	v	-	-	-	-	-	-	3,79	2,62	1,76	1,36
9,00	R	-	-	-	-	-	-	20,32	8,09	2,99	1,57
	v	-	-	-	-	-	-	3,87	2,68	1,80	1,39
9,20	R	-	-	-	-	-	-	21,24	8,46	3,13	1,64
	v	-	-	-	-	-	-	3,96	2,74	1,84	1,42
9,40	R	-	-	-	-	-	-	22,17	8,83	3,26	1,71
	v	-	-	-	-	-	-	4,04	2,80	1,88	1,45
9,60	R	-	-	-	-	-	-	23,12	9,21	3,40	1,78
	v	-	-	-	-	-	-	4,13	2,86	1,92	1,48
9,80	R	-	-	-	-	-	-	24,10	9,60	3,55	1,86
	v	-	-	-	-	-	-	4,22	2,92	1,96	1,51
10,00	R	-	-	-	-	-	-	25,09	9,99	3,69	1,94
	v	-	-	-	-	-	-	4,30	2,98	2,00	1,54

Anexo B

Anexo B6-13

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 9

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

d x s		20 x 2,3	25 x 2,8	32 x 3,6	40 x 4,5	50 x 5,6	63 x 7,1	75 x 8,4	90 x 10,1	110 x 12,3	125 x 14,0
\dot{V}	d_i	15,4 mm	19,4 mm	24,8 mm	31,0 mm	38,8 mm	48,8 mm	58,2 mm	69,8 mm	85,4 mm	97,0 mm
0,01	R	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,27	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	1,31	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,32	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	1,69	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,38	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	2,15	0,72	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,43	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	2,57	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,48	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	3,08	1,03	0,33	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,54	0,34	0,21	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	4,30	1,44	0,45	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,64	0,41	0,25	-	-	-	-	-	-	-
0,14	R	5,68	1,85	0,57	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,75	0,47	0,29	-	-	-	-	-	-	-
0,16	R	7,17	2,34	0,73	0,25	-	-	-	-	-	-
	v	0,86	0,54	0,33	0,21	-	-	-	-	-	-
0,18	R	8,78	2,86	0,89	0,31	-	-	-	-	-	-
	v	0,97	0,61	0,37	0,24	-	-	-	-	-	-
0,20	R	10,46	3,53	1,07	0,37	-	-	-	-	-	-
	v	1,07	0,68	0,41	0,26	-	-	-	-	-	-
0,30	R	21,86	7,15	2,17	0,76	0,26	-	-	-	-	-
	v	1,61	1,01	0,62	0,40	0,25	-	-	-	-	-
0,40	R	35,87	11,78	3,59	1,27	0,43	0,15	-	-	-	-
	v	2,15	1,35	0,83	0,53	0,34	0,21	-	-	-	-
0,50	R	53,71	17,67	5,39	1,84	0,64	0,21	-	-	-	-
	v	2,68	1,69	1,04	0,66	0,42	0,27	-	-	-	-
0,60	R	77,35	24,38	7,45	2,54	0,86	0,29	0,13	-	-	-
	v	3,22	2,03	1,24	0,79	0,51	0,32	0,23	-	-	-
0,70	R	100,70	31,74	9,72	3,32	1,13	0,39	0,17	-	-	-
	v	3,76	2,37	1,45	0,93	0,59	0,37	0,26	-	-	-
0,80	R	125,55	41,46	12,70	4,34	1,47	0,49	0,21	0,09	-	-
	v	4,29	2,71	1,66	1,06	0,68	0,43	0,30	0,21	-	-
0,90	R	158,89	52,47	15,37	5,27	1,79	0,59	0,26	0,11	-	-
	v	4,83	3,04	1,86	1,19	0,76	0,48	0,34	0,24	-	-
1,00	R	-	61,83	18,97	6,50	2,12	0,73	0,32	0,13	-	-
	v	-	3,38	2,07	1,32	0,85	0,53	0,38	0,26	-	-

Anexo B

Anexo B6-14

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 9

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 2,3	25 x 2,8	32 x 3,6	40 x 4,5	50 x 5,6	63 x 7,1	75 x 8,4	90 x 10,1	110 x 12,3	125 x 14,0
\dot{V}	d_i	15,4 mm	19,4 mm	24,8 mm	31,0 mm	38,8 mm	48,8 mm	58,2 mm	69,8 mm	85,4 mm	97,0 mm
1,20	R	-	89,04	26,08	8,95	3,05	1,01	0,42	0,18	-	-
	v	-	4,06	2,48	1,59	1,01	0,64	0,45	0,31	-	-
1,40	R	-	115,42	33,81	11,63	3,97	1,32	0,57	0,24	0,09	-
	v	-	4,74	2,90	1,85	1,18	0,75	0,53	0,37	0,24	-
1,60	R	-	-	44,16	15,19	4,95	1,65	0,71	0,30	0,11	0,06
	v	-	-	3,31	2,12	1,35	0,86	0,60	0,42	0,28	0,22
1,80	R	-	-	55,89	18,31	6,26	2,08	0,86	0,36	0,14	0,08
	v	-	-	3,73	2,38	1,52	0,96	0,68	0,47	0,31	0,24
2,00	R	-	-	65,55	22,61	7,36	2,46	1,07	0,45	0,17	0,09
	v	-	-	4,14	2,65	1,69	1,07	0,75	0,52	0,35	0,27
2,20	R	-	-	79,31	25,99	8,91	2,97	1,23	0,52	0,20	0,11
	v	-	-	4,55	2,91	1,86	1,18	0,83	0,57	0,38	0,30
2,40	R	-	-	-	30,93	10,60	3,37	1,47	0,62	0,24	0,12
	v	-	-	-	3,18	2,03	1,28	0,90	0,63	0,42	0,32
2,60	R	-	-	-	36,30	11,82	3,95	1,72	0,69	0,26	0,15
	v	-	-	-	3,44	2,20	1,39	0,98	0,68	0,45	0,35
2,80	R	-	-	-	42,10	13,71	4,58	1,90	0,80	0,31	0,17
	v	-	-	-	3,71	2,37	1,50	1,05	0,73	0,49	0,38
3,00	R	-	-	-	48,33	15,73	5,26	2,18	0,92	0,35	0,19
	v	-	-	-	3,97	2,54	1,60	1,13	0,78	0,52	0,41
3,20	R	-	-	-	52,09	17,90	5,69	2,48	1,05	0,38	0,21
	v	-	-	-	4,24	2,71	1,71	1,20	0,84	0,56	0,43
3,40	R	-	-	-	58,81	20,21	6,42	2,80	1,13	0,43	0,24
	v	-	-	-	4,50	2,88	1,82	1,28	0,89	0,59	0,46
3,60	R	-	-	-	65,93	21,46	7,20	2,98	1,27	0,48	0,26
	v	-	-	-	4,77	3,04	1,92	1,35	0,94	0,63	0,49
3,80	R	-	-	-	-	23,92	8,02	3,32	1,41	0,54	0,29
	v	-	-	-	-	3,21	2,03	1,43	0,99	0,66	0,51
4,00	R	-	-	-	-	26,50	8,89	3,68	1,56	0,57	0,32
	v	-	-	-	-	3,38	2,14	1,50	1,05	0,70	0,54
4,20	R	-	-	-	-	29,22	9,28	4,06	1,64	0,63	0,35
	v	-	-	-	-	3,55	2,25	1,58	1,10	0,73	0,57
4,40	R	-	-	-	-	32,06	10,19	4,46	1,80	0,69	0,36
	v	-	-	-	-	3,72	2,35	1,65	1,15	0,77	0,60
4,60	R	-	-	-	-	35,05	11,14	4,87	1,96	0,75	0,40
	v	-	-	-	-	3,89	2,46	1,73	1,20	0,80	0,62
4,80	R	-	-	-	-	38,16	12,12	5,03	2,14	0,82	0,43
	v	-	-	-	-	4,06	2,57	1,80	1,25	0,84	0,65
5,00	R	-	-	-	-	39,11	13,16	5,45	2,32	0,85	0,47
	v	-	-	-	-	4,23	2,67	1,88	1,31	0,87	0,68
5,20	R	-	-	-	-	42,30	14,23	5,90	2,51	0,92	0,51
	v	-	-	-	-	4,40	2,78	1,95	1,36	0,91	0,70
5,40	R	-	-	-	-	45,61	15,35	6,36	2,71	0,99	0,55
	v	-	-	-	-	4,57	2,89	2,03	1,41	0,94	0,73
5,60	R	-	-	-	-	49,05	16,50	6,84	2,76	1,06	0,56
	v	-	-	-	-	4,74	2,99	2,11	1,46	0,98	0,76

