

**Uponor**

## **Manual de diseño e instalación de sistemas con tubería PEX**

**Movemos la plomería y tubería mecánica hacia delante**



**El Manual de diseño e instalación de sistemas de tubería PEX** es publicado por

**Uponor Inc.** 5925 148th Street West  
Apple Valley, MN 55124 EE. UU.  
T 800.321.4739  
F 952.891.2008

**Uponor Ltd.**  
6510 Kennedy Road  
Mississauga, ON L5T 2X4 CANADÁ  
T 888.594.7726  
F 800.638.9517

**uponor.com**

© 2025 Uponor  
All rights reserved.

Octavo edición  
Primera edición febrero de 2023  
Impreso en los Estados Unidos de América

Uponor ha realizado esfuerzos razonables al recoger, preparar y proporcionar información y material de calidad en este manual. Sin embargo, mejoras del sistema pueden resultar en la modificación de características o especificaciones sin previo aviso.

Uponor no es responsable por las prácticas de instalación que se desvían de este manual o que no son prácticas aceptables dentro de los oficios mecánicos.

# Tabla de contenido

<b>Prólogo</b> . . . . .	<b>v</b>
<b>Capítulo 1: Propiedades de la PEX de Uponor</b> . . . . .	<b>1</b>
Propiedades de la PEX de Uponor . . . . .	1
Resistencia a la tensión . . . . .	1
Resistencia a los químicos . . . . .	2
Tubería AquaPEX® de Uponor . . . . .	3
Limpieza de AquaPEX de Uponor . . . . .	3
Resistencia a rayos ultravioleta (UV) . . . . .	3
Resistencia oxidativa . . . . .	3
Tubería ServicePEX™ de Uponor. . . . .	3
Tubería hePEX™ de Wirsbo . . . . .	4
Difusión de oxígeno . . . . .	4
Uso de PEX en sistemas de tubería hidrónicos . . . . .	4
Normas, códigos y listados. . . . .	5
Normas. . . . .	5
Códigos . . . . .	5
Listados. . . . .	5
Accesorios ProPEX® . . . . .	6
Accesorios ProPEX EP de Uponor . . . . .	6
Accesorios ProPEX de latón LF de Uponor para aplicaciones de agua potable . . . . .	7
Accesorios ProPEX de latón de Uponor para aplicaciones hidrónicas . . . . .	7
Accesorios de otros fabricantes. . . . .	7
<b>Capítulo 2: Realizar conexiones ProPEX.</b> . . . . .	<b>9</b>
Distancia entre accesorios. . . . .	9
Consejos generales para conexiones ProPEX. . . . .	9
Realizar conexiones ProPEX con herramientas expansoras ProPEX M12™, M12 FUEL™, M18™ o M18 FUEL™ de 2" de Milwaukee® . . . . .	10
Con rotación automática (cabezales estándares de Milwaukee) . . . . .	10
Sin rotación automática (cabezales estándares de Uponor) . . . . .	10
Realizar conexiones ProPEX con herramientas expansoras ProPEX M18 FORCE LOGIC™ de Milwaukee . . . . .	12
Instalación del cabezal de expansión FORCE LOGIC. . . . .	12
Realizar una conexión ProPEX . . . . .	12
Conexiones ProPEX con herramientas expansoras ProPEX 201 con cable. . . . .	13
Realizar conexiones ProPEX de ¾" . . . . .	15
Mantenimiento apropiado de la herramienta expansora y el cabezal . . . . .	15
Desconectar accesorios ProPEX de latón . . . . .	16
Solucionar problemas de conexiones ProPEX. . . . .	17
<b>Capítulo 3: Construcción resistente a incendios</b> . . . . .	<b>19</b>
Montajes de armazón de madera . . . . .	19
Montajes de piso / techo de armazón de madera . . . . .	19
Montajes de pared de acero / concreto . . . . .	20
Montajes de piso / techo de acero / concreto . . . . .	20
Montajes de armazón de madera (EE. UU.) . . . . .	21
Montajes de armazón de madera (Canadá). . . . .	24
Montajes de concreto (EE. UU.) . . . . .	26
Montajes de concreto (Canadá). . . . .	28
ASTM E814 o CAN / ULC-S115 . . . . .	29

Soluciones cortafuego . . . . .	29
Listados ASTM E814 y CAN / ULC-S115 . . . . .	31
Fundas coladas en sitio . . . . .	32
ASTM E84 — características de combustión superficial . . . . .	33
Requisitos ASTM E84 para el Soporte de tubería PEX-a . . . . .	33
CAN / ULC-S102.2 — características de combustión superficial . . . . .	35
Underwriters Laboratories (UL) 2846. . . . .	38
<b>Capítulo 4: Parámetros de diseño de sistemas . . . . .</b>	<b>39</b>
El mérito de Uponor . . . . .	39
Razón de dimensión estándar (SDR) . . . . .	39
Especificaciones de temperatura y presión. . . . .	39
Base de diseño hidrostático . . . . .	39
Capacidad de temperatura y presión excesivas . . . . .	40
Requisitos de diseño con PEX de Uponor en sistemas de agua caliente sanitaria. . . . .	40
Definiciones . . . . .	40
Diseño para el agua caliente sanitaria . . . . .	41
Dimensionar un sistema de tubería PEX de Uponor. . . . .	43
Método de interpolación . . . . .	43
Calculación de la pérdida por fricción . . . . .	44
Método Darcy-Weisbach . . . . .	44
Método Hazen-Williams . . . . .	45
Comparación de Darcy-Weisbach y Hazen-Williams . . . . .	46
Calculación de la pérdida por fricción por los accesorios . . . . .	48
Método $C_v$ para calcular la pérdida por fricción . . . . .	48
Sistemas de ósmosis inversa y agua desionizada . . . . .	49
Sobrecarga de presión e intensidad de sonido . . . . .	49
Golpe de ariete . . . . .	49
Consideraciones sobre la conductividad térmica y el aislamiento . . . . .	49
Punto de rocío y condensación . . . . .	49
Aislamiento de tubería. . . . .	50
Tipos de aislamiento . . . . .	51
Tubería PEX de Uponor pre-aislada . . . . .	51
Requisitos de aislamiento ASTM E84 y CAN / ULC S102.2 . . . . .	51
Productos Ecoflex® de Uponor . . . . .	51
Trazado de calor . . . . .	53
<b>Capítulo 5: Diseño y dimensiones de sistemas con PEX de Uponor. . . . .</b>	<b>55</b>
Sistemas de agua sanitaria de PEX de Uponor. . . . .	55
Tubería en la unidad / en suite . . . . .	55
Plomería Uponor Logic . . . . .	55
Eficacia de Uponor Logic . . . . .	56
Rendimiento de agua caliente . . . . .	56
Dispositivos para uso público . . . . .	57
Supresores de golpe de ariete. . . . .	57
Detalle de banco de descarga comercial . . . . .	58
Dimensionar un sistema PEX de Uponor de agua sanitaria . . . . .	59
Método uniforme de pérdida por fricción . . . . .	59
Dimensionar tubería en EE. UU. . . . .	61

Tabla 610.4 de UPC . . . . .	62
Tabla E201.1 de IPC . . . . .	63
Dimensionar tubería en Canadá . . . . .	65
Tabla A-2.6.3.1(2)A de NPCC . . . . .	65
Tabla 2.6.3.2 de NPCC . . . . .	66
Parámetros de diseño para sistemas con PEX de Uponor de agua caliente sanitaria . . . . .	69
Diseño de sistemas de agua caliente . . . . .	69
Dimensión y velocidad máxima . . . . .	69
Sistemas de recirculación de agua caliente . . . . .	69
Equilibración de sistemas de recirculación de agua caliente . . . . .	69
Tanques de expansión . . . . .	70
Sistemas hidráulicos de tubería PEX de Uponor . . . . .	70
Determinar la tasa de flujo . . . . .	70
Dimensionar tubería . . . . .	70
Equilibración del sistema . . . . .	71
Optimización . . . . .	71
Calculadora de Uponor para dimensionar tubería . . . . .	71
Código Internacional de la Conservación de Energía (IECC) . . . . .	72
Aislamiento de tubería . . . . .	72
<b>Capítulo 6: Métodos de instalación. . . . .</b>	<b>73</b>
Autorizaciones de códigos locales . . . . .	73
Almacenamiento y manejo de PEX . . . . .	73
Desenrollar PEX . . . . .	74
Doblar PEX . . . . .	74
Reformar tubería torcida . . . . .	74
Descongelar tubería congelada . . . . .	74
Apoyar a sistemas de tubería PEX de Uponor . . . . .	75
Requisitos generales para apoyar la tubería PEX . . . . .	75
Requisitos de los códigos . . . . .	75
Apoyar a válvulas de diámetro grande . . . . .	76
Soporte de Tubería PEX-a de Uponor . . . . .	77
Flejes del Soporte de tubería PEX-a . . . . .	78
Apoyando a conectores multipuerto en T de Uponor . . . . .	79
Expansión y contracción lineales . . . . .	81
Convalidación de pruebas . . . . .	81
Expansión y contracción lineales en aplicaciones subterráneas . . . . .	82
Expansión / contracción lineales y penetraciones con clasificación contra incendios . . . . .	82
Requisitos de soportes en tramos verticales . . . . .	83
Mitigación de la expansión y contracción verticales . . . . .	83
Protección de accesorios ProPEX de abrazaderas . . . . .	84
Instalación bajo tierra y en las losas . . . . .	85
Tubería PEX de Uponor pre-aislada . . . . .	85
Tubería PEX de Uponor con funda preinstalada . . . . .	85
Servicio de agua . . . . .	86
Alambre de rastrear . . . . .	86
Preparación del fondo de zanjas . . . . .	87
Incrustación de tubería . . . . .	87

Cargas H-20 . . . . .	88
Perforación horizontal direccional . . . . .	88
Purga del sistema. . . . .	89
Desinfección de sistemas de agua . . . . .	89
Dióxido de cloro . . . . .	89
Directrices para aditivos de agua . . . . .	89
Procedimientos para pruebas a presión. . . . .	90
Importancia de acondicionar la tubería PEX-a. . . . .	90
Procedimiento para acondicionar y poner a prueba de presión constante . . . . .	90
Aislamiento de espuma en spray Icynene® . . . . .	91
Espumas en spray de célula cerrada . . . . .	91
Aparatos de luz empotrados . . . . .	91
Pintar la tubería PEX de Uponor. . . . .	91
Identificación de tubería . . . . .	92
Termiticidas / pesticidas . . . . .	92
<b>Capítulo 7: Puesta en marcha, operación y mantenimiento . . . . .</b>	<b>93</b>
Plan de operación y mantenimiento . . . . .	93
Directrices de mantenimiento preventivo . . . . .	93
<b>Apéndice A: Propiedades de fluidos . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>Apéndice B: Tablas de pérdida por fricción de PEX de Uponor . . . . .</b>	<b>97</b>
<b>Apéndice C: Longitud equivalente de accesorios y <math>C_v</math>. . . . .</b>	<b>117</b>
Longitud equivalente de accesorios . . . . .	117
Longitud equivalente de accesorios y datos del $C_v$ . . . . .	118
<b>Apéndice D: Pérdida de calor de la tubería y temperatura superficial de tubería . . . . .</b>	<b>127</b>

## Prólogo

Este manual de diseño e instalación está publicado para arquitectos, autoridades de construcción, ingenieros, plomeros y contratistas mecánicos que tienen interés en la plomería PEX y los sistemas hidrónicos de tubería de Uponor. Describe las recomendaciones generales de instalación que utilizan productos de tubería PEX de Uponor. Consulte los códigos locales para requisitos adicionales.

Uponor ha realizado esfuerzos razonables al recoger, preparar y proporcionar información y material de calidad en este manual. Sin embargo, mejoras del sistema pueden resultar en la modificación de características o especificaciones sin previo aviso.

Uponor no es responsable por las prácticas de instalación que se desvían de este manual o que no son prácticas aceptables dentro de los oficios mecánicos, códigos o normas de práctica.

Consulte la Guía de instalación de AquaSAFE™ de Uponor para instalar un sistema combinado de plomería y seguridad contra incendios usando productos de Uponor.

Dirija cualquier pregunta respecto a la idoneidad de una aplicación o un diseño específico a su representante local de Uponor al llamar al 888.594.7726.

Tome en cuenta que este manual está disponible en inglés, español y francés sin ningún cargo. Para pedir copias adicionales, visite la página web de Uponor en [uponor.com](http://uponor.com).

A través del documento se harán múltiples referencias a los requisitos de los códigos locales o nacionales. Uponor reconoce la importancia de reglamentos consistentes y colabora estrechamente con las asociaciones de la industria y los órganos de desarrollo de los códigos para asegurar la transparencia, consistencia y seguridad. Es importante entender la diferencia entre una recomendación de un fabricante (Uponor) y un requisito de un código tal como se aplica. Si existen diferencias entre las recomendaciones de Uponor y los parámetros de diseño y el lenguaje ejecutable del código, es de suma importancia

seguir el criterio más restrictivo. Donde las recomendaciones de Uponor son más restrictivas que el código adoptado, es necesario seguir nuestras limitaciones para asegurar que el (los) producto(s) funcione(n) tal como esperado y conserva(n) la cobertura de la garantía limitada de Uponor. Uponor siempre recomienda confirmar que los productos, diseño e instalación prevista sean aceptables a la autoridad local con jurisdicción y que cumplan con todos los códigos, ordenanzas y reglamentos locales previo a su instalación.





# Capítulo 1

## Características de la PEX de Uponor

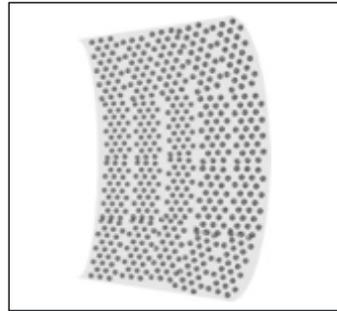
### Características de la PEX de Uponor

PEX es la sigla del polietileno reticulado. Las letras "PE" se refieren a la materia prima utilizada para fabricar el polietileno; la "X" se refiere a la reticulación del polietileno a través de sus cadenas moleculares. Las cadenas moleculares se enlazan en una red de tres dimensiones que causa que la PEX sea notablemente resistente dentro de una amplia variedad de temperaturas y presiones.

Actualmente existen tres métodos para fabricar la PEX:

- Método Engel o peróxido (PEX-a)
- Método Silane (PEX-b)
- Método haz de electrones o radiación (PEX-c)

Los tres procesos producen tubería que es reticulada a varios grados según las normas ASTM F876 y F877.



**Figura 1-1: PEX-a (Engel) reticulación del 80 % y más**

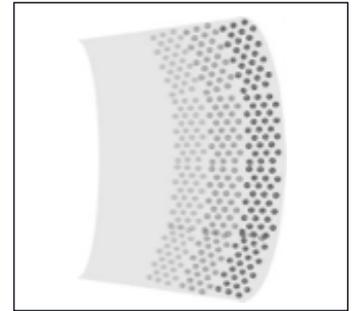
Uponor fabrica tubería PEX-a con el método Engel. La industria de PEX considera que esta tubería es superior porque la reticulación se realiza durante el proceso de fabricación cuando el polietileno está en su estado amórfico (por encima del punto de fusión cristalina). Por consiguiente, el grado de reticulación alcanza más del 80 %, así resultando en un producto más uniforme sin enlaces débiles en la cadena molecular.



**Figura 1-2: PEX-b (Silane) reticulación del 65 al 70 %**

### Méritos de la PEX-a

Las características de la tubería PEX-a le han convertido en la PEX más flexible en el mercado. Esta flexibilidad permite el radio de curvatura más estrecho disponible, seis veces el diámetro exterior de la tubería. Su flexibilidad también reduce enormemente los casos de tubería torcida. En el caso excepcional de una torcedura, la memoria térmica de la PEX-a permite la reparación de la torcedura con un simple soplo de calor de una pistola de calor.



**Figura 1-3: PEX-c (Radiación) reticulación del 70 al 75 %**

La memoria de forma también ofrece la oportunidad singular para conexiones de accesorios ProPEX. La memoria de forma permite que la PEX-a se expanda y después se encoja a su tamaño normal, creando así conexiones fuertes, resistentes y fiables.

Finalmente, la tubería PEX-a ofrece mayor resistencia a la propagación de grietas (la manera en que una grieta se expande) que la tubería PEX-b o PEX-c. Una grieta que ocurre en la tubería PEX-a tiene menos probabilidad de expandirse con el paso de tiempo y de causar fugas o daños.

### Resistencia a la tensión

La tubería instalada en aplicaciones comerciales tiene que resistir las tensiones que resultan de la instalación dentro de edificios comerciales. Las tensiones típicas incluyen:

- Expansión y contracción que resultan de la repetición del calentamiento y el posterior enfriamiento del fluido térmico
- Rozamiento, cizallamiento y estiramiento mecánicos que ocurren como resultado de la instalación, movimiento estructural normal y calentamiento y enfriamiento de los cambios climáticos estacionales

Característica	Unidades inglesas	Unidades SI
Módulos aproximados de elasticidad (Secante al 1 % y 73 °F / 22.8 °C)	91 350 psi	630 N / mm <sup>2</sup>
Fuerza de tracción a 68 °F (20 °C) según DIN 53455	2.76 a 3.77 psi	19 a 26 N / mm <sup>2</sup>
Densidad de la tubería	59 libras / pie <sup>3</sup>	936 Kg / m <sup>3</sup>
Resistencia al impacto	No fallará bajo impacto a temperaturas de -284 °F / -140 °C	
Absorción de agua	Temperatura ambiente = 0.01 % Herviendo durante 40 días = 0.07 %	
Coefficiente de fricción (factor de rugosidad de la superficie)	0.000019 pulgadas	0.0005 mm
Tensión superficial	0.00014 libras / pulgadas	25 dines / cm
Coefficiente de la expansión lineal a 135 °F / 57 °C	Promedio = 9.2 * 10 <sup>-5</sup> pulg / pulg * °F	Promedio = 1.7 * 10 <sup>-4</sup> m / m * °C
Temperatura de reblandecimiento	264 °F a 268 °F	129 °C a 131 °C
Calor específico	0.55 Btu / libra * °F	2302.3 J / kg * °C
Coefficiente de conductividad térmica	0.219 Btu / (horas * pies * °F)	0.38 W / (m * °K)
Grado de reticulación	70 a 89 % (según ASTM F876)	
Radio mínimo de curvatura	Seis veces el diámetro exterior	

**Tabla 1-1: Características materiales de PEX de Uponor**

- La PEX de Uponor proporciona la resistencia y fiabilidad necesarias para estas aplicaciones y actualmente mantiene el récord mundial no oficial para pruebas a largo plazo en temperaturas y presiones elevadas. De 1973 a 2009 la tubería se sometió a una prueba continua a 203 °F (95 °C) en 175 psi (12 bar) por Studvik en Suecia y BASF en Alemania.

### Resistencia a los químicos

La PEX cuenta con buena resistencia a agentes de disolución química. La singular estructura molecular es estable e inerte, y apenas es afectada por químicos (orgánicos o no orgánicos) que comúnmente se encuentran en sistemas hidrónicos de plomería. Póngase en contacto con Uponor Technical Support para averiguar la compatibilidad química específica. Consulte el Informe técnico 19 del Plastics Pipe Institute (PPI) *Resistencia a los químicos de materiales*

Dimensiones y características físicas de la tubería PEX SDR9 de Uponor					
Tamaño nominal de tubo	Diámetro exterior de tubería (pulgadas)	Diámetro interior de tubería (pulgadas)	Peso solamente de tubería libras / pie (kg / m)	Contenido de tubería galones / pie (l / m)	Peso de tubería y agua libras / pies (kg / m)
¼"	0.375	0.241	0.04 (0.018)	0.0024 (0.009)	0.06 (0.027)
⅜"	0.50	0.350	0.05 (0.022)	0.005 (0.018)	0.09 (0.040)
½"	0.625	0.475	0.06 (0.027)	0.0092 (0.034)	0.14 (0.063)
⅝"	0.750	0.574	0.08 (0.036)	0.0134 (0.050)	0.19 (0.086)
¾"	0.875	0.671	0.1 (0.045)	0.0184 (0.069)	0.25 (0.113)
1"	1.125	0.862	0.2 (0.090)	0.0303 (0.114)	0.45 (0.204)
1¼"	1.375	1.054	0.34 (0.154)	0.0453 (0.171)	0.72 (0.326)
1½"	1.625	1.244	0.44 (0.199)	0.0632 (0.239)	0.96 (0.435)
2"	2.125	1.629	0.682 (0.309)	0.1083 (0.409)	1.58 (0.716)
2½"	2.625	2.011	0.93 (0.421)	0.1649 (0.624)	2.3 (1.043)
3"	3.125	2.4	1.28 (0.580)	0.2351 (0.889)	3.24 (1.469)
4"	4.125	3.17	2.29 (1.03)	0.4097 (1.550)	5.703 (2.586)

**Tabla 1-2: Dimensiones y características físicas de la tubería PEX SDR9**

*de tubería de plástico para más información sobre el traslado de los químicos.*

## Tubería AquaPEX® de Uponor

La tubería AquaPEX® de Uponor está destinada al uso en sistemas de plomería de agua potable sanitaria. También está disponible para sistemas de agua reclamada. Aunque puede usarse en aplicaciones hidráulicas de calefacción y refrigeración, no cuenta con una barrera al oxígeno, lo cual significa que se requieren más elementos para controlar los niveles de oxígeno en el sistema hidráulico.

Producto	Identificación	Resistencia a UV
AquaPEX blanca de Uponor	5106	1 mes
AquaPEX blanca de Uponor con letras azules	5106	1 mes
AquaPEX blanca de Uponor con letras rojas	5106	1 mes
AquaPEX morada de Uponor	5106	1 mes
AquaPEX azul de Uponor	5306	6 meses
AquaPEX roja de Uponor	5306	6 meses

**Tabla 1-3: Especificaciones de resistencia a rayos UV de AquaPEX de Uponor**

### Limpieza de AquaPEX de Uponor

Los materiales de alta calidad y el proceso exigente que se usan al fabricar la AquaPEX de Uponor rinden una tubería de distribución de agua notablemente limpia. La tubería PEX de Uponor se fabrica al reticular material de polietileno 100 % virgen, de alta densidad y alto peso molecular. Se somete a las pruebas, códigos, listados y normas más exigentes.

Además de las pruebas y la certificación en NSF International, Canadian

Standards Association (CSA) y Underwriters Laboratories (UL), la tubería PEX de Uponor ha sido probada y aprobada para aplicaciones de agua potable por las agencias más exigentes del mundo, incluyendo DVWG-Alemania, KIWA-Holanda, CTSB-Francia y BSI-Gran Bretaña.

Pruebas de extracción de toxicidad realizados de conformidad con ANSI / NSF 61 *Componentes de sistemas de agua potable – Efectos en la salud* averiguan que la tubería PEX de Uponor no lixivia sustancias potencialmente dañinas al agua potable.

### Resistencia a rayos ultravioleta (UV)

El método de prueba para evaluar la resistencia a rayos UV tal como requerido por ASTM F876 es ASTM F2657 *Método de prueba estándar para la exposición a la intemperie de la tubería de polietileno reticulado (PEX)*. Según ASTM F876, la tubería PEX tiene que llevar un código de cuatro dígitos para manifestar los requisitos con los cuales cumple. El segundo dígito del código hace referencia a la resistencia mínima a rayos ultravioleta (UV) de la tubería. Por ejemplo, la tubería con la identificación 5106 cuenta con "1" como el segundo dígito, lo cual indica que la tubería cumple con los requisitos mínimos de resistencia a rayos UV durante un período de un mes. La tubería con "2" como el segundo dígito indica un período de resistencia de 3 meses y la tubería con "3" indica un período de resistencia de 6 meses.

Para la resistencia mínima a rayos UV de todos los productos AquaPEX de Uponor, consulte la **Tabla 1-3**.

**Nota:** Consulte la **página 91** para directrices de manejo alrededor de dispositivos de luz.

### Resistencia oxidativa

El método de prueba para evaluar la resistencia oxidativa tal como requerido por ASTM F876 es ASTM F2023 *Método de prueba para evaluar la resistencia oxidativa de la tubería y los sistemas de polietileno reticulado (PEX) a agua caliente con cloro*. Según ASTM F876, la tubería PEX tiene que llevar un código de cuatro dígitos para manifestar los requisitos con los cuales cumple. El primer dígito del código hace referencia a la resistencia mínima al cloro en las condiciones de uso final.

Se evaluó la AquaPEX de Uponor según el método de prueba de ASTM F2023 para la evaluación de resistencia oxidativa a agua caliente y clorada. Es el método de prueba más riguroso de la industria. La tubería AquaPEX de Uponor sobrepasa el requisito de expectativa mínima de vida útil de 50 años al funcionar con las condiciones de uso final un 100 % del tiempo (incluyendo la recirculación) a 140 °F / 60 °C hasta 80 psi para el agua potable. Consulte la **página 69** para el diseño adecuado de sistemas de agua caliente.

## Tubería ServicePEX™ de Uponor

La tubería ServicePEX™ de Uponor se fabrica y se diseña para usarse en aplicaciones de servicio de agua. La tubería se certifica conforme al Estándar C904 de AWWA y se alista conforme a los requisitos de IPC, IRC y UPC.

Al igual que la AquaPEX de Uponor, la ServicePEX se fabrica para rendir una tubería de distribución de agua

sumamente limpia, al reticular material de polietileno 100 % virgen, de alta densidad y alto peso molecular y está sujeta a las pruebas, códigos, listados y normas más rigurosos.

La tubería cuenta con las **especificaciones** hidrostáticas según TR-4 **del PPI**:

- 160 psi a 73 °F (11 bar a 23 °C)
- 100 psi a 180 °F (6.9 bar a 82 °C)

**Nota:** ServicePEX puede satisfacer los **requisitos de rendimiento** de la sección F.7 del **TR-3 del PPI** para materiales de polietileno (PE) reuniendo los requisitos para un **factor de diseño más alto de 0.63** en una especificación de temperatura y presión de **200 psi a 73.4 °F (13.8 bar a 23 °C)**.

Tome nota que aunque la tubería cuenta con la identificación PEX 5306 para seis meses de resistencia a rayos UV, la tubería ha sido puesta a prueba y comprobada para tolerar 12 meses de exposición a rayos UV.

Producto	Identificación	Resistencia a UV
Tubería ServicePEX	5306	Listada para 6 meses, pero probada y comprobada para resistir 12 meses

**Tabla 1-4: Especificaciones de resistencia a rayos UV de ServicePEX de Uponor**

## hePEX™ de Wirsbo

La hePEX de Wirsbo cuenta con una barrera al oxígeno que cumple con el DIN 4726 para usarse en aplicaciones de tramo cerrado en la tubería hidrónica y la calefacción y refrigeración radiantes. Es compatible con los accesorios ProPEX de Uponor y con los de estilo QS y está fabricada en pleno cumplimiento con ASTM F876 y F877. También es alistada a NSF 61 para aplicaciones de agua potable. Para la resistencia a rayos UV, consulte la **Tabla 1-5** abajo.

### Difusión de oxígeno

Toda tubería no metálica (de plástico o de goma) es permeable al paso de moléculas disueltas de oxígeno por los materiales de las paredes. Esta permeabilidad permite que las moléculas disueltas de oxígeno entren en un sistema cerrado. Un exceso de moléculas de oxígeno en un sistema de calefacción podrá causar problemas de corrosión con los componentes ferrosos del sistema.

En cualquier nueva instalación de calefacción hidrónica, existen moléculas disueltas de oxígeno en el agua nueva y fresca. Las burbujas grandes se purgan del sistema antes del arranque inicial. No obstante, el oxígeno disuelto permanece. Este oxígeno disuelto no es visible en forma de burbujas, y no puede ser eliminado con el uso de una salida o toma de aire.

Mientras el sistema de calefacción lleva el agua a la temperatura deseada, estas moléculas disueltas de oxígeno conectan progresivamente con los componentes ferrosos del sistema. El resultado es la corrosión u oxidación. Después de varios años de operación, se hará evidente una capa de óxido en todos los componentes ferrosos.

En un típico sistema hidrónico con tubería de metal, casi todas las moléculas disueltas de oxígeno se gastan y causan una oxidación no agresiva llamada "óxido de hierro" normalmente dentro de las primeras 72 horas, y ese es el final del proceso de corrosión.

En un sistema no metálico, usando tubería de plástico o de goma, el oxígeno continúa entrando al sistema a través de la tubería permeable, y el proceso de corrosión continúa. Si no se controla, esta corrosión causará daños considerables a los componentes ferrosos del sistema de calefacción.

Los daños pueden incluir:

- Fallos del circulador
- Pequeñas perforaciones donde los tanques de expansión
- Una acumulación roja y fangosa dentro de la tubería del sistema (así reduciendo el flujo)
- Fallo eventual de la caldera (si se usa una caldera de hierro fundido o de acero)

### Uso de PEX en sistemas hidrónicos de tubería

Consulte las siguientes opciones al usar PEX en sistemas hidrónicos de tubería.

- Opción 1:** Utilice la tubería hePEX de Wirsbo que limita la difusión de oxígeno al fluido térmico hasta un nivel consistente con las normas establecidas.
- Opción 2:** Aísle el fluido térmico de los componentes más propensos a la corrosión (por ejemplo, bombas, calderas, tanques de expansión de hierro fundido, etc.) con un intercambiador de calor no ferroso. La tubería AquaPEX de Uponor no cuenta con una barrera de difusión de oxígeno, pero es disponible para los sistemas que aíslan los tramos de calefacción de los componentes de la central térmica y circuladores. Los demás componentes (por ejemplo, tanques de expansión, circuladores y tubería) por el lado de la calefacción del piso del intercambiador de calor también tienen que ser fabricados de materiales no ferrosos.
- Opción 3:** Utilice la tubería AquaPEX de Uponor y elimine todo componente ferroso y corrosivo del sistema (por ejemplo, usar bombas de bronce, calderas de tubería de cobre con colectores de bronce, etc.)
- Opción 4:** Trate todo fluido térmico con inhibidores de corrosión. Los inhibidores de corrosión requieren mantenimiento regular del encargado de la central térmica para mantener el nivel debido de inhibidor. En caso de que la mezcla del sistema se permita expirar, podrá haber daños por corrosión. Por estas razones, Uponor no recomienda el uso de inhibidores de corrosión para contrarrestar los efectos de la difusión de oxígeno. Consulte la sección "Directrices para aditivos de agua" en la **página 89** para más información sobre los inhibidores de corrosión.

Producto	Identificación	Resistencia a UV
hePEX de Wirsbo	5106	1 mes

**Tabla 1-5: Especificaciones de resistencia a rayos UV de hePEX de Wirsbo**

## Normas, códigos y listados

La tubería PEX de Uponor está fabricada para cumplir con los siguientes requisitos. Consulte las presentaciones de productos para obtener más detalles.

### Normas

#### ASTM International

- ASTM F876 Especificación estándar para tubería de polietileno reticulado (PEX)
- ASTM F877 Especificación estándar para sistemas de distribución de agua caliente y fría por tubería de polietileno reticulado (PEX) de plástico
- ASTM F1960 Especificación estándar para accesorios de expansión en frío con anillos PEX de refuerzo para usarse con tubería de polietileno reticulado (PEX)
- ASTM F2023 Método de prueba estándar para evaluar la resistencia oxidativa de la tubería y los sistemas de polietileno reticulado (PEX) a agua caliente con cloro
- ASTM F2657 Método de prueba estándar para la exposición a la intemperie de la tubería de polietileno reticulado (PEX)
- ASTM E84 Método de prueba estándar para las características de combustión superficial de materiales de construcción
- ASTM E119 Método de prueba estándar para las pruebas contra incendios de construcción y materiales de edificación
- ASTM E814 Método de prueba estándar para pruebas contra incendios de sistemas de productos cortafuego en penetraciones pasantes

#### NSF International

- ANSI / NSF Estándar 14 Componentes de sistemas de tubería de plástico y materiales relacionados
- ANSI / NSF Estándar 61 Componentes de sistemas de agua potable – Efectos en la salud
- ANSI / NSF Estándar 359 Válvulas para sistemas de distribución de agua de polietileno reticulado (PEX)

#### American Water Works Association (AWWA)\*

- AWWA C904 Tubería de presión de polietileno reticulado (PEX), ½" (12 mm) a 3" (76 mm), para servicio de agua

\*Solo la tubería ServicePEX™ de Uponor

#### Underwriters Laboratories, Inc. (UL)

- ANSI / UL 263 Norma de seguridad de pruebas contra incendios de construcción y materiales de edificación
- UL 1821 Norma de seguridad para tubería y accesorios termoplásticos de rociadores para servicio de protección contra incendios (sólo aplicaciones NFPA 13D)
- UL 2846 Norma de seguridad para pruebas contra incendios de tubería de plomería de plástico para la distribución de agua para características de llama visible y humo

#### CSA Group (Canadian Standards Association)

- CAN / CSA B137.5 Sistemas de tubería de polietileno reticulado (PEX) para aplicaciones de presión
- CAN / CSA B214 Código de instalación para sistemas hidráulicos de calefacción

#### Underwriters Laboratories of Canada (ULC)

- CAN / ULC-S102.2 Método estándar de prueba para características de combustión superficial de pisos, revestimientos de pisos y materiales y conjuntos misceláneos
- CAN / ULC-S101 Métodos estándares de pruebas de resistencia al incendio de construcción y materiales de edificación
- CAN / ULC-S115 Método estándar de pruebas contra incendios de sistemas de productos cortafuego

#### Plastics Pipe Institute (PPI)

- Informe técnico TR-4 del PPI

#### Normas nacionales de Alemania (DIN)

- DIN 4726 Sistemas de calefacción superficial de agua caliente y sistemas de conexiones a radiadores – Sistemas de tubería de plástico y sistemas de tubería multicapa

#### Códigos

- IECC
- IPC
- IMC
- IRC
- UPC
- UMC
- NSPC
- HUD
- UFGS
- NPC de Canadá
- NBC de Canadá

#### Listados

- cNSFus-fs
- cNSFus-rfh
- cNSFus-pw
- cQAIus
- UL
- CSA
- WH
- ETL
- PPI-TR-4
- ICC-ES-PMG
- IAPMO
- BMEC
- CCMC

Figura 1-4: Bobinas de tubería PEX de Uponor



## Accesorios ProPEX

Los accesorios ProPEX de Uponor están disponibles en polímero procesado (EP), latón sin plomo (LF) y latón, y están probados y alistados a:

- ASTM F1960 Especificación estándar para accesorios de expansión en frío con anillos PEX de refuerzo para usarse con tubería de polietileno reticulado (PEX)
- CAN / CSA B137.5 Sistemas de tubería de polietileno reticulado (PEX) para aplicaciones de presión

### Accesorios ProPEX EP de Uponor

#### Accesibilidad

Las conexiones de los accesorios ProPEX (es decir, ASTM F1960 y CAN / CSA B137.5) no requieren juntas tóricas ni se consideran una conexión mecánica y por ello pueden enterrarse directamente en la tierra o pueden colocarse detrás de un revestimiento de paredes sin la necesidad de acceso directo a los accesorios o la conexión. Esto incluye los conectores multipuerto en T. Sin embargo, los códigos requieren que los componentes mecánicos u operativos necesiten estar accesibles para la operación, mantenimiento y reparos. Un componente operativo que incorpora las conexiones ProPEX de Uponor tiene que ser accesible.

**Nota:** Esta información se basa en el análisis de Uponor de los códigos de modelo vigentes en la fecha de publicación de este manual.

#### Rendimiento

EP es un material termoplástico de alto rendimiento que tiene excelentes características mecánicas, químicas y termales que proporcionan estabilidad dimensional en aplicaciones exigentes, incluso en áreas de alta tensión, calor y humedad.

Los accesorios EP de Uponor cumplen con los requisitos de efectos en la salud de NSF / ANSI 61 al ponerse a prueba en temperaturas hasta 180 °F / 82.2 °C (es decir, agua caliente comercial).

#### Resistencia

Los productos EP de Uponor son resistentes a la corrosión, corrosión por picadura y sarro y están diseñados para cualquier aplicación de plomería y / o calefacción residencial y comercial.

**Nota:** No exponga los accesorios EP a la luz del sol directa por más de 30 días.

Además, los accesorios EP son la solución ideal para los requisitos sin plomo y están aprobados hasta para el enterramiento directo en la tierra, proporcionando así infinitas opciones de instalación.

#### Rentabilidad

El EP de Uponor es una opción más rentable porque ofrece un costo de materiales estable y no está sujeto a las variadas fluctuaciones del precio de metal.



Figura 1-5: Gama de productos ProPEX EP

## Fortaleza del EP de Uponor

El EP de Uponor se fabrica de polisulfona UDEL®, polifenilsulfona modificada Acudel® y polifenilsulfona Radel®. Estos materiales son parte de una familia de polímeros que se han usado con éxito en los exigentes ambientes de aparatos médicos, espacio aéreo y plomería durante muchos años.

De hecho, las pruebas de laboratorio comprueban que los conectores ProPEX EP en T y las conexiones ProPEX tienen la capacidad de resistir una fuerza de tensión hasta las 2900 libras sin experimentar fallos.



**Figura 1-6: Principio de una prueba con el uso de un conector ProPEX EP en T de 2"**



**Figura 1-7: Con una fuerza de tensión de aproximadamente 2900 libras**



**Figura 1-8: Accesorios ProPEX de latón LF**

### Accesorios ProPEX de latón LF de Uponor para aplicaciones de agua potable

Uponor ofrece una línea completa de accesorios de transición, válvulas, accesorios alargados con extremo cerrado y conectores para el calentador de agua de latón LF para aplicaciones de plomería de agua sanitaria.

- Todos los productos de latón LF de Uponor cumplen con NSF / ANSI 61 Anexo G, NSF / ANSI 372 y cumplen con los requisitos de contenido de plomo para la plomería "sin plomo" tal como definido por varias leyes estatales y también por la Ley de Seguridad de Agua Potable de EE. UU.
- Todos los accesorios de latón LF de Uponor marcados con NSFus-pw-G cumplen con los requisitos de resistencia al decincado (DZR) y corrosión bajo tensión (SCC) de las secciones 5.8.1 y 5.8.2 según la Norma 14 vigente de NSF.
- El latón LF de Uponor está aprobado para enterrarse directamente en la tierra según las pruebas de la Norma 14 de NSF / ANSI donde se establecieron los criterios de rendimiento mínimo de resistencia a DZR / SCC para los accesorios PEX destinados al uso con el agua potable.

**Nota:** No se recomienda el entierro directo para los adaptadores de latón LF y cobre a presión de Uponor.

## Soldadura

Al soldar los accesorios de latón LF, Uponor recomienda que se use fundente y soldadura sin plomo que cumplan con los requisitos de NSF / ANSI 372 o NSF / ANSI 61 Anexo G. Consulte al fabricante del fundente y soldadura para detalles sobre cómo soldar debidamente los materiales de latón LF.

### Accesorios ProPEX de latón de Uponor para aplicaciones hidráulicas

Uponor ofrece una línea completa de accesorios de transición y válvulas de latón para tramos cerrados en aplicaciones de calefacción y refrigeración.

Todos los accesorios de transición y válvulas de latón cumplen con las características de combustión superficial tal como requerido en CAN / CSA B137.5 y ASTM E84, están aprobados por los códigos según IMC, UMC, IBC e IRC para usarse en aplicaciones residenciales y comerciales y se listan a ANSI / NSF 14, cNSFus-rfh y cQAIus por QAI y NSF.

**Nota:** Los accesorios de latón sin clasificación LF de Uponor no sirven para aplicaciones potables y no se recomiendan para el entierro directo.

### Accesorios de otros fabricantes

La tubería PEX de Uponor puede usarse con cualquier tipo de accesorio PEX de SDR9, incluso los accesorios de compresión. Los accesorios de compresión tienen que instalarse con un inserto de refuerzo para asegurar que la pared del tubo no colapse bajo compresión, así comprometiendo la conexión.