Anexo B

Anexo B6-15

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 9

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 2,3	25 x 2,8	32 x 3,6	40 x 4,5	50 x 5,6	63 x 7,1	75 x 8,4	90 x 10,1	110 x 12,3	125 x 14,0
\dot{V}	d_i	15,4 mm	19,4 mm	24,8 mm	31,0 mm	38,8 mm	48,8 mm	58,2 mm	69,8 mm	85,4 mm	97,0 mm
5,80	R	-	-	-	-	-	16,72	7,34	2,96	1,14	0,60
	v	-	-	-	-	-	3,10	2,18	1,52	1,01	0,78
6,00	R	-	-	-	-	-	17,89	7,85	3,16	1,22	0,64
	v	-	-	-	-	-	3,21	2,26	1,57	1,05	0,81
6,20	R	-	-	-	-	-	19,10	8,38	3,38	1,30	0,69
	v	-	-	-	-	-	3,31	2,33	1,62	1,08	0,84
6,40	R	-	-	-	-	-	20,36	8,93	3,60	1,39	0,73
	v	-	-	-	-	-	3,42	2,41	1,67	1,12	0,87
6,60	R	-	-	-	-	-	21,65	8,97	3,83	1,40	0,78
	v	-	-	-	-	-	3,53	2,48	1,72	1,15	0,89
6,80	R	-	-	-	-	-	22,98	9,52	4,06	1,48	0,83
	v	-	-	-	-	-	3,64	2,56	1,78	1,19	0,92
7,00	R	-	-	-	-	-	24,35	10,09	4,31	1,57	0,88
	v	-	-	-	-	-	3,74	2,63	1,83	1,22	0,95
7,20	R	-	-	-	-	-	25,76	10,68	4,56	1,66	0,93
	v	-	-	-	-	-	3,85	2,71	1,88	1,26	0,97
7,40	R	-	-	-	-	-	27,22	11,28	4,55	1,76	0,93
	v	-	-	-	-	-	3,96	2,78	1,93	1,29	1,00
7,60	R	-	-	-	-	-	28,71	11,90	4,80	1,85	0,98
	v	-	-	-	-	-	4,06	2,86	1,99	1,33	1,03
7,80	R	-	-	-	-	-	30,24	12,53	5,05	1,95	1,03
	v	-	-	-	-	-	4,17	2,93	2,04	1,36	1,06
8,00	R	-	-	-	-	-	31,81	13,18	5,31	2,05	1,09
	v	-	-	-	-	-	4,28	3,01	2,09	1,40	1,08
8,20	R	-	-	-	-	-	33,42	13,85	5,58	2,16	1,14
	v	-	-	-	-	-	4,38	3,08	2,14	1,43	1,11
8,40	R	-	-	-	-	-	35,07	14,53	5,86	2,26	1,20
	v	-	-	-	-	-	4,49	3,16	2,20	1,47	1,14
8,60	R	-	-	-	-	-	34,60	15,23	6,14	2,37	1,25
	v	-	-	-	-	-	4,60	3,23	2,25	1,50	1,16
8,80	R	-	-	-	-	-	36,22	15,95	6,43	2,34	1,31
	v	-	-	-	-	-	4,70	3,31	2,30	1,54	1,19
9,00	R	-	-	-	-	-	-	16,69	6,72	2,45	1,37
	v	-	-	-	-	-	-	3,38	2,35	1,57	1,22
9,20	R	-	-	-	-	-	-	17,43	7,03	2,56	1,44
	v	-	-	-	-	-	-	3,46	2,40	1,61	1,24
9,40	R	-	-	-	-	-	-	17,13	7,34	2,68	1,50
	v	-	-	-	-	-	-	3,53	2,46	1,64	1,27
9,60	R	-	-	-	-	-	-	17,87	7,65	2,79	1,56
	v	-	-	-	-	-	-	3,61	2,51	1,68	1,30
9,80	R	-	-	-	-	-	-	18,62	7,97	2,91	1,54
	v	-	-	-	-	-	-	3,68	2,56	1,71	1,33
10,00	R	-	-	-	-	-	-	19,39	8,30	3,03	1,60
	v	-	-	-	-	-	-	3,76	2,61	1,75	1,35

Anexo B

Anexo B6-16

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 9

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad:	$K = 0,007 \text{ mm}$	$\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
Densidad:	$\rho = 983,3 \text{ kg/m}^3$	$R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
Temperatura:	$t = 60^\circ\text{C}$	$v = \text{velocidad (m/s)}$
Viscosidad:	$\nu = 0,478 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	

d x s		20 x 2,3	25 x 2,8	32 x 3,6	40 x 4,5	50 x 5,6	63 x 7,1	75 x 8,4	90 x 10,1	110 x 12,3	125 x 14,0
\dot{V}	d_i	15,4 mm	19,4 mm	24,8 mm	31,0 mm	38,8 mm	48,8 mm	58,2 mm	69,8 mm	85,4 mm	97,0 mm
0,01	R	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,27	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	1,03	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,32	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	1,35	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,38	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	1,71	0,58	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,43	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	2,09	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,48	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	2,58	0,84	0,26	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,54	0,34	0,21	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	3,58	1,17	0,35	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,64	0,41	0,25	-	-	-	-	-	-	-
0,14	R	4,69	1,53	0,47	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,75	0,47	0,29	-	-	-	-	-	-	-
0,16	R	5,89	1,93	0,59	0,21	-	-	-	-	-	-
	v	0,86	0,54	0,33	0,21	-	-	-	-	-	-
0,18	R	7,15	2,35	0,74	0,25	-	-	-	-	-	-
	v	0,97	0,61	0,37	0,24	-	-	-	-	-	-
0,20	R	8,83	2,90	0,88	0,30	-	-	-	-	-	-
	v	1,07	0,68	0,41	0,26	-	-	-	-	-	-
0,30	R	18,22	6,00	1,83	0,63	0,21	-	-	-	-	-
	v	1,61	1,01	0,62	0,40	0,25	-	-	-	-	-
0,40	R	30,91	10,21	2,99	1,02	0,35	0,12	-	-	-	-
	v	2,15	1,35	0,83	0,53	0,34	0,21	-	-	-	-
0,50	R	48,30	15,23	4,67	1,53	0,52	0,17	-	-	-	-
	v	2,68	1,69	1,04	0,66	0,42	0,27	-	-	-	-
0,60	R	66,25	20,88	6,42	2,10	0,72	0,24	0,10	-	-	-
	v	3,22	2,03	1,24	0,79	0,51	0,32	0,23	-	-	-
0,70	R	90,17	28,42	8,33	2,86	0,98	0,32	0,13	-	-	-
	v	3,76	2,37	1,45	0,93	0,59	0,37	0,26	-	-	-
0,80	R	111,88	37,12	10,87	3,56	1,22	0,41	0,18	0,07	-	-
	v	4,29	2,71	1,66	1,06	0,68	0,43	0,30	0,21	-	-
0,90	R	141,60	44,63	13,07	4,51	1,54	0,49	0,21	0,09	-	-
	v	4,83	3,04	1,86	1,19	0,76	0,48	0,34	0,24	-	-
1,00	R	-	55,10	16,14	5,57	1,81	0,60	0,26	0,11	-	-
	v	-	3,38	2,07	1,32	0,85	0,53	0,38	0,26	-	-

Anexo B

Anexo B6-17

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 9

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,3 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,478 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 2,3	25 x 2,8	32 x 3,6	40 x 4,5	50 x 5,6	63 x 7,1	75 x 8,4	90 x 10,1	110 x 12,3	125 x 14,0
\dot{V}	d_i	15,4 mm	19,4 mm	24,8 mm	31,0 mm	38,8 mm	48,8 mm	58,2 mm	69,8 mm	85,4 mm	97,0 mm
1,20	R	-	79,35	23,24	7,62	2,61	0,83	0,36	0,15	-	-
	v	-	4,06	2,48	1,59	1,01	0,64	0,45	0,31	-	-
1,40	R	-	102,32	29,97	10,37	3,38	1,13	0,47	0,20	0,08	-
	v	-	4,74	2,90	1,85	1,18	0,75	0,53	0,37	0,24	-
1,60	R	-	-	39,15	12,83	4,41	1,40	0,61	0,25	0,09	0,05
	v	-	-	3,31	2,12	1,35	0,86	0,60	0,42	0,28	0,22
1,80	R	-	-	49,54	16,23	5,29	1,77	0,73	0,31	0,12	0,06
	v	-	-	3,73	2,38	1,52	0,96	0,68	0,47	0,31	0,24
2,00	R	-	-	61,17	20,04	6,53	2,07	0,91	0,37	0,14	0,08
	v	-	-	4,14	2,65	1,69	1,07	0,75	0,52	0,35	0,27
2,20	R	-	-	69,90	22,90	7,90	2,51	1,10	0,44	0,17	0,09
	v	-	-	4,55	2,91	1,86	1,18	0,83	0,57	0,38	0,30
2,40	R	-	-	-	27,26	8,87	2,99	1,24	0,53	0,19	0,11
	v	-	-	-	3,18	2,03	1,28	0,90	0,63	0,42	0,32
2,60	R	-	-	-	31,99	10,42	3,50	1,45	0,59	0,23	0,13
	v	-	-	-	3,44	2,20	1,39	0,98	0,68	0,45	0,35
2,80	R	-	-	-	37,10	12,08	3,84	1,68	0,68	0,26	0,14
	v	-	-	-	3,71	2,37	1,50	1,05	0,73	0,49	0,38
3,00	R	-	-	-	42,59	13,87	4,41	1,93	0,78	0,30	0,16
	v	-	-	-	3,97	2,54	1,60	1,13	0,78	0,52	0,41
3,20	R	-	-	-	48,46	15,78	5,01	2,08	0,89	0,32	0,18
	v	-	-	-	4,24	2,71	1,71	1,20	0,84	0,56	0,43
3,40	R	-	-	-	54,71	17,81	5,66	2,35	1,00	0,37	0,20
	v	-	-	-	4,50	2,88	1,82	1,28	0,89	0,59	0,46
3,60	R	-	-	-	57,72	19,97	6,34	2,63	1,06	0,41	0,22
	v	-	-	-	4,77	3,04	1,92	1,35	0,94	0,63	0,49
3,80	R	-	-	-	-	20,94	7,07	2,93	1,18	0,46	0,24
	v	-	-	-	-	3,21	2,03	1,43	0,99	0,66	0,51
4,00	R	-	-	-	-	23,20	7,37	3,25	1,31	0,51	0,27
	v	-	-	-	-	3,38	2,14	1,50	1,05	0,70	0,54
4,20	R	-	-	-	-	25,58	8,13	3,58	1,44	0,53	0,29
	v	-	-	-	-	3,55	2,25	1,58	1,10	0,73	0,57
4,40	R	-	-	-	-	28,07	8,92	3,93	1,58	0,58	0,32
	v	-	-	-	-	3,72	2,35	1,65	1,15	0,77	0,60
4,60	R	-	-	-	-	30,68	9,75	4,04	1,73	0,63	0,33
	v	-	-	-	-	3,89	2,46	1,73	1,20	0,80	0,62
4,80	R	-	-	-	-	33,41	10,62	4,40	1,88	0,69	0,36
	v	-	-	-	-	4,06	2,57	1,80	1,25	0,84	0,65
5,00	R	-	-	-	-	36,25	11,52	4,77	1,92	0,75	0,39
	v	-	-	-	-	4,23	2,67	1,88	1,31	0,87	0,68
5,20	R	-	-	-	-	39,21	12,46	5,16	2,08	0,81	0,43
	v	-	-	-	-	4,40	2,78	1,95	1,36	0,91	0,70
5,40	R	-	-	-	-	42,28	13,44	5,57	2,24	0,87	0,46
	v	-	-	-	-	4,57	2,89	2,03	1,41	0,94	0,73
5,60	R	-	-	-	-	45,47	14,45	5,99	2,41	0,94	0,49
	v	-	-	-	-	4,74	2,99	2,11	1,46	0,98	0,76

Anexo B

Anexo B6-18

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 9

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,3 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,478 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