Note que Uponor advierte contra el uso de tubería PEX de otro fabricante con los anillos ProPEX de Uponor, igual como el uso de anillos de expansión de otro fabricante con la tubería PEX de Uponor. Debido al menor grado y uniformidad de la reticulación de la tubería PEX-b y PEX-c, puede haber agrietamiento por tensión en la pared de la tubería PEX-b y PEX-c durante la expansión, así comprometiendo la fortaleza de la conexión del accesorio.

Además, la mezcla de productos ProPEX de Uponor con tubería, anillos y / o accesorios de otros fabricantes limitará la garantía limitada y transferible del sistema de Uponor de 25 años. Para detalles completos sobre la garantía, consulte la página web de Uponor en [uponor.com](http://uponor.com).

Al transicionar de cobre a PEX, Uponor recomienda que se usen adaptadores ProPEX de latón LF a presión de cobre, adaptadores LF de soldadura o adaptadores de soldadura de latón.

**Nota:** Los adaptadores estándares de soldadura de latón LF de Uponor no pueden usarse a presión ya que son de un material diferente.



## Capítulo 2

# Realizar conexiones ProPEX

Los accesorios de expansión en frío ProPEX ASTM F1960 (CAN / CSA B137.5) de Uponor realizan conexiones fabricadas sólidas y permanentes sin la necesidad de antorchas, pegamentos, soldadura, fundente o medidores. La exclusiva memoria de forma de la tubería PEX de Uponor crea un sello hermético alrededor del accesorio, creando una conexión fuerte y confiable. Este capítulo muestra cómo realizar las conexiones ProPEX apropiadas utilizando una de las siguientes herramientas.

- Herramientas expansoras ProPEX M12, M12 FUEL, M18 y M18 FUEL de 2" de Milwaukee
- Herramienta expansora ProPEX M18 FORCE LOGIC de Milwaukee
- Herramienta expansora ProPEX 201 con cable
- Herramienta expansora ProPEX manual



Figura 2-1: Distancia entre accesorios

### Distancia entre accesorios

Uponor requiere una distancia mínima entre accesorios ProPEX para evitar el daño a los accesorios durante la instalación y para proteger contra la tensión elevada en la tubería y los accesorios. Consulte la **Tabla 2-1** para la distancia mínima entre accesorios, la cual se expresa como la longitud del trozo cortado de tubería.

Tamaño nominal del accesorio	Longitud del trozo cortado de tubería
½"	2"
¾"	3"
1"	3½"
1¼"	4½"
1½"	4½"
2"	6" o 6¾"*
2½"	7½"
3"	9"

\*6¾" para la herramienta expansora ProPEX M18 FUEL de 2" de Milwaukee.

Tabla 2-1: Distancia mínima entre accesorios ProPEX



### Consejos generales para conexiones ProPEX

- Si el accesorio no se desliza en la tubería hasta el tope, sáquelo inmediatamente de la tubería y expanda la tubería una última vez.

**Nota:** Para evitar la expansión excesiva de la tubería, no mantenga la tubería en la posición expandida.

- **La Tabla 2-2** muestra el número recomendado de expansiones. La experiencia, la técnica y las condiciones meteorológicas influyen en el verdadero número de expansiones. Menos expansiones podrán ser necesarias bajo ciertas condiciones. El número correcto de expansiones es la cantidad necesaria para que la tubería y el hombro del accesorio se encajen completamente entre sí.
- Asegure que el anillo ProPEX se coloque ajustadamente contra el hombro del accesorio. Si hay más de 1/16" (1 mm) entre el anillo y el hombro del accesorio, la conexión tiene que ser reemplazada. Haga un corte en ángulo recto en la tubería a 2" del accesorio para tubería de ¾" a 1", a 3" para tubería de 1¼" a 2", a 5" para tubería de 2½" y 3" antes de realizar la nueva conexión.
- Los accesorios ProPEX de latón pueden ser desconectados y usados de nuevo. Los accesorios EP tienen que ser desechados. Asegúrese de seguir la distancia mínima recomendada entre accesorios ProPEX mostrada en la **Tabla 2-1**.

Tamaño de tubería	Herramientas expansoras ProPEX de Milwaukee					Herramientas expansoras ProPEX de Uponor		
	M12 con cabezales estándares (2432)	M12 FUEL con cabezales RAPID SEAL™ (2532)	M18 (2632)	M18 FUEL de 2" (2932)	M18 FORCE LOGIC (2633)	Manual	100 / 150	201
¾"	6 a 7	6 a 10	5	5 a 7	—	5	7	—
½"	7 a 8	5 a 8	9	7 a 9	—	4	4	—
5/8"	9 a 10	6 a 10	9	8 a 9	—	9	9H	—
¾"	11 a 12	7 a 12	10	9 a 11	—	14	7H	—
1"	17 a 18	12 a 18	19	12 a 13 (o 7 a 8H)	—	—	7H	—
1¼"	—	—	9	9 a 10H	—	—	8H	—
1½"	—	—	10	8 a 9H	—	—	—	—
2"	—	—	—	9 a 10	4	—	—	5H
2½"	—	—	—	—	5	—	—	—
3"	—	—	—	—	7	—	—	—

Tabla 2-2: Número recomendado de expansiones para tubería de ¾" a 3" a 73.4 °F (23 °C)

**Nota:** La "H" en la tabla se refiere a cabezales de expansión de serie H de Uponor.

## Realizar conexiones ProPEX con herramientas expansoras ProPEX M12, M12 FUEL, M18 o M18 FUEL de 2" de Milwaukee

**Nota:** Todos los cabezales estándares de expansión de Uponor son compatibles con las herramientas M12 y M18. Los cabezales de expansión de Uponor no girarán automáticamente en las herramientas de Milwaukee (sólo los cabezales de expansión de Milwaukee girarán automáticamente en las M12 y M18). Los cabezales H no son compatibles con las herramientas Milwaukee y



**Figura 2-2: Cabezales de expansión de Milwaukee de 3/8" y 1/2"**



**Figura 2-3: Cabezales de expansión de Milwaukee de 3/4" a 3"**

los cabezales de Milwaukee no son compatibles con las herramientas de Uponor. Se distinguen fácilmente los cabezales de Milwaukee por el código de colores y el logotipo de Milwaukee.

**¡importante!** Realizar expansiones es ligeramente diferente cuando se utiliza una herramienta que cuenta con la rotación automática. Al realizar una conexión ProPEX, asegúrese de seguir las normas para la herramienta que utiliza en su aplicación.

1. Corte la tubería PEX en ángulo recto, perpendicular a la longitud de la tubería. Retire todo material o rebaba de exceso que pueda afectar a la conexión del accesorio.
2. Deslice el anillo ProPEX sobre el extremo de la tubería hasta alcanzar el borde de tope. Si se utiliza un anillo ProPEX sin borde de tope, extienda el anillo sobre el extremo de la tubería no más de 1/16" (1 mm).

**¡importante!** Si se realiza una conexión ProPEX de 3/8", primero tiene que expandir cada lado del anillo antes de colocarlo en la tubería. Consulte la sección "Realizar conexiones ProPEX de 3/8" en la **página 15** para obtener más información.

### Con rotación automática (cabezales estándares de Milwaukee)

3. Las herramientas expansoras ProPEX de Milwaukee tienen el giro automático incorporado. Si se utiliza un cabezal de expansión de Milwaukee, simplemente mantenga en su lugar la tubería y la herramienta mientras aprieta el gatillo para expandir la tubería. El cabezal girará automáticamente para asegurar que la tubería se expanda uniformemente. Continúe expandiendo y girando hasta que la tubería y el anillo estén bien ajustados contra el hombro del cabezal de expansión. Véase la **Tabla 2-2** para el número recomendado de expansiones para cada tamaño de tubería.

**Nota:** No fuerce la tubería sobre el cabezal de expansión. Asegure que el cabezal de expansión gire durante cada expansión.

### Sin rotación automática (cabezales estándares de Uponor)

4. Apriete el gatillo para expandir la tubería.
5. Suelte el gatillo, retire el cabezal de la tubería, gire la herramienta 1/8 de vuelta y meta el cabezal de nuevo en la tubería. Continúe expandiendo y girando hasta que la tubería y el anillo estén bien ajustados contra el hombro del cabezal de expansión. Véase la **Tabla 2-2** para el número recomendado de expansiones.

**¡importante!** Girar la herramienta entre expansiones proporcionará una expansión fluida y uniforme de la tubería. El no girar la herramienta causará ranuras profundas en la tubería lo cual puede resultar en posibles rutas de fugas.



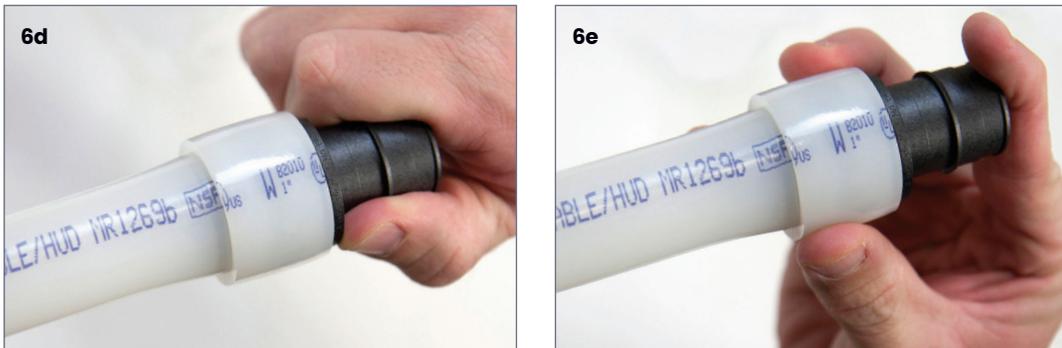
**Figura 2-4: Expansión con las herramientas expansoras ProPEX M12, M12 FUEL, M18, y M18 FUEL de 2" de Milwaukee**



**Figura 2-5: Introducción del accesorio ProPEX en la tubería PEX de Uponor de 1/2"**



**Figura 2-6: Acoplamiento ProPEX**



**Figura 2-7: Introducción del accesorio ProPEX en la tubería PEX de Uponor de 1"**



**Figura 2-8: Conector ProPEX en T**

6. Después de la última expansión, retire inmediatamente la herramienta e inserte el accesorio. Asegure que la tubería y el anillo se coloquen contra el hombro del accesorio.

**¡importante!** Realice sólo el número necesario de expansiones. NO expanda excesivamente la tubería. Usted debe sentir cierta resistencia mientras el accesorio entra en la tubería. Si no siente ninguna resistencia, puede ser que la tubería esté expandida demasiado y requerirá tiempo adicional para encogerse sobre el accesorio.



**Figura 2-9: Expansión con la herramienta expansora ProPEX M18 de Milwaukee**

# Realizar conexiones ProPEX con herramientas expansoras ProPEX M18 FORCE LOGIC de Milwaukee

## Instalación del cabezal de expansión FORCE LOGIC

La herramienta expansora ProPEX FORCE LOGIC de Milwaukee para tubería PEX de Uponor de 2", 2½" y 3" cuenta con un cabezal de rotación automática con ruedas dentadas de alineación especialmente diseñadas. Esto requiere una instalación del cabezal ligeramente diferente a la de las herramientas expansoras ProPEX M12 y M18 para la tubería de tamaño ¾" a 1½".

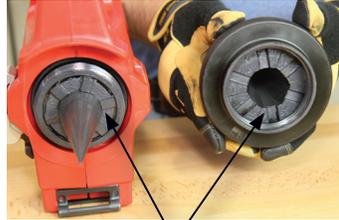
1. Retire la batería y coloque la herramienta FORCE LOGIC en posición vertical (con el cono hacia arriba).



**Figura 2-10: Instalación del cabezal de expansión FORCE LOGIC**

2. Verifique que el cono de expansión esté totalmente retraído.

3. Atornille el cabezal sobre la herramienta (a la derecha, en el sentido de las agujas del reloj). Apriete bien a mano. No ajuste demasiado. Asegure que el cabezal de expansión esté alineado contra la herramienta.



### Dientes de rotación automática

**Figura 2-11: Dientes de rotación automática del cabezal de expansión FORCE LOGIC**

4. Revise la instalación.
  - a. Asegure que los segmentos del cabezal no "florezcan".



**Figura 2-12: "Florecimiento" incorrecto del cabezal de expansión**

- b. Si el cabezal florece, corrija la instalación aflojando un poco el cabezal y girando los segmentos hasta que se engranen con los dientes. Vuelva a apretar el cabezal.



**Figura 2-13: Alineación correcta del cabezal de expansión**

- c. Gire los seis segmentos de expansión a la derecha, en el sentido de las agujas del reloj. Se girarán libremente. No deben girar hacia la izquierda, en el sentido opuesto de las agujas del reloj.
- d. El collar del cabezal de expansión se quedará al ras de la herramienta.

## Realizar una conexión ProPEX

1. Corte la tubería en ángulo recto, perpendicular a la longitud de la tubería, y quite todo material o rebaba de exceso.



**Figura 2-14: Cortar la tubería**

2. Deslice el anillo ProPEX sobre el extremo de la tubería hasta alcanzar el borde de tope.



**Figura 2-15: Añadir el anillo**



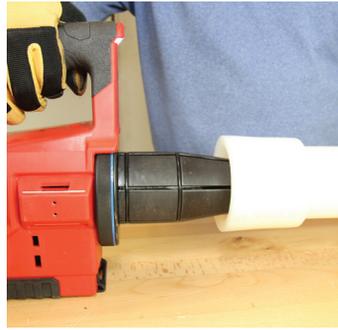
**Figura 2-16: Asegurar que el anillo alcance el borde de tope**

3. La herramienta cuenta con giro automático para que el cabezal gire automáticamente, así asegurando que la tubería se expanda uniformemente.

**Nota:** Para cancelar el proceso de expansión rápidamente, tire y suelte el gatillo.

- Presione el gatillo para iniciar la rotación del cabezal. Una luz verde se encenderá y la luz de trabajo incorporada empezará a parpadear. Inserte el tubo y el anillo y suelte el gatillo. Cuando el cabezal de expansión haya alcanzado su diámetro máximo, se retraerá.

**¡Importante!** No fuerce el tubo y el anillo sobre el cabezal durante toda expansión.



**Figura 2-17: Empezar la expansión**

- Después de que la herramienta se haya retraído, la luz indicadora verde parpadea tres veces. Presione el gatillo y repita el proceso de expansión.

- Repita el proceso hasta que el tubo y el anillo estén bien ajustados contra el hombro del cabezal de expansión. Repita la expansión una o dos veces más dependiendo de la temperatura ambiente.

**Nota:** Se requieren menos expansiones en temperaturas más frías.



**Figura 2-18: Expandir hasta alcanzar el hombro**

- Después de la última expansión, retire inmediatamente la herramienta e inserte el accesorio.



**Figura 2-19: Introducir el accesorio**

## Conexiones ProPEX con herramientas expansoras ProPEX 201 con cable

- Corte la tubería PEX en ángulo recto, perpendicular a la longitud de la tubería. Retire todo material o rebaba de exceso que pueda afectar a la conexión del accesorio.



**Figura 2-20: Cortar la tubería**

- Deslice el anillo ProPEX sobre el extremo de la tubería hasta alcanzar el borde de tope. Si se utiliza un anillo ProPEX sin borde de tope, extienda el anillo sobre el extremo de la tubería no más de  $\frac{1}{16}$ " (1 mm).



**Figura 2-21: Añadir el anillo**

- Introduzca el cabezal de expansión deslizándolo en la tubería hasta que se pare. Se requieren expansiones completas para realizar una conexión adecuada.



**Figura 2-22: Deslizar el cabezal en la tubería**

- Apriete el gatillo para expandir la tubería.



**Figura 2-23: Empezar la expansión**

5. Suelte el gatillo, retire el cabezal de la tubería, gire la herramienta  $\frac{1}{8}$  de vuelta y meta el cabezal de nuevo en la tubería. Continúe expandiendo y girando hasta que la tubería y el anillo estén bien ajustados contra el hombro del cabezal de expansión. Véase la **Tabla 2-2**.



**Figura 2-24: Girar el cabezal**

**¡Importante!** Girar la herramienta entre expansiones proporcionará una expansión fluida y uniforme de la tubería. El no girar la herramienta causará ranuras profundas en la tubería lo cual puede resultar en posibles rutas de fugas.

6. Después de la última expansión, inmediatamente retire la herramienta e inserte el accesorio. Asegure que la tubería y el anillo se coloquen contra el hombro del accesorio.



**Figura 2-25: Expandir hasta alcanzar el hombro**



**Figura 2-26: Introducir el accesorio**



**Figura 2-27: Asegurar que la tubería y el anillo se coloquen contra el hombro del accesorio**



**Figura 2-28: Conector ProPEX EP en T conectado al tubo**



**Figura 2-29: Accesorio ProPEX de latón conectado al tubo**

## Realizar conexiones ProPEX de 3/8"

Al realizar una conexión ProPEX de 3/8", expanda el anillo una vez en cada lado para sentarse bien sobre la tubería. Consulte las siguientes instrucciones para realizar una conexión ProPEX de 3/8".

1. Corte la tubería PEX en ángulo recto, perpendicular a la longitud de la tubería. Retire todo material o rebaba de exceso que pueda afectar a la conexión del accesorio.



Figura 2-30: Tijera cortatubos E6081128 (plástico)

2. Expanda cada lado del anillo una vez.

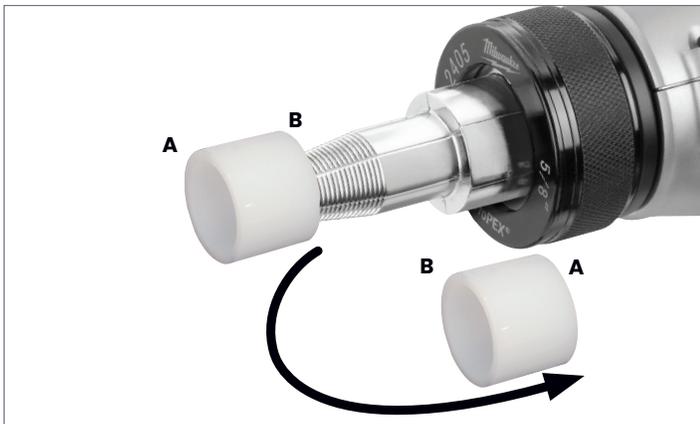


Figura 2-31: Expanda cada lado del anillo

3. Deslice el anillo expandido sobre el extremo de la tubería. Extienda el extremo del anillo sobre el extremo de la tubería no más de 1/16" (1 mm).

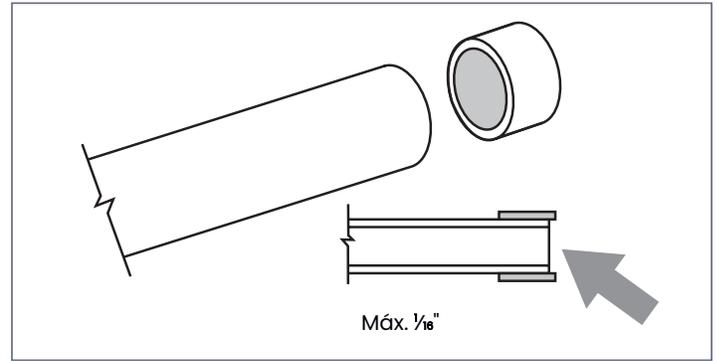


Figura 2-32: Deslice el anillo expandido sobre el extremo de la tubería

4. Después de que el anillo esté en la tubería, continúe con los pasos normales para realizar una conexión adecuada con su herramienta específica.

### Consejos importantes para una conexión ProPEX correcta de 3/8"

- El anillo ProPEX de 3/8", siendo más grueso, se encoje en el accesorio más rápido que los anillos más grandes.
- Cuando la temperatura está a menos de 40 °F (4.4 °C), se requieren menos expansiones.

### Mantenimiento apropiado de la herramienta expansora y el cabezal

- Utilice un paño sin pelusa para aplicar una capa ligera de lubricante al cono antes de realizar toda conexión ProPEX.
- Si se usa con regularidad, aplique el lubricante cada día al cono de la herramienta expansora ProPEX. El no mantener lubricada la herramienta puede resultar en conexiones inadecuadas.



**Precución:** La lubricación excesiva puede resultar en conexiones inadecuadas. Emplee solo una cantidad pequeña de lubricación para mantener a la herramienta funcionando bien.

- Mantenga las otras partes de la herramienta libre de lubricante.
- Una vez al mes, ponga los cabezales a remojar en un producto desengrasante para quitar cualquier grasa de entre los segmentos. Limpie el cono utilizando un paño limpio y seco.

## Desconectar accesorios ProPEX de latón

Los accesorios ProPEX de latón y EP son conexiones fabricadas que pueden ocultarse en paredes, techos y pisos. Cuando sea necesario, los accesorios ProPEX de latón pueden ser desconectados.

**¡Importante!** Los accesorios EP no pueden ser reciclados.

Consulte las siguientes directrices para desconectar un accesorio ProPEX de latón.

1. Asegure que el sistema no esté presurizado.
2. Utilice un cuchillo de uso general para cortar con cuidado el anillo ProPEX.

**¡Importante!** No caliente el anillo antes de cortarlo. Tenga cuidado de cortar solamente el anillo y no la tubería o el accesorio. Muecas en los accesorios pueden resultar en fugas. Si usted daña el accesorio sin querer, tiene que desecharlo.



Figura 2-33: Cortar el anillo

3. Retire el anillo ProPEX de la tubería.



Figura 2-34: Quitar el anillo

4. Después de quitar el anillo, aplique calor directamente alrededor de la conexión del accesorio y la tubería. **No aplique una llama directa.** Con cuidado mueva la tubería de un lado a otro mientras la aparta un poco del accesorio hasta que la tubería se separe del accesorio.



Figura 2-35: Calentar la conexión



Figura 2-36: Mover la tubería hacia los lados

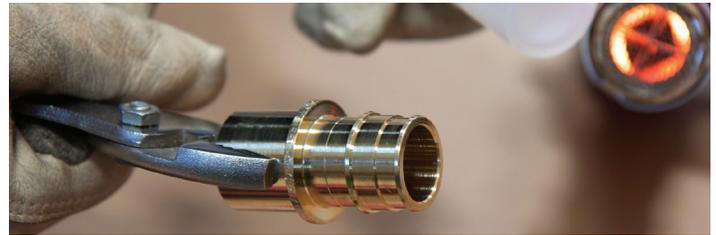


Figura 2-37: Quitar el accesorio

5. Después de quitar el accesorio, mida:  
un mínimo de 2" (50.8 mm) para tubería de  $\frac{3}{8}$ " a 1"  
un mínimo de 3" (76.2 mm) para tubería de  $\frac{1}{4}$ " a 2"  
un mínimo de 5" (127 mm) para tubería de  $\frac{1}{2}$ " y 3".



Figura 2-38: Medir desde el extremo del tubo

6. Corte la tubería en ángulo recto en la posición indicada.



Figura 2-39: Cortar la tubería en la posición indicada

7. Permita que el accesorio se enfríe antes de realizar la nueva conexión.
8. Utilice un anillo ProPEX nuevo y siga los pasos para realizar una conexión nueva.

## Resolver problemas de conexiones ProPEX

Las instalaciones con ProPEX ejecutadas sin problemas empiezan con una herramienta que es mantenida en condiciones adecuadas de funcionamiento. Si la herramienta o los dedos segmentados están dañados, es muy difícil realizar una conexión adecuada. Consulte las siguientes directrices para ayudar con desafíos en el sitio de trabajo.

### Los accesorios no se sellan

- Asegúrese que el cabezal de expansión esté enroscado bien en la herramienta.
- Asegure que los dedos segmentados no estén doblados. Si el cabezal no se cierra completamente cuando la unidad propulsora está completamente retraída o los mangos de la herramienta manual están abiertos, reemplace el cabezal.
- Examine la herramienta para grasa excesiva en los dedos segmentados. Elimine la grasa excesiva antes de realizar las conexiones.
- Revise el accesorio para posibles daños. Muecas y ranuras causarán que el accesorio tenga una fuga.
- Asegúrese que el cono conductor interior no esté dañado o doblado.
- Asegúrese que la última expansión no se mantenga en la posición expandida antes de que se inserte el accesorio. Usted debe sentir cierta resistencia mientras el accesorio entra en la tubería. Si no siente ninguna resistencia, puede ser que la tubería esté expandida demasiado y requerirá tiempo adicional para encogerse sobre el accesorio.
- Asegúrese de girar la herramienta  $\frac{1}{8}$  de vuelta después de cada expansión para evitar ranuras profundas en la tubería ya que pueden resultar en posibles rutas de fugas.

### La expansión es difícil

- Asegúrese que el cono interior esté lubricado adecuadamente.

### El cabezal de expansión sale de la tubería al realizar las expansiones

- Asegure que la tubería y el anillo ProPEX estén secos.
- Asegúrese que la grasa no entre en la tubería.
- Examine los dedos segmentados para asegurar que no estén dañados o doblados.

### El anillo ProPEX se desliza por la tubería durante la expansión

- Asegure que las manos estén limpias mientras maneja la tubería. Cualquier sudor o aceite en las manos puede actuar como lubricante. Debido a la lisura de la PEX, cualquier tipo de lubricante puede causar que el anillo ProPEX se deslice por la tubería durante la expansión.
- Si usted anticipa que el anillo ProPEX posiblemente pueda deslizarse, coloque el anillo un poco más allá sobre el extremo de la tubería y realice lentamente el primer par de expansiones. Una vez que el anillo y la tubería empiecen a expandirse juntos, continúe con el número y tipo normales de expansiones.
- Coloque el dedo pulgar contra el anillo ProPEX para ayudar a apoyarlo y para poder sentir cualquier movimiento. Si se detecta pronto, puede deslizar el anillo en la tubería y expandir tal como se describe en el punto anterior.

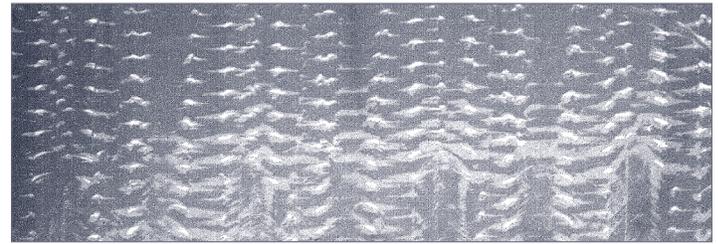


Figura 2-40: Expansión con rotación adecuada

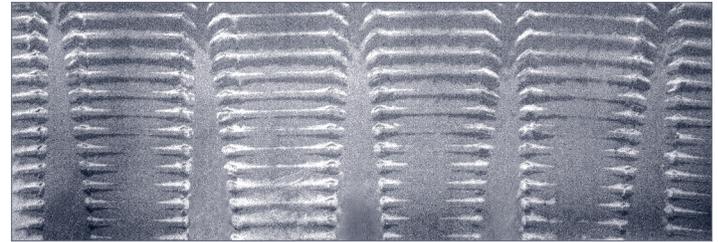


Figura 2-41: Expansión sin rotación adecuada

### Se requieren más del número recomendado de expansiones para realizar una conexión

- Asegure que el cabezal se apriete a mano a la herramienta expansora.
- Examine los dedos segmentados para daños.
- Asegúrese de realizar un ciclo de la herramienta en cada expansión (es decir, cierre el mango de la herramienta manual o suelte el gatillo).

### Expansiones en clima frío

- Uponor recomienda el uso de la herramienta expansora ProPEX M12 FUEL con cabezales RAPID SEAL™ en instalaciones en climas fríos en sistemas de tubería de Uponor de  $\frac{3}{8}$ " a 1".
- Las temperaturas afectan el tiempo necesario para que la tubería y el anillo se encojan al accesorio. Cuánto más frío hace, más lento será el tiempo de contracción.

- Calentando los accesorios ProPEX y los anillos ProPEX reduce el tiempo de contracción. Meta los accesorios y anillos en los bolsillos antes de la instalación para mantenerlos cálidos.
- Se requieren menos expansiones en temperaturas inferiores a los 40 °F (4.4 °C).

**Nota:** No utilice una pistola de calor con los accesorios EP para acelerar el tiempo necesario para la contracción ya que puede resultar en daños al accesorio.



Figura 2-42: Cabezal RAPID SEAL de Milwaukee de 1"



## Capítulo 3

# Construcción resistente a incendios

### Montajes de pared de armazón de madera

Los montajes de pared de armazón de madera que cumplen con ASTM E119 y CAN / ULC-S101 cuentan con los siguientes requisitos.

#### Elementos de construcción

- Montantes: Madera nominal 2x4 a 16" de centro a centro
- Cartón yeso: Un mínimo de una capa de cartón yeso tipo X de 5/8"

#### Tubería y accesorios

- Tubería: La densidad máxima de la tubería PEX de Uponor es 4.85 libras por pie lineal (7.23 kg / m) de cavidad. La tubería PEX de Uponor aprobada incluye:
  - AquaPEX blanca de Uponor (hasta 3")
  - AquaPEX roja de Uponor (hasta 1")
  - AquaPEX azul de Uponor (hasta 1")
  - AquaPEX de agua reclamada de Uponor (hasta 2")
  - AquaPEX pre-aislada de Uponor (hasta tubería de 2" con aislamiento de 1 1/2" de espesor)
  - hePEX de Wirsbo (hasta 4")
- Accesorios: La densidad máxima de los accesorios ProPEX de latón o EP es 3.33 libras (1.51 kg) por cavidad de montante.

**Nota:** Véase los detalles de ensamblaje para obtener más información.

#### Números de ensamblaje

Número de diseño P321-1B de QAI

- 1 hora
- PEX hasta de 4"

Número de diseño P321-1H de QAI

- 2 horas
- PEX hasta de 4"

Número de diseño U372 de UL

- 1 hora
- PEX hasta de 2"

**Nota:** El tamaño máximo está disponible por QAI.

### Montajes de piso / techo de armazón de madera

Los montajes de piso / techo de armazón de madera que cumplen con ASTM E119 y CAN / ULC-S101 cuentan con los siguientes requisitos.

#### Elementos de construcción

- Vigas: Madera nominal 2x10 de madera aserrada sólida, madera de armazón abierto o vigas I de madera (profundidad de 10" a 24") instalada a un máximo de 24" de centro a centro
- Contrapiso: Contrachapado de un mínimo de 5/8"; si se usa una cobertura optativa, el contrapiso puede ser de tablero de fibra orientada (OSB) de 5/8"
- Cartón yeso:
  - Un mínimo de una capa de cartón yeso tipo X de 5/8" al usar vigas de madera aserrada sólida
  - Un mínimo de dos capas de cartón yeso tipo X de 1/2" al usar vigas I de madera (profundidad de 10" a 24")

#### Tubería y accesorios

- Tubería: Uno o más tramos de tubería PEX de Uponor de 1/2" a 2"; el peso de la tubería PEX no puede exceder 0.63 libras / pie (0.94 kg / m) por cavidad de viga. Apoyar la tubería con ganchos de metal a 16" de centro a centro para la tubería con diámetro hasta 1" o ganchos de metal a 24" de centro a centro para la tubería con diámetro mayor a 1".

- Accesorios: Accesorios de latón o EP con un peso que no pasa 0.1 libras / pie (0.15 kg / m) por cavidad de viga

**Nota:** Véase los detalles de ensamblaje para obtener más información.

#### Números de ensamblaje

Número de diseño P321-1F de QAI

- 1 hora
- PEX hasta de 2"

Número de diseño L557 de UL

- 1 hora
- PEX hasta de 2"

Clasificaciones para ensambles resistentes a incendios (ASTM E119 / ANSI / UL 263 y CAN / ULC-S101)			
Tipo de construcción	Tipo de ensamble	Número de diseño	QAI
Concreto / acero incombustible	Piso / techo	K913	P321-ID (2 horas)
		G524	P321-IE (2 horas)
		G573	P321-IC (2 horas)
	Paredes	V444	P321-IA (1 hora)
		—	P321-IG (2 horas)
Construcción de armazón de madera	Piso / techo	L557	P321-1F (1 hora)
	Paredes	U372	P321-1B (1 hora)
		—	P321-1H (2 horas)

**Tabla 3-1: Listados ASTM E119 (ANSI / UL 263) y CAN / ULC-S101**

## Montajes de pared de acero / concreto

Los montajes de pared de acero / concreto que cumplen con ASTM E119 y CAN / ULC-S101 cuentan con los siguientes requisitos.

### Elementos de construcción

Montantes: Montantes de acero de 3 $\frac{7}{8}$ " con una distancia máxima de 24" de centro a centro

- Cartón yeso: Un mínimo de una capa de de cartón yeso tipo X de un espesor de  $\frac{5}{8}$ "

### Tubería y accesorios

- Tubería: La densidad máxima de la tubería PEX de Uponor es 4.85 libras por pie lineal (7.23 kg / m) de cavidad. La tubería PEX de Uponor aprobada incluye:

- AquaPEX blanca de Uponor (hasta 3")
- AquaPEX roja de Uponor (hasta 1")
- AquaPEX azul de Uponor (hasta 1")
- AquaPEX de agua reclamada de Uponor (hasta 2")
- AquaPEX pre-aislada de Uponor (hasta tubería de 2" con aislamiento de un espesor de 2")
- Tubería hePEX pre-aislada de Wirsbo (hasta tubería de 2" con aislamiento de un espesor de 2")
- hePEX de Wirsbo (hasta 4")

- Accesorios: La densidad máxima de los accesorios ProPEX de latón o EP es 3.33 libras (1.51 kg) por cavidad de montante.

**Nota:** Véase los detalles de ensamblaje para obtener más información.

### Números de ensamblaje

Número de diseño P321-1A de QAI

- 1 hora
- PEX hasta de 4"

Número de diseño P321-1G de QAI

- 2 horas
- PEX hasta de 4"

Número de diseño V444 de UL

- 1 hora
- PEX hasta de 4"

**Nota:** El tamaño máximo está disponible por QAI.

## Montajes de piso / techo de acero / concreto

Los montajes de piso / techo de acero / concreto que cumplen con ASTM E119 y CAN / ULC-S101 cuentan con los siguientes requisitos.

### Elementos de construcción

- Piso de concreto: Un espesor mínimo de 6 $\frac{1}{2}$ " de la losa
- Refuerzo de acero: Barras de acero de calibre 40 o 60 de varios tamaños ubicados como requerido por ACI-318
- Vigas de acero: Profundidad mínima nominal de 10" a un máximo de 6' 0" de centro a centro
- Piso de acero: Profundidad mínima de 1 $\frac{1}{2}$ ", calibre 22 sin revestir o galvanizado acanalado

### Tubería y accesorios

- Tubería: El volumen máximo de la tubería PEX de Uponor es 14 pulgadas cúbicas por pie cúbico (8101 centímetros cúbicos por metro cúbico). La tubería PEX de Uponor aprobada incluye:
- AquaPEX blanca de Uponor (hasta 2")
- AquaPEX roja de Uponor (hasta 1")
- AquaPEX azul de Uponor (hasta 1")
- AquaPEX de agua reclamada de Uponor (hasta 2")
- AquaPEX pre-aislada de Uponor (hasta tubería de 2" con aislamiento de un espesor de 2")
- Tubería hePEX pre-aislada de Wirsbo (hasta tubería de 2" con aislamiento de un espesor de 2")
- hePEX de Wirsbo (hasta 2")

**Nota:** Véase los detalles de ensamblaje para obtener más información.

### Números de ensamblaje

Número de diseño del sistema térmico interior I20-01 de UW / FCA

- 1 hora
- PEX hasta de 2"

Número de diseño del sistema térmico interior I20-02 de UW / FCA

- 2 horas
- PEX hasta de 2"

Número de diseño P321-1C de QAI

- 2 horas
- PEX hasta de 2"

Número de diseño P321-1D de QAI

- 2 horas
- PEX hasta de 2"

Número de diseño P321-1E de QAI

- 2 horas
- PEX hasta de 2"

Número de diseño K913 de UL

- 2 horas
- PEX hasta de 2"

Número de diseño G524 de UL

- 2 horas
- PEX hasta de 2"

Número de diseño G573 de UL

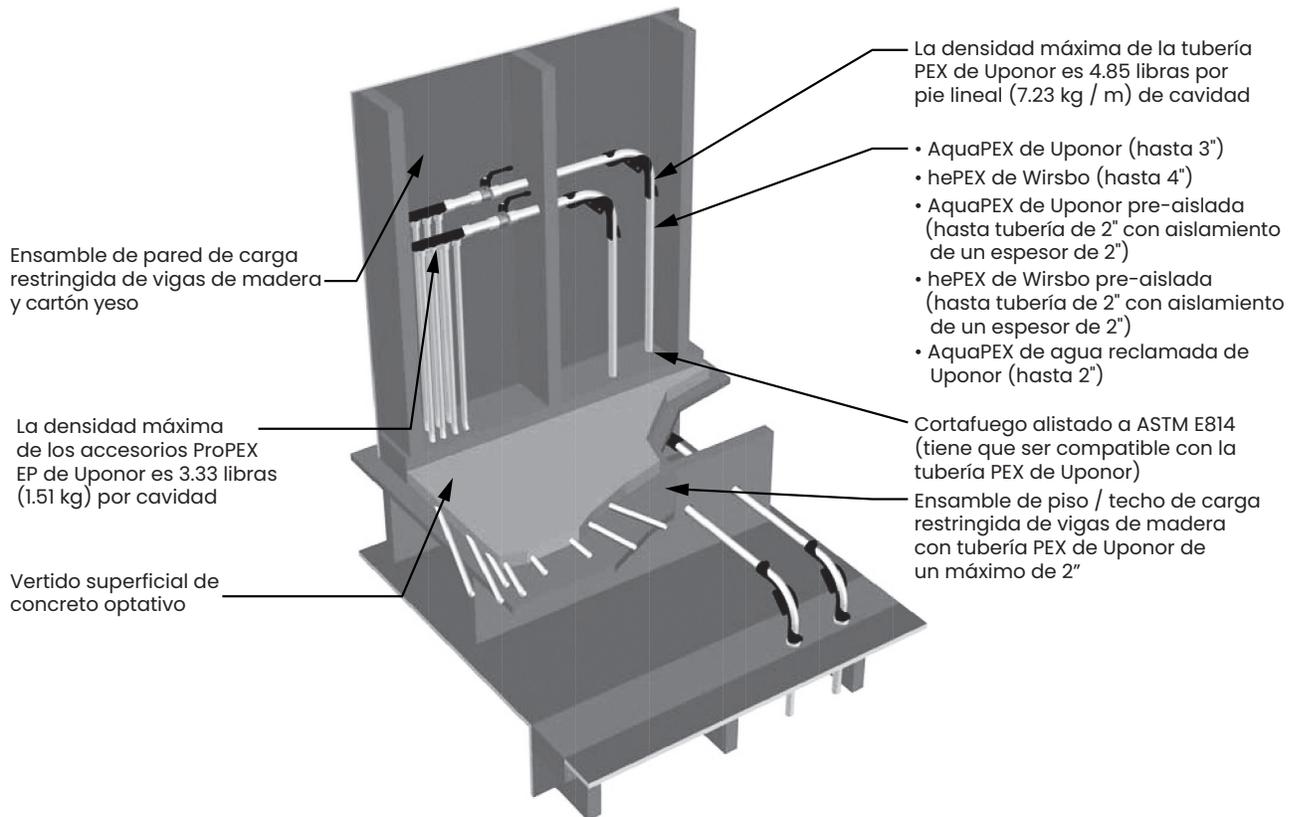
- 2 horas
- PEX hasta de 2"



## Montajes de armazón de madera (EE. UU.)

### Detalle de conector multipuerto en T

Montaje de piso / techo de armazón de madera (Número de diseño L557 de UL / Número de diseño P321-1F de QAI)  
Ensamble de pared de vigas de madera (Número de diseño U372 de UL / Número de diseño P321-1B de QAI)



**Figura 3-1: Detalle de conector multipuerto en T (EE. UU.)**



### Detalle de dispositivo 1

Montaje de piso / techo de armazón de madera (Número de diseño L557 de UL / Número de diseño P321-1F de QAI)  
Ensamble de pared de vigas de madera (Número de diseño U372 de UL / Número de diseño P321-1B de QAI)

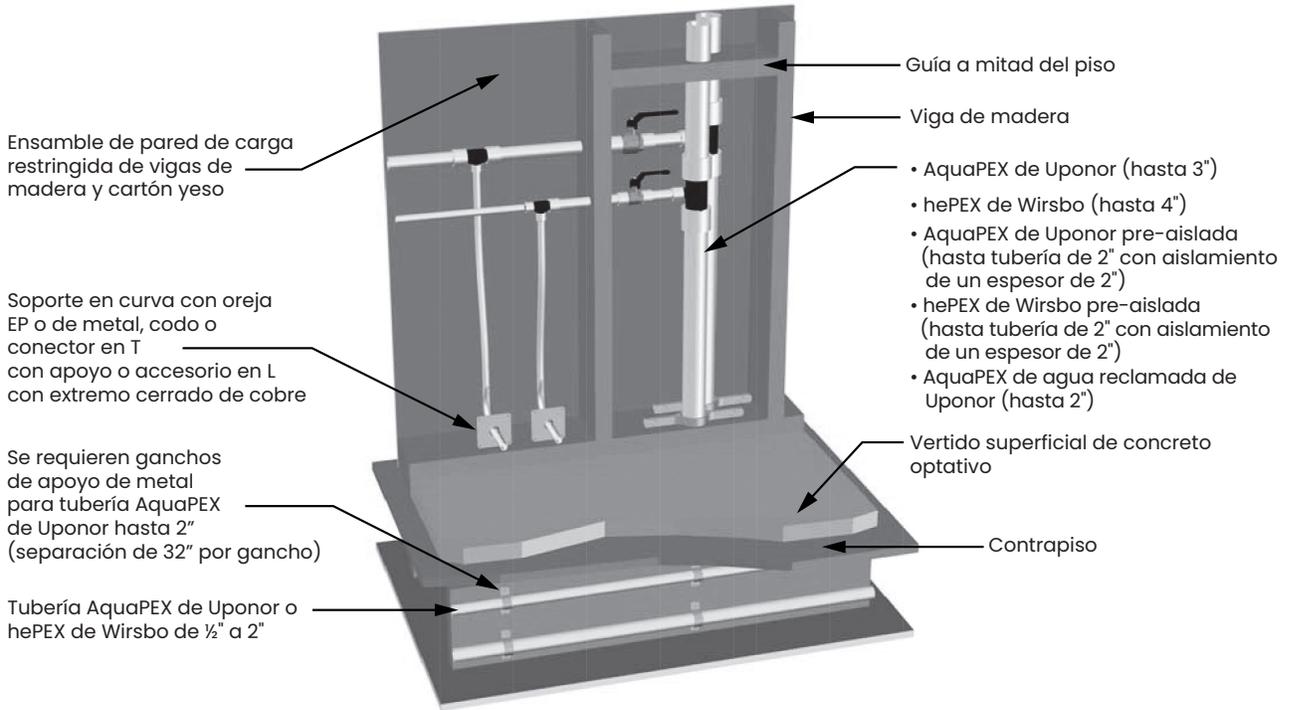


Figura 3-2: Detalle de dispositivo 1 (EE. UU.)