d x s		20 x 2,3	25 x 2,8	32 x 3,6	40 x 4,5	50 x 5,6	63 x 7,1	75 x 8,4	90 x 10,1	110 x 12,3	125 x 14,0
\dot{V}	d_i	15,4 mm	19,4 mm	24,8 mm	31,0 mm	38,8 mm	48,8 mm	58,2 mm	69,8 mm	85,4 mm	97,0 mm
5,80	R	-	-	-	-	-	15,50	6,42	2,59	0,94	0,53
	v	-	-	-	-	-	3,10	2,18	1,52	1,01	0,78
6,00	R	-	-	-	-	-	16,59	6,87	2,77	1,01	0,57
	v	-	-	-	-	-	3,21	2,26	1,57	1,05	0,81
6,20	R	-	-	-	-	-	17,71	7,34	2,96	1,08	0,61
	v	-	-	-	-	-	3,31	2,33	1,62	1,08	0,84
6,40	R	-	-	-	-	-	18,87	7,82	3,15	1,15	0,61
	v	-	-	-	-	-	3,42	2,41	1,67	1,12	0,87
6,60	R	-	-	-	-	-	18,82	8,32	3,35	1,22	0,65
	v	-	-	-	-	-	3,53	2,48	1,72	1,15	0,89
6,80	R	-	-	-	-	-	19,97	8,83	3,56	1,30	0,69
	v	-	-	-	-	-	3,64	2,56	1,78	1,19	0,92
7,00	R	-	-	-	-	-	21,17	8,77	3,77	1,38	0,73
	v	-	-	-	-	-	3,74	2,63	1,83	1,22	0,95
7,20	R	-	-	-	-	-	22,39	9,28	3,99	1,46	0,77
	v	-	-	-	-	-	3,85	2,71	1,88	1,26	0,97
7,40	R	-	-	-	-	-	23,65	9,80	4,21	1,54	0,81
	v	-	-	-	-	-	3,96	2,78	1,93	1,29	1,00
7,60	R	-	-	-	-	-	24,95	10,34	4,17	1,62	0,86
	v	-	-	-	-	-	4,06	2,86	1,99	1,33	1,03
7,80	R	-	-	-	-	-	26,28	10,89	4,39	1,71	0,90
	v	-	-	-	-	-	4,17	2,93	2,04	1,36	1,06
8,00	R	-	-	-	-	-	27,64	11,46	4,62	1,80	0,95
	v	-	-	-	-	-	4,28	3,01	2,09	1,40	1,08
8,20	R	-	-	-	-	-	29,04	12,04	4,85	1,89	1,00
	v	-	-	-	-	-	4,38	3,08	2,14	1,43	1,11
8,40	R	-	-	-	-	-	30,48	12,63	5,09	1,98	1,05
	v	-	-	-	-	-	4,49	3,16	2,20	1,47	1,14
8,60	R	-	-	-	-	-	31,95	13,24	5,34	1,95	1,10
	v	-	-	-	-	-	4,60	3,23	2,25	1,50	1,16
8,80	R	-	-	-	-	-	33,45	13,86	5,59	2,04	1,15
	v	-	-	-	-	-	4,70	3,31	2,30	1,54	1,19
9,00	R	-	-	-	-	-	-	14,50	5,84	2,13	1,20
	v	-	-	-	-	-	-	3,38	2,35	1,57	1,22
9,20	R	-	-	-	-	-	-	15,15	6,11	2,23	1,26
	v	-	-	-	-	-	-	3,46	2,40	1,61	1,24
9,40	R	-	-	-	-	-	-	15,82	6,38	2,33	1,23
	v	-	-	-	-	-	-	3,53	2,46	1,64	1,27
9,60	R	-	-	-	-	-	-	16,50	6,65	2,43	1,28
	v	-	-	-	-	-	-	3,61	2,51	1,68	1,30
9,80	R	-	-	-	-	-	-	17,19	6,93	2,53	1,34
	v	-	-	-	-	-	-	3,68	2,56	1,71	1,33
10,00	R	-	-	-	-	-	-	17,90	7,22	2,63	1,39
	v	-	-	-	-	-	-	3,76	2,61	1,75	1,35

Anexo B

Anexo B6-19

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0	125 x 11,4
\dot{V}	d_i	16,2 mm	20,4 mm	26,0 mm	32,6 mm	40,8 mm	51,4 mm	61,2 mm	73,6 mm	90,0 mm	102,2 mm
0,01	R	0,05	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,05	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,16	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,10	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,32	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,15	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	0,51	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,19	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	0,74	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,24	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	1,02	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,29	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	1,31	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,34	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	1,67	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,39	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	2,06	0,69	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,44	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	2,47	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,49	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	3,34	1,12	0,35	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,58	0,37	0,22	-	-	-	-	-	-	-
0,14	R	4,41	1,48	0,45	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,68	0,43	0,26	-	-	-	-	-	-	-
0,16	R	5,57	1,88	0,57	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,78	0,49	0,30	-	-	-	-	-	-	-
0,18	R	6,81	2,30	0,70	0,25	-	-	-	-	-	-
	v	0,87	0,55	0,33	0,22	-	-	-	-	-	-
0,20	R	8,12	2,75	0,84	0,30	-	-	-	-	-	-
	v	0,97	0,61	0,37	0,24	-	-	-	-	-	-
0,30	R	16,97	5,56	1,71	0,59	0,21	-	-	-	-	-
	v	1,46	0,92	0,56	0,36	0,23	-	-	-	-	-
0,40	R	27,85	9,16	2,83	0,98	0,34	-	-	-	-	-
	v	1,94	1,22	0,74	0,48	0,31	-	-	-	-	-
0,50	R	41,70	13,74	4,10	1,48	0,50	0,17	-	-	-	-
	v	2,43	1,53	0,93	0,60	0,38	0,24	-	-	-	-
0,60	R	60,04	18,96	5,66	1,98	0,70	0,23	0,10	-	-	-
	v	2,91	1,84	1,11	0,72	0,46	0,29	0,20	-	-	-
0,70	R	78,17	25,81	7,71	2,69	0,91	0,30	0,13	-	-	-
	v	3,40	2,14	1,30	0,84	0,54	0,34	0,24	-	-	-
0,80	R	102,10	32,24	9,65	3,38	1,15	0,38	0,16	-	-	-
	v	3,88	2,45	1,48	0,96	0,61	0,39	0,27	-	-	-
0,90	R	123,35	40,81	11,68	4,09	1,39	0,47	0,20	0,08	-	-
	v	4,37	2,75	1,67	1,08	0,69	0,43	0,30	0,21	-	-
1,00	R	152,28	48,09	14,42	5,05	1,72	0,56	0,24	0,10	-	-
	v	4,85	3,06	1,85	1,20	0,76	0,48	0,34	0,24	-	-