### Detalle de dispositivo 2

Montaje de piso / techo de armazón de madera (Número de diseño L557 de UL / Número de diseño P321-1F de QAI)  
Ensamble de pared de vigas de madera (Número de diseño U372 de UL / Número de diseño P321-1B de QAI)

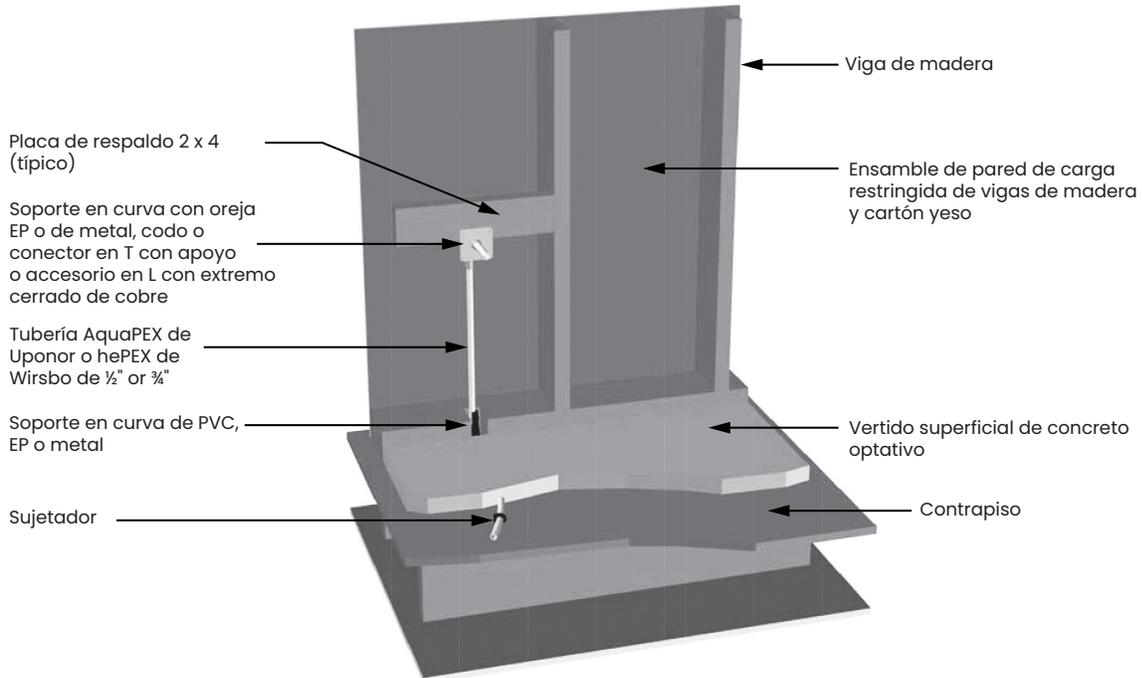


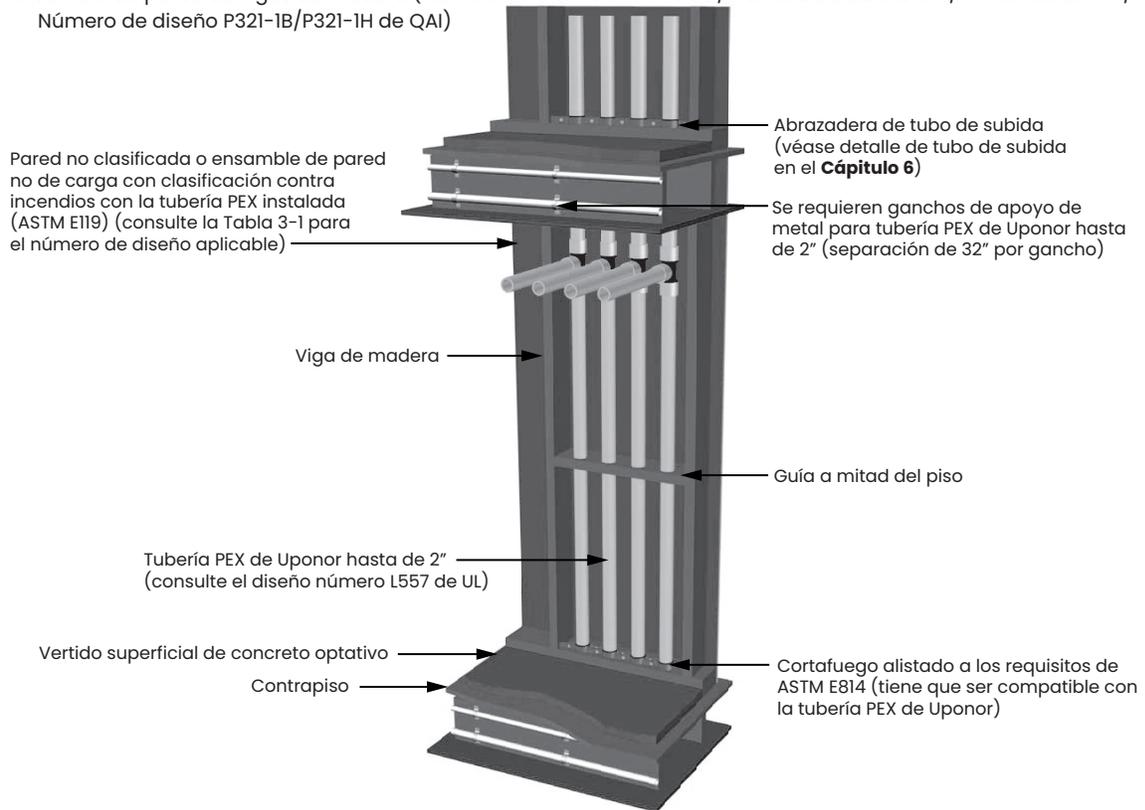
Figura 3-3: Detalle de dispositivo 2 (EE. UU.)



### Detalle de montajes de armazón de madera

Montaje de piso / techo de armazón de madera (Número de diseño L557 de UL / Número de diseño UW/FAC 60-01 de ITS / Número de diseño P321-1F de QAI)

Ensamble de pared de vigas de madera (Número de diseño U372 de UL / Número de diseño UW/WA 60-02 de ITS / Número de diseño P321-1B/P321-1H de QAI)



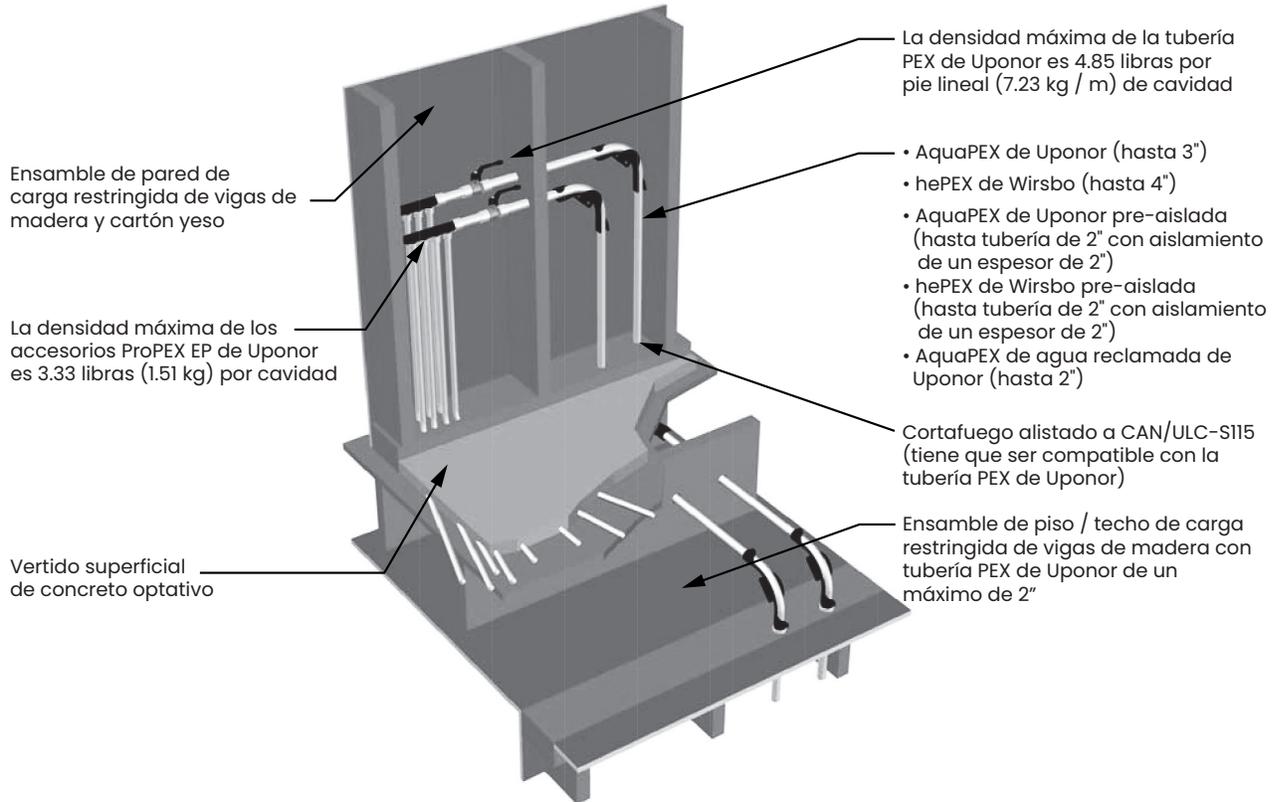
**Figura 3-4: Detalle de montajes de armazón de madera (EE. UU.)**



## Montajes de armazón de madera (Canadá)

### Detalle de conector multipuerto en T

Montaje de pared / techo de armazón de madera (Nro de diseño UW/FCA 60-01 de ITS / Nro de diseño P321-1F de QAI)  
Ensamble de pared de montantes de madera (Nro de diseño UW/WA 60-02 de ITS / Nro de diseño P321-1B de QAI)



**Figura 3-5: Detalle de conector multipuerto en T (Canadá)**



### Detalle de dispositivo 1

Montaje de pared / techo de armazón de madera (Número de diseño UW/FCA 60-01 / Número de diseño P321-1F de QAI)  
Ensamble de pared de vigas de madera (Número de diseño UW/WA 60-02 / Número de diseño P321-1B de QAI)

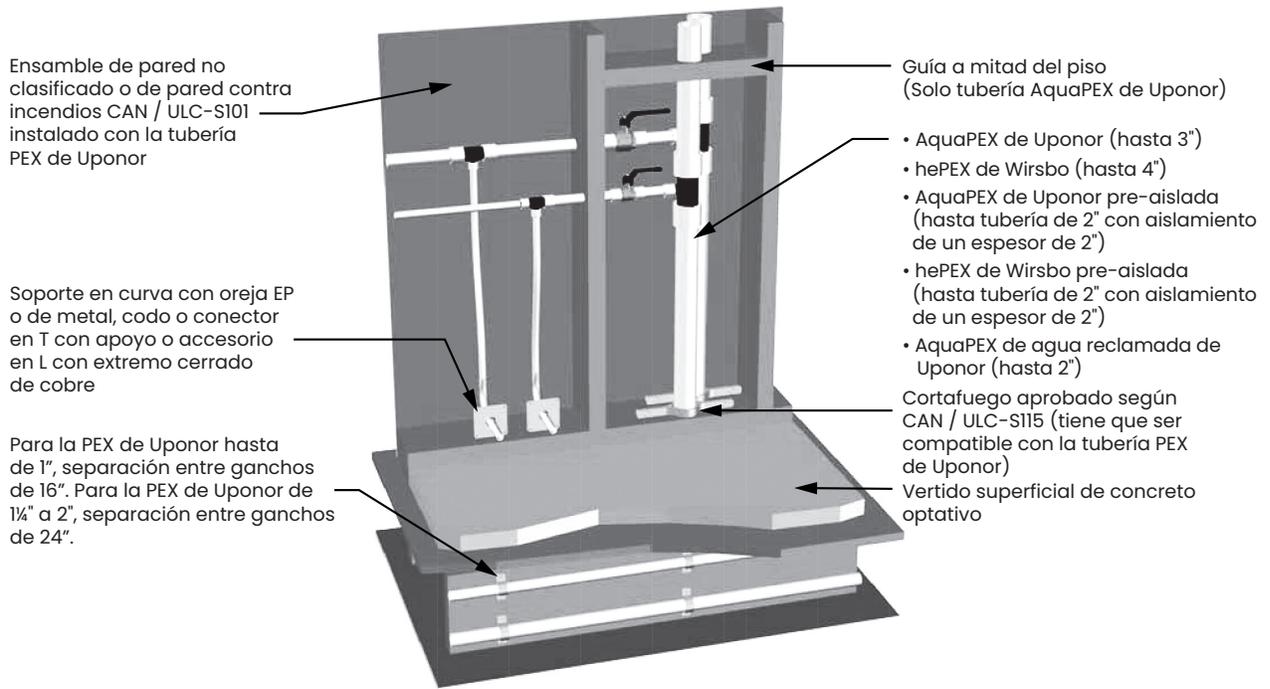


Figura 3-6: Detalle de dispositivo 1 (Canadá)



### Detalle de dispositivo 2

Montaje de piso / techo de armazón de madera (Nro de diseño UW/FCA 60-01 de ITS / Nro de diseño P321-1F de QAI)  
Ensamble de pared de vigas de madera (Número de diseño UW/WA 60-02 de ITS / Número de diseño P321-1B de QAI)

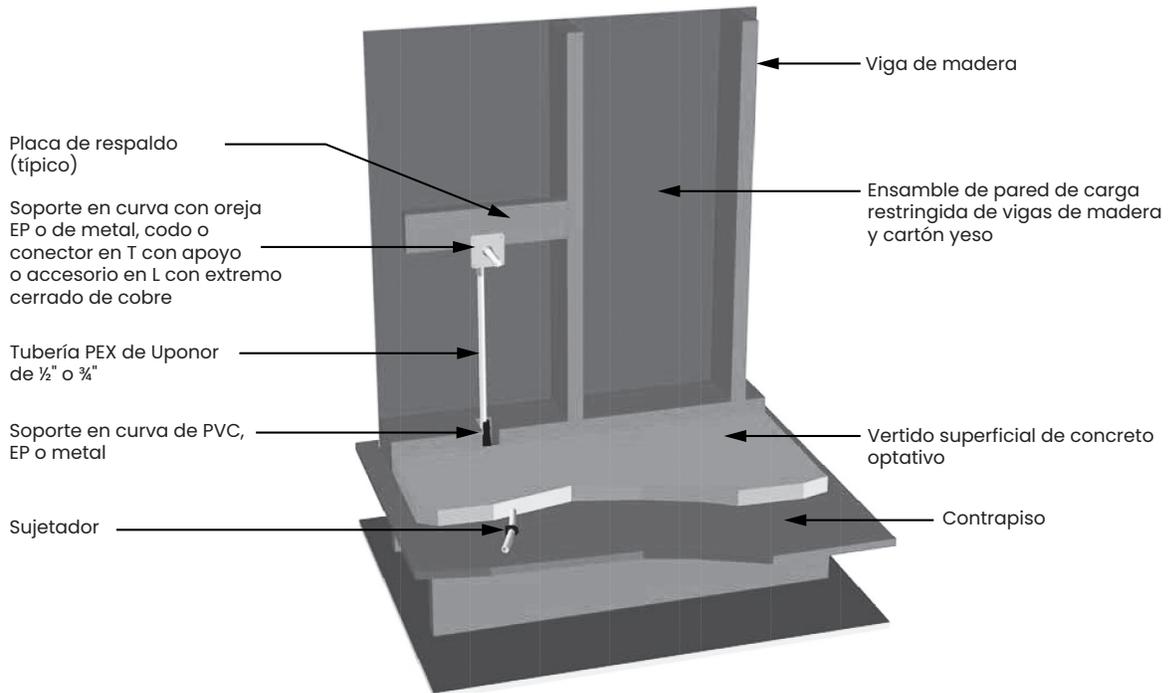


Figura 3-7: Detalle de dispositivo 2 (Canadá)



## Montajes de concreto (EE. UU.)

### Detalle de conector multipuerto en T

Montaje de pared / techo de concreto (Número de diseño K913 de UL / Número de diseño P321-1D de QAI)  
Ensamble de pared de montantes de acero (Número de diseño V444 de UL / Número de diseño P321-1A de QAI)

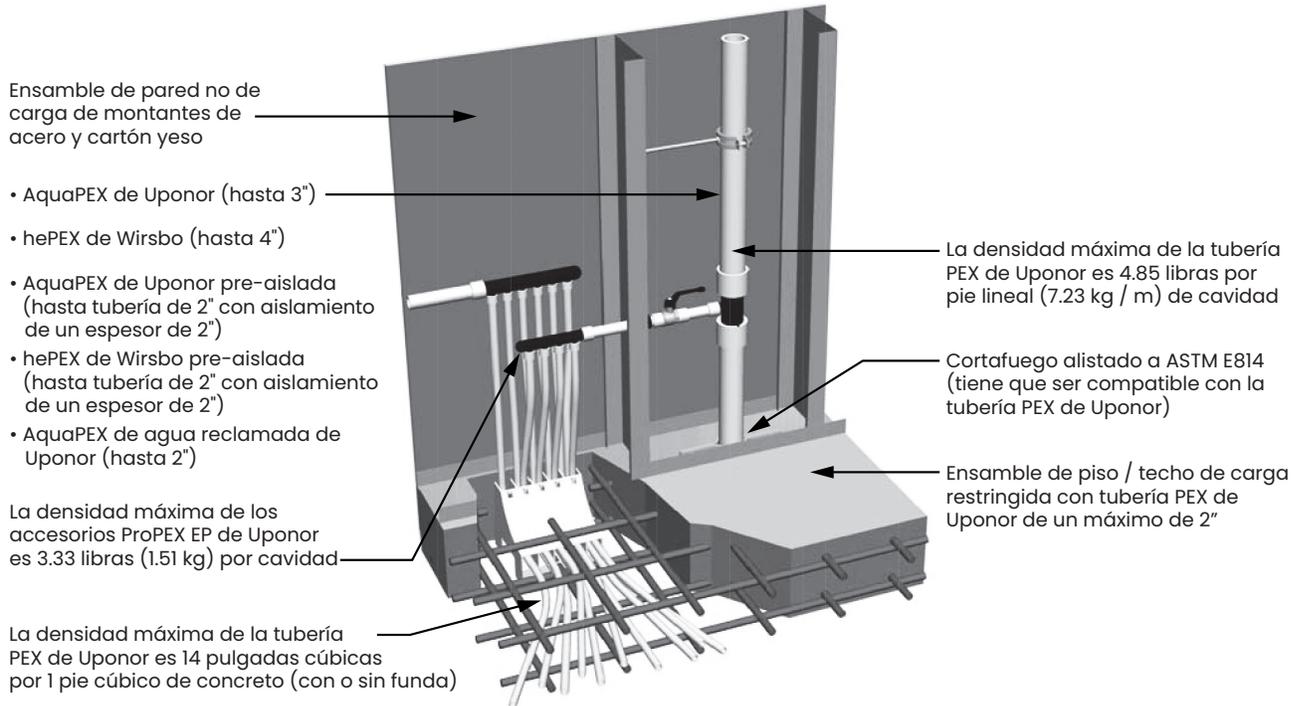


Figura 3-8: Detalle de conector multipuerto en T (EE. UU.)



### Detalle de dispositivo

Montaje de piso / techo de concreto (Número de diseño K913 de UL / Número de diseño P321-1D de QAI)  
Ensamble de pared de montantes de acero (Número de diseño V444 de UL / Número de diseño P321-1A de QAI)

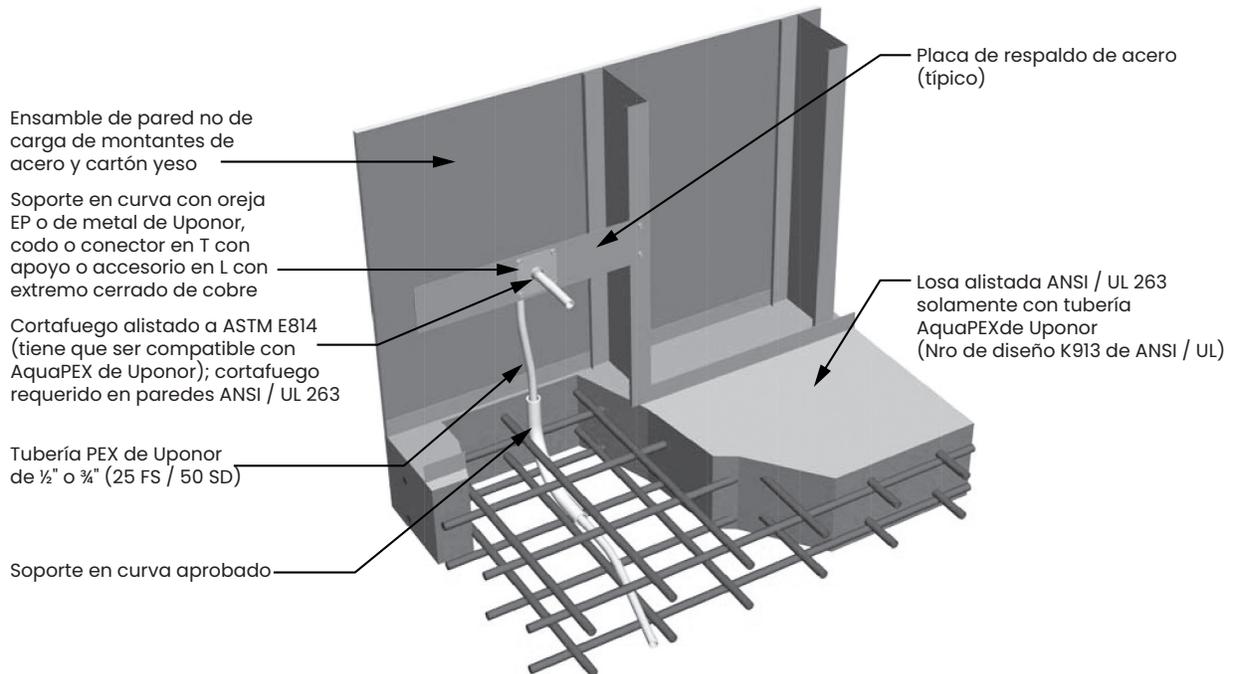


Figura 3-9: Detalle de dispositivo (EE. UU.)



### Detalle de montajes de concreto

Montaje de piso / techo de concreto (Número de diseño K913 de UL / Número de diseño UW/FCA 120-01/-02 de ITS / Número de diseño P321-ID de QAI)

Ensamble de pared de montantes de acero ((Número de diseño V444 de UL / Número de diseño UW/WA 60-01 de ITS / Número de diseño P321-1A/P321-1G de QAI)

Pared no clasificada o ensamble de pared no de carga con clasificación contra incendios con la tubería PEX instalada según ASTM E119 (consulte la Tabla 3-1 para el número de diseño aplicable)

Tubería AquaPEX nominal de Uponor (blanco, rojo, azul) hasta 3"; tubería PEX nominal pre-aislada hasta 1"; tubería hePEX nominal de Wirsbo hasta 4"; tubería AquaPEX nominal de agua reclamada de Uponor hasta 1";  
Instalada a un máximo de 4.85 libras por pie lineal de cavidad.  
La tubería necesita ser apoyada con travesaños de acero o madera con una separación máxima de 48" de centro a centro.

Abrazadera de tubo de subida (véase detalle de tubo de subida en el **Capítulo 6**)



Montante de acero

Guía a mitad del piso

Cortafuego alistado a ASTM E814 (tiene que ser compatible con la tubería PEX de Uponor)

Losa alistada con solo tubería PEX nominal de Uponor hasta 2" (véase el número de diseño K913 de UL)

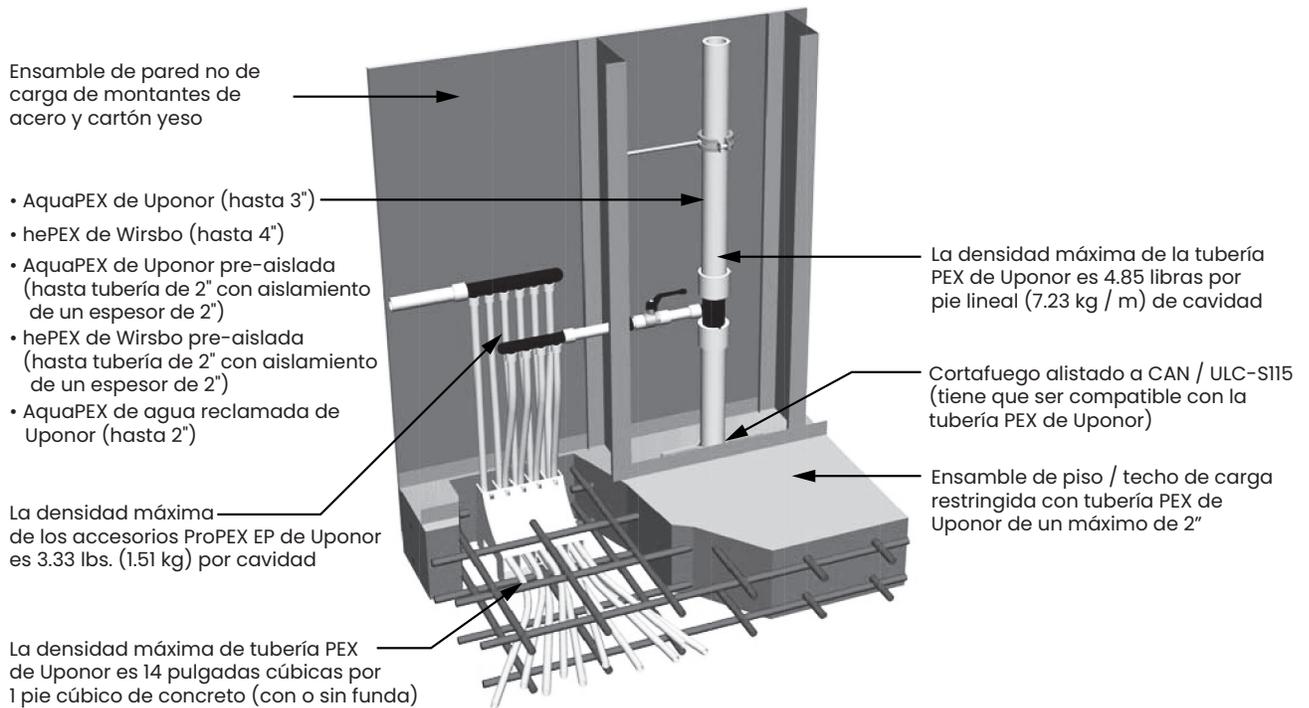
**Figura 3-10: Detalle de montajes de concreto (EE. UU.)**



## Montajes de concreto (Canadá)

### Detalle de conector multipuerto en T

Montaje de piso / techo de concreto (Número de diseño UW/FCA 120-02 de ITS / Número de diseño P321-1D de QAI)  
Ensamble de pared de montantes de acero (Número de diseño UW/WA 60-01 de ITS / Número de diseño P321-1A de QAI)

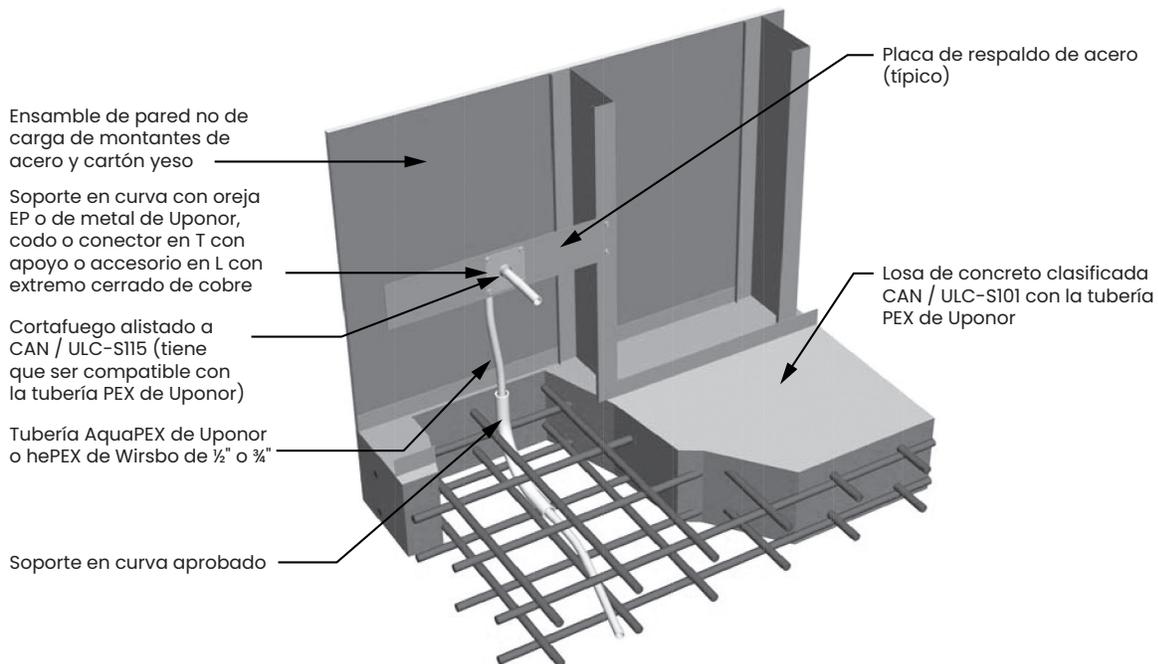


**Figura 3-11: Detalle de conector multipuerto en T (Canadá)**



### Detalle de dispositivo

Montaje de piso / techo de concreto (Número de diseño UW/FCA 120-02 de ITS / Número de diseño P321-1D de QAI)  
Ensamble de pared de montantes de acero (Número de diseño UW/WA 60-01 de ITS / Número de diseño P321-1A de QAI)



**Figura 3-12: Detalle de dispositivo (Canadá)**

## ASTM E814 o CAN / ULC-S115

La tubería combustible y no combustible que penetra un ensamble contra incendios de pared o de piso / techo necesita incluir medios de protección pasiva contra incendios conforme a los códigos. La función de un sistema pasivo contra incendios, tal como cortafuego, es contener al fuego al área donde empezó al impedir que los productos de la combustión (humo, gases calientes y llamas) se difundan a través de la estructura.

El cortafuego efectivo requiere el cumplimiento preciso con una combinación específica de condiciones que han sido probadas y alistadas como sistemas según ASTM E814, CAN / ULC-S115 o ANSI / UL 1479. Los componentes cortafuego alistados incluyen los sustratos penetrados, la unidad penetrante, el agujero de penetración, materiales de aislamiento, selladores y el método de instalación. Una desviación de la alistada documentación de ensambles contra incendios compromete seriamente la eficacia del sistema cortafuegos.

La documentación y los listados contra incendios se obtendrán del fabricante de la solución cortafuego seleccionada. La mayoría de los fabricantes de cortafuego tienen herramientas o navegadores para la selección de sistemas disponibles en sus páginas web para investigar y encontrar un listado que corresponda con el tipo específico de construcción.

## Soluciones cortafuego

Existe una amplia gama de soluciones cortafuego con la tubería PEX que han sido probadas y alistadas, incluso calafateo intumescente, tiras de recubrimiento, dispositivos pasantes, collares y fundas coladas en sitio. Algunos fabricantes de cortafuego incluyen, entre otros, 3M™, Hilti®, RectorSeal®, Passive Fire Protection Partners, Specified Technologies Inc., Holdrite® y ProSet Systems®.

Los pasos abajo demuestran un ejemplo de cómo investigar y encontrar un ensamble cortafuego para la tubería PEX.

### Paso uno

Seleccione un fabricante de soluciones cortafuego y consulte su página web o busque en el **Directorio iQ™ de productos UL** para listados correspondientes. (Véase la **Figura 3-13**.)

### Paso dos

Seleccione los rasgos deseados y especificados del sistema de penetración pasante. Podrá ayudar a refinar los resultados de la búsqueda al definir el país de uso, el tipo de ensamblaje, la unidad penetrante, el producto cortafuego y la clasificación F del sistema. (Véase la **Figura 3-14**.)

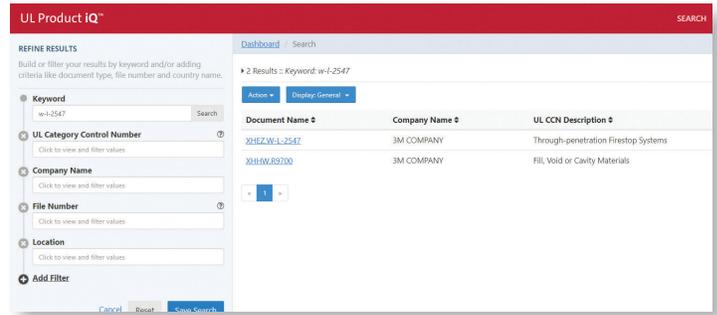


Figura 3-13: Producto iQ™ de UL

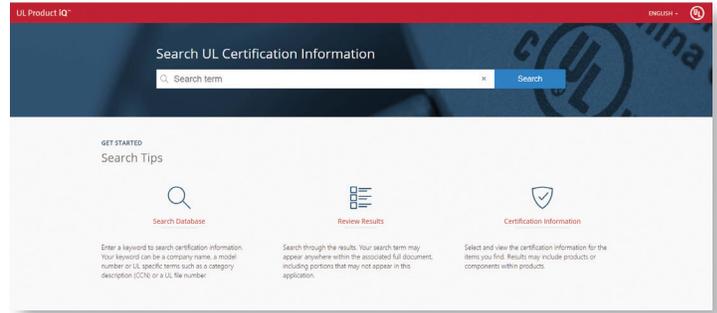


Figura 3-14: Seleccione rasgos apropiados

### Paso tres

Revise los sistemas correspondientes para su exactitud y considere todas las opciones disponibles. Respecto a los listados cortafuego para aplicaciones de tubería a presión, la tubería de agua sanitaria (División 22, Sección 22 11 16) y la tubería hidrónica (División 23, Sección 23 21 13) pueden definirse como sistemas de tipo "cerrado" o "a presión". (Véase la **Figura 3-15** en la página siguiente.)

- WL2547 3M™ Fire Barrier Sealant CP 25WB+ 1, 2
- 3M™ Fire Barrier Sealant IC 15WB+
- 3M™ Fire Barrier Water tight Sealant 3000 WT

PEX SDR de un máximo de 2" (cerrado solamente). Ensamblajes de cartón yeso de series U300, U400 o V400. Diámetro máximo de apertura 1½" mayor que el diámetro exterior o el penetrante. Punto de contacto al espacio anular un máximo de 1½". Instalaciones concéntricas o excéntricas. Clasificación F de 1 y 2 horas. No se requiere lana mineral.

**Figura 3-15: Resultados de la búsqueda**

**Paso cuatro**

Asegure que el documento contra incendios elegido corresponde con:

- Tipo de construcción
- Clasificación F del ensamble
- Penetrante pasante definido como tubería de polietileno reticulado o tubería PEX

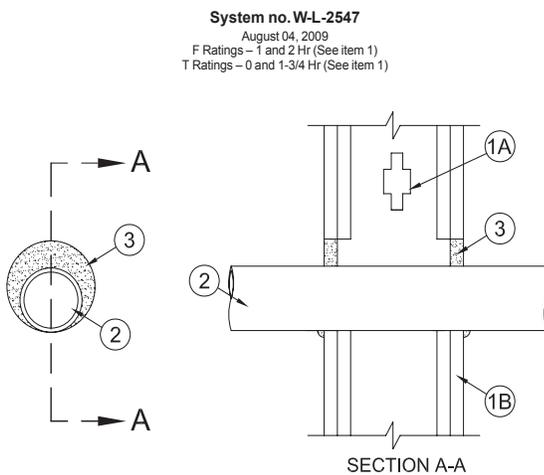
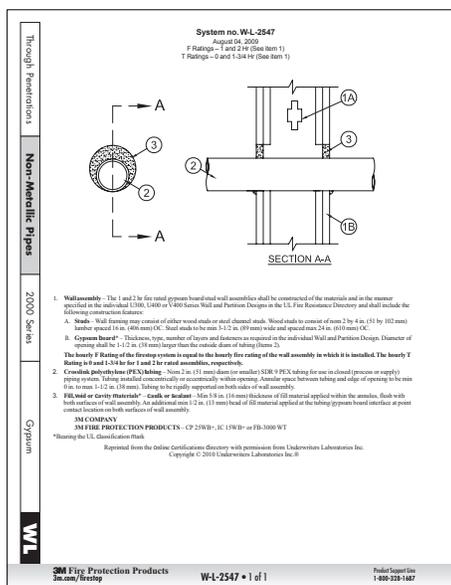
- Rango de tamaño de tubería que se instalará
- Tamaño y forma del agujero de penetración
- Disponibilidad de solución cortafuego

(Véase las Figuras 3-13, 3-14 y 3-15.)