Anexo B

Anexo B6-20

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

d x s		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0	125 x 11,4
\dot{V}	d_i	16,2 mm	20,4 mm	26,0 mm	32,6 mm	40,8 mm	51,4 mm	61,2 mm	73,6 mm	90,0 mm	102,2 mm
1,20	R	-	69,25	19,82	6,96	2,37	0,78	0,33	0,14	-	-
	v	-	3,67	2,23	1,44	0,92	0,58	0,41	0,28	-	-
1,40	R	-	89,77	26,98	9,04	3,09	1,02	0,44	0,18	0,07	-
	v	-	4,28	2,60	1,68	1,07	0,67	0,47	0,33	0,22	-
1,60	R	-	117,25	33,56	11,81	3,85	1,27	0,55	0,23	0,09	0,05
	v	-	4,90	2,97	1,92	1,22	0,77	0,54	0,38	0,25	0,20
1,80	R	-	-	42,47	14,24	4,87	1,61	0,69	0,28	0,11	0,06
	v	-	-	3,34	2,16	1,38	0,87	0,61	0,42	0,28	0,22
2,00	R	-	-	49,81	17,58	6,01	1,89	0,82	0,34	0,13	0,07
	v	-	-	3,71	2,40	1,53	0,96	0,68	0,47	0,31	0,24
2,20	R	-	-	60,27	21,27	6,93	2,29	0,99	0,40	0,15	0,08
	v	-	-	4,08	2,64	1,68	1,06	0,74	0,52	0,35	0,27
2,40	R	-	-	71,73	24,05	8,24	2,73	1,12	0,47	0,18	0,10
	v	-	-	4,45	2,88	1,84	1,16	0,81	0,56	0,38	0,29
2,60	R	-	-	84,18	28,22	9,68	3,05	1,32	0,56	0,21	0,11
	v	-	-	4,82	3,11	1,99	1,25	0,88	0,61	0,41	0,32
2,80	R	-	-	-	32,73	10,66	3,54	1,53	0,62	0,24	0,13
	v	-	-	-	3,35	2,14	1,35	0,95	0,66	0,44	0,34
3,00	R	-	-	-	37,58	12,24	4,06	1,67	0,71	0,27	0,14
	v	-	-	-	3,59	2,29	1,45	1,01	0,71	0,47	0,37
3,20	R	-	-	-	40,50	13,92	4,39	1,90	0,81	0,31	0,16
	v	-	-	-	3,83	2,45	1,54	1,08	0,75	0,50	0,39
3,40	R	-	-	-	45,72	15,72	4,95	2,14	0,87	0,33	0,18
	v	-	-	-	4,07	2,60	1,64	1,15	0,80	0,53	0,41
3,60	R	-	-	-	51,26	16,69	5,55	2,40	0,97	0,37	0,21
	v	-	-	-	4,31	2,75	1,73	1,22	0,85	0,57	0,44
3,80	R	-	-	-	57,12	18,60	6,19	2,54	1,08	0,42	0,22
	v	-	-	-	4,55	2,91	1,83	1,28	0,89	0,60	0,46
4,00	R	-	-	-	63,29	20,61	6,86	2,82	1,20	0,46	0,24
	v	-	-	-	4,79	3,06	1,93	1,35	0,94	0,63	0,49
4,20	R	-	-	-	-	22,72	7,56	3,11	1,32	0,48	0,27
	v	-	-	-	-	3,21	2,02	1,42	0,99	0,66	0,51
4,40	R	-	-	-	-	24,94	7,86	3,41	1,38	0,53	0,30
	v	-	-	-	-	3,37	2,12	1,49	1,03	0,69	0,54
4,60	R	-	-	-	-	27,26	8,59	3,73	1,51	0,58	0,31
	v	-	-	-	-	3,52	2,22	1,55	1,08	0,72	0,56
4,80	R	-	-	-	-	29,68	9,35	4,06	1,64	0,63	0,33
	v	-	-	-	-	3,67	2,31	1,62	1,13	0,75	0,59
5,00	R	-	-	-	-	32,20	10,15	4,17	1,78	0,69	0,36
	v	-	-	-	-	3,82	2,41	1,69	1,18	0,79	0,61
5,20	R	-	-	-	-	32,90	10,98	4,51	1,92	0,70	0,39
	v	-	-	-	-	3,98	2,51	1,76	1,22	0,82	0,63
5,40	R	-	-	-	-	35,48	11,84	4,87	2,08	0,76	0,42
	v	-	-	-	-	4,13	2,60	1,82	1,27	0,85	0,66
5,60	R	-	-	-	-	38,15	12,73	5,23	2,23	0,82	0,46
	v	-	-	-	-	4,28	2,70	1,89	1,32	0,88	0,68

Anexo B

Anexo B6-21

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 20^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0	125 x 11,4
\dot{V}	d_i	16,2 mm	20,4 mm	26,0 mm	32,6 mm	40,8 mm	51,4 mm	61,2 mm	73,6 mm	90,0 mm	102,2 mm
5,80	R	-	-	-	-	40,93	13,66	5,61	2,27	0,88	0,46
	v	-	-	-	-	4,44	2,80	1,96	1,36	0,91	0,71
6,00	R	-	-	-	-	43,80	13,80	6,01	2,43	0,94	0,50
	v	-	-	-	-	4,59	2,89	2,03	1,41	0,94	0,73
6,20	R	-	-	-	-	46,77	14,74	6,42	2,59	1,00	0,53
	v	-	-	-	-	4,74	2,99	2,09	1,46	0,97	0,76
6,40	R	-	-	-	-	49,83	15,70	6,84	2,76	1,07	0,56
	v	-	-	-	-	4,90	3,08	2,16	1,50	1,01	0,78
6,60	R	-	-	-	-	-	16,70	7,27	2,94	1,13	0,60
	v	-	-	-	-	-	3,18	2,23	1,55	1,04	0,80
6,80	R	-	-	-	-	-	17,73	7,29	3,12	1,14	0,64
	v	-	-	-	-	-	3,28	2,30	1,60	1,07	0,83
7,00	R	-	-	-	-	-	18,79	7,72	3,30	1,21	0,68
	v	-	-	-	-	-	3,37	2,36	1,65	1,10	0,85
7,20	R	-	-	-	-	-	19,87	8,17	3,50	1,28	0,71
	v	-	-	-	-	-	3,47	2,43	1,69	1,13	0,88
7,40	R	-	-	-	-	-	20,99	8,63	3,69	1,35	0,76
	v	-	-	-	-	-	3,57	2,50	1,74	1,16	0,90
7,60	R	-	-	-	-	-	22,14	9,10	3,90	1,42	0,75
	v	-	-	-	-	-	3,66	2,57	1,79	1,19	0,93
7,80	R	-	-	-	-	-	23,33	9,59	3,87	1,50	0,79
	v	-	-	-	-	-	3,76	2,63	1,83	1,23	0,95
8,00	R	-	-	-	-	-	24,54	10,09	4,08	1,58	0,84
	v	-	-	-	-	-	3,86	2,70	1,88	1,26	0,98
8,20	R	-	-	-	-	-	25,78	10,60	4,28	1,66	0,88
	v	-	-	-	-	-	3,95	2,77	1,93	1,29	1,00
8,40	R	-	-	-	-	-	27,05	11,12	4,49	1,74	0,92
	v	-	-	-	-	-	4,05	2,84	1,97	1,32	1,02
8,60	R	-	-	-	-	-	28,36	11,66	4,71	1,82	0,97
	v	-	-	-	-	-	4,14	2,90	2,02	1,35	1,05
8,80	R	-	-	-	-	-	27,94	12,21	4,93	1,91	1,01
	v	-	-	-	-	-	4,24	2,97	2,07	1,38	1,07
9,00	R	-	-	-	-	-	29,23	12,77	5,16	2,00	1,06
	v	-	-	-	-	-	4,34	3,04	2,12	1,41	1,10
9,20	R	-	-	-	-	-	30,54	13,34	5,39	1,97	1,11
	v	-	-	-	-	-	4,43	3,11	2,16	1,45	1,12
9,40	R	-	-	-	-	-	31,88	13,93	5,63	2,06	1,15
	v	-	-	-	-	-	4,53	3,17	2,21	1,48	1,15
9,60	R	-	-	-	-	-	33,25	14,53	5,87	2,15	1,20
	v	-	-	-	-	-	4,63	3,24	2,26	1,51	1,17
9,80	R	-	-	-	-	-	34,65	14,25	6,12	2,24	1,25
	v	-	-	-	-	-	4,72	3,31	2,30	1,54	1,19
10,00	R	-	-	-	-	-	36,08	14,83	6,37	2,33	1,31
	v	-	-	-	-	-	4,82	3,38	2,35	1,57	1,22

Anexo B

Anexo B6-22

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad:	$K = 0,007 \text{ mm}$	$\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
Densidad:	$\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$	$R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
Temperatura:	$t = 60^\circ\text{C}$	$v = \text{velocidad (m/s)}$
Viscosidad:	$\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	