**Nota:** Podrá ser conveniente seleccionar un producto cortafuego que puede ser usado para otras penetraciones del sistema mecánico, eléctrico y de plomería, tales como drenaje, desagüe y ventilación y aplicaciones de conductos. Esto podrá facilitar la coordinación en el lugar de trabajo durante la instalación del cortafuego.

Consulte el fabricante correspondiente de cortafuego para más información referente a las aplicaciones apropiadas de sus productos. Preste atención a la información presentada en los listados publicadas para asegurar el cumplimiento durante la instalación.

**Nota:** Asegure que el requerido material cortafuego tal como definido en el ensamble (es decir, sellador) no entre en contacto con los accesorios EP de Uponor. Los ensambles definen la unidad penetrante como "tubería PEX" y por ello sólo la tubería PEX podrá entrar en contacto con el requerido material cortafuego.



**Figura 3-17: Dibujo del ensamble**

**Figura 3-16: Documento de ensamble contra incendios**

1. **Montajes de pared** — Los ensambles de pared de cartón yeso / montante con clasificación de 1 hora y 2 horas se construirán de los materiales y en la manera especificados en los individuales de Diseños de paredes y paredes divisorias, series U300, U400 o V400 del Directorio de resistencia al fuego de UL e incluirán los siguientes rasgos de construcción:
  - A. **Montantes** — El armazón de paredes puede consistir en o montantes de madera o montantes de canal de acero. Montantes de madera que consisten en madera nominal 2x4 pulgadas (51 mm por 102 mm) con una distancia de 16 pulgadas (406 mm) de centro a centro. Montantes de acero serán de un mínimo de 3½ pulgadas (89 mm) de ancho con una distancia máxima de 24 pulgadas (610 mm) de centro a centro.
  - B. **Cartón yeso** — Espesor, tipo, número de capas y sujetadores tal como requerido en los individuales del Diseño de paredes y paredes divisorias. El diámetro de la apertura será 1½ pulgadas (38 mm) más grande que el diámetro exterior de la tubería (Elementos 2).

**La clasificación F por hora del sistema cortafuegos equivale la clasificación contra incendios por hora del ensamble de pared en la que se instala. La clasificación T por hora es 0 y 1¾ horas por ensamblajes clasificados contra incendios de 1 y 2 horas, respectivamente.**
2. **Tubería de polietileno reticulado (PEX)** — Tubería PEX SDR9 nominal con diámetro de 2 pulgadas (51 mm) (o menor) para usarse en sistemas de tubería cerrados (de proceso o de suministro). Tubería instalada concéntrica o excéntrica dentro de la apertura. Espacio anular entre la tubería y el borde de la apertura será de un mínimo de 0 pulgadas a un máximo de 1½ pulgadas (38mm). La tubería se sujetará rígidamente en ambos lados del ensamble de pared.
3. **Materiales de relleno, vacío o cavidad\*** — **Calafateo o sellador** — Espesor mínimo de 5/8 pulgada (16 mm) de materiales de relleno aplicados dentro de anillo, al ras de ambas superficies del ensamble de pared. Otra gota adicional de material de relleno de un mínimo de ½ pulgada (13 mm) aplicada en la interfaz tubería / cartón yeso en la ubicación del punto de contacto de ambas superficies del ensamble de pared.

**3M Company**

**PRODUCTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS — CP25WB+, IC15WB+ O FB-3000WT**

\*Que lleve la marca de clasificación UL

Reimpreso del Directorio de certificaciones en Internet con el permiso de Underwriters Laboratories Inc.

Copyright © 2010 Underwriters Laboratories Inc.™

**Figura 3-18: Criterios del ensamble**

## Listados ASTM E814 y CAN / ULC-S115

■ = ASTM E814 y CAN / ULC-S115    ■ = CAN / ULC-S115 solamente

Tipos de ensamblajes	Fabricante								
	3M™		Hilti®		RectorSeal®		STI		
	Pared	Piso / techo	Pared	Piso / techo	Pared	Piso / techo	Pared	Piso / techo	
Montajes de montantes de madera / acero	1 hora	PHV-120-04	F-C-2039	W-L-2186	F-C-2081	W-L-2342	F-C-2298	F-C-2319	F-C-2032
		PHV-120-11	F-C-2240	W-L-2235	F-C-2230	W-L-2262	F-C-8015	W-L-2100	F-C-2252
		W-L-2091	F-C-2343	W-L-2466	F-C-2310	W-L-2373	F-C-2329	W-L-2144	F-C-2319
		W-L-2146	F-C-2344	W-L-2474	F-C-2334	W-L-2430	F-C-2212	W-L-2241	F-E-2003
		W-L-2173	F-C-2391	W-L-2480	F-C-8038	W-L-2526	F-E-2007	W-L-2242	F-C-8021
		W-L-2448	F-E-2002	W-L-2537	F-C-8044	W-L-2121	F-C-2221	W-L-2423	F-C-8029
		W-L-2483	F-E-2012	W-L-2467	F-C-2416	W-L-2209	F-C-2385	W-L-2508	F-E-8003
		W-L-2543	F-E-2040	W-L-5224		W-L-2528		W-L-2548	F-C-8045
		W-L-2547	PHV-120-04	W-L-2671		W-L-2402		W-L-2549	F-E-8010
		W-L-2299	PHV-120-11	W-L-2057		W-L-2638		W-L-7193	
		PV-60-02			W-L-2639		F-C-8021		
					W-L-2007		F-C-8029		
					W-L-2170		W-L-5290		
					W-L-2287		W-L-2631		
					W-L-2457				
					W-L-2524				
					W-L-2594				
					W-L-2595				
	2 horas	PHV-120-04	PHV-120-04	W-L-2186	F-C-2081	W-L-2342	F-C-2221	W-L-2100	
		PHV-120-11	PHV-120-11	W-L-2235	F-C-2310	W-L-2262	F-C-2385	W-L-2144	
W-L-2090			W-L-2466		W-L-2373		W-L-2241		
W-L-2091			W-L-2474		W-L-2430		W-L-2242		
W-L-2146			W-L-2480		W-L-2526		W-L-2423		
W-L-2448			W-L-2537		W-L-2121		W-L-2508		
W-L-2483			W-L-2467		W-L-2209		W-L-2548		
W-L-2543			W-L-5224		W-L-2528		W-L-2549		
W-L-2547			W-L-2671		W-L-2402		W-L-7193		
W-L-2299					W-L-2638		W-L-5290		
					W-L-2639		W-L-2631		
					W-L-2170				
					W-L-2287				
					W-L-2457				
					W-L-2524				
				W-L-2594					
				W-L-2595					

**Tabla 3-2a: Ensamblajes contra incendios según el fabricante**

**Nota:** Esta tabla no tiene el propósito de abordar todo ensamble resistente al fuego o fabricante de productos cortafuego compatibles. Es la responsabilidad del usuario final asegurar que la documentación del ensamblaje contra incendios que se emplea sea aprobada y actualizada para la aplicación específica. Consulte el sitio web del fabricante respectivo para información detallada de listado.

## Listados ASTM E814 y CAN / ULC-S115

■ = ASTM E814 y CAN / ULC-S115      ■ = CAN / ULC-S115 solamente

Tipos de ensamblajes	Fabricante									
	3M™		Hilti®		RectorSeal®		STI		HOLDRITE	
	Pared	Piso / techo	Pared	Piso / techo	Pared	Piso / techo	Pared	Piso / techo	Piso / techo	
Montajes de concreto	1 hora				C-AJ-2605	C-AJ-2605				
	C-AJ-2510	C-AJ-2510	C-AJ-2170	C-AJ-2170	W-J-2162	C-AJ-2628	W-J-2021	C-AJ-2031	F-A-2188	
	C-AJ-2536	C-AJ-2536	C-AJ-2407	C-AJ-2407	W-J-2122	F-A-2171	W-J-2043	C-AJ-2140	F-A-2221	
	PHV-120-04	F-A-2115	C-AJ-2647	C-AJ-2647	W-J-2180	C-AJ-2701	W-J-2076	C-AJ-2291	F-B-2042	
	PHV-120-11	PH-120-10	W-J-2207	C-AJ-2674	W-J-2025	C-AJ-2176	W-J-2077	F-A-2186	F-A-2269	
	C-AJ-2213	PHV-120-04	W-J-2229	F-B-2040	C-AJ-2628	F-A-2235	W-J-2232	F-A-2224	F-A-2222	
	C-AJ-2378	PHV-120-11	W-J-2206	F-B-2041	C-AJ-2679	F-A-2237	W-J-2233	F-A-2225	F-A-2037	
	W-J-2231	C-AJ-2076	W-J-5122	F-A-2142	C-AJ-2701	C-AJ-2494	W-J-5148	C-AJ-2586		
	W-J-2110	C-AJ-2213	W-J-2321	W-J-2071	W-J-2295	C-AJ-2679	C-AJ-2586	C-AJ-5345		
	C-AJ-2213	C-AJ-2378			W-J-2296	C-AJ-2702	C-AJ-5345	C-BJ-2046		
	2 horas				C-AJ-2702		C-BJ-2046			
	C-AJ-2378	C-AJ-2213			C-AJ-2176		W-J-2291			
	C-AJ-2738	C-AJ-2378			C-AJ-2494					
	PHV-120-12	C-AJ-2738			W-J-2035					
	C-AJ-2698	PHV-120-12			W-J-2051					
		C-AJ-2698			W-J-2142					
					W-J-2197					
					W-J-2220					
					W-J-2222					
					W-J-2224					
					W-J-2266					
	3 horas			C-BJ-2028	C-BJ-2028	C-AJ-2119	C-AJ-2119	C-AJ-2671	C-AJ-2671	F-A-2176
				C-BJ-2040	C-BJ-2040	C-AJ-2194	C-AJ-2194	C-AJ-5344	C-AJ-5344	F-A-2221
				C-BJ-2041	C-BJ-2041	C-AJ-2622	C-AJ-2622	C-AJ-5346	C-AJ-5346	F-B-2042
								C-AJ-2578	F-A-2269	
								F-A-2203	F-A-8034	
								F-A-2204	F-A-2222	

**Tabla 3-2b: Ensamblajes cortafuegos según el fabricante**

**Nota:** Esta tabla no tiene el propósito de abordar todo ensamble resistente al fuego o fabricante de productos cortafuego compatibles. Es la responsabilidad del usuario final asegurar que la documentación del ensamblaje contra incendios que se emplea sea aprobada y actualizada para la aplicación específica. Consulte el sitio web del fabricante respectivo para información detallada de listado.

### Fundas coladas en sitio

Varios fabricantes ofrecen fundas coladas en sitio, que facilitan penetraciones piso / techo en aplicaciones de losas de concreto. Algunos fabricantes incluyen:

- Holdrite
- ProSet Systems
- Hilti
- HydroFlame

Consulte la página web del fabricante correspondiente para información detallada del producto.



**Figura 3-19: Dispositivos CP 680-P colados en sitio de HILTI**



## ASTM E84 — características de combustión superficial

Tal como definido por el Código Internacional de Construcción, la tubería combustible puede instalarse en áreas donde se requiere la construcción no combustible, con tal de que la tubería se instale en una pared o losa de piso de concreto o la tubería cuente con un índice de clasificación de propagación de llama de no más de 25 y un índice de clasificación de emisión de humo de no más de 50 al probarse de acuerdo con ASTM E84.

Los productos de sistemas de tubería PEX-a de Uponor compuestos de tubería PEX-a de Uponor, anillos ProPEX de Uponor, accesorios EP de Uponor, accesorios de latón de Uponor y el Soporte de tubería PEX-a de Uponor están alistados para la instalación en cámaras impelentes de aire de retorno tal como probado de acuerdo con ASTM E84.

Los listados abajo se aplican a sistemas de tubería PEX-a de Uponor instalados en posicionamientos horizontales o verticales en los sitios de trabajo. Consulte la **Tabla 3-3** para los requisitos de instalación.

### QAI P321-1 PEX-a de Uponor de ½" a ¾" (sin aislamiento)

Los tramos contiguos de tubería PEX-a de Uponor sin aislamiento de ½" a ¾" en una cámara impelente de aire de retorno tienen que contar con una separación de 18".

### QAI P321-2 PEX-a de Uponor, hasta e incluso de 3", apoyada con el Soporte de tubería PEX-a de Uponor

Consulte el **Capítulo 6** para detalles de instalación. La tubería PEX-a de Uponor fabricada con un máximo diámetro nominal exterior de 3" y apoyada con el Soporte de tubería PEX-a de Uponor. Las secciones de tubería o accesorios sin el Soporte de

tubería PEX-a tienen que ser cubiertas con un aislamiento nominal según la **Tabla 3-5**. No hay ninguna longitud mínima de segmentos de Soporte de tubería PEX-a. Tampoco hay requisitos de separación entre tramos paralelos de esta tubería.

### QAI P321-1 PEX-a de Uponor, hasta e incluso de 3" (con aislamiento)

La PEX-a de Uponor fabricada con un máximo diámetro nominal exterior de 3" y revestida en un aislamiento de un espesor mínimo de ½" de acuerdo con la **Tabla 3-5** no tendrá ninguna limitación de separación.

Clasificada según las características de combustión superficial

ASTM E84	Propagación de llama	Emisión de humo	Limitaciones
Tamaño nominal de ½" a ¾"	25 o menos	50 o menos	Tramos contiguos de tubería se situarán con una separación mínima de 18".
PEX-a de Uponor de un tamaño nominal máximo de 3" apoyada con el Soporte de tubería PEX-a de Uponor	25 o menos	50 o menos	Las secciones de tubería o accesorios sin el Soporte de tubería PEX-a tienen que ser cubiertas con un aislamiento nominal según la <b>Tabla 3-5</b> . No hay ninguna longitud mínima de segmentos de Soporte de tubería PEX-a.
PEX-a de Uponor de un tamaño nominal máximo de 3" con aislamiento de ½"	25 o menos	50 o menos	Aislamiento de un espesor mínimo de ½" tal como especificado en la <b>Tabla 3-5</b> .

**Tabla 3-3: Requisitos ASTM E84 para la PEX de Uponor**

### Requisitos ASTM E84 para el Soporte de tubería PEX-a

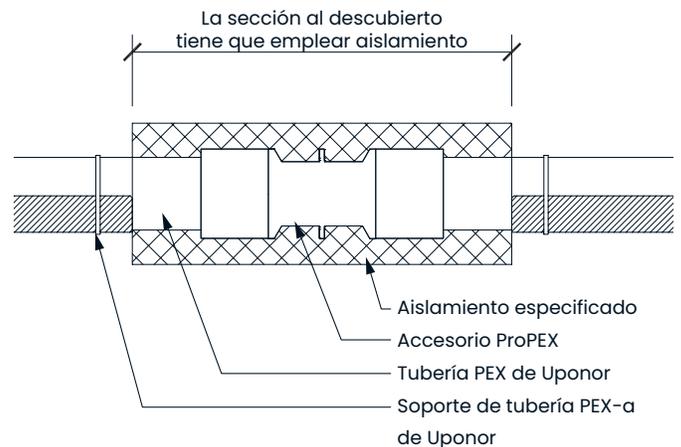
El Soporte de tubería PEX-a de Uponor ha sido puesto a prueba y aprobado para usarse en aplicaciones ASTM E84. Para cumplir con los requisitos, el Soporte de tubería PEX-a tiene que ser instalado según los siguientes requisitos:

- Tubería o accesorios sin el Soporte de tubería PEX-a tienen que ser cubiertos con un aislamiento de un mínimo de ½" de espesor.
- No hay ninguna longitud mínima de segmento de Soporte de tubería PEX-a.

Cuando se instala según los requisitos arriba, no hay requisitos de separación entre tramos paralelos de tubería.

**Nota:** Los requisitos arriba también se aplican al Soporte de tubería PEX-a instalado en una posición vertical para aplicaciones ASTM E84.

**Nota:** Las secciones expuestas de tubería PEX de Uponor de ½" y ¾" pueden ser instaladas sin aislamiento si los tramos de tubería tienen una separación mínima de 18".



**Figura 3-20: Instalaciones de Soporte de tubería PEX-a en aplicaciones ASTM E84**

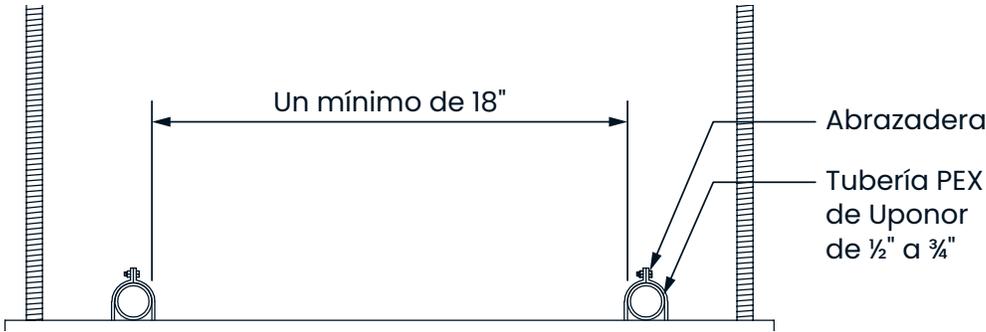


Figura 3-21: QAI P321-1

Directrices: ½" a ¾" (sin aislamiento)

Limitaciones: Tramos contiguos se localizarán con una separación mínima de 18".

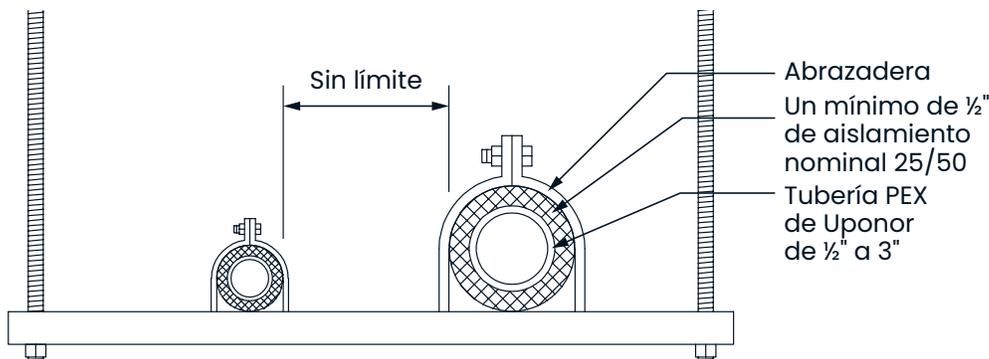


Figura 3-22: QAI P321-1

Directrices: ½" a 3" (con aislamiento)

Limitaciones: Aislamiento de un mínimo de ½" de espesor tal como especificado en la **Tabla 3-3**.

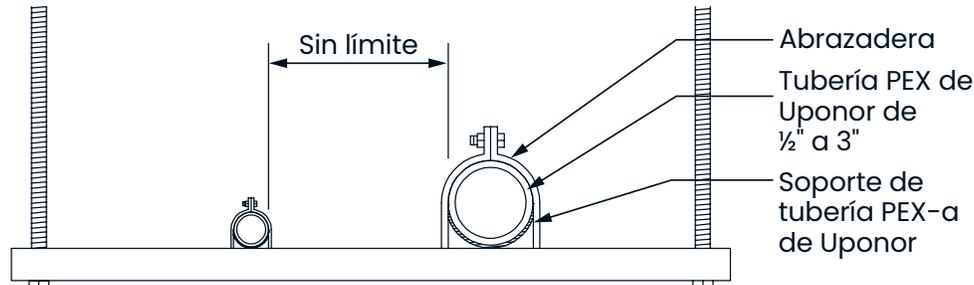


Figura 3-23: QAI P321-2

Directrices: ½" a 3" (Soporte de tubería PEX-a)

Las secciones de tubería o accesorios sin el Soporte de tubería PEX-a tienen que ser cubiertas con un aislamiento nominal según la **Tabla 3-5**.

No hay ninguna longitud mínima de segmentos de Soporte de tubería PEX-a.



## CAN / ULC-S102.2 — características de combustión superficial

Tal como definido por el Código Nacional de Construcción de Canadá, la tubería combustible puede instalarse in áreas donde se requiere la construcción no combustible, con tal de que la tubería se instale en una pared o losa de piso de concreto o que la tubería cuente con un índice de clasificación de propagación de llama no mayor a 25 y un índice de clasificación de emisión de humo no mayor a 50 al probarse de acuerdo con CAN / ULC-S102.2.

Los productos de sistemas de tubería PEX-a de Uponor compuestos de tubería PEX-a de Uponor, anillos ProPEX de Uponor, accesorios EP de Uponor, accesorios de latón de Uponor y el Soporte de tubería PEX-a de Uponor están alistados para la instalación en cámaras impelentes de aire de retorno de acuerdo con CAN / ULC-S102.2.

Los listados abajo se aplican a sistemas de tubería PEX-a de Uponor instalados en posicionamientos horizontales o verticales en los sitios de trabajo. Consulte la **Tabla 3-4** para los requisitos de instalación.

### QAI P321-1 Tubería PEX-a de ½" (sin aislamiento)

Los tramos contiguos de tubería PEX-a de Uponor sin aislamiento de ½" en una cámara impelente de aire de retorno no cuentan con limitaciones de separación.

### Tubería PEX-a de ¾" y 1" (sin aislamiento)

Los tramos contiguos de tubería PEX-a de Uponor sin aislamiento de ¾" y 1" tienen que contar con una separación de 18".

### QAI P321-1 PEX de Uponor, hasta e incluso de 3" (con aislamiento)

La tubería PEX de Uponor fabricada con un máximo diámetro nominal exterior de 3" y revestida en un aislamiento de un espesor de ½" de acuerdo con la **Tabla 3-5** no tendrá ninguna limitación de separación.

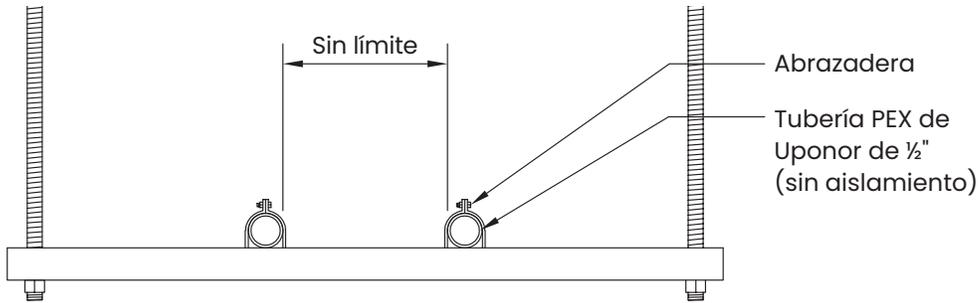
### QAI P321-3 PEX-a de Uponor, hasta e incluso de 2" (llena de agua, sin aislamiento)

Los tramos contiguos de tubería llena de agua y sin aislamiento en una cámara impelente de aire de retorno no cuentan con limitaciones de separación.

Clasificada según las características de combustión superficial

CAN / ULC-S102.2	Propagación de llama	Emisión de humo	Limitaciones
Tamaño nominal de ½"	25 o menos	50 o menos	Ninguna limitación de separación.
Tamaños nominales de ¾" y 1"	25 o menos	50 o menos	Tramos contiguos de tubería se situarán con una separación mínima de 18".
Tamaño nominal máximo de 2" (llena de agua)	25 o menos	50 o menos	Ninguna limitación de separación.
PEX-a de Uponor de tamaño nominal máximo de 3" con ½" de aislamiento	25 o menos	50 o menos	Aislamiento de un espesor mínimo de ½" tal como especificado en la <b>Tabla 3-5</b> .

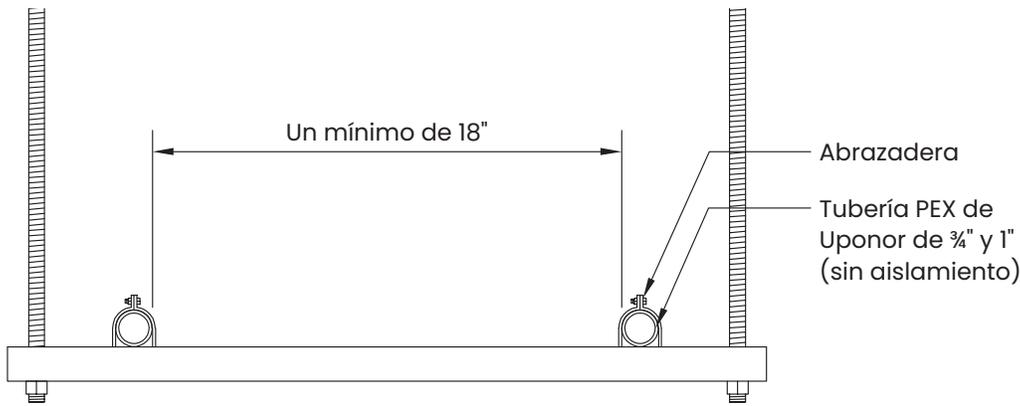
**Tabla 3-4: Requisitos CAN / ULC-S102.2 para la PEX de Uponor**



**Figura 3-24: QAI P321-1**

Directrices: 1/2" (sin aislamiento)

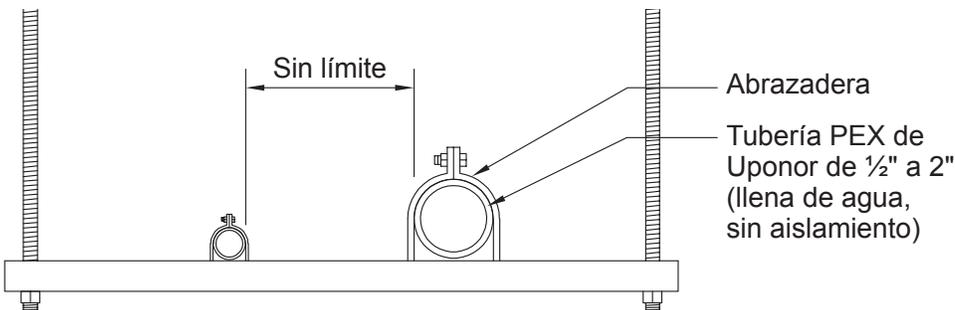
Limitaciones: Ninguna limitación de separación.



**Figura 3-25: QAI P321-1**

Directrices: 3/4" y 1" (sin aislamiento)

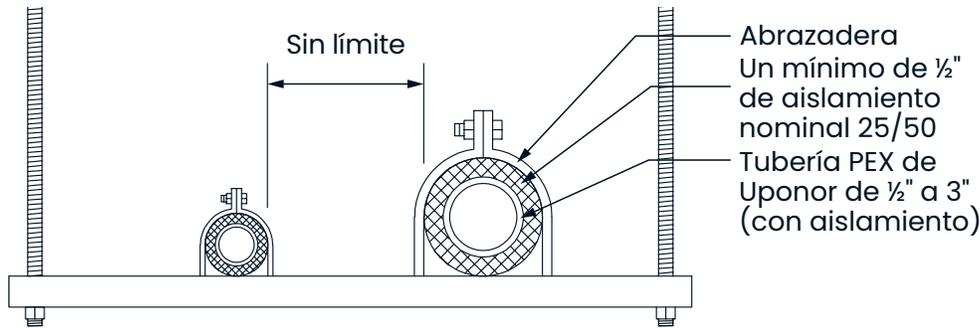
Limitaciones: Tramos contiguos de tubería se localizarán con una separación mínima de 18".



**Figura 3-26: QAI P321-3**

Directrices: 1/2" a 2" (llenas de agua)

Limitaciones: Ninguna limitación de separación



**Figura 3-27: QAI P321-1**

Directrices: 1/2" a 3" (con aislamiento)

Limitaciones: Aislamiento de un mínimo de 1/2" de espesor tal como especificado en la **Tabla 3-5**

Especificaciones para aislamientos para tubería en aplicaciones ASTM E84 y CAN / ULC-S102.2			
Productos (espesor mínimo)	ASTM E84 y CAN / ULC-S102.2		Densidad de aislamiento
	Propagación de llama	Emisión de humo	
Aislamiento para tubería de fibra de vidrio Manson Alley-K de 1/2"	25 o menos	50 o menos	4.0 pcf
Aislamiento para tubería de fibra de vidrio Johns Manville Micro-Lok de 1/2"	25 o menos	50 o menos	3.3 pcf
Aislamiento Johns Manville Micro-Lok HP de 1/2"	25 o menos	50 o menos	3.5 pcf
Aislamiento para tubería Owens Corning VaporWick de 1/2"	25 o menos	50 o menos	4.0 pcf
Aislamiento para tubería de fibra de vidrio Owens Corning de 1/2"	25 o menos	50 o menos	3.5 pcf
Aislamiento para tubería Knauf Earthwool Redi-Klad de 1/2"	25 o menos	50 o menos	3.8 pcf
Aislamiento para tubería y tanque GLT de 1/2"	25 o menos	50 o menos	4.5 pcf
Aislamiento para tubería Nomalock de 1/2"	25 o menos	50 o menos	4.0 pcf

**Tabla 3-5: Especificaciones para aislamientos para tubería en aplicaciones ASTM E84 y CAN / ULC-S102.2**

\*Averigüe la clasificación nominal de aislamientos Nomalock para uso en cámaras impelentes.

## **Underwriters Laboratories (UL) 2846**

Hasta hace poco, los materiales de tubería se probaban con el método ASTM E84, que fue desarrollado originalmente para poner a prueba los componentes de construcción y edificación. El método de prueba UL 2846 fue desarrollado específicamente para materiales de tubería de plástico para probar el desarrollo de llamas y humo.

La tubería PEX de Uponor (hasta 4") cuenta con UL 2846 *Norma para pruebas contra incendios de tubería de plomería de plástico para la distribución de agua para características de llama visible y humo.*

La tubería PEX de Uponor aprobada incluye:

- AquaPEX de Uponor (hasta 3")
- hePEX de Wirsbo (hasta 4")

## **Criterios de instalación**

La tubería tiene que ser recubierta con un material de revestimiento con la clasificación de UL con un espesor mínimo de ½" tal como descrito en el etiquetado.

## Capítulo 4

# Parámetros de diseño del sistema

### El mérito de Uponor

El diseño de un sistema de agua sanitaria o de distribución hidrónica con la tubería PEX y los accesorios ProPEX de Uponor ofrece muchas ventajas, incluyendo: fiabilidad, resistencia a la corrosión, rentabilidad, mayor resistencia en condiciones de congelación, reparación de torceduras con calor, cumplimiento de códigos y superiores propiedades térmicas y acústicas, todo ello respaldado por una garantía limitada y transferible de 25 años.

### Sistemas de agua sanitaria

Para los sistemas de agua sanitaria, el menor tamaño del diámetro interior de la tubería AquaPEX SDR9 de Uponor permite un menor volumen del sistema para proveer agua caliente a los dispositivos en menos tiempo aún así cumpliendo con los requisitos de uso final en el dispositivo. Esto proporciona un sistema eficaz que puede satisfacer máximas demandas de flujo mientras también conserva agua y uso energético.

Además, los diseños con conectores multipuerto en T y tubería enrollada de dimensión menor ( $\frac{1}{2}$ " a 1") reducen en el 70 % el número de conexiones detrás de las paredes en una aplicación por unidad, produciendo así mayor rendimiento del sistema.

### Sistemas hidrónicos de tubería

Para los sistemas hidrónicos de tubería, la hePEX de Wirsbo se fabrica con una barrera al oxígeno para proteger los componentes ferrosos en aplicaciones hidrónicas de agua caliente de calefacción o agua refrigerada, proporcionando así una solución duradera, fiable y resistente a la corrosión, que ofrece mayor perdurabilidad y rendimiento del sistema.

### Razón de dimensión estándar (SDR)

Razón de dimensión estándar (SDR) es un término utilizado para describir el tamaño de la tubería PEX; es el equivalente conceptual de la clasificación de tubería según el grosor de su pared. La relación de dimensiones (RD) es el diámetro exterior medio de tubería PEX dividido por el espesor mínimo de su pared.

**Ecuación ISO  $2S/P = R-1$**   
Donde **S = HDS**, **P = psi**,  
**R = SDR**

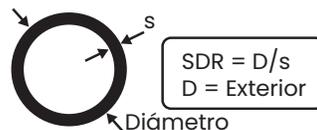


Figura 4-1: Ecuación ISO

### Especificaciones de temperatura y presión

El Plastics Pipe Institute (PPI) determina las especificaciones de temperatura y presión

para la tubería PEX tal como requerido por el estándar ASTM F876. Es importante entender que la resistencia hidrostática (especificaciones) de la tubería PEX de Uponor NO toma en cuenta factores ambientales o del sistema que podrían afectar la vida útil del sistema. Estos factores podrían incluir, entre otros, temperatura y calidad del agua, patrones de uso, tipo y nivel de cloro, exposición a rayos UV, métodos de instalación, etc. Véase la **Tabla 4-1** para los parámetros operativos. Recomendaciones adicionales sobre el diseño de sistemas pueden encontrarse en TR-4 del PPI. La presión mínima de rotura según ASTM F876 es 480 psi a 73 °F (22.7 °C) para PEX de  $\frac{1}{2}$ " y 475 psi a 73 °F (22.7 °C) para PEX de  $\frac{3}{4}$ " y mayor.

Información adicional complementaria puede encontrarse en TN-53 del PPI, *Guide to Chlorine Resistance Ratings of PEX Pipes and Tubing for Potable Water Applications*, respecto a los parámetros de operación.

### Base de diseño hidrostático

Mediante las investigaciones científicas y la experiencia histórica, se ha demostrado que las clasificaciones de base de diseño hidrostático son indicadores útiles de la resistencia relativa a largo plazo de los materiales termoplásticos al ponerse a prueba bajo las condiciones especificadas en el método

de prueba ASTM D2837. Se usa la base de diseño hidrostático para determinar las clasificaciones de temperatura y presión de un material específico. Estas clasificaciones de temperatura y presión se basan en una vida extrapolada de 50 años.

El estándar TR-3 del PPI define las normas y procedimientos para desarrollar clasificaciones de base de diseño hidrostático para materiales de tubería o tubería termoplásticos. Uponor mantiene especificaciones de grado estándar para la tubería PEX de Uponor tal como probado de acuerdo con TR-3 del PPI. Los productos de tubería de Uponor cuentan con las siguientes clasificaciones de temperatura y presión tal como demostrado en la **Tabla 4-1**.

Para empezar la evaluación, se pone a prueba empíricamente la tubería de todos tamaños a ASTM D2837 para determinar la base de diseño hidrostático; este método de prueba se emplea para toda tubería a base de polietileno. Estos datos luego se multiplican por el factor de diseño 0.5 para determinar la tensión hidrostática de diseño. Esta tensión hidrostática de diseño luego pasa por una ecuación ISO (ISO R-161-1690) para determinar los límites de temperatura y presión de la tubería.

Tipo de sistema	Parámetros máximos de operación de la PEX de Uponor		
	Temperatura	Presión	Velocidad
Tubería de servicio de agua	Véase la Tabla 4-3		10 pies / seg.
Tubería de agua fría sanitaria	Véase la Tabla 4-3		10 pies / seg.
Tubería de agua caliente sanitaria	140 °F (60 °C)	80 psi (5.5 bar)	8 pies / seg.
Tubería de recirculación de agua caliente sanitaria (dedicada)*	140 °F (60 °C)	80 psi (5.5 bar)	2 pies / seg.
Tubería de agua caliente para la calefacción	Véase la Tabla 4-3		8 pies / seg.
Tubería de agua refrigerada	Véase la Tabla 4-3		8 pies / seg.

**Tabla 4-1: Parámetros máximos de operación de la PEX de Uponor**

\*El tamaño determinado según los requisitos indicados en el manual ASPE Plumbing Engineering Design Handbook (PEDH), Volumen 2, Plumbing Systems

**Nota:** Para sistemas que requieren presiones y / o temperaturas superiores a los valores recomendados, póngase en contacto con Uponor Technical Services al 888.594.7726.

### Capacidad de temperatura y presión excesivas

En caso de un fallo de equipo o del sistema, la PEX de Uponor es capaz de resistir temperaturas hasta los 210 °F a 150 psi (99 °C a 10 bar) durante un máximo de 48 horas hasta que puedan realizarse los reparos.

**Nota:** Los requisitos de temperatura y presión excesivas solo sirven para demostrar que la tubería PEX puede resistir temporalmente valores elevados intermitentes y no deben usarse para fijar parámetros de diseño del sistema.

Especificaciones de temperatura y presión ASTM F876 para PEX SDR9		
Temperatura clasificada (°F)	Tensión hidrostática de diseño (psi)	Especificación de presión para agua (psi)
73.4	630	160
180	400	100
200	315	80

**Tabla 4-2: Especificaciones ASTM F876 de temperatura y presión para PEX SDR9**

Especificaciones de temperatura y presión hidrostáticas**	
°F / °C	psi / bar
200.0 / 93.3	80 / 5.5
190.0 / 87.8	90 / 6.2
180.0 / 82.2	100 / 6.9
170.0 / 76.7	106 / 7.3
160.0 / 71.1	111 / 7.7
150.0 / 65.6	117 / 8.0
140.0 / 60.0	123 / 8.5
130.0 / 54.4	128 / 8.8
120.0 / 48.9	134 / 9.2
110.0 / 43.3	139 / 9.6
100.0 / 37.8	145 / 10.0
90.0 / 32.2	151 / 10.4
80.0 / 26.7	156 / 10.8
73.4 / 23.0	160 / 11.0
60.0 / 15.6	168 / 11.6
50.0 / 10.0	173 / 11.9
40.0 / 4.4	179 / 12.3

**Tabla 4-3: Especificaciones de temperatura y presión hidrostáticas interpoladas de la tubería PEX de Uponor para sistemas de servicio de agua, de agua fría sanitaria y sistemas hidráulicos.**

\*\*ServicePEX puede satisfacer los requisitos de rendimiento de la sección F.7 del TR-3 del PPI para materiales de polietileno (PE) para reunir los requisitos para un factor de diseño más alto de 0.63 rindiendo una especificación de temperatura y presión de 200 psi a 73.4 °F (13.8 bar a 23 °C).

### Requisitos de diseño de la PEX de Uponor en sistemas de agua caliente sanitaria

Para proporcionar claridad sobre sistemas de agua caliente sanitaria y sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria, consulte las siguientes definiciones junto con la información de la Tabla 4-1.

**Importante:** Daños a los sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria causados por condiciones inadecuadas de operación **anularán** la garantía de Uponor.

Si existen diferencias entre las recomendaciones de Uponor y los códigos locales, siempre cumpla con los criterios más restringidos. Por ejemplo, donde las recomendaciones de Uponor son más restrictivas que los códigos locales, cumpla con las recomendaciones de Uponor para asegurar que el producto funciona como se espera y sigue con cobertura de la garantía.

### Definiciones

- **Suministro de agua caliente sanitaria:** Esta es la porción del sistema de agua sanitaria que suministra agua caliente potable desde la fuente de calor a los diversos dispositivos por el edificio. Se determina el tamaño de tubería según los códigos vigentes de las unidades de dispositivos del suministro de agua y / o la pérdida uniforme por fricción para el edificio específico.
- **Sistema de recirculación de agua sanitaria caliente:** Según el International Plumbing Dictionary de ASSE, el sistema de recirculación de agua sanitaria caliente se define como una porción del sistema de distribución del agua que permite la circulación continua o intermitente y el movimiento del suministro de agua caliente dentro de la tubería entre salidas de los dispositivos de uso final y la fuente de calefacción del agua caliente, normalmente a través de una bomba o un tramo a gravedad. El sistema de recirculación de agua caliente sanitaria incluye todos los elementos del sistema de agua caliente sanitaria donde circula el agua, incluyendo toda la tubería de suministro y retorno dedicado y todo componente aparte de los dispositivos al final de la línea.

• **Tubería dedicada de recirculación de agua caliente sanitaria:** Esta es la parte específica del sistema de recirculación de agua caliente sanitaria que retorna (o recircula) el agua caliente potable a la fuente de calor para que vuelva a calentarse y circularse. El agua de esta tubería no suministra ningún dispositivo. Normalmente se determina el tamaño de la tubería de recirculación de agua caliente sanitaria a base de la pérdida de calor de la tubería de suministro y la pérdida por fricción uniforme, pero también puede determinarlo basándose en la tasa mínima del flujo de las válvulas de equilibrado.

### Diseño para el agua caliente sanitaria

#### Resistencia al cloro

La tubería AquaPEX de Uponor se pone a prueba y se lista a PEX 5106 NSF-pw (CL5). Según ASTM F876, la clasificación de resistencia al cloro CL5 se destina a una condición de uso final del 100 por ciento de operación a 140 °F (60 °C) a 80 psi (5.5 bar) para máximas condiciones de operación según el estándar, lo cual es la clasificación más alta de resistencia al cloro disponible por ASTM. Los productos marcados con un '5' como el primer dígito del código de cuatro dígitos y también marcados con la denominación CL5 [por ejemplo, PEX 5106 NSF-pw (CL5)] indica que el producto está aprobado para usarse en la operación continua de sistemas de agua caliente sanitaria y de recirculación de agua caliente sanitaria con una temperatura hasta un máximo de 140 °F (60 °C) y una máxima presión del sistema de 80 psi (5.5 bar).

#### Control de parámetros del sistema: Presión, temperatura y tasa de flujo

Las fluctuaciones de temperatura y presión ocurren naturalmente dentro de

los sistemas de plomería mientras las moléculas de agua se calientan y se enfrían. Es importante controlar la temperatura y presión en sistemas de plomería con AquaPEX de Uponor con el diseño, instalación y equipo debidos para asegurar que las fluctuaciones de temperatura y presión se mantengan dentro de los límites de cada componente del sistema para asegurar el rendimiento a largo plazo del sistema de plomería.

#### Temperaturas de agua caliente sanitaria y de recirculación de agua caliente sanitaria

Es fundamental controlar la temperatura del agua suministrada en todo sistema de plomería para asegurar una larga vida útil del sistema, la salud de los residentes, la eficiencia energética y la sostenibilidad. A continuación se ofrecen ejemplos del control apropiado de la temperatura de agua caliente sanitaria para asegurar que no supere la máxima temperatura recomendada de 140 °F (60 °C) para la tubería AquaPEX de Uponor.

#### El control de temperatura

Los calentadores de agua con tanque cuentan con un control para fijar la temperatura del agua en el tanque. Muchos o gran parte de estos controles llegan con señales arbitrarias (por ejemplo, A, B, C, o cálido, caliente, etc.). Confirme la configuración del control mediante un indicador instalado en la salida del calentador (el lado caliente). Utilice un termómetro para medir la temperatura del flujo de agua en el dispositivo más cercano. Deje correr el agua para asegurar que la muestra de agua refleja fielmente la temperatura del tanque.

#### Control digital

Otros dispositivos, como los tanques de agua indirectos o calentadores de agua sin tanque, utilizan controles incorporados para controlar

la temperatura del agua suministrada al sistema de agua caliente sanitaria. Familiarícese con estos controles para fijar una temperatura razonable, efectiva y eficiente, que típicamente es de 115 °F (46 °C) a 122 °F (50 °C). Confirme en la pantalla de temperatura que la temperatura programada no se exceda durante un ciclo de calentamiento.

#### Acuastato

Programe el control del acuastato en la configuración deseada basándose en la temperatura típica de suministro o los requisitos del diseño. Confirme la configuración del acuastato (o el tanque) al tomar muestras del agua caliente sanitaria y del dispositivo más cercano.

#### Válvula de atemperación

En los casos donde los controles locales o incorporados no pueden controlar sistemáticamente la temperatura deseada del suministro de agua, considere la instalación de una válvula de atemperación para asegurar que los límites de las condiciones operativas no se excedan.

#### Válvula modulante

Debido al tamaño y el volumen necesarios para proporcionar el agua caliente sanitaria en las estructuras comerciales, puede ser necesario instalar una válvula modulante (o varias) para controlar las fluctuaciones y vaivenes de demanda para la temperatura del suministro de agua.

#### Presión del sistema

Si la presión del sistema no se controla y no se mantiene adecuadamente, las presiones estáticas o fluctuantes excesivas pueden causar problemas prematuros de rendimiento del sistema de plomería, incluso entre otros, los calentadores de agua, las máquinas de lavar, el lavaplatos y las válvulas de descarga del inodoro. La lista a continuación proporciona información referente al

origen de presiones elevadas del sistema junto con más medidas para prevenir o controlar las oscilaciones de la presión.

#### • Dispositivos de prevención de contraflujo / válvulas anti retorno:

Cuando el agua se calienta, se expande. Esto podrá aumentar la presión del agua del sistema más allá del límite de 80 psi recomendado por los códigos. En los sistemas sin dispositivos de prevención de contraflujo, la expansión del volumen puede absorberse de vuelta a las redes públicas de agua. Sin embargo, un sistema que cuenta con dispositivos de prevención de contraflujo experimenta la expansión del volumen dentro del sistema de plomería, lo cual podrá elevar las presiones más allá del límite de los componentes del sistema de plomería. Ya que los dispositivos de prevención de contraflujo muchas veces se instalan dentro de los contadores de agua y son difíciles de identificar, es importante instalar un tanque de expansión en estas circunstancias.

• **Tanques de expansión:** De acuerdo con la mayoría de los códigos de plomería más importantes de América del Norte, los sistemas con dispositivos de prevención de contraflujo o válvulas anti retorno en la línea principal de servicio de agua requerirán un tanque de expansión u otro dispositivo aprobado para controlar la expansión térmica. Los sistemas que utilizan estos dispositivos tienen más probabilidad de experimentar presiones elevadas que podrán ser más allá del límite máximo recomendado de 80 psi debido a la expansión térmica del agua calentada. Instale los tanques de expansión en la línea de suministro del agua fría al calentador y calcule el tamaño debidamente basado en la capacidad del

tanque del calentador de agua. Además, consulte las directrices de instalación del fabricante para tanques de expansión y otros dispositivos semejantes.

- **Válvulas reductoras de presión:** Últimamente se apunta una tendencia donde los servicios públicos aumentan la presión del suministro de agua superior a 80 psi para poder proveer servicios a más casas. En este caso, Uponor recomienda que se instale una válvula reductora de presión para controlar la presión que entra en el sistema de plomería. La presurización típica del sistema debe registrarse entre 50 y 60 psi.
- **Válvulas reductoras de presión secundarias:** En las situaciones donde otros métodos de controlar la sobre presurización no funcionan o no son una opción, instale una válvula reductora de presión secundaria. Las válvulas de escape que típicamente se incluyen con los calentadores de agua están configuradas para reducir la presión a 125 o 150 psi. Una válvula reductora secundaria programada en 80 psi asegurará que el sistema esté protegido de aumentos repentinos de presión.
- **Zonas de presión:** Para instalaciones comerciales que requieren presiones por encima de 80 psi para poder suministrar la presión mínima a dispositivos en edificios de varios pisos o edificios de gran altura, las zonas de presión típicamente se usan donde los pisos (normalmente de 5 a 9 niveles) o secciones del edificio se separan en zonas y emplean una válvula reductora de presión para controlar la presión. En estas aplicaciones, asegure que los tubos de subida funcionen dentro de los parámetros

operativos como indicado en la **Tabla 4-1**. Asegure que los materiales de tubería en estas aplicaciones cumplan con las clasificaciones de temperatura y presión.

- **Golpe de ariete:** El golpe de ariete es una onda de choque de alta presión que se difunde por un sistema de tubería cuando el agua en movimiento se ve forzada a pararse o cambiar de dirección repentinamente. El fenómeno ocurre cuando el sistema de agua sanitaria incluye válvulas de compuerta y válvulas solenoides de cierre rápido. El golpe de ariete es presente cuando se experimenta un golpeteo en el sistema pero puede ser que no se note siempre, dependiendo de los materiales de tubería instalados. Estos aumentos repentinos pueden dañar el equipo del sistema, incluyendo las bombas, los electrodomésticos, medidores, etc., al mismo tiempo que crean tensión excesiva en la tubería, así causando una reducción en su vida útil. Considere la instalación de válvulas anti retorno silenciosas o de muelle con supresores de golpe de ariete. Otras opciones para abordar el golpe de ariete incluyen la reducción de la presión operativa y / o la velocidad de la tasa de flujo o la instalación de válvulas reductoras de presión en la línea de suministro.
- **Bombas de aumento:** Las bombas de aumento que incrementan la presión y el caudal en casos de baja presión a veces pueden exceder los límites para la tubería de agua sanitaria. Asegure que el tamaño de la bomba de aumento no permita que el sistema exceda los límites de la tubería.

#### • **Válvulas de equilibrado:**

Las válvulas de equilibrado mantienen las condiciones del flujo para asegurar que las válvulas de control funcionen debidamente. Es importante incluirlas porque los sistemas desequilibrados pueden producir amplias oscilaciones de temperatura, presión y velocidad.

#### **Dimensión y velocidad máxima**

Uponor requiere una velocidad de tasa de flujo de la recirculación de agua caliente sanitaria de un máximo de 2 pies por segundo y que el sistema de tubería de agua caliente (incluyendo las líneas de recirculación) cumpla con los siguientes requisitos tal como indicado en el manual *ASPE Plumbing Engineering Design Handbook (PEDH), Volumen 2, Plumbing Systems:*

1. Calcule las tasas de pérdida de calor de la tubería de suministro de agua caliente.
2. Calcule las tasas de circulación para todas partes de la tubería de circulación y la tasa de circulación total requerida.
3. Determine la pérdida de carga uniforme permitida y la carga total requerida para superar las pérdidas por fricción en la tubería cuando el agua fluye en la tasa requerida de circulación.
4. Calcule las tasas de flujo para diversos tamaños de tubería que darán la caída uniforme de presión establecida en el **Paso 3**, y tabule los resultados.
5. Determine el tamaño del sistema a base de la tabulación del **Paso 4**.
6. Con los tamaños establecidos en el **Paso 5**, repita los **Pasos 1 a 5** para comprobar las proyecciones realizadas.

#### **Sistemas de recirculación de agua caliente**

Los sistemas de agua caliente suelen recircularse para mantener las temperaturas adecuadas. Hay varios métodos de recirculación disponibles, incluyendo:

- **Continuo:** Circula el agua las 24 horas del día. Este método no se considera eficiente económicamente ni por su uso de energía cuando los patrones de uso del edificio no se alinean con el flujo continuo.
- **Termostático (acuastato):** Este método mide la temperatura del agua y enciende o apaga el circulador, basándose en las necesidades del sistema.
- **Programado:** Este método emplea un temporizador para encender y apagar el circulador. El intervalo de tiempo para la operación del circulador debe basarse en los patrones de uso del edificio.
- **Demanda:** Este método utiliza pulsadores y sensores de movimiento para encender y apagar el circulador cuando un ocupante necesita agua caliente.

Según la **Tabla 4-1**, independientemente del método de recirculación empleada, la tubería PEX de Uponor está clasificada para usarse en sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria con una temperatura máxima de 140 °F (60 °C) y una máxima presión de 80 psi (5.5 bar).

#### **Equilibración de sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria**

Los sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria requieren la equilibración del flujo para mantener temperaturas y flujos satisfactorios en el sistema. Si los sistemas no están equilibrados debidamente,

el agua circulada tiene la tendencia de provocar un cortocircuito por el tramo más corto del sistema, así creando altas velocidades en ese tramo y resultando en demoras del agua caliente a los tramos más remotos. Es importante aislar las líneas de recirculación de agua caliente sanitaria, y típicamente requieren escaso caudal para mantener temperaturas satisfactorias en el sistema. Uponor limita la velocidad máxima en sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria a 2 pies por segundo en la tubería dedicada de retorno de agua caliente que usa la PEX de Uponor (véase la **Tabla 5-9**).

En la equilibración del sistema, utilice equipo calibrado tal como válvulas de equilibrado o limitadores de caudal. Considere las válvulas de equilibrado termostáticas con un motor conmutado electrónicamente / bombas de retorno para la recirculación de agua caliente sanitaria de velocidad variable. Cada válvula de equilibrado requiere una válvula anti retorno, o en la línea o incorporada en el ensamblaje de la válvula de equilibrado, para así prevenir un flujo inverso de la descarga de un dispositivo.

#### **Selección y tamaño de bombas**

Considere cuidadosamente la selección y el tamaño de una bomba en sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria. Asegure que la capacidad del flujo de la bomba no exceda 2 pies por segundo, la velocidad del flujo recomendada para la línea dedicada de recirculación.

- **Residencial:** Para instalaciones residenciales, seleccione bombas que se diseñan y se promocionan específicamente para sistemas de recirculación de agua caliente sanitaria (por ejemplo, Grundfos UP16-10 o Taco 0018e, que tienen la

abilidad de programar el flujo con una aplicación) versus un circulador de capacidad mayor de flujo. Las bombas más pequeñas como estas no tienen la capacidad de recircular el agua caliente sanitaria más allá de 2 pies por segundo, mientras que las bombas más grandes tendrán que equilibrarse debidamente. Siempre revise el diseño de la plomería, incluso el tamaño de tubería, el flujo, etc., en comparación con el tamaño de la bomba de recirculación de agua caliente sanitaria.

- **Comercial:** Para instalaciones comerciales de recirculación, instale válvulas de equilibrado (ajustadores de circuitos) o dispositivos que limitan el flujo integrales con la bomba de recirculación de agua caliente sanitaria y la tubería dedicada. Uponor recomienda que se instalen los dispositivos donde un flujo preciso o una presión diferencial está proporcionado. La instalación de medidores en el lado de succión y descarga de la bomba también proporcionará información útil respecto al estado operativo de la bomba. Por otra parte, consulte las directrices de operación y mantenimiento del fabricante de la bomba para información adicional para averiguar las condiciones operativas de la bomba.

#### **Dimensionar un sistema de tubería PEX de Uponor**

La tubería PEX de Uponor está fabricada para tener un diámetro exterior equivalente a las dimensiones del tamaño de tubería de cobre (CTS) y un espesor de pared con una razón de dimensión estándar (SDR) de 9 (es decir, el espesor de la pared es una novena parte del diámetro exterior de la tubería).

Debido al espesor de PEX, que provee características superiores de aislamiento y durabilidad, el diámetro interior de la tubería PEX de Uponor es ligeramente menor que el de tubería de cobre. Sin embargo, la PEX de Uponor es tres veces más lisa que la tubería nueva de cobre. Esta lisura significa que pueden diseñarse sistemas a velocidades más altas, así reduciendo la diferencia en las características de flujo entre la PEX-a y el cobre (resultando del diámetro interior menor de la PEX-a).

#### **Método de interpolación**

Las especificaciones de presión en diferentes temperaturas se determinan al usar una relación lineal entre las especificaciones de grado estándar. Véase la **Tabla 4-3** para las especificaciones de temperatura y presión interpoladas.



**Importante:** Las especificaciones de temperatura y presión expuestas en la **Tabla 4-3** se aplican específicamente a sistemas hidrónicos de tramo cerrado y sistemas de agua fría sanitaria (potable). Conforme al 604.8 del Código de Plomería Internacional (IPC) respecto a presiones en sistemas de agua, el uso de PEX en sistemas de agua caliente sanitaria (incluyendo los de recirculación de agua caliente sanitaria) no deben exceder una presión del sistema de 80 psi. El sobrepasar esta presión, junto con la calidad del agua y otras condiciones ambientales, podrán afectar la vida útil de la tubería.

## Calculación de la pérdida por fricción

Hay dos métodos típicamente aceptados para calcular la pérdida de carga o la pérdida por fricción en los sistemas de tubería. El primer método, que es el método preferido y que se discutirá en este manual, es la metodología Darcy-Weisbach. El segundo método es la metodología Hazen-Williams.

### Método Darcy-Weisbach

La ecuación Darcy-Weisbach es una ecuación fenomenológica, que se relaciona directamente con los datos de prueba empíricos. Este método relaciona la fricción en la tubería con la rugosidad de la tubería,

la velocidad del fluido, la densidad del fluido (temperatura del agua) y la viscosidad del fluido sin aprovecharse de factores de corrección. Es lo mismo para sistemas que usan diferentes concentraciones de fluidos (por ejemplos, propilenglicol).

A continuación se muestra una ecuación Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Donde,

$h_f$  = pérdida de carga debido a la fricción (pies)

$f$  = factor de fricción adimensional

$l$  = longitud de tubería (pies) Donde,

$D$  = diámetro interior de tubería (pies)

$V$  = velocidad media (pies / seg.)

$g$  = aceleración debido a la gravedad  $\left(\frac{ft}{seg.^2}\right)$

Todos los parámetros de la ecuación son funciones del diseño del sistema y su trazado con la excepción del factor de fricción adimensional,  $f$ . El factor de fricción  $f$  se deriva al usar la fórmula Colebrook que representa  $f$  implícitamente.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left[ \frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right] \left( \frac{libras \cdot seg.}{pies^2} \right)$$

$f$  = factor de fricción adimensional

$D$  = diámetro interior de tubería (pies)

$E$  = rugosidad interior (pies)

La rugosidad de la tubería PEX-a de Uponor es  $1.58 \times 10^{-6}$  pies

$Re$  = número Reynolds =  $\frac{\rho V D}{\mu}$

Donde,

$D$  = diámetro interior de tubería (pies)

$\rho$  = densidad del fluido  $\left(\frac{libras}{pies^3}\right)$

$V$  = Velocidad media (pies / seg.)

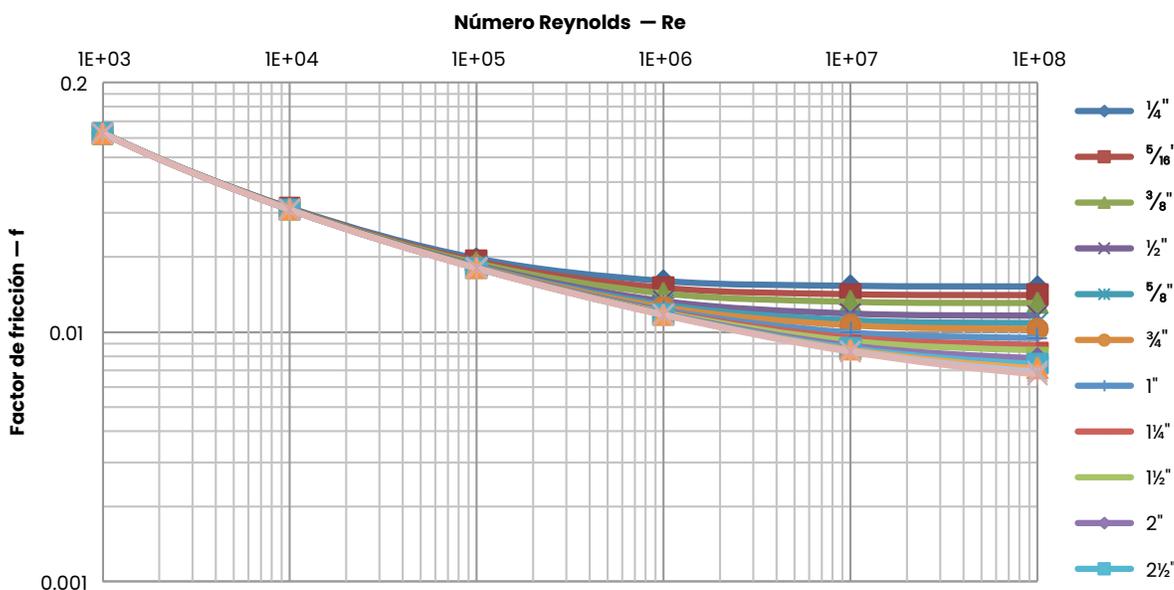
$\mu$  = viscosidad dinámica

**Nota:** Puesto que la fórmula Colebrook es una fórmula implícita, se han derivado muchas aproximaciones para representar explícitamente el factor de fricción. El uso de la aproximación Manadilli produce un error muy pequeño respecto a la ecuación Colebrook. De hecho, el error máximo es hasta el 2.06 por ciento. La aproximación Manadilli demostrada abajo es lo que se usa para todos los cálculos de pérdida de carga para la tubería PEX de Uponor.

$$f = \left[ \frac{1}{-2 \cdot \log \left( \frac{\epsilon}{3.7 \cdot D} + \frac{95}{Re^{0.983}} - \frac{96.82}{Re} \right)} \right]^2$$

El factor de fricción también puede encontrarse al usar un diagrama Moody estándar. El diagrama Moody es una función del número Reynolds y la razón entre la rugosidad de la tubería y su diámetro interior. Consulte la **Figura 4-2** para el diagrama Moody creado para la tubería PEX.

## Diagrama Moody para PEX ASTM según el tamaño de tubería — Aproximación Manadilli



**Figura 4-2: Diagrama Moody para PEX ASTM según el tamaño de tubería**

## Presión diferencial

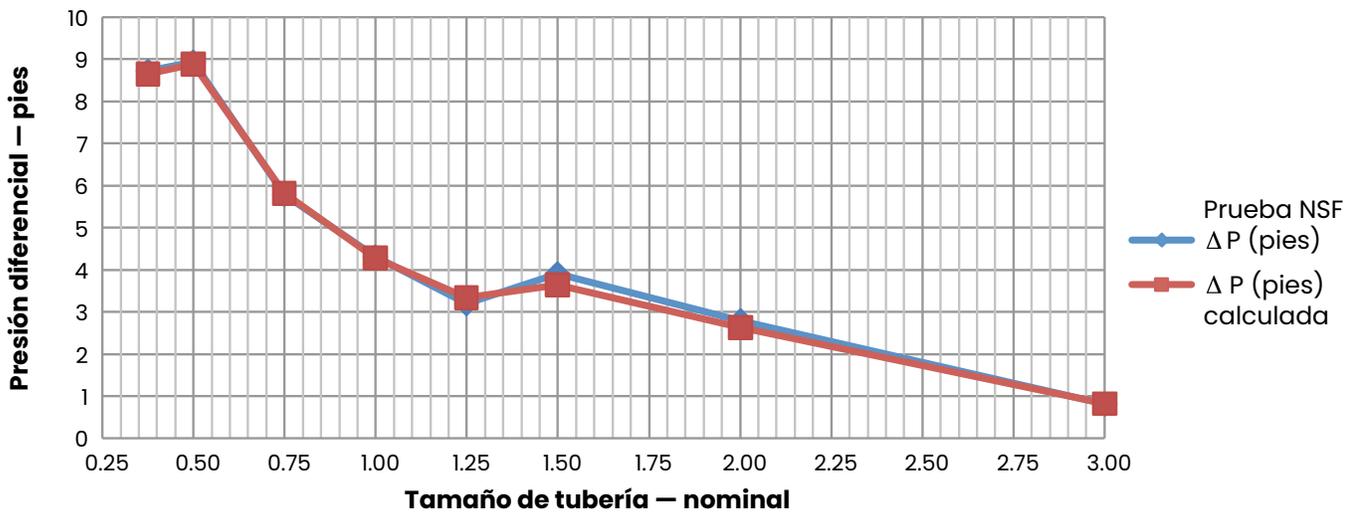


Figura 4-3: Pérdida por fricción al comparar datos de prueba de Darcy-Weisbach vs. NSF

### Método Hazen-Williams

El método Hazen-Williams es otro método para determinar el tamaño de PEX. Sin embargo, no es el método preferido de Uponor (especialmente para dimensionar sistemas de calefacción y refrigeración). Como la fórmula Darcy-Weisbach, esta formulación también se basa en relaciones empíricas con el flujo de agua por la tubería.

Sin embargo, la correlación con los datos de prueba es mucho más limitada. El conjunto de formulación se derivó para diseños de rociadores contra incendios y redes grandes de suministro de agua con tubería de 3" y mayor. Además se basa estrictamente en 100 por ciento de agua y no toma en cuenta la temperatura y la viscosidad del fluido.

Desde su desarrollo, se han establecido adicionales factores de corrección de temperatura y corrección de fluido. Sin embargo, los resultados pueden demostrar importantes errores al compararse con los datos de prueba.

La ecuación a continuación refleja el método Hazen-Williams.

$$h_f = 0.2083 \cdot \left( \frac{100}{C} \right)^{1.852} \cdot \frac{q^{1.852}}{D^{4.8655}}$$

Donde,

$$h_f = \text{pérdida de carga debido a la fricción por 100 pies} \left( \frac{\text{pies}_{\text{agua}}}{100 \text{ pies}_{\text{tubería}}} \right)$$

$C$  = constante de rugosidad de Hazen-Williams

El constante de rugosidad de Hazen-Williams para la PEX-a de Uponor es 163.

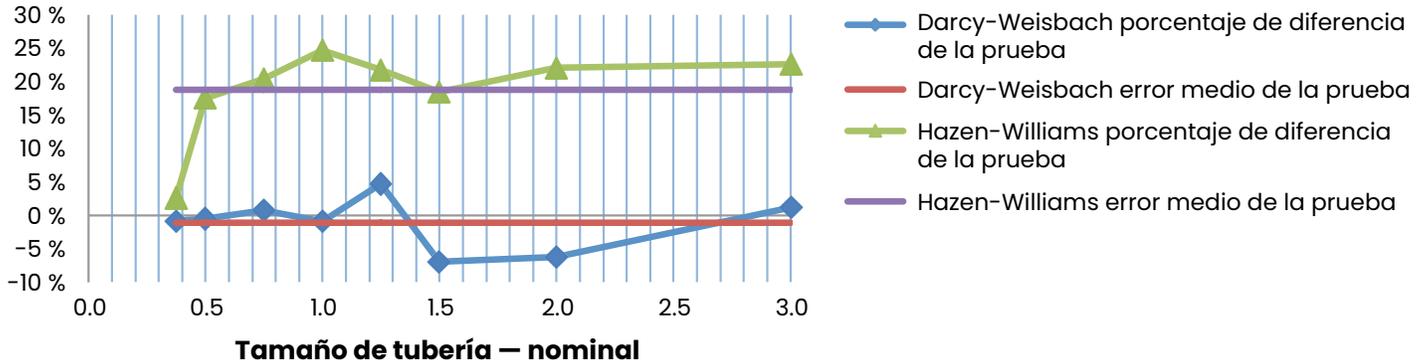
$q$  = tasa de flujo volumétrico (gpm)

$D$  = diámetro interior de la tubería (pulgadas)

## Comparación de Darcy-Weisbach y Hazen-Williams

La NSF realizó pruebas para calcular la pérdida por fricción de la tubería PEX de Uponor y los accesorios ProPEX de Uponor. Las pruebas permitieron que Uponor analizara los datos de prueba empíricos y que los comparara con los métodos de Darcy-Weisbach y Hazen-Williams. El gráfico a continuación explica la comparación.

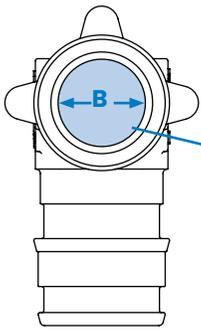
### Porcentaje de error de los datos de prueba



**Figura 4-4: Comparación de Darcy-Weisbach y Hazen-Williams**

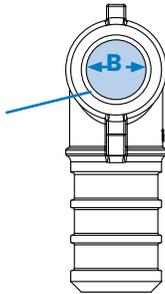
El eje Y representa el porcentaje de error de los datos de prueba; el eje X representa el tamaño nominal de tubo. El gráfico demuestra que el error medio al usar el método Darcy-Weisbach es inferior al 1 por ciento al compararse con los datos de prueba. El método Hazen-Williams, sin embargo, produce un error medio del 18 por ciento en comparación con los datos de prueba.

**Nota:** La prueba se realizó con el 100 por ciento de agua a 70 °F (21.1 °C).



**A - Trayectoria del flujo**  
**B - Diámetro interior**

**Figura 4-5: Accesorio ProPEX de expansión ASTM F1960 y CAN / CSA B137.5**



**Figura 4-6: Accesorio de inserción ASTM F1807 / F2159**

**EL 29 % MAYOR DIÁMETRO INT.**  
**EL 70 % MAYOR FLUJO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Al comparar EP F1960 de 1" con accesorios F2159 de plástico.

		Accesorio ProPEX de Uponor de expansión en frío		Accesorio estándar de inserción (de presión)	
		Latón ASTM F1960	EP ASTM F1960	Latón ASTM F1807	Plástico ASTM F2159
<b>A</b> Trayectoria del flujo	½"	0.112 pulgadas cuadradas 2.8 gpm @ 8 pies / seg. 3.5 gpm @ 10 pies / seg.	0.116 pulgadas cuadradas 2.9 gpm @ 8 pies / seg. 3.6 gpm @ 10 pies / seg.	0.096 pulgadas cuadradas 2.4 gpm @ 8 pies / seg. 3.0 gpm @ 10 pies / seg.	0.078 pulgadas cuadradas 1.9 gpm @ 8 pies / seg. 2.4 gpm @ 10 pies / seg.
	¾"	0.278 pulgadas cuadradas 6.9 gpm @ 8 pies / seg. 8.7 gpm @ 10 pies / seg.	0.273 pulgadas cuadradas 6.8 gpm @ 8 pies / seg. 8.5 gpm @ 10 pies / seg.	0.221 pulgadas cuadradas 5.5 gpm @ 8 pies / seg. 6.9 gpm @ 10 pies / seg.	0.166 pulgadas cuadradas 4.1 gpm @ 8 pies / seg. 5.2 gpm @ 10 pies / seg.
	1"	0.496 pulgadas cuadradas 12.4 gpm @ 8 pies / seg. 15.5 gpm @ 10 pies / seg.	0.488 pulgadas cuadradas 12.2 gpm @ 8 pies / seg. 15.2 gpm @ 10 pies / seg.	0.396 pulgadas cuadradas 9.9 gpm @ 8 pies / seg. 12.4 gpm @ 10 pies / seg.	0.292 pulgadas cuadradas 7.3 gpm @ 8 pies / seg. 9.1 gpm @ 10 pies / seg.
	1¼"	0.724 pulgadas cuadradas 21.8 gpm @ 8 pies / seg. 22.6 gpm @ 10 pies / seg.	0.739 pulgadas cuadradas 18.4 gpm @ 8 pies / seg. 23.0 gpm @ 10 pies / seg.	0.595 pulgadas cuadradas 14.8 gpm @ 8 pies / seg. 18.6 gpm @ 10 pies / seg.	No disponible
	1½"	0.923 pulgadas cuadradas 23.0 gpm @ 8 pies / seg. 28.9 gpm @ 10 pies / seg.	0.923 pulgadas cuadradas 23.0 gpm @ 8 pies / seg. 28.9 gpm @ 10 pies / seg.	0.817 pulgadas cuadradas 20.4 gpm @ 8 pies / seg. 25.5 gpm @ 10 pies / seg.	No disponible
	2"	1.877 pulgadas cuadradas 47.1 gpm @ 8 pies / seg. 58.6 gpm @ 10 pies / seg.	1.730 pulgadas cuadradas 43.1 gpm @ 8 pies / seg. 54.0 gpm @ 10 pies / seg.	1.463 pulgadas cuadradas 36.5 gpm @ 8 pies / seg. 54.7 gpm @ 10 pies / seg.	No disponible
	2½"	3.110 pulgadas cuadradas 77.6 gpm @ 8 pies / seg. 97.1 gpm @ 10 pies / seg.	2.688 pulgadas cuadradas 67.0 gpm @ 8 pies / seg. 83.8 gpm @ 10 pies / seg.	No disponible	No disponible
	3"	4.562 pulgadas cuadradas 113.8 gpm @ 8 pies / seg. 142.3 gpm @ 10 pies / seg.	3.871 pulgadas cuadradas 96.5 gpm @ 8 pies / seg. 120.7 gpm @ 10 pies / seg.	No disponible	No disponible
<b>B</b> Diámetro interior mínimo	½"	0.378"	0.385"	0.350"	0.315"
	¾"	0.595"	0.590"	0.530"	0.460"
	1"	0.795"	0.788"	0.710"	0.610"
	1¼"	0.960"	0.970"	0.870"	No disponible
	1½"	1.084"	1.084"	1.020"	No disponible
	2"	1.550"	1.484"	1.365"	No disponible
	2½"	1.990"	1.850"	No disponible	No disponible
	3"	2.410"	2.220"	No disponible	No disponible

**Tabla 4-4: Accesorios ProPEX de Uponor vs. accesorios estándares de inserción (engarzados)**

**Nota:** Consulte la **Tabla C-1** en el **Apéndice C** para una comparación de longitud equivalente.

## Calculación de la pérdida por fricción por los accesorios

Hay dos métodos típicamente aceptados al analizar la pérdida de presión o la pérdida de carga en los accesorios. El primer método y el más preferido utiliza valores  $C_v$  para calcular con precisión las pérdidas en los accesorios. El valor  $C_v$  representa cuántos gpm pueden fluir por un accesorio con una caída de presión de 1 psi.

### El método $C_v$ para calcular la pérdida por fricción

$C_v$  es una función de la tasa de flujo versus la caída de presión por el accesorio. También toma en cuenta la densidad del fluido. Consulte el siguiente cálculo de pérdida por fricción al usar el método  $C_v$ .

$$\Delta P = \left( \frac{P_f}{P_w} \right) \left( \frac{F}{C_v} \right)^2$$

Donde,

$\Delta P$  = caída de presión por el accesorio (psi)

$$P_f = \text{densidad del fluido} \left( \frac{\text{libras}}{\text{pies}^3} \right)$$

$$P_w = \text{densidad de agua a } 60^\circ\text{F} \left( \frac{\text{libras}}{\text{pies}^3} \right)$$

La densidad de agua a 60 °F (15.6 °C) es 62.38 libras por pie cúbico.

$F$  = tasa de flujo volumétrico por el accesorio (gpm)

$C_v$  = clasificación  $C_v$  conocida del accesorio

Este cálculo rinde un valor en libras por pulgada cuadrada que, para dimensionar sistemas hidráulicos, tiene que convertirse a pies de carga de 100 por ciento de agua. La transformación de pies de agua se demuestra abajo.

$$h_f = \frac{144 \text{ pulgadas}^2 \cdot \Delta P}{1 \text{ pie}^3 \cdot P_f}$$

Donde,

$h_f$  = caída de presión por fricción por el accesorio (pies)

$$P_f = \text{densidad del fluido} \left( \frac{\text{libras}}{\text{pies}^3} \right)$$

$\Delta P$  = caída de presión por el accesorio (psi)

Este valor puede añadirse acumulativamente a los valores de los otros accesorios en la línea de distribución para calcular la pérdida total para los accesorios del sistema.

Por ejemplo, un accesorio con un  $C_v$  de 5.0 fluiría 5.0 gpm con una caída de presión de 1 psi por el accesorio. Ya que  $C_v$  es una función de la tasa de flujo versus la caída de presión, produce una representación exacta de la pérdida por fricción del accesorio. El segundo método utiliza longitudes equivalentes. Uponor ha creado unos gráficos para ambos métodos, de longitudes equivalentes y de  $C_v$ . Se desarrollaron las longitudes equivalentes usando una velocidad de flujo de 8 pies por segundo.

### Ejemplo 2

Para un codo determinado con un  $C_v$  de 6.7 y una tasa de flujo de 3.5 gpm con la temperatura del agua de 160 °F (71.1 °C), ¿qué es la pérdida por fricción del accesorio (en pies)? Suponiendo que el fluido es 100 por ciento de agua, el cálculo es el siguiente.

$$P_f = 60.99 \frac{\text{libras}}{\text{pies}^3}$$

$$F = 3.5 \text{ gpm}$$

$$C_v = 6.7$$

$$\Delta P = \left( \frac{P_f}{P_w} \right) \left( \frac{F}{C_v} \right)^2 = \left( \frac{60.99 \frac{\text{libras}}{\text{pies}^3}}{62.38 \frac{\text{libras}}{\text{pies}^3}} \right) \left( \frac{3.5 \text{ gpm}}{6.7} \right)^2 = 0.267 \text{ psi}$$

**Nota:** Para que las unidades de la fórmula  $C_v$  funcionen, hay que suponer que el  $C_v$  tiene las unidades de gpm y el resultado multiplicados por 1 psi.

Al saber la presión diferencial, el valor resultante puede convertirse a pérdida de carga en pies como se expone abajo.

$$h_f = \frac{144 \text{ pulgadas}^2 \cdot \Delta P}{1 \text{ pie}^2 \cdot P_f} = \frac{144 \text{ pulgadas}^2 \cdot 0.267 \text{ psi}}{1 \text{ pie}^2 \cdot 60.99 \frac{\text{libras}}{\text{pies}^3}} = 0.63 \text{ pies}$$

## Sistemas de ósmosis inversa y agua desionizada

Los sistemas de ósmosis inversa y los sistemas que utilizan agua desionizada para aplicaciones de agua para consumo son aprobados para usarse con la tubería PEX de Uponor, siempre que el pH esté entre 5 y 8 y la temperatura máxima no pase los 140 °F (60 °C). Uponor requiere el uso de accesorios EP o de acero inoxidable con agua desionizada y de ósmosis inversa. Para aplicaciones con agua de proceso, tales como laboratorios limpios y otras aplicaciones de agua pura de tipo industrial, póngase en contacto con Uponor Technical Services para más información.

## Sobrecarga de presión e intensidad de sonido

Las principales fuentes de sonido en un sistema de tubería de agua son la cavitación, la rugosidad de la superficie y el golpe de ariete causado por la sobrecarga de presión. Los polímeros típicos absorberán sonido al orden de 10 dB/cm, mientras que los metales están al orden de 0.1 a 1.0 dB/cm. Para un cambio determinado en velocidad, la intensidad del sonido de un tubo de cobre será más alta que la de la tubería PEX-a. Las

presiones máximas causadas por una válvula de acción rápida podrán reducirse entre el 18 por ciento y el 40 por ciento al utilizar la PEX de Uponor en vez de tubería de cobre.

Al comparar el cambio en la intensidad del sonido al convertir de cobre a tubería PEX, quedando todo lo demás igual, la intensidad del sonido en la dirección radial hacia afuera es el área principal para evaluar.

Empezando con la ecuación general de onda:

$$I^2 p = (1/c^2)(M^2 p / M t^2)$$

y simplificando algunas suposiciones (por ejemplo, fuente puntual de sonido), la relación para intensidad puede derivarse con la siguiente fórmula:

$$I = p v$$

**Donde:**

I = intensidad de sonido

p = presión de sonido

v = velocidad de partícula

### Golpe de ariete

Además de determinar el tamaño de la tubería y las bombas para la velocidad de flujo apropiada, **tenga cuidado para evitar el golpe de ariete y las presiones de sobrecarga**

**excesivas. Los sistemas operativos de bombas con ciclaje encendido / apagado o bombas sobredimensionadas para la tubería pueden crear la presión alta y fatigar el material de tubería.** Los sistemas de bombeo de presión constante de velocidad de bombeo variable y válvulas reductoras de presión que se dimensionan debidamente pueden aliviar estos problemas. Las bombas deben dimensionarse para funcionar a máxima eficiencia con el menor uso de energía para las tasas de flujo requeridas. El golpe de ariete probablemente es la cuestión más importante y puede evaluarse utilizando lo siguiente:

$$A = 4660 / [1 + kD / (Et)]^{1/2}$$

**Donde:**

A = Velocidad de onda

k = Módulo de compresibilidad de agua (300 000 psi)

D = diámetro interior de tubería

E = Módulo de tracción del material de la tubería

t = Espesor de la pared

Para la tubería de 1/2" de tamaño nominal, la razón de dimensión (D/t) de la tubería PEX es aproximadamente 7; es aproximadamente 11 para el cobre (tipo K).