$d \times s$		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0	125 x 11,4
\dot{V}	d_i	16,2 mm	20,4 mm	26,0 mm	32,6 mm	40,8 mm	51,4 mm	61,2 mm	73,6 mm	90,0 mm	102,2 mm
0,01	R	0,04	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,05	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
0,02	R	0,13	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,10	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
0,03	R	0,24	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,15	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	R	0,40	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,19	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	R	0,59	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,24	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	R	0,82	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,29	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	R	1,08	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,34	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	R	1,37	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,39	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	R	1,68	0,55	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,44	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	R	2,00	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,49	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
0,12	R	2,78	0,91	0,28	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,58	0,37	0,22	-	-	-	-	-	-	-
0,14	R	3,64	1,19	0,37	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,68	0,43	0,26	-	-	-	-	-	-	-
0,16	R	4,57	1,50	0,46	-	-	-	-	-	-	-
	v	0,78	0,49	0,30	-	-	-	-	-	-	-
0,18	R	5,79	1,90	0,56	0,20	-	-	-	-	-	-
	v	0,87	0,55	0,33	0,22	-	-	-	-	-	-
0,20	R	6,86	2,26	0,67	0,24	-	-	-	-	-	-
	v	0,97	0,61	0,37	0,24	-	-	-	-	-	-
0,30	R	14,14	4,67	1,39	0,49	0,16	-	-	-	-	-
	v	1,46	0,92	0,56	0,36	0,23	-	-	-	-	-
0,40	R	24,00	7,94	2,38	0,83	0,28	-	-	-	-	-
	v	1,94	1,22	0,74	0,48	0,31	-	-	-	-	-
0,50	R	37,50	11,84	3,55	1,19	0,41	0,14	-	-	-	-
	v	2,43	1,53	0,93	0,60	0,38	0,24	-	-	-	-
0,60	R	51,43	16,24	4,88	1,71	0,58	0,19	0,08	-	-	-
	v	2,91	1,84	1,11	0,72	0,46	0,29	0,20	-	-	-
0,70	R	70,00	22,11	6,33	2,23	0,76	0,25	0,11	-	-	-
	v	3,40	2,14	1,30	0,84	0,54	0,34	0,24	-	-	-
0,80	R	86,85	28,87	8,26	2,91	0,95	0,31	0,13	-	-	-
	v	3,88	2,45	1,48	0,96	0,61	0,39	0,27	-	-	-
0,90	R	109,92	34,72	10,46	3,51	1,20	0,40	0,16	0,07	-	-
	v	4,37	2,75	1,67	1,08	0,69	0,43	0,30	0,21	-	-
1,00	R	135,71	42,86	12,27	4,33	1,41	0,47	0,20	0,08	-	-
	v	4,85	3,06	1,85	1,20	0,76	0,48	0,34	0,24	-	-

Anexo B

Anexo B6-23

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad: $K = 0,007 \text{ mm}$ $\dot{V} = \text{caudal (l/s)}$
 Densidad: $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ $R = \text{pérdida de presión (mbar/m)}$
 Temperatura: $t = 60^\circ\text{C}$ $v = \text{velocidad (m/s)}$
 Viscosidad: $\nu = 0,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$d \times s$		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0	125 x 11,4
\dot{V}	d_i	16,2 mm	20,4 mm	26,0 mm	32,6 mm	40,8 mm	51,4 mm	61,2 mm	73,6 mm	90,0 mm	102,2 mm
1,20	R	-	61,72	17,66	5,92	2,03	0,64	0,28	0,12	-	-
	v	-	3,67	2,23	1,44	0,92	0,58	0,41	0,28	-	-
1,40	R	-	79,58	22,77	8,06	2,63	0,87	0,36	0,15	0,06	-
	v	-	4,28	2,60	1,68	1,07	0,67	0,47	0,33	0,22	-
1,60	R	-	103,94	29,75	9,97	3,43	1,08	0,47	0,19	0,07	0,04
	v	-	4,90	2,97	1,92	1,22	0,77	0,54	0,38	0,25	0,20
1,80	R	-	-	37,65	12,62	4,11	1,37	0,56	0,24	0,09	0,05
	v	-	-	3,34	2,16	1,38	0,87	0,61	0,42	0,28	0,22
2,00	R	-	-	46,48	15,58	5,08	1,69	0,69	0,30	0,11	0,06
	v	-	-	3,71	2,40	1,53	0,96	0,68	0,47	0,31	0,24
2,20	R	-	-	53,12	17,81	6,14	1,94	0,84	0,34	0,13	0,07
	v	-	-	4,08	2,64	1,68	1,06	0,74	0,52	0,35	0,27
2,40	R	-	-	63,21	21,19	7,31	2,30	0,95	0,40	0,16	0,08
	v	-	-	4,45	2,88	1,84	1,16	0,81	0,56	0,38	0,29
2,60	R	-	-	74,19	24,87	8,10	2,70	1,11	0,47	0,17	0,10
	v	-	-	4,82	3,11	1,99	1,25	0,88	0,61	0,41	0,32
2,80	R	-	-	-	28,85	9,39	2,96	1,29	0,52	0,20	0,11
	v	-	-	-	3,35	2,14	1,35	0,95	0,66	0,44	0,34
3,00	R	-	-	-	33,12	10,79	3,40	1,48	0,60	0,23	0,12
	v	-	-	-	3,59	2,29	1,45	1,01	0,71	0,47	0,37
3,20	R	-	-	-	37,68	12,27	3,87	1,59	0,68	0,25	0,14
	v	-	-	-	3,83	2,45	1,54	1,08	0,75	0,50	0,39
3,40	R	-	-	-	42,54	13,85	4,37	1,79	0,77	0,28	0,16
	v	-	-	-	4,07	2,60	1,64	1,15	0,80	0,53	0,41
3,60	R	-	-	-	44,88	15,53	4,89	2,01	0,86	0,31	0,17
	v	-	-	-	4,31	2,75	1,73	1,22	0,85	0,57	0,44
3,80	R	-	-	-	50,01	16,29	5,45	2,24	0,91	0,35	0,19
	v	-	-	-	4,55	2,91	1,83	1,28	0,89	0,60	0,46
4,00	R	-	-	-	55,41	18,05	6,04	2,48	1,00	0,39	0,21
	v	-	-	-	4,79	3,06	1,93	1,35	0,94	0,63	0,49
4,20	R	-	-	-	-	19,90	6,27	2,74	1,11	0,43	0,23
	v	-	-	-	-	3,21	2,02	1,42	0,99	0,66	0,51
4,40	R	-	-	-	-	21,84	6,88	3,01	1,21	0,44	0,25
	v	-	-	-	-	3,37	2,12	1,49	1,03	0,69	0,54
4,60	R	-	-	-	-	23,87	7,52	3,09	1,33	0,49	0,27
	v	-	-	-	-	3,52	2,22	1,55	1,08	0,72	0,56
4,80	R	-	-	-	-	25,99	8,19	3,37	1,45	0,53	0,28
	v	-	-	-	-	3,67	2,31	1,62	1,13	0,75	0,59
5,00	R	-	-	-	-	28,20	8,89	3,65	1,57	0,57	0,30
	v	-	-	-	-	3,82	2,41	1,69	1,18	0,79	0,61
5,20	R	-	-	-	-	30,50	9,61	3,95	1,60	0,62	0,33
	v	-	-	-	-	3,98	2,51	1,76	1,22	0,82	0,63
5,40	R	-	-	-	-	32,89	10,36	4,26	1,72	0,67	0,35
	v	-	-	-	-	4,13	2,60	1,82	1,27	0,85	0,66
5,60	R	-	-	-	-	35,37	11,15	4,58	1,85	0,72	0,38
	v	-	-	-	-	4,28	2,70	1,89	1,32	0,88	0,68