Suponiendo que un módulo de tubería PEX es 250 000 psi y el módulo de cobre es 16 000 000 psi, la velocidad de onda es:

Tubería PEX – 1520 pies / seg.

Tubería de cobre – 4240 pies / seg.

La presión de sobrecarga se calcula como  $P = Av / (2.31 g)$ , donde v es la velocidad del agua antes de cerrarse la válvula y  $g = 32.2$ . Suponiendo que también es la presión de sonido (es decir, sin pérdidas), la intensidad del sonido puede calcularse como:

$$I = (A^2)(v) / 74.4$$

Para la tubería PEX,  
 $I = 31 000 (v)$

Para la tubería de cobre,  
 $I = 242 000 (v)$

Esto demuestra que por un cambio dado en la velocidad del agua, la intensidad del sonido de la tubería de cobre será aproximadamente ocho veces la de la tubería PEX. Mientras se hacen algunas suposiciones al llegar a esta conclusión, hasta una estimación conservadora daría a la tubería de cobre una intensidad de sonido de dos a cuatro veces la de la tubería PEX.

## Consideraciones sobre la conductividad térmica y el aislamiento

### Punto de rocío y condensación

Uponor recomienda que se aisle toda tubería mecánica (agua caliente de calefacción / agua refrigerada) y tubería de agua caliente sanitaria (incluso de recirculación de agua sanitaria caliente) para cumplir con los requisitos de los códigos, para ahorrar energía y para mantener temperaturas deseadas del fluido. Uponor también

recomienda que se aisle toda tubería instalada en un espacio no condicionado o en áreas con poca ventilación con contenido excesivo de humedad.

El aislamiento también proporciona protección de la condensación en la tubería y los accesorios. La condensación es la transformación de un vapor (o gas) a un líquido.

El punto de rocío es el punto en que el vapor de agua cambia a líquido (lo cual causa la condensación en las superficies). Hay múltiples factores que pueden influir la condensación en las superficies.

Las condiciones ambientales clave que pueden ayudar a determinar la potencial de condensación incluyen los factores a continuación.

- Temperatura ambiente del aire
- Humedad relativa
- Presión del vapor de agua
- Temperatura superficial de objeto(s) dentro de un espacio

Cuando la temperatura ambiente del aire o los objetos están a o menor al punto de rocío, el vapor de agua se condensa en las superficies porque el aire cerca de la superficie no puede retener más agua.

## Aislamiento de tubería

Algunos códigos locales requieren que se aisle la tubería de agua refrigerada debido a la condensación que pueda ocurrir en el exterior de la tubería. Este es un requisito para cualquier material de tubería, incluso de cobre, CPVC, PEX, acero y polipropileno.

La tubería PEX tiene un coeficiente muy bajo de conductividad térmica, 2.628 Btu·pulgada/(hora·pie²·°F), mientras que el cobre tiene un coeficiente de conductividad térmica entre 2080 y 2773 Btu·pulgada/(hora·pie²·°F).

Es importante tomar en cuenta que si la temperatura superficial de la tubería o el aislamiento es menor a la temperatura de diseño del punto de rocío en la cavidad, se condensará la superficie de la tubería o el aislamiento.

La **Tabla 4-5** proporciona temperaturas superficiales de la capa más extrema con respecto a la temperatura del agua, el espesor del aislamiento y la temperatura ambiente del aire. Utilice estos datos para asegurar que no ocurra la condensación. Véase el **Apéndice D**.

## Ejemplo

Un tubo PEX nominal de 1" (25 mm) con ½" de aislamiento que lleva agua de 40 °F (4.4 °C) tendría una temperatura superficial en el aislamiento de 69.5 °F (20.83 °C) suponiendo una temperatura ambiente de 80 °F (26.6 °C). Suponiendo una humedad relativa de 60 por ciento en una temperatura ambiente de 80 °F (26.6 °C), la temperatura del punto de rocío sería 65 °F (18.3 °C). Puesto que la temperatura del punto de rocío es 4.5 °F (2.5 °C) menor

que la temperatura superficial, no hay cuestiones de condensación en la tubería del sistema.

Si la temperatura superficial es menor a o equivalente a la temperatura del punto de rocío, se necesita un mayor nivel de aislamiento. Si la temperatura superficial es 1 a 2 grados mayor que la temperatura del punto de rocío, se recomienda un mayor nivel de aislamiento.

Temperatura del agua (°F)	Cobre sin aislamiento	PEX sin aislamiento	PEX aislamiento de ½"	PEX aislamiento de 1"	PEX aislamiento de 1½"	PEX aislamiento de 2"
	Temperatura superficial (°F)					
30	30.0	32.9	66.9	73.4	75.8	77.0
40	40.0	42.3	69.5	74.7	76.7	77.6
50	50.0	51.8	72.1	76.0	77.5	78.2
60	60.0	61.2	74.8	77.4	78.3	78.8
70	70.0	70.6	77.4	78.7	79.2	79.4
80	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0

**Tabla 4-5: Comparación de temperatura superficial de PEX-a vs. cobre a temperatura ambiente de 80 °F (26.6 °C)**

### Notas:

1. Supone tubería PEX SDR9 y tubería de cobre tipo L.
2. Conductividad de aislamiento de 0.25 (BTU · pulgadas) / (horas · pies² · °F).
3. Supone una convección natural a una tasa de 1 Btu / (hora · pies² · °F); 0.88 a 3.53 son valores normales para la convección natural.
4. Los cálculos se basan en los normales cálculos de resistencia térmica cilíndrica.

Rango de temperatura operativa del fluido (°F)	Conductividad de aislamiento		Tamaño nominal de tubería o tubo (pulgadas)		
	Conductividad Btu · pulgadas / (hora · pie² · °F)	Clasificación de temperaturas medias, °F	<1	1 a <1½	1½ a < 4
141 a 200	0.25 a 0.29	125	1.5	1.5	2.0
105 a 140	0.21 a 0.28	100	1.0	1.0	1.5
40 a 60	0.21 a 0.27	75	0.5	0.5	1.0
<40	0.20 a 0.26	75	0.5	1.0	1.0

**Tabla 4-6: Espesor mínimo de aislamiento de tubería según el Código Internacional de la Conservación de Energía (IECC) y 90.1 de ASHRAE para la tubería que sirve como elemento de un sistema de calefacción o refrigeración o un sistema de calefacción de agua de servicio.**

## Tipos de aislamiento

La tubería PEX de Uponor cumple con ASTM F876, y tiene una razón de dimensión estándar (SDR) de 9 y un diámetro externo controlado del tamaño de tubería de cobre (CTS). Esto permite el uso de la mayor parte de los productos CTS de aislamiento. Para kits de aislamiento de accesorios, los kits CTS estándares de codos y conectores en T de fibra de vidrio funcionarán con los accesorios ProPEX de Uponor.

## Tubería PEX de Uponor pre-aislada

La hePEX de Wirsbo y la AquaPEX de Uponor están disponibles pre-aisladas con aislamiento de un espesor de ½", 1", 1½" y 2". La tubería pre-aislada está aprobada para el entierro directo, sin embargo Uponor recomienda que se use un aislamiento de un mínimo de 1" para aplicaciones de entierro directo debido a las fuerzas de compactación del suelo. Consulte [uponor.com](http://uponor.com) para más información sobre estos productos de tubería pre-aislada.

## Requisitos de aislamiento para ASTM E84 y CAN / ULC S102.2

La hePEX de Wirsbo y la AquaPEX de Uponor están aprobadas para usarse en aplicaciones que requieren la certificación ASTM E84 y / o CAN / ULC S102.2. Para requisitos completos de instalación, consulte el **Capítulo 3: Construcción resistente a incendios.**

La **Tabla 3-5** demuestra los diferentes tipos de aislamiento que cumplen con ASTM E84 y CAN / ULC S102.2.

## Productos Ecoflex de Uponor

### Tubería PEX Ecoflex potable

La tubería PEX Ecoflex potable cuenta con un tubo sencillo de servicio de AquaPEX de Uponor para aplicaciones de distribución de agua potable. La tubería está rodeada por

aislamiento de espuma PEX, de célula cerrada y multi capa y una funda HDPE corrugada y resistente al agua, rindiéndola como la solución ideal para el servicio de agua y otras aplicaciones de entierro directo. La tubería PEX Ecoflex potable utiliza los accesorios ProPEX hasta de 3".

La tubería PEX Ecoflex potable está disponible en los siguientes tamaños:

- 1" en bobinas hasta de 600 pies
- 1¼" en bobinas hasta de 500 pies
- 1½" a 3" en bobinas hasta de 300 pies
- También están disponibles en cantidades mayores y a medida

### Tubería PEX Ecoflex potable plus

La tubería PEX Ecoflex potable plus cuenta con un tubo de servicio de AquaPEX de Uponor con un cable de calefacción autoreguladora. La tubería y el cable están rodeados por aislamiento de espuma PEX, de célula cerrada y multi capa y una funda HDPE corrugada y resistente al agua, rindiéndola como la solución ideal para aplicaciones de entierro directo.

La tubería Ecoflex potable plus está disponible en tubería de tamaño 1¼" con una funda de 5.5" o fabricada a pedido.

### Tubería Ecoflex térmica sencilla y doble

La tubería Ecoflex térmica se diseña para el traslado de fluidos en aplicaciones de calefacción y refrigeración. La tubería hePEX de Wirsbo de servicio en la tubería Ecoflex térmica cuenta con una barrera de difusión del oxígeno extrudada en la tubería de servicio para ayudar a reducir la cantidad de moléculas de oxígeno que pueden trasladarse por la pared de la tubería. Esta barrera de oxígeno protege a los componentes ferrosos de la corrosión dentro del trayecto del fluido. La tubería está rodeada por aislamiento de espuma PEX, de célula cerrada

y multi capa y una funda HDPE corrugada y resistente al agua, rindiéndola como la solución ideal para aplicaciones de entierro directo. Para conexiones, utilice accesorios ProPEX de hasta 3".

La tubería Ecoflex térmica está disponible en los siguientes tamaños y longitudes en bobinas:

- Tubería térmica sencilla de ¾" con funda de 2.7", bobinas de 1000 pies
- Tubería térmica sencilla de 1" con funda de 2.7", bobinas de 1000 pies
- Tubería térmica sencilla de 1" con funda de 5.5", bobinas de 600 pies
- Tubería térmica sencilla de 1¼" con funda de 6.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica sencilla de 1½" con funda de 6.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica sencilla de 2" con funda de 6.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica sencilla de 2½" con funda de 6.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica sencilla de 3" con funda de 7.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica sencilla de 4" con funda de 7.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica doble de 1" con funda de 6.9", bobinas de 600 pies
- Tubería térmica doble Jr. de 1¼" con funda de 5.5", bobinas de 600 pies
- Tubería térmica doble de 1¼" con funda de 6.9", bobinas de 500 pies
- Tubería térmica doble de 1½" con funda de 6.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica doble de 2" con funda de 7.9", bobinas de 300 pies
- Tubería térmica doble de 2½" con funda de 7.9", bobinas de 300 pies

Para información adicional, consulte el Ecoflex Pre-insulated Pipe Systems Design and Installation Manual en [uponor.com](http://uponor.com).



Figura 4-7: Tubería PEX de Uponor pre-aislada



Figura 4-8: Tubería PEX Ecoflex potable de Uponor



Figura 4-9: Tubería PEX Ecoflex potable plus de Uponor

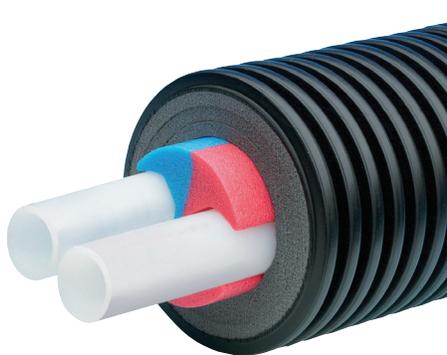


Figura 4-10: Tubería Ecoflex térmica doble de Uponor

PEX pre-aislada de Uponor con aislamiento de ½"			
Tamaño de tubería	Espesor de aislamiento	Valor R	Pérdida de calor a 70 °F Δ T
½"	0.6" (15 mm)	3.9	7.4 Btu/(hora • pie)
¾"	0.6" (15 mm)	3.6	9.0 Btu/(hora • pie)
1"	0.6" (15 mm)	3.4	10.6 Btu/(hora • pie)
1¼"	0.6" (15 mm)	3.3	12.1 Btu/(hora • pie)
1½"	0.6" (15 mm)	3.2	13.6 Btu/(hora • pie)
2"	0.6" (15 mm)	3.1	16.5 Btu/(hora • pie)

**Tabla 4-7: PEX pre-aislada de Uponor con aislamiento de polietileno de ½" valor-R / pérdida de calor**

**Nota:** La AquaPEX pre-aislada de Uponor consiste en tubería PEX-a y aislamiento de polietileno reticulado de célula cerrada con una conductividad térmica de 0.25 Btu•pulgada / (hora•pie2•°F).

PEX pre-aislada de Uponor con aislamiento de 1"			
Tamaño de tubería	Espesor de aislamiento	Valor R	Pérdida de calor a 70 °F Δ T
½"	1.0" (25 mm)	7.5	6.3 Btu/(hora • pie)
¾"	1.1" (28 mm)	7.9	7.1 Btu/(hora • pie)
1"	1.0" (25 mm)	6.4	8.8 Btu/(hora • pie)
1¼"	1.0" (25 mm)	6.1	10.0 Btu/(hora • pie)

**Tabla 4-8: PEX pre-aislada de Uponor con aislamiento de polietileno de 1" valor-R / pérdida de calor**

PEX pre-aislada de Uponor con aislamiento de 1½"			
Tamaño de tubería	Espesor de aislamiento	Valor R	Pérdida de calor a 70 °F Δ T
1½"	1.7" (42 mm)	11.2	7.0 Btu/(hora • pie)
2"	1.6" (40 mm)	9.9	8.6 Btu/(hora • pie)

**Tabla 4-9: PEX pre-aislada de Uponor con aislamiento de polietileno de 1½" valor-R / pérdida de calor**

### Comparación de pérdida de calor PEX de Uponor frente a cobre – Btu / (hora•pie)

Tamaños nominales de tubería	Delta T (°F)	Espesor de aislamiento (K=0.24)	20				40				60				80				100			
			0"	½"	1"	1½"	0"	½"	1"	1½"	0"	½"	1"	1½"	0"	½"	1"	1½"	0"	½"	1"	1½"
			½"	PEX de Uponor	5.44	2.22	1.63	1.37	10.89	4.44	3.25	2.74	16.33	6.65	4.88	4.10	21.78	8.87	6.51	5.47	27.22	11.09
½"	Cobre tipo L	5.76	2.24	1.63	1.37	11.52	4.47	3.27	2.74	17.27	6.71	4.90	4.11	23.03	8.95	6.53	5.48	28.79	11.18	8.16	6.85	
	¾"	PEX de Uponor	7.48	2.73	1.95	1.61	14.96	5.47	3.89	3.21	22.44	8.20	5.84	4.82	29.92	10.94	7.78	6.43	37.40	13.67	9.73	8.03
¾"	Cobre tipo L	8.06	2.77	1.96	1.61	16.12	5.54	3.91	3.22	24.18	8.31	5.87	4.84	32.25	11.07	7.83	6.45	40.31	13.84	9.78	8.06	
	1"	PEX de Uponor	9.42	3.23	2.25	1.83	18.85	6.47	4.50	3.66	28.27	9.70	6.75	5.49	37.69	12.93	8.99	7.33	47.11	16.17	11.24	9.16
1"	Cobre tipo L	10.36	3.29	2.27	1.84	20.73	6.58	4.53	3.68	31.09	9.86	6.80	5.52	41.46	13.15	9.06	7.36	51.82	16.44	11.33	9.20	
	1¼"	PEX de Uponor	11.29	3.72	2.54	2.05	22.58	7.44	5.08	4.09	33.87	11.16	7.63	6.14	45.16	14.88	10.17	8.19	56.45	18.60	12.71	10.24
1¼"	Cobre tipo L	12.67	3.80	2.57	2.06	25.34	7.60	5.14	4.12	38.00	11.40	7.70	6.18	50.67	15.20	10.27	8.24	63.34	19.00	12.84	10.30	
	1½"	PEX de Uponor	13.08	4.20	2.83	2.26	26.15	8.40	5.66	4.51	39.23	12.60	8.49	6.77	52.30	16.79	11.31	9.03	65.38	20.99	14.14	11.28
1½"	Cobre tipo L	14.97	4.31	2.86	2.27	29.94	8.61	5.73	4.55	44.91	12.92	8.59	6.82	59.89	17.23	11.45	9.10	74.86	21.53	14.32	11.37	
	2"	PEX de Uponor	16.46	5.13	3.39	2.66	32.93	10.27	6.77	5.33	49.39	15.40	10.16	7.99	65.85	20.54	13.55	10.65	82.31	25.67	16.94	13.32
2"	Cobre tipo L	19.58	5.31	3.45	2.69	39.16	10.63	6.89	5.38	58.73	15.94	10.34	8.08	78.31	21.25	13.78	10.77	97.89	26.57	17.23	13.46	
	2½"	PEX de Uponor	19.30	5.92	3.92	3.00	38.60	11.85	7.84	6.01	57.90	17.77	11.76	9.01	77.20	23.69	15.68	12.01	96.50	29.61	19.60	15.01
2½"	Cobre tipo L	24.20	6.32	4.09	3.10	48.41	12.63	8.18	6.20	72.61	18.95	12.26	9.30	96.82	25.26	16.35	12.40	121.02	31.58	20.44	15.50	
	3"	PEX de Uponor	22.54	6.94	4.47	3.44	45.07	13.88	8.93	6.89	67.61	20.82	13.40	10.33	90.14	27.76	17.86	13.77	112.68	34.70	22.33	17.22
3"	Cobre tipo L	28.79	7.31	4.59	3.50	57.58	14.62	9.17	7.01	86.37	21.93	13.76	10.51	115.16	29.24	18.35	14.01	143.95	36.55	22.93	17.51	

**Tabla 4-10: Comparación de pérdida de calor PEX de Uponor frente a cobre – Btu / (hora•pie)**

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASPE / ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de agua 100 %).
3. Convección de tubería fijada en 1.761 Btu / hora•pie²•°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.24 Btu•pulgada / (hora•pie²•°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

## Trazado de calor

Uponor aprueba el uso de cables de trazado de calor con los productos PEX de Uponor, siempre que el producto cuente con la capacidad de control termostático automático y la temperatura no exceda la clasificación máxima indicada en la tubería (200 °F / 93.3 °C). Envuelva la tubería con cinta térmica y sujete el cable con sujetacables de plástico, no con cinta adhesiva; después aislarla con aislamiento de tubería de célula cerrada o de fibra de vidrio.

Tamaño nominal de tubo	Valor R
½"	0.03
¾"	0.04
1"	0.052
1¼"	0.063
1½"	0.075
2"	0.098
2½"	0.122
3"	0.144

**Tabla 4-11: Valor-R de PEX SDR9**

La PEX de Uponor tiene calidades superiores de aislamiento al compararse con el cobre en la misma aplicación. Si bien la diferencia en el valor-R es relativamente baja, el valor-R más alto con la tubería PEX de Uponor siempre resultará en menos pérdida de calor al compararse con tubería de cobre del mismo tamaño nominal. Al comparar muestras del

Tubería	Btu/ (hora·pie·°F)
Cobre	173 a 231
PEX-a	0.219
CPVC	0.079

**Tabla 4-12: Conductividad térmica de materiales de tubería**

mismo grosor, CPVC tiene menor conductividad térmica que la PEX de Uponor. Para representar estos valores en forma de una pared de tubería, es necesario comparar la conductividad por una pared de tubería PEX CTS SDR9 de Uponor a la conductividad de una pared de tubería CPVC CTS SDR11; SDR9 es el 22 por ciento más grueso que SDR11.

Al aplicar la conductividad al grosor de la pared de tubería, la PEX de Uponor queda en el ámbito del dos por ciento de la resistencia térmica de CPVC.



## Capítulo 5

# Diseño y dimensión de sistemas con PEX de Uponor

Este capítulo enumera cómo diseñar y dimensionar un sistema de tubería PEX de Uponor. Tome en cuenta que Uponor Construction Services también está disponible para proporcionar apoyo

al calcular y diseñar sistemas de agua sanitaria y de tubería hidráulica. Para más información sobre Uponor Construction Services, visite [uponor.com/construction-services](http://uponor.com/construction-services).

## Sistemas de agua sanitaria con PEX de Uponor

Esta sección describe técnicas de diseño y configuración de agua potable que normalmente se utilizan en edificios multifamiliares y comerciales, que suelen llamarse edificios de construcción resistente a incendios, donde se aplican tanto los códigos de plomería como los de construcción.

### Tubería en la unidad / en suite

La tubería AquaPEX de Uponor para la distribución de agua a los dispositivos puede instalarse suspendida, pasando por el armazón, dentro de losas o bajo el nivel del suelo. Los métodos comunes de diseño para tubería de unidades en edificios multifamiliares y comerciales incluyen:

- Tronco y rama
- Diseño centralizado home run
- Uponor Logic

Uponor Logic	
Número de accesorios	9
Número de conexiones	33
Tamaño nominal de tubo	Longitud (pies)
1/2"	261
3/4"	38
1"	5
Total	304

Tabla 5-1: Uso de tubería y accesorios con Uponor Logic

Diseño centralizado home run	
Número de accesorios	7
Número de conexiones	27
Tamaño nominal de tubo	Longitud (pies)
1/2"	475
3/4"	30
1"	5
Total	510

Tabla 5-2: Uso de tubería y accesorios en el sistema centralizado home run

### Plomería Uponor Logic

Uponor Logic es la manera más inteligente de instalar tubería, utilizando tubería PEX flexible y conectores multipuerto en T para minimizar conexiones y maximizar el rendimiento del sistema. Con un diseño Uponor Logic, los sistemas de plomería típicamente requieren menos accesorios que un diseño de tronco y rama y menos tubería que un diseño centralizado home run.

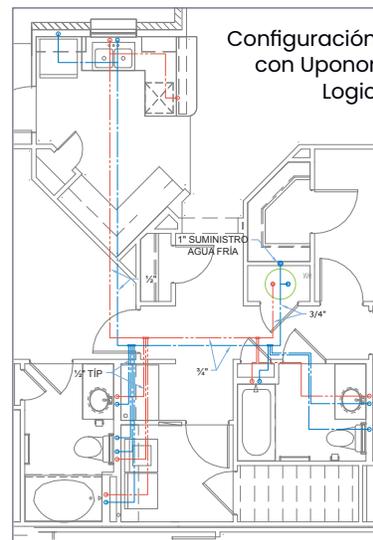


Figura 5-1: Configuración con Uponor Logic

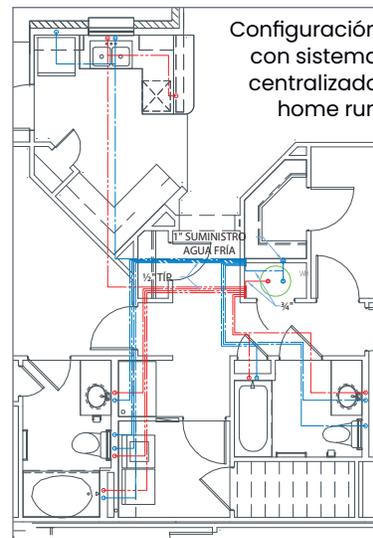


Figura 5-2: Configuración de diseño centralizado home run

**Camino crítico** = Suministro de agua caliente — calentador de agua a bañera **Bañera UPC** = 4 wsfu = 4 gpm

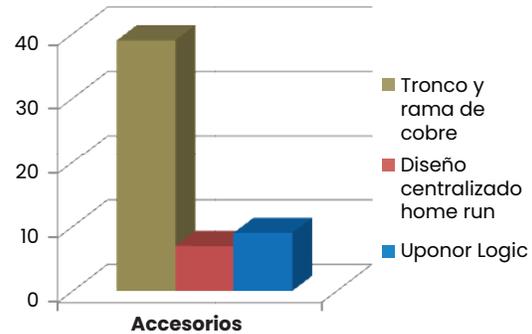
**Suministro de agua fría** = 60 °F **Suministro de agua caliente** = 120 °F **Mezclada** = 110 °F

**Multiplicador de agua caliente** = 0.83 = 3.32 gpm

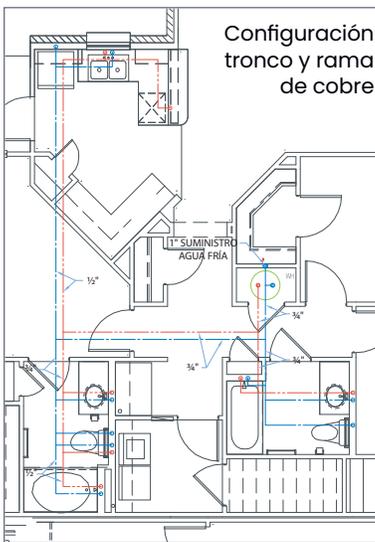
Tipo de sistema	Diámetro interior (pulgadas)		Distancia (pies)		Volumen (gal.)			Velocidad (pies / seg.)		Pérdida de presión (psi)			Tiempo al dispositivo de agua caliente, primer uso
	½"	¾"	½"	¾"	½"	¾"	Total	½"	¾"	½"	¾"	Total	Camino crítico (sólo bañera)
Tronco y rama de cobre	0.527	0.745	13	33	0.147	0.746	0.893	4.8	2.43	1.22	0.561	1.781	16.1 seg.
Diseño centralizado home run	0.475	0.671	32	9	0.294	0.165	0.459	5.8	3	4.16	0.252	4.412	8.3 seg.
Uponor Logic	0.475	0.671	19	17	0.174	0.312	0.486	5.8	3	2.47	0.476	2.946	8.7 seg.

**Tabla 5-3: Comparaciones de rendimiento**

Tronco y rama de cobre	
Número de accesorios	39
Número de conexiones	93
Tamaño nominal de tubo	Longitud (pies)
½"	234
¾"	73
1"	5
Total	312



**Tabla 5-4: Uso de tubería y accesorios en un sistema tronco y rama de cobre**



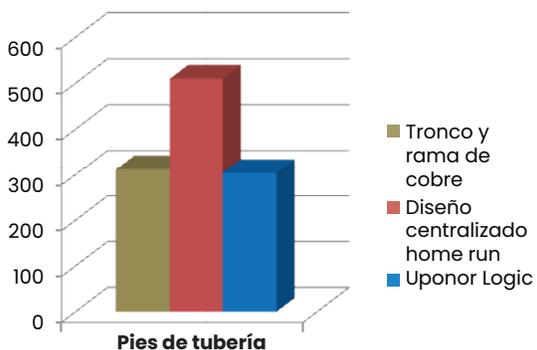
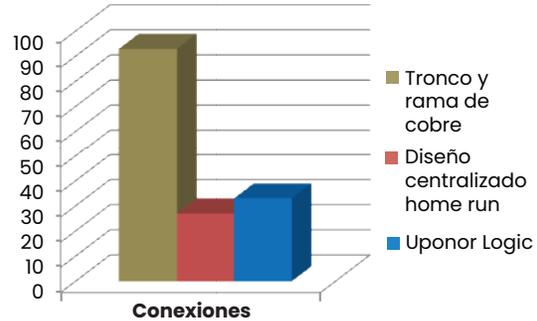
**Figura 5-3: Configuración tronco y rama de cobre**

**Eficacia de Uponor Logic**

Para aplicaciones de unidades y en suite, Uponor Logic reduce el número de accesorios hasta el 70 por ciento al compararse con sistemas tronco y rama de cobre y requiere el 40 por ciento menos de tubería que un sistema centralizado home run. Uponor ofrece una gama completa de conectores EP multipuerto en T para la mayor flexibilidad de diseño.

**Rendimiento de agua caliente**

Uponor Logic proporciona agua caliente el 46 por ciento más rápido que un sistema tronco y rama de cobre para un dispositivo de primer uso, y casi el 43 por ciento más rápido que un sistema centralizado home run para un dispositivo de segundo uso.



**Figura 5-4: Accesorios, conexiones y pies de tubería**

Tipo de sistema	Tiempo de agua caliente al dispositivo de primer uso	Tiempo de agua caliente al dispositivo de segundo uso
	Camino crítico (sólo bañera)	Camino crítico (sólo lavabo)
Tronco y rama de cobre	16.1 seg.	4.2 seg.
Diseño centralizado home run	8.3 seg.	7.5 seg.
Uponor Logic	8.7 seg.	4.3 seg.

**Tabla 5-5: Comparaciones de tiempo al dispositivo de agua caliente**

## Dispositivos para uso público

El golpe de ariete probablemente es la cuestión más importante al instalar tubería para dispositivos de uso público.

En instalaciones típicas con tubería metálica donde los baños configurados espalda contra espalda están separados por un espacio dedicado al paso de tubería mecánica, el colector de suministro suele mantenerse a la misma altura como el suministro al dispositivo. Esto crea caminos agudos y abruptos para el agua, resultando en sobrecargas de presión (golpe de ariete) cuando una válvula de accionamiento rápido se cierra. Para compensarlo, muchos códigos locales requieren supresores de golpe de ariete.

La flexibilidad de la tubería PEX de Uponor en combinación con su habilidad de tolerar presiones altas de sobrecarga la rinden como el producto perfecto para suministros a dispositivos de uso público. La PEX tiene un módulo de elasticidad de aproximadamente 91 350 psi, en comparación con el 16 000 000 psi de cobre. Consulte el **Capítulo 6** para más información sobre la expansión y contracción.

Ya que Uponor requiere una distancia mínima entre accesorios ProPEX (véase la **Tabla 2-1**), tenga cuidado al crear un colector para el dispositivo. En instalaciones típicas que utilizan PEX de Uponor, el colector de PEX se eleva para permitir el espacio debido entre los conectores ProPEX en T y también para proveer suficiente espacio para el descenso de la tubería PEX al dispositivo (véase la **Figura 5-5**).

## Supresores de golpe de ariete

Al considerar la necesidad de instalar supresores de golpe de ariete, existen dos componentes del golpe de ariete que son importantes: la presión de sobrecarga y la transmisión de ruido. El propósito de los supresores de golpe de ariete es reducir la presión de sobrecarga a 150 psi y minimizar la cantidad de ruido.

El Código de Plomería Internacional (IPC) y la Uniform Plumbing Code (UPC) requieren supresores de golpe de ariete donde hay válvulas de cierre rápido. Las **Tablas 5-6** y **5-7** demuestran la presión de sobrecarga para cobre, CPVC y PEX.

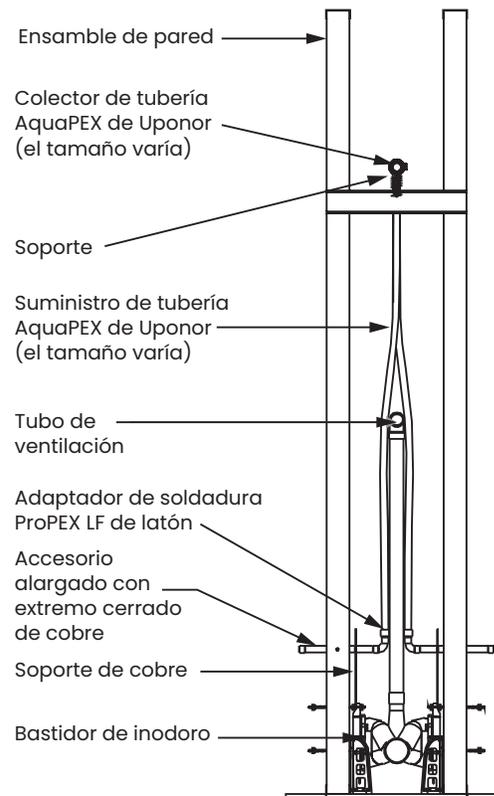
Material de tubería	Presión máxima medida (psi)				
Tasa de flujo, gpm	2	2.5	3	4	6
PEX de Uponor de ½"	136	150	169	193	244
PEX-b de ½"	143	168	177	212	274
CPVC de ½"	155	173	201	222	296
Cobre tipo L de ½"	194	239	266	318	422

**Tabla 5-6: Primera presión máxima para cada material de tubería y tasa de flujo (agua fría)**

1. Las medidas de respuesta a presión incluyen la presión estática de 60 psi.  
2. La velocidad de cierre de una válvula de acción rápida calculada en 25 milisegundos.

3. Prueba realizada a 54 °F / 12.2 °C (temperatura de agua fría)

Informe # 3285 de PPI, Surge Pressure in Plumbing Pipe Materials



**Figura 5-5: Imagen de la sección del banco del dispositivo**

Material de tubería	Presión máxima medida (psi)				
Tasa de flujo, gpm	2	2.5	3	4	6
PEX de Uponor de ½"	113	122	123	141	174
PEX-b de ½"	108	113	124	141	175
CPVC de ½"	142	157	174	203	252
Cobre tipo L de ½"	149	181	204	250	306

**Tabla 5-7: Primera presión máxima para cada material de tubería y tasa de flujo (agua caliente)**

1. Las medidas de respuesta a presión incluyen la presión estática de 60 psi.  
2. La velocidad de cierre de una válvula de acción rápida calculada en 25 milisegundos.

3. Prueba realizada a 130 °F / 54.4 °C (temperatura de agua caliente)

Informe # 3285 de PPI, Surge Pressure in Plumbing Pipe Materials

Estos cuadros demuestran que la presión de sobrecarga en la PEX de Uponor es un 38 por ciento menos que la presión de sobrecarga en cobre. La razón principal ante esta diferencia dramática en los resultados es la flexibilidad de la tubería PEX de Uponor. Debido a su flexibilidad, la tubería PEX de Uponor amortigua notablemente la presión de sobrecarga.

## Detalle de banco de descarga comercial

Supresor de golpe de ariete donde lo exigen los códigos (la posición varía según el fabricante)

Soporte en curva (típico 1/2" a 3/4")

Válvula de bola aislante (típico)

Tubería de suministro AquaPEX de Uponor (el tamaño varía)

Colector principal de tubería AquaPEX de Uponor (el tamaño varía)

Ensamble de montante de pared

Conector ProPEX EP en T de Uponor

Soporte

Tubo de ventilación

Tubo de desagüe

Bastidor urinario detrás

Accesorio alargado con extremo cerrado de cobre

Soporte de cobre

Bastidor de inodoro

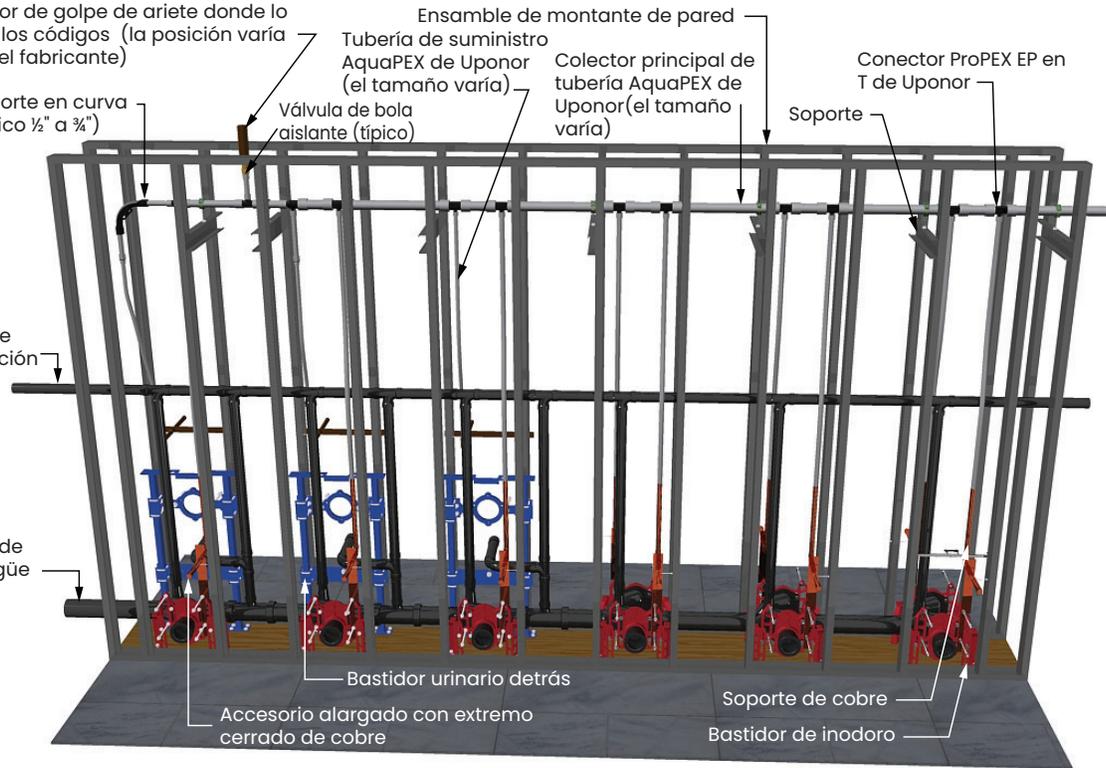


Figura 5-6: Imagen de la elevación del banco del dispositivo

## Dimensionar un sistema PEX de Uponor de agua sanitaria

### Método uniforme de pérdida por fricción

Para sistemas mayores, el método más común para dimensionar la tubería es el método uniforme de pérdida por fricción. Este método utiliza las características específicas del flujo del material de la tubería junto con los criterios dimensionales de velocidad (véase el **Apéndice B** para tablas de pérdida por fricción de la PEX de Uponor).

Los ejemplos a continuación demuestran cómo emplear el método uniforme de pérdida por fricción.

Para simplificar el método uniforme de pérdida por fricción al dimensionar un sistema de plomería con AquaPEX de Uponor, utilice la calculadora de Uponor para dimensionar tubería en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

### Paso uno

Realice un cálculo del suministro de agua del edificio para determinar cuánta presión está disponible para la pérdida por fricción por la tubería y los accesorios. (Véase la **Figura 5-7**.)

El que diseña el sistema tiene que saber lo siguiente:

- Presión disponible en el edificio (mínima presión estática disponible antes del contador de agua o después del tanque hidroneumático / sistema de bomba de aumento)

- Mínima presión de trabajo en el dispositivo (mínima presión requerida en la salida del dispositivo más lejano)

**Nota:** Asegúrese de seleccionar el dispositivo más exigente en el grupo de dispositivos más lejanos (por ejemplo, bañera). Consulte los códigos locales para mínimas presiones de trabajo en los dispositivos.

- Pérdida estática (altura en pies del dispositivo más alto por encima de la fuente de suministro)
- Pérdida adicional por componente (pérdida total de presión en psi de los siguientes componentes del sistema: contador de agua, filtros, descalcificadores, equipo de prevención de contraflujo y reguladores de presión)

### Paso dos

Calcule la longitud total desarrollada del sistema, y divida la presión disponible por pérdida por fricción (calculada en la **Figura 5-7**) por la longitud total desarrollada para determinar la pérdida por fricción por pie o por 100 pies de tubería. (Véase la **Figura 5-8**.)

El que diseña el sistema tiene que saber lo siguiente:

- El tramo más largo a un dispositivo (pies lineales totales de tubería del contador de agua o la fuente de suministro al dispositivo hidráulicamente más exigente)
- Margen por accesorios (porcentaje de tramo más largo de tubería que representa la pérdida por fricción a través de los accesorios y las válvulas en el camino crítico, típicamente entre el 20 y 50 por ciento para un sistema AquaPEX de Uponor)

**Nota:** Como alternativa, el que diseña el sistema puede sumar las pérdidas de longitudes equivalentes de accesorios y válvulas por el camino crítico y añadirlo a la longitud del tramo más largo.