Anexo B

Anexo B6-24

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

Rugosidad:	K = 0,007 mm	\dot{V} = caudal (l/s)
Densidad:	ρ = 983,2 kg/m ³	R = pérdida de presión (mbar/m)
Temperatura:	t = 60°C	v = velocidad (m/s)
Viscosidad:	ν = 0,47 x 10 ⁻⁶ m ² /s	

d x s		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0	125 x 11,4
\dot{V}	d _i	16,2 mm	20,4 mm	26,0 mm	32,6 mm	40,8 mm	51,4 mm	61,2 mm	73,6 mm	90,0 mm	102,2 mm
5,80	R	-	-	-	-	37,94	11,96	4,92	1,99	0,77	0,41
	v	-	-	-	-	4,44	2,80	1,96	1,36	0,91	0,71
6,00	R	-	-	-	-	40,60	12,79	5,26	2,13	0,83	0,44
	v	-	-	-	-	4,59	2,89	2,03	1,41	0,94	0,73
6,20	R	-	-	-	-	43,35	13,66	5,62	2,27	0,83	0,47
	v	-	-	-	-	4,74	2,99	2,09	1,46	0,97	0,76
6,40	R	-	-	-	-	43,31	14,56	5,99	2,42	0,88	0,50
	v	-	-	-	-	4,90	3,08	2,16	1,50	1,01	0,78
6,60	R	-	-	-	-	-	15,48	6,36	2,57	0,94	0,53
	v	-	-	-	-	-	3,18	2,23	1,55	1,04	0,80
6,80	R	-	-	-	-	-	15,41	6,76	2,73	1,00	0,53
	v	-	-	-	-	-	3,28	2,30	1,60	1,07	0,83
7,00	R	-	-	-	-	-	16,33	7,16	2,89	1,06	0,56
	v	-	-	-	-	-	3,37	2,36	1,65	1,10	0,85
7,20	R	-	-	-	-	-	17,27	7,10	3,06	1,12	0,59
	v	-	-	-	-	-	3,47	2,43	1,69	1,13	0,88
7,40	R	-	-	-	-	-	18,25	7,50	3,23	1,18	0,63
	v	-	-	-	-	-	3,57	2,50	1,74	1,16	0,90
7,60	R	-	-	-	-	-	19,25	7,91	3,41	1,25	0,66
	v	-	-	-	-	-	3,66	2,57	1,79	1,19	0,93
7,80	R	-	-	-	-	-	20,27	8,33	3,59	1,31	0,70
	v	-	-	-	-	-	3,76	2,63	1,83	1,23	0,95
8,00	R	-	-	-	-	-	21,32	8,77	3,54	1,38	0,73
	v	-	-	-	-	-	3,86	2,70	1,88	1,26	0,98
8,20	R	-	-	-	-	-	22,40	9,21	3,72	1,45	0,77
	v	-	-	-	-	-	3,95	2,77	1,93	1,29	1,00
8,40	R	-	-	-	-	-	23,51	9,67	3,91	1,52	0,81
	v	-	-	-	-	-	4,05	2,84	1,97	1,32	1,02
8,60	R	-	-	-	-	-	24,64	10,13	4,09	1,60	0,85
	v	-	-	-	-	-	4,14	2,90	2,02	1,35	1,05
8,80	R	-	-	-	-	-	25,80	10,61	4,29	1,67	0,89
	v	-	-	-	-	-	4,24	2,97	2,07	1,38	1,07
9,00	R	-	-	-	-	-	26,99	11,10	4,48	1,64	0,93
	v	-	-	-	-	-	4,34	3,04	2,12	1,41	1,10
9,20	R	-	-	-	-	-	28,20	11,59	4,69	1,71	0,97
	v	-	-	-	-	-	4,43	3,11	2,16	1,45	1,12
9,40	R	-	-	-	-	-	29,44	12,10	4,89	1,79	1,01
	v	-	-	-	-	-	4,53	3,17	2,21	1,48	1,15
9,60	R	-	-	-	-	-	30,71	12,62	5,10	1,87	1,05
	v	-	-	-	-	-	4,63	3,24	2,26	1,51	1,17
9,80	R	-	-	-	-	-	32,00	13,16	5,32	1,94	1,03
	v	-	-	-	-	-	4,72	3,31	2,30	1,54	1,19
10,00	R	-	-	-	-	-	33,32	13,70	5,54	2,02	1,07
	v	-	-	-	-	-	4,82	3,38	2,35	1,57	1,22

Anexo B

Anexo B6-25

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

\dot{V} = caudal (l/s)

R = pérdida de presión (mbar/m)

v = velocidad (m/s)