Introduzca los parámetros del suministro de agua sanitaria		Cálculo:
<input type="text" value="60"/>	Presión disponible en el edificio	+ 60.00 PSI
<input type="text" value="15"/>	Mínima presión de trabajo en el dispositivo	- 15.00 PSI
<input type="text" value="20"/>	Pérdida estática — altura del sistema (pies)	20.00 x 0.433 - 8.66 PSI
<input type="text" value="5"/>	Pérdida adicional de componente	- 5.00 PSI
<b>Presión disponible debido a la pérdida por fricción = 31.34 PSI</b>		

Figura 5-7: Cálculo del suministro de agua del edificio

### Paso tres

Desarrolle cuadros de cantidad de agua para cada material de tubería y temperatura de agua. (Véase la **Tabla 5-8**.)

El que diseña el sistema tiene que saber lo siguiente:

- Materiales de tubería concebidos y rango de tamaños para cada sistema
- Temperaturas proyectadas del agua de suministro y retorno

**Nota:** Para sistemas comerciales, dimensione la tubería sanitaria de agua caliente de retorno según los requisitos del manual ASPE Plumbing Engineering Design Handbook, Volumen 2, *Plumbing Systems*

- Velocidad máxima de cada material de tubería por temperatura del agua

- Tabla aprobada por la autoridad local con jurisdicción (AHJ) or la tabla del código de plomería citada para convertir galones por minuto (gpm) a unidades de dispositivos para el suministro de agua (WSFU)
- Si la demanda del sistema de agua fría sanitaria es primariamente WSFU de la válvula de descarga o el tanque de descarga

### Paso cuatro

Utilice el debido cuadro de cantidad de agua en el diseño de la plomería. Calcule la demanda WSFU por segmento de tubería al sumar todos los WSFU de los dispositivos suministrados por ese segmento de tubería. (Véase la **Figura 5-10**.)

Introduzca la información sobre el suministro de tubería:		Cálculo:
<input type="text" value="250"/>	Tramo más largo a dispositivo (pies)	+ 250.00 PIES
<input type="text" value="25"/>	Margen de accesorios (% del número arriba)	+62.50 PIES
<b>Longitud desarrollada total (TDL) = 312.50 PIES</b>		
<b>Tasa de pérdida por fricción por pie (Pérdida por fricción / TDL) = 0.100 PSI / PIES</b>		
<b>Tasa de pérdida por fricción por 100 pies (Pérdida por fricción / TDL * 100) = 10.028 PSI / 100 PIES</b>		

**Figura 5-8: Determine la pérdida por fricción por pie (o por 100 pies) de tubería**

Introduzca los parámetros del sistema para cada cuadro:			
A	B	C	
<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="120"/>	<input type="text" value="110"/>	Temperatura del cuadro de cantidad de agua (°F)
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="2"/>	Máx. velocidad por temperatura de agua (pies / seg)
<input type="text" value="PIES"/> ▼	<input type="text" value="PIES"/> ▼	<input type="text" value="PIES"/> ▼	Curva predominante de dispositivo WSFU
<input type="text" value="2012 UPC"/> ▼		Código vigente de plomería	

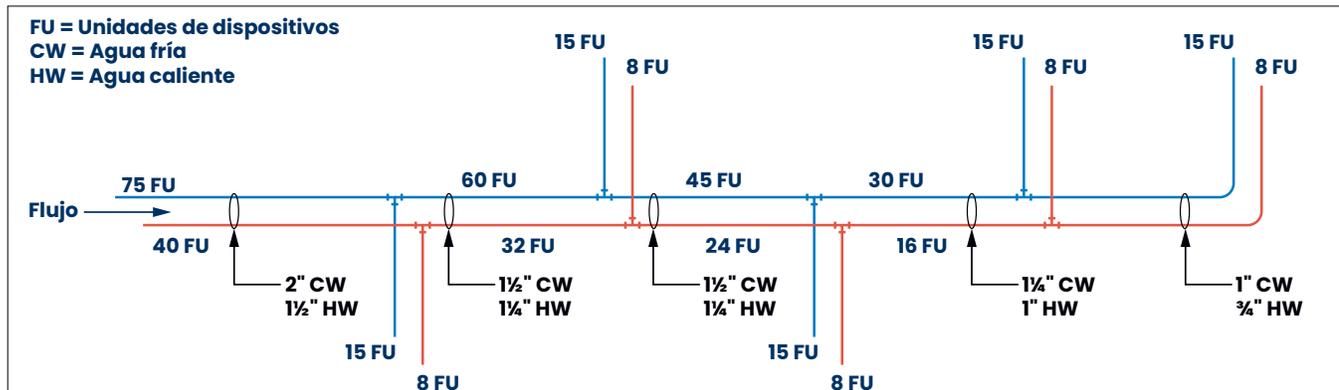
**Figura 5-9: Parámetros del sistema**

**Nota:** Para un tubo dedicado de suministro al dispositivo, Uponor permite que el tubo sea del mismo tamaño nominal como el dispositivo suministrado, independientemente de lo expuesto en la **Tabla 5-8**. Al realizar el cálculo de la pérdida uniforme por fricción, Uponor recomienda que se limite el tramo de tubería dedicado de suministro al dispositivo a 25 pies (7.6 m) o menos para eliminar la necesidad de cálculos adicionales.

Si tiene preguntas adicionales sobre su región particular o condiciones previstas de operación de su proyecto, póngase en contacto con Uponor Construction Services.

Cuadro de cantidad de agua para AquaPEX de UponorUPC 2012 – tanque de descarga100 % de agua a 60 °F10.028 PSI / 100 piesVelocidad máxima = 10 pies / seg.				Cuadro de cantidad de agua para AquaPEX de UponorUPC 2012 – tanque de descarga100 % de agua a 120 °F10.028 PSI / 100 piesVelocidad máxima = 8 pies / seg.				Cuadro de cantidad de agua para AquaPEX de UponorUPC 2012 – tanque de descarga100 % de agua a 110 °F10.028 PSI / 100 piesVelocidad máxima = 2 pies / seg.			
Tamaño de tubería	Rango WSFU	Velocidad (pies / seg.)	GPM	Tamaño de tubería	Rango WSFU	Velocidad (pies / seg.)	GPM	Tamaño de tubería	Rango WSFU	Velocidad (pies / seg.)	GPM
3/8"	0 a 0	3.60	1.08	3/8"	0 a 0	4.10	1.23	3/8"	0 a 0	2.0	0.60
1/2"	1 a 2	4.60	2.54	1/2"	1 a 2	5.00	2.76	1/2"	0 a 0	2.0	1.10
3/4"	3 a 7	5.80	6.39	3/4"	3 a 8	6.40	7.05	3/4"	1 a 1	2.0	2.20
1"	8 a 17	7.00	12.73	1"	9 a 19	7.60	13.83	1"	2 a 3	2.0	3.64
1 1/4"	18 a 33	8.00	21.76	1 1/4"	20 a 33	8.00	21.76	1 1/4"	4 a 6	2.0	5.44
1 1/2"	34 a 63	9.00	34.10	1 1/2"	34 a 54	8.00	30.31	1 1/2"	7 a 9	2.0	7.58
2"	64 a 199	10.00	64.97	2"	55 a 134	8.00	51.97	2"	10 a 17	2.0	12.99
2 1/2"	200 a 375	10.00	99.01	2 1/2"	135 a 270	8.00	79.21	2 1/2"	18 a 29	2.0	19.80
3"	376 a 589	10.00	140.79	3"	271 a 443	8.00	112.63	3"	30 a 49	2.0	28.16

**Tabla 5-8: Cuadro de cantidad de agua**



**Figura 5-10: Utilice el cuadro de cantidad de agua en el diseño de la plomería**

## Dimensionar tubería en EE. UU.

Para dimensionar un sistema de plomería de AquaPEX de Uponor en edificios residenciales y edificios comerciales ligeros en EE. UU., utilice las tablas de unidades de dispositivos para determinar el tamaño de tubería tal como publicado en los códigos ejemplares de plomería.

Para apoyar esta práctica para determinar el tamaño de tubería, Uponor consultó al Consejo Internacional de Códigos (ICC) y la International Association of Plumbing and Mechanical Officials (IAPMO) mediante un informe de evaluación para fundamentar sus aprobaciones.

Los siguientes números de informes de evaluación sustentan el uso de la Tabla 610.4 de UPC vigente (véase la **página 62**) (o la Tabla de UPC anterior de 2009) y la Tabla E201.1 de IPC anterior de 2018 véase las **páginas 63 a 64**) para dimensionar la tubería en un sistema de plomería con AquaPEX de Uponor.

- ER-0253 de IAPMO
- ES PMG 1006 de ICC

# Tabla 610.4 de UPC

Tablas citadas de ER 0253 de IAPMO

TABLA 610.4

TABLA DE UNIDADES DE DISPOSITIVOS PARA DETERMINAR TAMAÑOS DE TUBERÍA Y CONTADORES

SERVICIO DEL CONTADOR Y CALLE (pulgadas)	SUMINISTRO Y RAMALES DEL EDIFICIO (pulgadas)	LONGITUD MÁXIMA PERMISIBLE (pies)														
		40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
<b>RANGO DE PRESIÓN – 30 a 45 psi<sup>1</sup></b>																
¾	½ <sup>2</sup>	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
¾	¾	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
¾	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
¾	1¼	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	1¼	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
1½	1¼	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	1½	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20	20
1½	1½	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	1½	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46	43
1½	2	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54	51
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51
2	2½	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133
<b>RANGO DE PRESIÓN – 46 a 60 psi<sup>1</sup></b>																
¾	½ <sup>2</sup>	7	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
¾	¾	20	20	19	17	14	11	9	8	6	5	4	4	3	3	3
¾	1	39	39	36	33	28	23	21	19	17	14	12	10	9	8	8
1	1	39	39	39	36	30	25	23	20	18	15	12	10	9	8	8
¾	1¼	39	39	39	39	39	39	34	32	27	25	22	19	19	17	16
1	1¼	78	78	76	67	52	44	39	36	30	27	24	20	19	17	16
1½	1¼	78	78	78	78	66	52	44	39	33	29	24	20	19	17	16
1	1½	85	85	85	85	85	85	80	67	55	49	41	37	34	32	30
1½	1½	151	151	151	151	128	105	90	78	62	52	42	38	35	32	30
2	1½	151	151	151	151	150	117	98	84	67	55	42	38	35	32	30
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	83	80
1½	2	370	370	340	318	272	240	220	198	170	150	135	123	110	102	94
2	2	370	370	370	370	368	318	280	250	205	165	142	123	110	102	94
2	2½	654	640	610	580	535	500	470	440	400	365	335	315	285	267	250
<b>RANGO DE PRESIÓN – Por encima de 60 psi<sup>1</sup></b>																
¾	½ <sup>2</sup>	7	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0
¾	¾	20	20	20	20	17	13	11	10	8	7	6	6	5	4	4
¾	1	39	39	39	39	35	30	27	24	21	17	14	13	12	12	11
1	1	39	39	39	39	38	32	29	26	22	18	14	13	12	12	11
¾	1¼	39	39	39	39	39	39	39	39	34	28	26	25	23	22	21
1	1¼	78	78	78	78	74	62	53	47	39	31	26	25	23	22	21
1½	1¼	78	78	78	78	78	74	65	54	43	34	26	25	23	22	21
1	1½	85	85	85	85	85	85	85	85	81	64	51	48	46	43	40
1½	1½	151	151	151	151	151	151	130	113	88	73	51	51	46	43	40
2	1½	151	151	151	151	151	151	142	122	98	82	64	51	46	43	40
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
1½	2	370	370	370	370	360	335	305	282	244	212	187	172	153	141	129
2	2	370	370	370	370	370	370	370	340	288	245	204	172	153	141	129
2	2½	654	654	654	654	654	650	610	570	510	460	430	404	380	356	329

Para unidades SI: 1 pulgada = 25 mm, 1 pie = 304.8 mm, 1 libra-fuerza por pulgada cuadrada = 6.8947 kPa

**Notas:**

<sup>1</sup> Presión estática disponible después de pérdida de carga.

<sup>2</sup> Suministro del edificio, no menor a ¾ de una pulgada (20 mm) tamaño nominal.

# Tabla E201.1 de IPC

Tablas citadas de ICC-ES-PMG 1006

**Tabla E201.1**  
**Tamaño mínimo de contadores de agua, conductos de agua y tubería de distribución a base de unidades de dispositivos del suministro de agua (w.s.f.u.)**

Tubería del contador y de servicio (pulgadas)	Tubería de distribución (pulgadas)	Longitud máxima desarrollada (pies)										
		40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	
<b>Rango de presión 30 a 39 psi</b>												
¾	½ <sup>a</sup>	2.5	2	1.5	1.5	1	1	0.5	0.5	0	0	
¾	¾	9.5	7.5	6	5.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	
¾	1	32	25	20	16.5	11	9	7.8	6.5	5.5	4.5	
1	1	32	32	27	21	13.5	10	8	7	5.5	5	
¾	1¼	32	32	32	32	30	24	20	17	13	10.5	
1	1¼	80	80	70	61	45	34	27	22	16	12	
1½	1¼	80	80	80	75	54	40	31	25	17.5	13	
1	1½	87	87	87	87	84	73	64	56	45	36	
1½	1½	151	151	151	151	117	92	79	69	54	43	
2	1½	151	151	151	151	128	99	83	72	56	45	
1	2	87	87	87	87	87	87	87	87	87	86	
1½	2	275	275	275	275	258	223	196	174	144	122	
2	2	365	365	365	365	318	266	229	201	160	134	
2	2½	533	533	533	533	533	495	448	409	353	311	

Tubería del contador y de servicio (pulgadas)	Tubería de distribución (pulgadas)	Longitud máxima desarrollada (pies)										
		40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	
<b>Rango de presión 40 a 49 psi</b>												
¾	½ <sup>a</sup>	3	2.5	2	1.5	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5	
¾	¾	9.5	9.5	8.5	7	5.5	4.5	3.5	3	2.5	2	
¾	1	32	32	32	26	18	13.5	10.5	9	7.5	6	
1	1	32	32	32	32	21	15	11.5	9.5	7.5	6.5	
¾	1¼	32	32	32	32	32	32	32	27	21	16.5	
1	1¼	80	80	80	80	65	52	42	35	26	20	
1½	1¼	80	80	80	80	75	59	48	39	28	21	
1	1½	87	87	87	87	87	87	87	78	65	55	
1½	1½	151	151	151	151	151	130	109	93	75	63	
2	1½	151	151	151	151	151	139	115	98	77	64	
1	2	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
1½	2	275	275	275	275	275	275	264	238	198	169	
2	2	365	365	365	365	365	349	304	270	220	185	
2	2½	533	533	533	533	533	533	533	528	456	403	

Para SI: 1 pulgada = 25.4 mm, 1 pie = 304.8 mm.

<sup>a</sup>El tamaño mínimo para el suministro de un edificio es tubería de ¾ pulgadas.

*(continuada)*

# Tabla E201.1 de IPC

Tablas citadas de ICC-ES-PMG 1006

**Tabla E201.1 (continuada)**  
**Tamaño mínimo de contadores de agua, conductos de agua y tubería de distribución a base de unidades de dispositivos del suministro de agua (w.s.f.u.)**

Tubería del contador y de servicio (pulgadas)	Tubería de distribución (pulgadas)	Longitud máxima desarrollada (pies)										
		40	60	80	100	150	200	250	300	400	500	
Rango de presión 50 a 60 psi												
¾	½ <sup>a</sup>	3	3	2.5	2	1.5	1	1	1	0.5	0.5	
¾	¾	9.5	9.5	9.5	8.5	6.5	5	4.5	4	3	2.5	
¾	1	32	32	32	32	25	18.5	14.5	12	9.5	8	
1	1	32	32	32	32	30	22	16.5	13	10	8	
¾	1¼	32	32	32	32	32	32	32	32	29	24	
1	1¼	80	80	80	80	80	68	57	48	35	28	
1½	1¼	80	80	80	80	80	75	63	53	39	29	
1	1½	87	87	87	87	87	87	87	87	82	70	
1½	1½	151	151	151	151	151	151	139	120	94	79	
2	1½	151	151	151	151	151	151	146	126	97	81	
1	2	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
1½	2	275	275	275	275	275	275	275	275	247	213	
2	2	365	365	365	365	365	365	365	329	272	232	
2	2½	533	533	533	533	533	533	533	533	533	486	

Tubería del contador y de servicio (pulgadas)	Tubería de distribución (pulgadas)	Longitud máxima desarrollada (pies)									
		40	60	80	100	150	200	250	300	400	500
Rango de presión por encima de 60 psi											
¾	½ <sup>a</sup>	3	3	3	2.5	2	1.5	1.5	1	1	0.5
¾	¾	9.5	9.5	9.5	9.5	7.5	6	5	4.5	3.5	3
¾	1	32	32	32	32	32	24	19.5	15.5	11.5	9.5
1	1	32	32	32	32	32	28	28	17	12	9.5
¾	1¼	32	32	32	32	32	32	32	32	32	30
1	1¼	80	80	80	80	80	80	69	60	46	36
1½	1¼	80	80	80	80	80	80	76	65	50	38
1	1½	87	87	87	87	87	87	87	87	87	84
1½	1½	151	151	151	151	151	151	151	144	114	94
2	1½	151	151	151	151	151	151	151	151	118	97
1	2	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
1½	2	275	275	275	275	275	275	275	275	275	252
2	2	365	368	368	368	368	368	368	368	318	273
2	2½	533	533	533	533	533	533	533	533	533	533

Para SI: 1 pulgada = 25.4 mm, 1 pie = 304.8 mm.

<sup>a</sup>El tamaño mínimo para el suministro de un edificio es tubería de ¾ pulgadas.

Para dimensionar un sistema de plomería de AquaPEX de Uponor en edificios residenciales de gran altura y en edificios comerciales pequeños en Canadá, utilice la **Tabla A-2.6.3.1.(2)A** y otras secciones pertinentes, o la metodología aprobada para dimensionar tal como aceptado por la autoridad con la jurisdicción o dentro del Código Nacional de Plomería de Canadá (NPCC).

## Tabla A-2.6.3.1(2)A de NPCC

Tablas citadas de NPCC

**Tabla A-2.6.3.1.(2)A vigente, rango de presión 200-310 kPa**

Tamaño de tubería de servicio de agua pulg.	Tamaño de tubería de agua de distribución pulg.	Longitud máxima permisible, metros															
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305	
		Número de unidades de dispositivos servidas															
Rango de presión		Velocidad de flujo m / s:															
		3.0    2.4    1.5															
200 a 310 kPa		6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/4	1/2	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3/4	5/8	12	10	9	7	5	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	
3/4	3/4	18	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1	
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	
1-1/2	1-1/4	83	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11	
1-1/2	1-1/2	151	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20	
2	1-1/2	151	151	132	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20	
2	2	359	329	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51	
2-1/2	2-1/2	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133	

**Tabla A-2.6.3.1.(2)A vigente, rango de presión 311-413 kPa**

Tamaño de tubería de servicio de agua pulg.	Tamaño de tubería de agua de distribución pulg.	Longitud máxima permisible, metros															
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305	
		Número de unidades de dispositivos servidas															
Rango de presión		Velocidad de flujo m / s:															
311 a 413 kPa		3.0    2.4    1.5															
		8	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	
3/4	1/2	8	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	
3/4	5/8	13	13	12	11	9	7	5	5	3	3	2	2	1	1	1	
3/4	3/4	21	21	19	17	14	11	9	8	6	5	4	4	3	3	3	
1	1	42	42	41	36	30	25	23	20	18	15	12	10	9	8	8	
1-1/2	1-1/4	83	83	83	83	66	52	44	39	33	29	24	20	19	17	16	
1-1/2	1-1/2	151	151	151	151	128	105	90	78	62	52	42	38	35	32	30	
2	1-1/2	151	151	151	151	150	117	98	84	67	55	42	38	35	32	30	
2	2	359	359	359	359	359	318	280	250	205	165	142	123	110	102	94	
2-1/2	2-1/2	611	611	610	580	535	500	470	440	400	365	335	315	285	267	250	

**Tabla A-2.6.3.1.(2)A vigente, rango de presión por encima de 413 kPa**

Tamaño de tubería de servicio de agua pulg.	Tamaño de tubería de agua de distribución pulg.	Longitud máxima permisible, metros															
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305	
		Número de unidades de dispositivos servidas															
Presión por encima de		Velocidad de flujo m / s:															
413 kPa		3.0    2.4    1.5															
		8	8	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	
3/4	1/2	8	8	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0	
3/4	5/8	13	13	13	13	11	8	7	6	5	4	3	3	3	2	2	
3/4	3/4	21	21	21	21	17	13	11	10	8	7	6	6	5	4	4	
1	1	42	42	42	42	38	32	29	26	22	18	14	13	12	12	11	
1-1/2	1-1/4	83	83	83	83	83	74	62	54	43	34	26	25	23	22	21	
1-1/2	1-1/2	151	151	151	151	151	151	130	113	88	73	51	51	46	43	40	
2	1-1/2	151	151	151	151	151	151	142	122	98	82	64	51	46	43	40	
2	2	359	359	359	359	359	359	359	340	288	245	204	172	153	141	129	
2-1/2	2-1/2	611	611	611	611	611	611	610	570	510	460	430	404	380	356	329	

## Tabla 2.6.3.2 de NPCC

Reproducida con el permiso del titular del copyright, el National Research Council of Canada.

### 2.6.3.2. Carga hidráulica

- 1) Con la excepción proporcionada en la oración (3), la carga hidráulica de un dispositivo o equipo alistado en la Tabla 2.6.3.2.A. será el número de unidades de dispositivos indicado en la Tabla.
- 2) Con la excepción proporcionada en las oraciones (1) y (3), la carga hidráulica de un dispositivo no alistado en la Tabla 2.6.3.2.A. es el número de unidades de dispositivos listado en la Tabla 2.6.3.2.D.
- 3) Donde los dispositivos se suministran tanto con agua caliente como con agua fría, las cargas hidráulicas para las máximas demandas separadas serán el 75 % de la carga hidráulica de las unidades de dispositivos de las Tablas 2.6.3.2.A. y 2.6.3.2.D. al usar un método de diseño de ingeniería detallado.
- 4) La carga hidráulica de urinarios e inodoros con válvulas de descarga directa será el número de unidades de dispositivos indicado en las Tablas 2.6.3.2.B. y 2.6.3.2.C. (Véase el Apéndice A.)

**Tabla 2.6.3.2.A.**  
**Dimensionar sistemas de distribución de agua<sup>(1) (2)</sup>**  
 Formando parte de las oraciones 2.6.3.2.(1), (2) y (3) y 2.6.3.4.(2), (3) y (5)

Dispositivo o equipo	Tamaño mínimo de tubo de suministro, pulgadas	Carga hidráulica uso privado, unidades de dispositivos			Carga hidráulica uso público, unidades de dispositivos		
		Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total
Grupo de baño con 6 tanques de descarga de bajos litros <sup>(3)</sup>	n/a	2.7	1.5	3.6	-	-	-
Grupo de baño con más de 6 tanques de descarga de bajos litros <sup>(3)</sup>	n/a	4	3	6	-	-	-
Grupo de baño con más de 3 dispositivos	-	-	-	(4)	-	-	-
Bañera con o sin salida de ducha	½	1	1	1.4	3	3	4
Bañera con salida de agua de ¾ pulgada	¾	7.5	7.5	10	7.5	7.5	10
Lavador de orinal de hospital	1	-	-	-	7.5	7.5	10
Bidé	¾	1.5	1.5	2	-	-	-
Lavadora de ropa 3.5 kg	½	1	1	1.4	2.25	2.25	3
Lavadora de ropa 6.8 kg	½	-	-	-	3	3	4
Lavadora de ropa, comercial <sup>(5)</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Escupidera dental	¾	-	-	-	1.5	1.5	2
Unidad dental, sillón	¾	-	-	-	1	-	1
Lavaplatos, comercial <sup>(5)</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Lavaplatos, doméstico	¾	-	1.4	1.4	-	-	-
Fuente de agua o dispensador de agua	¾	-	-	-	0.25	-	0.25
Llave de agua para manguera	½	2.5	-	2.5	2.5	-	2.5
Llave de agua para manguera	¾	3	-	3	6	-	6
Llave de agua para manguera, combinación de agua caliente y fría	½	1.9	1.9	2.5	1.9	1.9	2.5
Lavabo, 8.3 LPM o menos	¾	0.5	0.5	0.7	1.5	1.5	2
Lavabo, mayor de 8.3 LPM	¾	0.75	0.75	1	1.5	1.5	2
Fregadero, bar	¾	0.75	0.75	1	1.5	1.5	2
Fregadero, grifo de servicio de clínica	½	-	-	-	2.25	2.25	3
Fregadero, servicio de clínica con válvula de descarga directa	1	-	-	-	6	-	6
Fregadero, cocina comercial, por grifo	½	-	-	-	3	3	4
Fregadero, cocina doméstica, 8.3 LPM	¾	1	1	1.4	1	1	1.4

## Tabla 2.6.3.2 de NPCC

Reproducida con el permiso del titular del copyright, el National Research Council of Canada.

Fixture or Device	Minimum Size of Supply Pipe, inches	Private Use Hydraulic Load, fixture units			Public Use Hydraulic Load, fixture units		
		Cold	Hot	Total	Cold	Hot	Total
Sink, kitchen domestic, greater than 8.3 LPM	3/8	1.5	1.5	2	1.5	1.5	2
Sink, laboratory	3/8	-	-	-	1.5	1.5	2
Sink, laundry (1 or 2 compartments)	3/8	1	1	1.4	1	1	1.4
Sink, service or mop basin	1/2	-	-	-	2.25	2.25	3
Sink, washup, per faucet	1/2	-	-	-	1.5	1.5	2
Shower head, 9.5 LPM or less per head	1/2	1	1	1.4	3	3	4
Shower head, greater than 9.5 LPM per head	1/2	1.5	1.5	2	3	3	4
Shower, spray, multi-head, fixture unit per head	(5)	1	1	1.4	3	3	4
Urinal, with direct flush valve	3/4	(6)	-	(6)	(6)	-	(6)
Urinal, with flush tank	3/8	3	-	3	3	-	3
Urinal, with self-closing metering valve	1/2	2	-	2	4	-	4
Water closet, 6 LPF or less with flush tank	3/8	2.2	-	2.2	2.2	-	2.2
Water closet, greater than 6 LPF with flush tank	3/8	3	-	3	5	-	5
Water closet, with direct flush valve	1	(6)	-	(6)	(6)	-	(6)

### Notes to Table 2.6.3.2.A.:

- (1) The fixture unit values in this Table are not applicable in certain assembly occupancies because of surges in use by the occupants. For such occupancies, refer to specific design information.
- (2) For fixtures not indicated in this Table, refer to Table 2.6.3.2.D.
- (3) Bathroom group is based on a 1/2-inch size bathtub supply pipe.
- (4) Add additional fixture to the fixture load for bathroom group.
- (5) Refer to manufacturer's recommendations.
- (6) For fixture unit values for fixtures with direct flush valves, see Sentence 2.6.3.2.(4) and Tables 2.6.3.2.B. and 2.6.3.2.C.

**Table 2.6.3.2.B.**  
**Sizing of Water Distribution Systems for Urinals with Direct Flush Valves**  
 Forming Part of sentences 2.6.3.2.(4) and 2.6.3.4.(5)

Number of Valves	Individual Fixture Unit Assigned in Decreasing Value	Fixture Units in Accumulative Values <sup>(1)</sup>
1	20	20
2	15	35
3	10	45
4	8	53
5 or more	5 each	58, plus 5 for each additional fixture in excess of 5

### Notes to Table 2.6.3.2.B.:

- (1) The accumulative fixture unit values are the total values to be used in conjunction with Table 2.6.3.2.A.

## Tabla 2.6.3.2 de NPCC

Reproducida con el permiso del titular del copyright, el National Research Council of Canada.

Número de válvulas	Unidad de dispositivo individual asignado en valor decreciente	Unidades de dispositivos en valores acumulativos <sup>(1)</sup>
1	40	40
2	30	70
3	20	90
4	15	105
5 o más	10 para cada uso público y 6 para cada uso privado	115, más 10 para cada dispositivo adicional de uso público por encima de 5 y 111, más 6 para cada dispositivo adicional de uso privado por encima de 5

### Notas para la Tabla 2.6.3.2.C:

(1) Los valores de unidades de dispositivos acumulativos son los valores totales de uso junto con la Tabla 2.6.3.2.A.

**Tabla 2.6.3.2.D.**  
**Cargas hidráulicas para dispositivos no alistados en la Tabla 2.6.3.2.A.**  
Formando parte de oraciones 2.6.3.2.(2) y 2.6.3.4.(5)

Tamaño de tubería de suministro	Carga hidráulica, unidades de dispositivos	
	Uso privado	Uso público
$\frac{3}{8}$	1	2
$\frac{1}{2}$	2	4
$\frac{3}{4}$	3	6
1	6	10

### 2.6.3.3. Presión estática

- 1) Donde la presión estática en cualquier dispositivo podrá exceder 550 kPa, una válvula reductora de presión se instalará para limitar la máxima presión estática en el dispositivo a 550 kPa.

### 2.6.3.4. Tamaño

#### Tamaño

- 1) Cada tubería de servicio de agua se dimensionará según el flujo de demanda máxima pero no será menor al tamaño de  $\frac{3}{4}$  de una pulgada.
- 2) Con la excepción proporcionada en la oración (3), el tamaño de un tubo de suministro que sirve un dispositivo se conformará con la Tabla 2.6.3.2.A.
- 3) Para los dispositivos alistados en la Tabla 2.6.3.2.A. que tienen el permitido tamaño de tubería de suministro de  $\frac{3}{8}$  de una pulgada, un conector no más largo que 750 mm y con un diámetro interior no menor a 6.3 mm puede usarse para suministrar agua al dispositivo.
- 4) Ningún sistema de agua entre el punto de conexión con la tubería de servicio de agua o el contador de agua y el primer ramal que suministra un calentador de agua que sirve a más de un dispositivo se dimensionará menor a  $\frac{3}{4}$  de una pulgada.
- 5) Donde se suministra tanto agua caliente como fría a los dispositivos en edificios residenciales que contienen una o dos unidades de vivienda o casas adosadas con tubería separada de servicio de agua, el sistema de agua puede dimensionarse de acuerdo con la Tabla 2.6.3.4., donde
  - a) las cargas hidráulicas para máximas demandas separadas en la tubería del sistema de distribución del agua no son menores al 100 % de la carga hidráulica total de las unidades de dispositivos indicada en las Tablas 2.6.3.2.A., 2.6.3.2.B., 2.6.3.2.C. o 2.6.3.2.D. para uso privado,
  - b) la mínima presión del agua en la entrada del edificio es 200 kPa, y
  - c) la máxima longitud total del sistema de agua es 90 m.

## Parámetros de diseño para sistemas PEX de Uponor de agua caliente sanitaria

Para proporcionar claridad sobre los sistemas de agua caliente sanitaria, hemos proporcionado las definiciones abajo que pueden usarse junto con la **Tabla 4-1**.

### Suministro de agua caliente sanitaria:

La porción del sistema de agua sanitaria que suministra agua caliente potable de la fuente de calor a los diversos dispositivos por el edificio. El tamaño de tubería se determina usando los códigos pertinentes de las unidades de dispositivos del suministro de agua (WSFU) y / o la pérdida uniforme por fricción para el edificio específico.

### Tubería dedicada de recirculación de agua caliente sanitaria:

La porción del sistema de agua caliente sanitaria que retorna (o recircula) el agua caliente potable a la fuente de calor para que vuelva a calentarse y circularse. El agua de esta tubería no suministra ningún dispositivo. La tubería de recirculación de agua caliente sanitaria muchas veces se dimensiona a base de la pérdida de calor de la tubería de suministro y la pérdida por fricción uniforme, pero también puede dimensionarse basándose en la tasa mínima del flujo de las válvulas de equilibrado.

### Diseño de sistemas de agua caliente

La tubería AquaPEX de Uponor se pone a prueba y se lista a PEX 5106 NSF-pw (CL5). Según ASTM F876, la clasificación CL5 de resistencia a cloro se destina a una condición de uso final de 100 por ciento a 140 °F / 60 °C a 80 psi (5.5 bar), lo cual es la clasificación más alta de resistencia a cloro disponible por ASTM. Los productos marcados con un '5' como el primer dígito del código de cuatro dígitos y también marcados con la denominación CL5 [por

ejemplo, PEX 5106 NSF-pw (CL5)] indica que el producto está aprobado para usarse en sistemas de operación continua de circulación de agua caliente sanitaria con una temperatura hasta de 140 °F / 60 °C a 80 psi (5.5 bar).

### Dimensión y velocidad máxima

Uponor requiere que la velocidad de la tubería dedicada de recirculación no exceda 2 pies / segundo y que el sistema de tubería de agua caliente (incluyendo las líneas de recirculación) cumpla con los siguientes requisitos tal como indicado en el manual *ASPE Plumbing Engineering Design Handbook (PEDH), Volumen 2, Plumbing Systems*:

1. Calcule las tasas de pérdida de calor de la tubería de suministro de agua caliente.
2. Calcule las tasas de circulación para todas partes de la tubería de circulación y la tasa de circulación total requerida.
3. Determine la pérdida de carga uniforme permitida y la carga total requerida para superar las pérdidas por fricción en la tubería cuando el agua fluye en la tasa requerida de circulación.
4. Calcule las tasas de flujo para diversos tamaños de tubería que darán la caída uniforme de presión establecida en el **Paso 3**, y tabule los resultados.
5. Determine el tamaño del sistema a base de la tabulación del **Paso 4**.
6. Con los tamaños establecidos en el **Paso 5**, repita los **Pasos 1 a 5** para comprobar la proyecciones realizadas.

Aunque Uponor recomienda el proceso más acertado arriba, el método simplificado

a continuación también está disponible utilizando el manual *ASPE Plumbing Engineering Design Handbook*:

1. Permita ½ gpm para cada tubo de subida pequeño de agua caliente (¾" a 1"), 1 gpm para cada tubo de subida de tamaño mediano de agua caliente (1¼" a 1½") y 2 gpm para cada tubo de subida grande (2" y mayores).
2. Añada 1 gpm para cada grupo de 20 dispositivos suministrados con agua caliente.
3. Sume los gpm de todos los tubos de subida y los grupos de dispositivos.
4. Usando la **Tabla 5-9**, seleccione el tamaño de tubería correcto para la línea de recirculación.

### Sistemas de agua caliente de recirculación

Para mantener temperaturas satisfactorias, muchas veces se recirculan sistemas de agua caliente. Varios métodos de recirculación están disponibles:

- **Continuo:** Circula el agua las 24 horas del día. Este método no se considera eficiente económicamente ni por su uso de energía cuando los patrones de uso del edificio no se alinean con el flujo continuo.
- **Termostático (acuastato):** Este método mide la temperatura del agua y enciende o apaga el circulador, basándose en las necesidades del sistema.

• **Programado:** Este método emplea un temporizador para encender y apagar el circulador. El intervalo de tiempo para la operación del circulador debe basarse en los patrones de uso del edificio.

• **Demanda:** Este método utiliza pulsadores y sensores de movimiento para encender y apagar el circulador cuando un ocupante necesita agua caliente.

La tubería AquaPEX de Uponor está aprobada para usarse en sistemas de agua sanitaria de circulación continua con temperaturas hasta de 140 °F / 60 °C a 80 psi (5.5 bar).

### Equilibración de sistemas de recirculación de agua caliente

Los sistemas de agua caliente circulada requieren la equilibración del flujo para mantener temperaturas satisfactorias en el sistema. Si los sistemas no están equilibrados debidamente, el agua circulada tiene la tendencia de provocar un cortocircuito por el tramo más corto del sistema, así creando altas velocidades en ese tramo y resultando en demoras del agua caliente a los tramos más remotos. Las líneas de agua caliente recirculadas deben estar aisladas, y típicamente requieren poco flujo para mantener temperaturas satisfactorias en el sistema. Uponor limita la velocidad máxima a 2 pies / seg. en la

Tamaño nominal de tubo	Velocidad (pies / segundo)	Tasa de flujo (gpm)	Pérdida por fricción por pie a 120 °F / 48.9 °C
½"	2	1.1	0.0195
¾"	2	2.2	0.0126
1"	2	3.6	0.0092
1¼"	2	5.4	0.0072
1½"	2	7.5	0.0059
2"	2	12.9	0.0042
2½"	2	19.8	0.0033
3"	2	28.1	0.0026

**Tabla 5-9: Tasas de flujo de AquaPEX de Uponor a 2 pies / seg.**

tubería dedicada de agua caliente de retorno que usa AquaPEX de Uponor (véase la **Tabla 5-9**).

En la equilibración del sistema, utilice equipo calibrado tal como válvulas de equilibrado o limitadores de caudal. Considere las válvulas de equilibrado termostáticas con un motor conmutado electrónicamente / bombas de retorno de agua caliente sanitaria de velocidad variable. Cada válvula de equilibrado requiere una válvula anti retorno, o en la línea o incorporada en el ensamblaje de la válvula de equilibrado, para así prevenir un flujo

inverso de la descarga del dispositivo.

### Tanques de expansión

De acuerdo con la mayoría de los códigos de plomería más importantes de América del Norte, los sistemas que incluyen aparatos de prevención de contraflujo, válvulas reductoras de presión o válvulas anti retorno en la línea principal de servicio de agua requerirán un tanque de expansión u otro equipo aprobado para controlar la expansión térmica. Los sistemas que utilizan estos mecanismos tienen más probabilidad de experimentar presiones

elevadas que podrán llegar más allá del límite máximo recomendado de 80 psi. Tome en cuenta que las excesivas fluctuaciones dinámicas (no las estáticas) dentro de la temperatura y / o presión del sistema de plomería pueden afectar el rendimiento a largo plazo de los componentes del sistema de plomería, incluso los productos de Uponor.

Es importante que tome precauciones extremas para controlar estas situaciones con el diseño, la instalación y el equipo debidos que puedan gestionar estos efectos. Es importante mantener y controlar las

fluctuaciones consistentes y / o las de temperatura y presión excesivas más allá de los límites recomendados de sistema y / o de los códigos para la salud del sistema de plomería a largo plazo. Consulte los códigos locales tanto como las directrices de instalación del fabricante del calentador de agua para los tanques de expansión y otro equipo semejante.

## Sistemas hidrónicos de tubería PEX de Uponor

Esta sección describe técnicas de diseño de tubería hidrónica para edificios comerciales, que suelen llamarse edificios de construcción resistente a incendios, donde se aplican tanto los códigos de construcción como los mecánicos.

### Determinar la tasa de flujo

Al dimensionar cualquier sistema hidrónico, primeramente es necesario calcular la tasa de flujo requerida para cumplir con la demanda de calefacción o refrigeración. La tasa de flujo es una función de las propiedades mecánicas de un fluido, la pérdida de calor del espacio servido y la temperatura diferencial del fluido. Un flujo insuficiente ocasiona el calentamiento o enfriamiento desigual en un edificio, mientras que un flujo

excesivo provoca que el equipo realice ciclos demasiado cortos, que trabaje de manera poco eficaz y que falle con más rapidez. Una fórmula sencilla para calcular la tasa de flujo para sistemas de 100 por ciento de agua es:

$$\text{GPM} = \text{BTU/h} \div (\Delta T \times 500)$$

**Ejemplo:** Piense en una unidad ventiloconvector que requiere 20 000 BTU de energía por hora con una temperatura diferencial de diseño ( $\Delta T$ ) de 20 °F. La inserción de esos valores a la fórmula produce una tasa de flujo requerida de 2 gpm suministrados a ese ventiloconvector para poder producir 20 000 BTU. Para determinar los gpm totales de cada segmento de tubería, sume los gpm acumulados para todos los ventiloconvectores más abajo. La tasa de flujo total para un sistema puede calcularse al

sumar todas las tasas de flujo de las unidades terminales del sistema.