Rugosidad: K = 0,007 mm

Densidad: ρ = 998 kg/m³

Temperatura: t = 20 °C

Viscosidad: ν = 1,02 x 10⁻⁶ m²/s

Rugosidad: K = 0,007 mm

Densidad: ρ = 977,8 kg/m³

Temperatura: t = 70 °C

Viscosidad: ν = 0,414 x 10⁻⁶ m²/s

\dot{V} l/s	\dot{V} l/min	\dot{V} m ³ /h	d_e s di	160	200	250	315	160	200	250	315
				14,6	18,2	22,7	28,6	14,6	18,2	22,7	28,6
				130,8	163,6	204,6	257,8	130,8	163,6	204,6	257,8
5	300	18	R	0,11	0,04	-	-	0,09	0,03	-	-
			v	0,37	0,24	-	-	0,37	0,24	-	-
6	360	22	R	0,15	0,05	-	-	0,13	0,04	-	-
			v	0,45	0,29	-	-	0,45	0,29	-	-
7	420	25	R	0,21	0,07	0,02	-	0,17	0,06	0,02	-
			v	0,52	0,33	0,21	-	0,52	0,33	0,21	-
8	480	29	R	0,26	0,09	0,03	-	0,21	0,07	0,02	-
			v	0,60	0,38	0,24	-	0,60	0,38	0,24	-
9	540	32	R	0,33	0,11	0,04	-	0,27	0,09	0,03	-
			v	0,67	0,43	0,27	-	0,67	0,43	0,27	-
10	600	36	R	0,38	0,13	0,05	-	0,33	0,11	0,04	-
			v	0,74	0,48	0,30	-	0,74	0,48	0,30	-
12	720	43	R	0,55	0,18	0,06	0,02	0,45	0,16	0,05	0,02
			v	0,89	0,57	0,36	0,23	0,89	0,57	0,36	0,23
14	840	50	R	0,70	0,24	0,08	0,03	0,61	0,20	0,07	0,02
			v	1,04	0,67	0,43	0,27	1,04	0,67	0,43	0,27
16	960	58	R	0,92	0,30	0,10	0,03	0,74	0,26	0,08	0,03
			v	1,19	0,76	0,49	0,31	1,19	0,76	0,49	0,31
18	1080	65	R	1,10	0,38	0,13	0,04	0,94	0,33	0,11	0,04
			v	1,34	0,86	0,55	0,34	1,34	0,86	0,55	0,34
20	1200	72	R	1,35	0,47	0,15	0,05	1,16	0,38	0,13	0,04
			v	1,49	0,95	0,61	0,38	1,49	0,95	0,61	0,38
22	1320	79	R	1,64	0,53	0,19	0,06	1,40	0,46	0,16	0,05
			v	1,64	1,05	0,67	0,42	1,64	1,05	0,67	0,42
24	1440	87	R	1,95	0,64	0,22	0,07	1,67	0,55	0,18	0,06
			v	1,79	1,14	0,73	0,46	1,79	1,14	0,73	0,46
26	1560	93,6	R	2,14	0,75	0,24	0,08	1,96	0,64	0,21	0,07
			v	1,93	1,24	0,79	0,50	1,93	1,24	0,79	0,50
28	1680	101	R	2,49	0,87	0,28	0,09	2,11	0,74	0,24	0,08
			v	2,08	1,33	0,85	0,54	2,08	1,33	0,85	0,54
30	1800	108	R	2,85	0,99	0,32	0,11	2,42	0,85	0,28	0,09
			v	2,23	1,43	0,91	0,57	2,23	1,43	0,91	0,57
32	1920	115	R	3,25	1,06	0,37	0,12	2,76	0,90	0,32	0,10
			v	2,38	1,52	0,97	0,61	2,38	1,52	0,97	0,61
34	2040	122	R	3,66	1,20	0,42	0,13	3,11	1,02	0,36	0,11
			v	2,53	1,62	1,03	0,65	2,53	1,62	1,03	0,65
36	2160	130	R	4,11	1,34	0,47	0,15	3,49	1,14	0,37	0,13
			v	2,68	1,71	1,09	0,69	2,68	1,71	1,09	0,69
38	2280	137	R	4,58	1,50	0,49	0,16	3,89	1,27	0,41	0,14
			v	2,83	1,81	1,16	0,73	2,83	1,81	1,16	0,73
40	2400	144	R	4,73	1,66	0,54	0,18	4,31	1,41	0,46	0,16
			v	2,98	1,90	1,22	0,77	2,98	1,90	1,22	0,77
42	2520	151	R	5,22	1,83	0,60	0,20	4,75	1,55	0,51	0,17
			v	3,13	2,00	1,28	0,80	3,13	2,00	1,28	0,80
44	2640	158	R	5,73	2,00	0,66	0,22	5,21	1,70	0,56	0,18
			v	3,27	2,09	1,34	0,84	3,27	2,09	1,34	0,84

Anexo B

Anexo B6-26

Pérdida de presión por fricción/velocidad de flujo tubería SDR 11

Pérdida de presión por fricción R y velocidad de flujo dependiendo del caudal \dot{V} .

\dot{V} = caudal (l/s)

R = pérdida de presión (mbar/m)

v = velocidad (m/s)

Rugosidad: K = 0,007 mm

Densidad: $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$

Temperatura: t = 20 °C

Viscosidad: $\nu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Rugosidad: K = 0,007 mm

Densidad: $\rho = 977,8 \text{ kg/m}^3$

Temperatura: t = 70 °C

Viscosidad: $\nu = 0,414 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

\dot{V} l/s	\dot{V} l/min	\dot{V} m ³ /h	d _e s di	160	200	250	315	160	200	250	315
				14,6	18,2	22,7	28,6	14,6	18,2	22,7	28,6
				130,8	163,6	204,6	257,8	130,8	163,6	204,6	257,8
46	2760	166	R	6,26	2,05	0,72	0,23	5,69	1,86	0,61	0,19
			v	3,42	2,19	1,40	0,88	3,42	2,19	1,40	0,88
48	2880	173	R	6,82	2,23	0,78	0,25	6,20	2,03	0,66	0,21
			v	3,57	2,28	1,46	0,92	3,57	2,28	1,46	0,92
50	3000	180	R	7,40	2,42	0,85	0,27	6,73	2,20	0,72	0,23
			v	3,72	2,38	1,52	0,96	3,72	2,38	1,52	0,96
55	3300	198	R	8,95	2,92	0,96	0,32	7,51	2,66	0,87	0,27
			v	4,09	2,62	1,67	1,05	4,09	2,62	1,67	1,05
60	3600	216	R	10,65	3,48	1,14	0,38	8,94	2,92	1,03	0,33
			v	4,47	2,85	1,82	1,15	4,47	2,85	1,82	1,15
65	3900	234	R	11,61	4,08	1,33	0,45	10,50	3,43	1,12	0,38
			v	4,84	3,09	1,98	1,25	4,84	3,09	1,98	1,25
70	4200	252	R	13,46	4,74	1,55	0,49	12,17	3,98	1,30	0,44
			v	5,21	3,33	2,13	1,34	5,21	3,33	2,13	1,34
75	4500	270	R	15,45	5,05	1,78	0,56	13,97	4,56	1,49	0,47
			v	5,58	3,57	2,28	1,44	5,58	3,57	2,28	1,44
80	4800	288	R	17,58	5,74	2,02	0,64	15,90	5,19	1,70	0,53
			v	5,95	3,81	2,43	1,53	5,95	3,81	2,43	1,53
85	5100	306	R	-	6,48	2,28	0,72	-	5,86	1,92	0,60
			v	-	4,04	2,59	1,63	-	4,04	2,59	1,63
90	5400	324	R	-	7,27	2,38	0,81	-	6,57	2,15	0,68
			v	-	4,28	2,74	1,72	-	4,28	2,74	1,72
95	5700	342	R	-	8,10	2,65	0,90	-	7,32	2,39	0,75
			v	-	4,52	2,89	1,82	-	4,52	2,89	1,82
100	6000	360	R	-	8,98	2,93	0,99	-	8,12	2,65	0,84
			v	-	4,76	3,04	1,92	-	4,76	3,04	1,92
110	6600	396	R	-	10,86	3,55	1,12	-	9,82	3,21	1,01
			v	-	5,23	3,35	2,11	-	5,23	3,35	2,11
120	7200	432	R	-	12,92	4,22	1,33	-	11,69	3,82	1,20
			v	-	5,71	3,65	2,30	-	5,71	3,65	2,30
130	7800	468	R	-	-	4,96	1,56	-	-	4,48	1,41
			v	-	-	3,95	2,49	-	-	3,95	2,49
140	8400	504	R	-	-	5,75	1,81	-	-	4,77	1,50
			v	-	-	4,26	2,68	-	-	4,26	2,68
150	9000	540	R	-	-	6,09	2,08	-	-	5,47	1,72
			v	-	-	4,56	2,87	-	-	4,56	2,87
160	9600	576	R	-	-	6,93	2,36	-	-	6,23	1,96
			v	-	-	4,87	3,07	-	-	4,87	3,07
170	10200	612	R	-	-	7,83	2,67	-	-	7,03	2,21
			v	-	-	5,17	3,26	-	-	5,17	3,26
180	10800	648	R	-	-	8,77	2,76	-	-	7,88	2,48
			v	-	-	5,47	3,45	-	-	5,47	3,45
190	11400	684	R	-	-	9,78	3,08	-	-	8,78	2,76
			v	-	-	5,78	3,64	-	-	5,78	3,64
200	12000	720	R	-	-	-	3,41	-	-	-	3,06
			v	-	-	-	3,83	-	-	-	3,83

Sistema PP-R & PP-RCT 20-315 mm



Avda. Sistema Solar, 3 A. Pol. Ind. Torrejón de Ardoz
28830 - San Fernando de Henares (Madrid)

Tel. 913 920 148 · polysan@polysan.es · www.polysan.es