### Dimensionar tubería

Para determinar el tamaño de tubería, la tasa de flujo del sistema tiene que permanecer dentro de ciertos límites, es decir, la mínima velocidad de diseño, la máxima velocidad

de diseño y la máxima presión de carga permisible por 100 pies de tubería. Los valores en la **Tabla 5-10** son típicos para los diseños que utilizan PEX de Uponor.

Área	Velocidad de diseño		Pérdida por fricción
	Mínima	Máxima	Típica
Conducto	1.5 pies / seg.	8 pies / seg.	4 pies / 100 pies
Tubo de subida	1.5 pies / seg.	8 pies / seg.	
Tramo largo	1.5 pies / seg.	8 pies / seg.	
Tramo corto (< 50 pies)	1.0 pies / seg.	8 pies / seg.	

**Tabla 5-10: Velocidad mínima y máxima de diseño**

Una vez que se calculen las distintas tasas de flujo para el sistema, puede determinarse el tamaño de tubería al consultar las tablas de pérdida de carga del **Apéndice B**. Tomando el ejemplo de la página anterior con una tasa de flujo de 2 gpm, y suponiendo una temperatura de agua de 160 °F (71 °C), el tamaño de tubería PEX de Uponor sería ¾".

### PEX de Uponor de ¾" (100 % agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies/seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.0	1.10	1.25	1.19	1.11	1.09	1.06	1.04	1.02	0.99	0.95	0.93	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76
1.2	1.32	1.71	1.62	1.52	1.49	1.45	1.43	1.40	1.35	1.31	1.27	1.24	1.20	1.18	1.15	1.13	1.11	1.09	1.07	1.06	1.04
1.4	1.54	2.22	2.10	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.76	1.71	1.66	1.61	1.58	1.54	1.51	1.48	1.45	1.43	1.40	1.38	1.36
1.6	1.76	2.79	2.64	2.49	2.44	2.38	2.34	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	1.99	1.95	1.91	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75	1.73
1.8	1.98	3.41	3.24	3.05	2.99	2.92	2.87	2.82	2.72	2.64	2.57	2.50	2.44	2.39	2.34	2.30	2.26	2.22	2.19	2.15	2.13
2.0	2.20	4.08	3.86	3.65	3.58	3.51	3.45	3.38	3.27	3.17	3.09	3.01	2.94	2.88	2.82	2.77	2.72	2.67	2.63	2.60	2.56
2.2	2.43	4.81	4.57	4.31	4.23	4.14	4.07	3.99	3.86	3.75	3.65	3.56	3.48	3.40	3.34	3.27	3.22	3.16	3.12	3.07	3.03
2.4	2.65	5.58	5.31	5.01	4.91	4.81	4.73	4.64	4.50	4.37	4.25	4.15	4.05	3.97	3.89	3.82	3.75	3.69	3.64	3.59	3.54
2.6	2.87	6.41	6.10	5.76	5.65	5.53	5.44	5.34	5.17	5.02	4.89	4.77	4.66	4.57	4.48	4.40	4.32	4.25	4.19	4.13	4.08
2.8	3.09	7.28	6.94	6.55	6.43	6.30	6.19	6.08	5.89	5.72	5.57	5.44	5.32	5.21	5.11	5.01	4.93	4.85	4.78	4.71	4.65
3.0	3.31	8.20	7.82	7.38	7.25	7.10	6.98	6.86	6.65	6.46	6.29	6.14	6.00	5.88	5.77	5.67	5.57	5.48	5.40	5.33	5.26

Tabla 5-11: Determinar el tamaño de tubería

#### Equilibración del sistema

Las válvulas de equilibrado típicamente se usan para controlar el flujo por un sistema de tubería. Semejante a cuando se tapa un agujero en una manguera de jardín con el dedo, las válvulas de equilibrado aseguran el flujo adecuado a cada unidad de un sistema. Es importante recordar que al convertir un diseño de tubería metálica a PEX, las características hidráulicas tienen que mantenerse constantes para asegurar la operación correcta.

Es fundamental entender las hidráulicas de un sistema al dimensionarlo. Piense en una manguera de jardín con agujeros en intervalos regulares. Ya que el agua toma el camino de menor resistencia, el flujo será mayor en el agujero más cerca de la fuente de agua, y menor en el agujero más lejos de la fuente de agua. El mismo principio es válido para cualquier sistema de tubería, y por eso es importante identificar la unidad más exigente. El camino desde la fuente de calor o refrigeración hasta la unidad más exigente se llama el camino crítico o el

camino de mayor resistencia (mayor pérdida de carga) y determinará los requisitos de la bomba para la presión diferencial.

#### Optimización

Otro paso adicional que puede tomarse al dimensionar un sistema hidrónico con PEX supone la optimización del diseño de la tubería. La conversión de cobre a PEX mantendrá las hidráulicas de un sistema, pero es probable que no maximice la eficiencia operativa. Por eso, se requieren algunos ajustes. Algunos creadores e ingenieros diseñan la configuración de su sistema de tubería PEX para que realice mucho del equilibrado hidráulico naturalmente al usar una reducción del tamaño de tubería en los tramos menos críticos, el mismo labor que tradicionalmente era de las válvulas de equilibrado. En general, cuanto menos demanda en las válvulas de equilibrado, mayor será la habilidad de una válvula de control de tener autoridad sobre el serpentín a cada unidad. Esto asegura una alta modularidad del flujo con respecto a la posición de la válvula y la salida del serpentín

mientras aumenta la eficiencia operativa del edificio. Es así porque la válvula de control experimenta menos ciclos demasiado cortos, permitiendo así que el flujo se module según la carga.

#### Calculadora de Uponor para dimensionar tubería

Uponor ofrece una calculadora en Internet para determinar el tamaño de tubería hidrónica que es capaz de generar tablas de flujo para sistemas hidrónicos de tubería basado en entradas

especificadas por el usuario. Esta calculadora permite que el usuario produzca cuadros rápidamente que ayuden al diseñar con exactitud un sistema hidrónico. La calculadora también contiene secciones para dimensionar sistemas de calefacción y refrigeración radiantes y sistemas de plomería. Este elemento permite que el usuario introduzca información básica del caudal para generar cuadros de flujos a base de una metodología común de diseño. La

Figura 5-11: Ejemplo de la calculadora de Uponor para dimensionar tubería

calculadora creará cuadros de flujo con tasas máximas y mínimas de flujo basadas en la pérdida por fricción por 100 pies de tubería, al igual que aportaciones especificadas de velocidad para diversos materiales de tubería. Acceda a la calculadora en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator). Introduzca información en la calculadora y saldrá un cuadro para cada temperatura de agua con un rango de galones por minuto (gpm) para cada tamaño de tubería. La **Tabla 5-12** demuestra el cuadro de cantidad de agua para la temperatura del agua 1.

Temperatura del agua 1			
Tabla para dimensionar PEX-ASTM F876 100 % de agua a 160 °F 4 pies de pérdida de carga / 100 pies Velocidad mín. = 1.5 pies / seg. Velocidad máx. = 8 pies / seg.			
Tamaño de tubería	Rango de GPM	Velocidad (pies / seg.)	Pies de carga por 100 pies de tubería
5/16"	Fuera de rango	Fuera de rango	Fuera de rango
3/8"	0.45 a 0.48	1.50 a 1.60	3.71 a 4.00
1/2"	0.83 a 1.10	1.50 a 2.00	2.53 a 4.00
5/8"	1.21 a 1.86	1.50 a 2.30	1.99 a 4.00
3/4"	1.65 a 2.76	1.50 a 2.50	1.64 a 4.00
1"	2.73 a 5.46	1.50 a 3.00	1.20 a 4.00
1 1/4"	4.08 a 9.25	1.50 a 3.40	0.94 a 4.00
1 1/2"	5.68 a 14.78	1.50 a 3.90	0.76 a 4.00
2"	9.75 a 29.89	1.50 a 4.60	0.55 a 4.00
2 1/2"	14.85 a 52.48	1.50 a 5.30	0.42 a 4.00
3"	21.12 a 83.06	1.50 a 5.90	0.34 a 4.00
3 1/2"	28.46 a 123.34	1.50 a 6.50	0.29 a 4.00
4"	36.88 a 174.57	1.50 a 7.10	0.24 a 4.00

**Tabla 5-12: Cuadro de tamaño de tubería para la temperatura del agua 1**

La calculadora también determina la pérdida de carga en la línea de distribución, incluyendo la tubería y los accesorios. La tubería se calcula usando la ecuación Darcy-Weisbach y los accesorios se calculan usando sus valores  $C_v$  respectivos.

### Código Internacional de la Conservación de Energía (IECC)

Toda la tubería que sirve como elemento de un sistema de agua caliente o refrigerada tiene que estar aislada térmicamente de acuerdo con la **Tabla C403.2.8** del IECC o los códigos locales / estatales cuando proceda. Véase la **Tabla 4-6**.

### Aislamiento de tubería

Algunos códigos locales requieren que se aisle la tubería de agua refrigerada debido a la condensación que pueda ocurrir en el exterior de la tubería. Este es un requisito para cualquier material de tubería, incluso de cobre, CPVC, PEX, acero y polipropileno. La tubería PEX tiene un coeficiente muy bajo de conductividad térmica, 2.628 Btu·pulgada / (hora·pie<sup>2</sup>·°F), mientras que el cobre tiene un coeficiente de conductividad térmica entre 2080 y 2773 Btu·pulgada / (hora·pie<sup>2</sup>·°F). Es importante tomar en cuenta que si la temperatura superficial de la tubería o el aislamiento es menor a la temperatura de

Introduzca los parámetros de tubería PEX:

1" Tamaño nominal de tubo

32 Longitud de tubería en pies

4 Codos

0 Conectores en T pasantes

1 Conectores en T ramales

2 Adaptadores

Introduzca las propiedades de su agua:

0% Mezcla de glicol (%)

160 Temperatura de agua °F

3.7 Flujo en GPM

**Resultados:**

Velocidad resultante = 2.03 pies/seg.

Pérdida de carga por accesorios = 1.289 pies

Pérdida de carga por tubería = 0.658 pies

Pérdida de carga total por fricción = 1.957 pies

Pérdida de presión total por fricción = 0.83 PSI

Calcule

**Figura 5-12: Cálculos de pérdida de carga**

diseño del punto de rocío en la cavidad, se condensará la superficie de la tubería o el aislamiento. La **Tabla 4-5** proporciona temperaturas superficiales de la capa más extrema con respecto a la temperatura del agua, el espesor del aislamiento y la temperatura ambiente del aire. Utilice estos datos para asegurar que no ocurra la condensación. Véase el **Apéndice D**.

**Ejemplo:** Un tubo PEX nominal de 1" (25 mm) con 1/2" de aislamiento que lleva agua de 40 °F (4.4 °C) tendría una temperatura superficial en el aislamiento de 69.5 °F (20.83 °C) suponiendo una temperatura ambiente de 80 °F (26.6 °C). Suponiendo una humedad relativa del 60 por

ciento en una temperatura ambiente de 80 °F (26.6 °C), la temperatura del punto de rocío sería 65 °F (18.3 °C). Puesto que la temperatura del punto de rocío es 4.5 °F (2.5 °C) menor que la temperatura superficial, no hay cuestiones de condensación en la tubería del sistema. Si la temperatura superficial es menor a o equivalente a la temperatura del punto de rocío, se necesita un mayor nivel de aislamiento. Si la temperatura superficial es uno a dos grados mayor que la temperatura del punto de rocío del sistema de tubería, se recomienda un mayor nivel de aislamiento.

## Capítulo 6

# Métodos de instalación

Esta sección describe métodos de instalación que son típicos para edificios comerciales donde se aplican tanto los códigos contra incendios como los de construcción (comúnmente conocidos como edificaciones de construcción resistente a incendios). Cada método incluye una ilustración detallada con notas para la instalación de tubería en edificaciones de construcción resistente a incendios.

Para los detalles específicos sobre ensamblajes resistentes a fuego, consulte el **Capítulo 3**.

### Autorizaciones de códigos locales

Antes de empezar a instalar tubería, hable con las autoridades locales de construcción. Aunque los sistemas de Uponor descritos en esta sección cumplen con los requisitos de la mayor parte de edificaciones y códigos de los Estados Unidos y Canadá, algunos inspectores no conocen estos tipos de instalaciones. Los **Capítulos 1 y 3** de este manual proporcionan información y listados complementarios para el cumplimiento de los códigos de Estados Unidos y Canadá.

### Almacenamiento y manejo de PEX

Aunque no es una lista exhaustiva, a continuación se destacan las directrices más comunes al almacenar y manejar la PEX de Uponor.

- La PEX de Uponor está aprobada para conectarse directamente a los calentadores eléctricos de agua, así como a los calentadores de agua de gas con ventilación mecánica donde sea permitido por los códigos locales.
- No almacene la tubería PEX de Uponor al aire libre.

- Mantenga la tubería PEX de Uponor en el embalaje original hasta efectuar la instalación.
- No utilice la tubería PEX de Uponor donde las temperaturas y presiones superen las especificaciones.
- No utilice o guarde la tubería AquaPEX blanca de Uponor o hePEX de Wirsbo donde estará expuesta a la luz del sol directa por más de un mes.
- No utilice o guarde la tubería AquaPEX roja de Uponor o AquaPEX azul de Uponor donde estará expuesta a la luz del sol directa por más de seis meses.
- No suelde o utilice pegamento para juntar tubería PEX de Uponor.
- No aplique una llama directa a la tubería PEX de Uponor.
- La separación mínima de aparatos especificados como Contacto con Aislamiento es 2". La separación mínima de aparatos especificados como Sin Contacto con Aislamiento es 12". Para distancias más cercanas que las mínimas anteriormente expuestas, proteja la tubería con un aislamiento aprobado.
- No instale la tubería PEX de Uponor a menos de 5 pies de visión directa de luces fluorescentes y luces LED sin proteger la tubería con un material de bloqueo de rayos UV.
- No utilice la tubería PEX de Uponor para transportar el gas natural.
- No suelde, suelde con cobre, suelde con estaño, ni suelde por fusión a menos de 18" de cualquier tubería PEX de Uponor en la misma línea de agua. Realice cualquier conexión relacionada al calor antes de realizar la conexión ProPEX.
- No instale la tubería PEX de Uponor entre la válvula de la bañera / ducha y el tubo de salida de la bañera.
- No utilice la tubería PEX de Uponor para una puesta a tierra eléctrica.
- No rocíe con ni permita que productos químicos orgánicos, ácidos fuertes o bases fuertes entren en contacto con la tubería PEX de Uponor.
- No utilice pinturas basadas en petróleo o disolventes, grasas o selladores en la tubería PEX de Uponor.
- Utilice solamente materiales cortafuego aprobados y apropiados con la tubería PEX de Uponor.
- No permita que roedores, insectos u otras plagas entren en contacto con la tubería PEX de Uponor.
- No someta la tubería PEX de Uponor a impactos contundentes.
- No instale la tubería PEX de Uponor en ambientes de terreno contaminado con disolventes, combustibles, compuestos orgánicos, pesticidas u otros materiales perniciosos que puedan causar permeación, corrosión, degradación o fallo estructural de la tubería. En áreas donde se sospechan tales condiciones, haga un análisis químico de la tierra o las aguas subterráneas para determinar la aceptabilidad de la tubería PEX de Uponor para esa instalación específica. Consulte los códigos locales para requisitos adicionales.

- No emplee una conexión a presión con los accesorios ProPEX de latón LF ni con los de latón normales (es decir, presión de cobre). Solo emplee una conexión a presión con los adaptadores ProPEX de presión de cobre de Uponor.
- No instale la tubería PEX de Uponor en aplicaciones de montajes de acero sin usar ojales para proteger la tubería de la abrasión.

**Nota:** Al transicionar de la PEX de Uponor a otros materiales de tubería, siga las instrucciones de instalación apropiadas para ese producto.

## Desenrollar PEX

Se recomienda usar un desenrollador de Uponor para desenrollar cómodamente la tubería cuando no se trata del empaquetado Punch&Pull™.

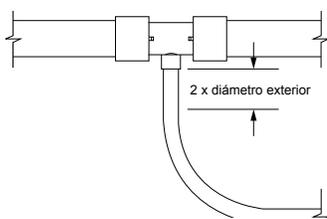
## Doblar la PEX

El radio mínimo de curvatura de la tubería PEX de Uponor es seis veces el diámetro exterior de la tubería. Utilice soportes en curva para la tubería de 3/8", 1/2", 5/8", 3/4" y 1" para facilitar curvas rígidas de 90 grados. Utilice conductos de PVC de diámetro mayor para facilitar curvas de 90 grados en tubería PEX de Uponor de mayor diámetro.

Para aliviar la tensión en las conexiones y accesorios ProPEX, tenga cuidado de no cambiar de dirección inmediatamente después de una conexión ProPEX. Para determinar si el cambio de dirección ideado es demasiado pronto, consulte la **Tabla 6-1** y las **Figuras 6-2** y **6-3**. Uponor recomienda una distancia mínima de dos veces el diámetro exterior de la tubería como la distancia mínima antes de cambiar de dirección.

Tamaño de tubería (pulgadas)	Diámetro exterior de tubería (pulgadas)	Radio mínimo de curvatura (pulgadas)	2 x diámetro exterior (pulgadas)
1/2"	0.625	3%	1 1/4"
3/4"	0.875	5%	1 3/4"
1"	1.125	6%	2 1/4"

**Tabla 6-1: Radio mínimo de curvatura**



**Figura 6-2: Curva correcta**

**Nota:** Cuando no es posible realizar una curva adecuada, utilice un codo ProPEX.

## Reformar tubería torcida

Si la tubería está torcida así impidiendo el flujo, realice los reparos fácilmente al seguir los pasos abajo.

1. Asegúrese que el sistema no esté presurizado.
2. Enderece la porción torcida de tubería.
3. Aplique calor al área torcida hasta aproximadamente 265 °F / 129.4 °C con una pistola de calor eléctrica (aproximadamente 450 vatios de potencia). Aplique el calor uniformemente hasta que el tubo vuelva a su tamaño y forma original. **No aplique una llama directa** (véase la **Figura 6-1**).
4. Permita que el tubo reparado se enfríe ininterrumpido hasta llegar a la temperatura ambiente. Cuando el tubo vuelva a su aspecto opaco, el reparo está completo.



**Figura 6-1: Reformar tubería torcida**

**Precavación:** La temperatura de la superficie del tubo no podrá exceder los 338 °F / 170 °C. No aplique una llama directa a la tubería PEX de Uponor. La tubería PEX de Uponor reparada conforme a estas recomendaciones volverá a su forma y fortaleza originales. Si se corta la tubería, se perfora o de otra forma se daña más allá de la capacidad de su memoria reticulada, instale un acoplamiento ProPEX. La tubería PEX de Uponor no puede ser soldada o reparada con adhesivos.

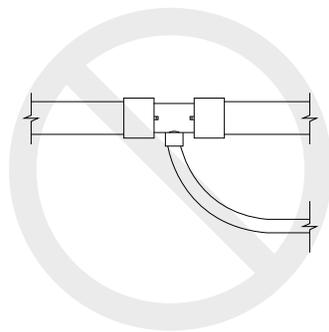
## Descongelar tubería congelada

La PEX de Uponor puede resistir ciclos extremos de congelación y descongelación mejor que otros materiales de tubería. En 2015, Uponor colaboró con las organizaciones de elaboración de normas para establecer un método de prueba de rendimiento en condiciones de congelación y descongelación, y por subsiguiente desarrolló una nueva norma para aplicaciones con la tubería PEX. La metodología de prueba incluía la tubería PEX, los anillos ProPEX y conjuntos de accesorios ProPEX de Uponor, y los sometió a ciclos repetidos de congelación y descongelación. Los conjuntos después se evaluaron en busca de fugas bajo presión después

de cada ciclo. Basándose en las muestras proporcionadas y las pruebas realizadas, la tubería PEX de 1/2", los anillos ProPEX y los acoplamientos ProPEX EP de Uponor superaron los ciclos de congelación y descongelación y los ensayos subsiguientes de rotura sin fallo de acuerdo con el método de la prueba.

Si ocurre una congelación, el instalador debe informar al usuario final para poder corregir la falta de aislamiento o calefacción para así evitar que se repita el problema. En caso de que la tubería PEX de Uponor experimente un bloqueo de hielo, descongele el tubo usando uno o más de los métodos a continuación.

- Verter agua caliente en la porción afectada del tubo.
- Envolver la porción afectada del tubo con toallas calientes.
- Colocar una unidad pequeña y portátil de calefacción en el área para calentar el espacio y descongelar el bloqueo de hielo de la tubería.
- Aplicar calor lentamente al área afectada con un secador de pelo. Frotar el área con la mano mientras se aplica calor para asegurar que la tubería no se caliente demasiado.



**Figura 6-3: Curva incorrecta**

## Apoyar a sistemas de tubería PEX de Uponor

Al calcular los tipos de soportes y las distancias entre ellos, es importante mantener en cuenta los requisitos de los códigos locales, tanto como los requisitos específicos del fabricante para ese producto. Esto se debe a que el fabricante podrá tener requisitos más allá de los códigos para proteger la integridad del sistema de tubería debido a sus propiedades únicas

(por ejemplo, control de la expansión o contracción térmica).

### Requisitos generales para apoyar la tubería PEX

- Utilice los soportes y abrazaderas de tamaño de tubería de cobre (CTS) siempre que sea posible.
- Utilice los soportes y abrazaderas que no tengan bordes afilados.
- No apriete excesivamente las abrazaderas.

- Mantenga aislada la tubería de otros sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería.
- No ate la tubería directamente a sistemas de tubería de drenaje, desagüe o ventilación.

### Requisitos de los códigos

Como mínimo, siga los requisitos de los códigos locales al apoyar la tubería PEX de Uponor. Nótese que estos requisitos de los códigos no toman en consideración el crecimiento o movimiento

lineal debido a la expansión o contracción. Véase la **Tabla 6-2**.

**Nota:** En montajes con clasificación contra incendios, la penetración no sirve de apoyo para la tubería. La tubería aún requerirá apoyo según indicado en la **Tabla 6-2**.

Tamaño nominal de tubo	Separación máxima horizontal		Separación máxima vertical		
	IPC / IMC / UPC / UMC	Código Nacional de Plomería de Canadá	IPC / IMC	UPC / UMC	Código Nacional de Plomería de Canadá
Tubería PEX de 1" y menor	32 pulgadas	0.8 m	10 pies*	Base y cada planta; provisión de guía a mitad de planta	Apoyar en la base y en el piso de plantas alternadas; no exceder los 7.5 m**
Tubería PEX de 1¼" y mayor	4 pies				

**Tabla 6-2: Requisitos de soporte para el polietileno reticulado (PEX) por los códigos**

\*Para tamaños de 2 pulgadas y menores, una guía tiene que ser instalada a medio camino entre los soportes verticales requeridos. Tal guía evitará el movimiento de la tubería en una dirección perpendicular al eje de la tubería.

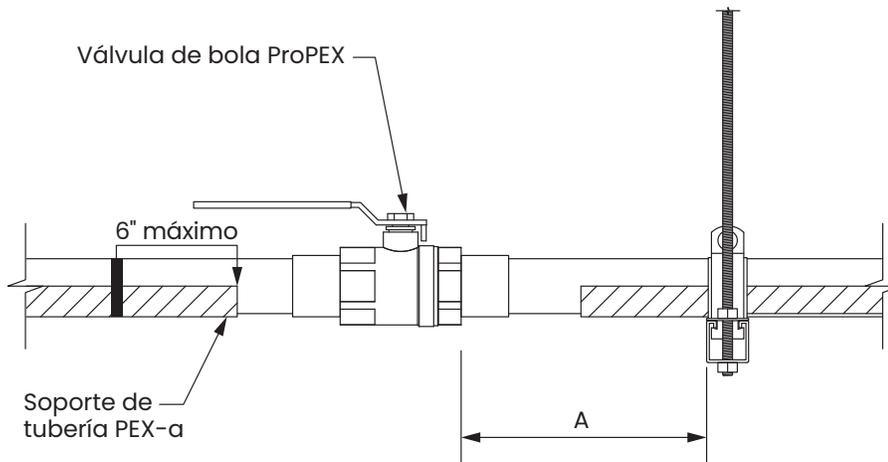
\*\* Aunque el Código Nacional de Plomería de Canadá no lo requiere, Uponor recomienda el uso de soportes verticales a los cinco pies para los tamaños de 2 pulgadas y menores para así minimizar el movimiento de la tubería.

## Apoyar a válvulas de diámetro grande

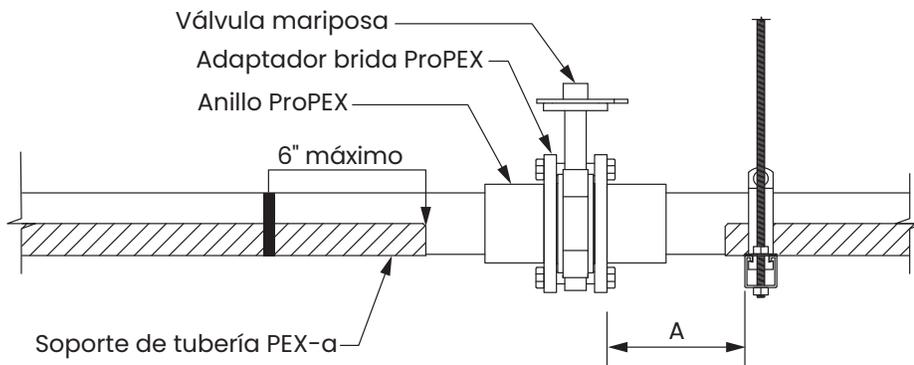
Tamaño nominal de tubo	Tipo de válvula	Separación máxima de soportes "A"
1¼" a 2"	Bola	18" (45.7 cm)
2½" a 3"	Mariposa	7" (17.7 cm)

**Tabla 6-3: Requisitos de soporte para válvulas de diámetro grande**

**Nota:** Para válvulas de bola mayores a 2", proporcione apoyo a menos de 7" (17.7 cm).



**Figura 6-4: Apoyar a válvulas de bola de 1¼" a 2"**



**Figura 6-5: Apoyar a válvulas mariposa de 2½" a 3"**

## Soporte de tubería PEX-a

El Soporte de tubería PEX-a es un canal de acero galvanizado calibre 23 para la tubería PEX con un diámetro exterior controlado de tamaño de tubería de cobre (CTS). Cuenta con un perfil con más de la mitad redonda, así rindiéndose auto adherente. Provee soporte continuo y sin interrupción a la tubería PEX, así permitiendo un aumento de separación de colgadores en contraste con la tubería PEX desnuda.

### Oferta de productos

El Soporte de tubería PEX-a está disponible en longitudes de 9 pies (3 m) en los siguientes tamaños:

- ½"
- ¾"
- 1"
- 1¼"
- 1½"
- 2"
- 2½"
- 3"

### Flejado de nilón

Cada conjunto de Soporte de tubería PEX-a incluye un paquete de flejes de nilón. Los flejes proporcionan una clasificación de tensión de 120 libras y están probados para las aplicaciones correspondientes.

### Aislar el Soporte de tubería PEX-a

El bajo perfil del Soporte de tubería PEX-a permite una aislación con aislamiento de tubería CTS típico.

## Consejos importantes para la instalación del Soporte de tubería PEX-a

- Siempre siga los códigos locales para requisitos generales de apoyo de tubería.
- Emplee los flejes de nilón de 120 libras incluidos para atar el canal de soporte a la tubería. Si los flejes incluidos se pierden, utilice un fleje de nilón de igual o mayor fuerza.
- Debido a las características de expansión de la tubería PEX de Uponor, es importante usar un sujetacables de nilón de un mínimo de 120 libras o su equivalente para trabar el soporte a la tubería. Asegúrese que los sujetacables están diseñados para aplicaciones hasta los 180 °F (82.2 °C) y que tienen la clasificación UV.

## Consejos al cortar el Soporte de tubería PEX-a

- Siempre empiece a cortar el Soporte de tubería PEX-a en el lado redondo.
- Al usar una sierra sable o una sierra de cinta para cortar el Soporte de tubería PEX-a, o coloque el soporte con el lado plano hacia abajo para realizar un corte limpio, o coloque un pedazo inservible de tubería en el soporte antes de cortarlo.
- Al usar una herramienta manual como tijeras de hojalatero para cortar el Soporte de tubería PEX-a, coloque el soporte con el lado plano hacia abajo y marque el soporte con una línea para seguir.
- Al cortar un soporte, tenga cuidado de no doblarlo.
- Después de cortar el Soporte de tubería PEX-a, rebájelo y alise cualquier borde afilado.

Tamaño nominal de tubería	Distancia mínima al accesorio (A)
½"	1¼"
¾"	1¾"
1"	2¼"
1¼"	2¾"
1½"	3"
2"	4"
2½"	5"
3"	6"

Tabla 6-4: Distancia mínima a los accesorios del Soporte de tubería PEX-a de Uponor

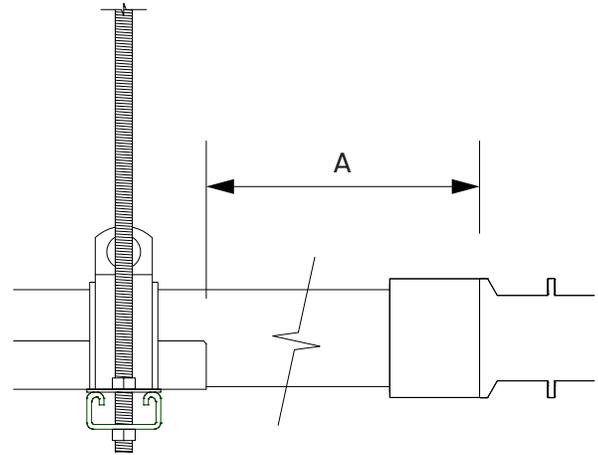


Figura 6-6: Distancia mínima al accesorio



Figura 6-7: Soporte de tubería PEX-a de Uponor con flejado de nilón

## Aumentar las distancias de separación entre soportes horizontales

Las distancias de separación entre soportes horizontales para la PEX de Uponor pueden aumentarse hasta los 8 pies (2.4 m) al usar el Soporte de tubería PEX-a de Uponor y flejes (véase la **Tabla 6-5**). El Soporte de tubería PEX-a es un canal de acero galvanizado calibre 23 que se fija a la base de la tubería PEX de Uponor y proporciona así un soporte continuo y rígido.

Por otra parte, al usar el Soporte de tubería PEX-a con abrazaderas y puntos fijos, ayuda a reducir la expansión lineal (o la contracción) en el sistema de tubería. Juntos, se proporcionan todas las ventajas de un sistema de tubería de polímeros con la estética semejante a ella de un sistema de tubería metálica. Consulte PMG-1006 del ICC para más información y autorizaciones aplicables de códigos.

Tipo de sistema	Separación máxima de soportes con el Soporte de tubería PEX-a	Puntos fijos
$\Delta T$ menor a o equivalente a los 40 °F (22.2 °C) (por ejemplo, agua fría sanitaria; agua refrigerada) <sup>1</sup>	8 pies (2.4 m); no se requieren abrazaderas	No requeridos
$\Delta T$ mayor a los 40 °F (22.2 °C) (por ejemplo, agua caliente sanitaria; retorno de agua caliente sanitaria; agua caliente de calefacción) <sup>1</sup>	8 pies (2.4 m) con abrazaderas un máximo de cada 32 pies (9.7 m) <sup>2</sup>	Véase la <b>Tabla 6-7</b>

**Tabla 6-5: Recomendaciones para soportes horizontales con el Soporte de tubería PEX-a**

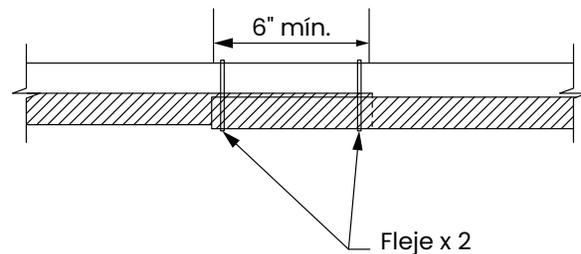
<sup>1</sup> Los ejemplos del sistema se ofrecen solamente como referencia. La Delta T ( $\Delta T$ ) determinará los requisitos concretos de soporte.

<sup>2</sup> Los accesorios de 1½" y menores requieren soporte a menos de 12 pulgadas (0.3 m) para prevenir que la tubería se caiga. Los conectores en T pueden soportarse desde su tubería ramal respectiva.

**Nota:** La Delta T según lo indicado en la tabla arriba se refiere a la diferencia de temperatura entre la temperatura ambiente del aire y la temperatura del agua del sistema.

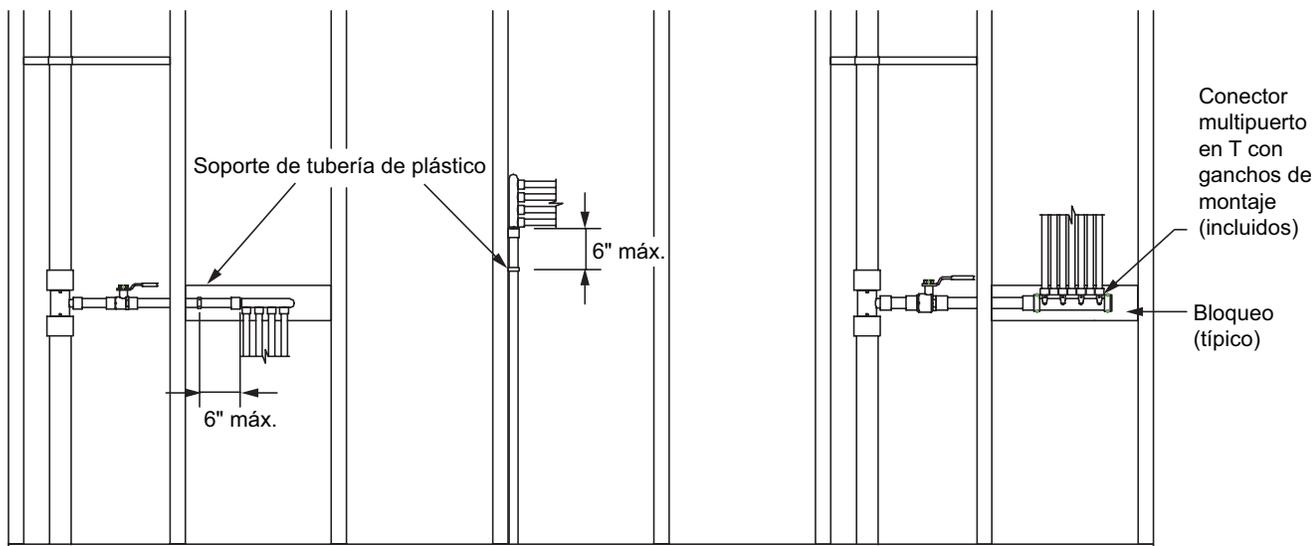
## Flejes del Soporte de tubería PEX-a

El Soporte de tubería PEX-a de Uponor se fija a la base de la tubería PEX usando los tres (3) flejes incluidos. Los flejes son de nilón y proporcionan una clasificación de tensión de 120 libras. Si se pierden los flejes, utilice flejes de igual o mayor fuerza en su lugar. Los flejes deben colocarse un máximo de cada 3 pies (0.9 m). Consulte la **Figura 6-8** para el uso de flejes donde hay solapamiento.

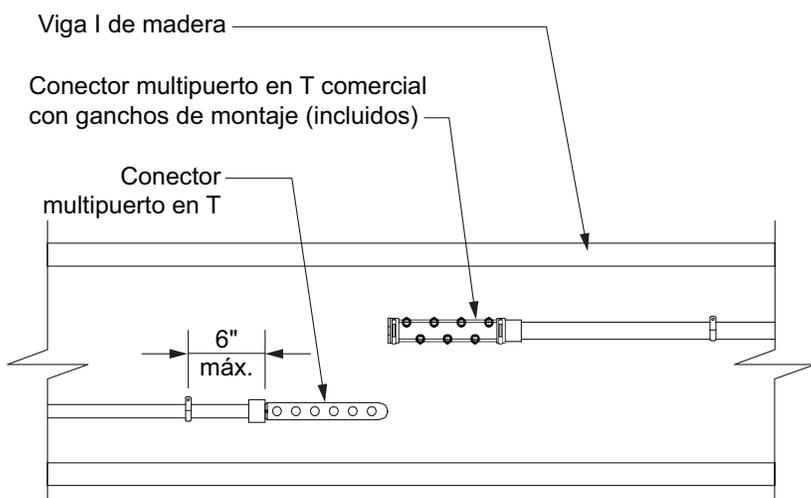


**Figura 6-8: Flejado en casos de solapamiento**

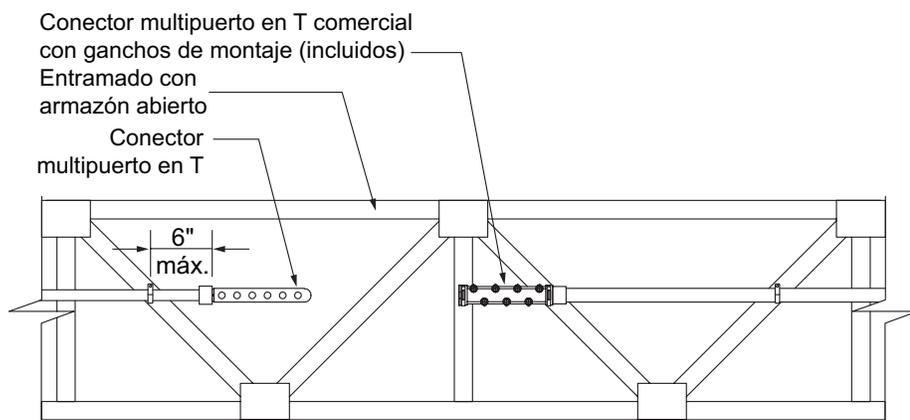
## Apoyando a conectores multipuerto en T de Uponor



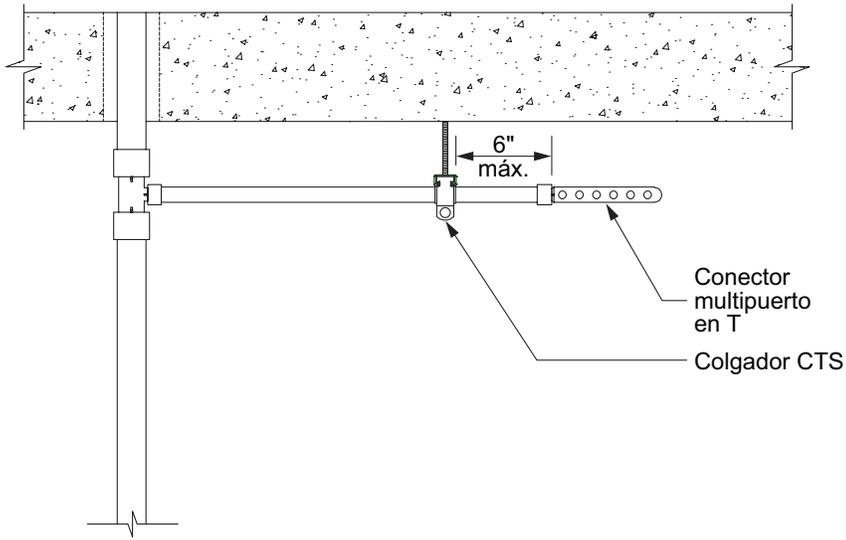
**Figura 6-9: Soportes en la pared para conectores multipuerto en T**



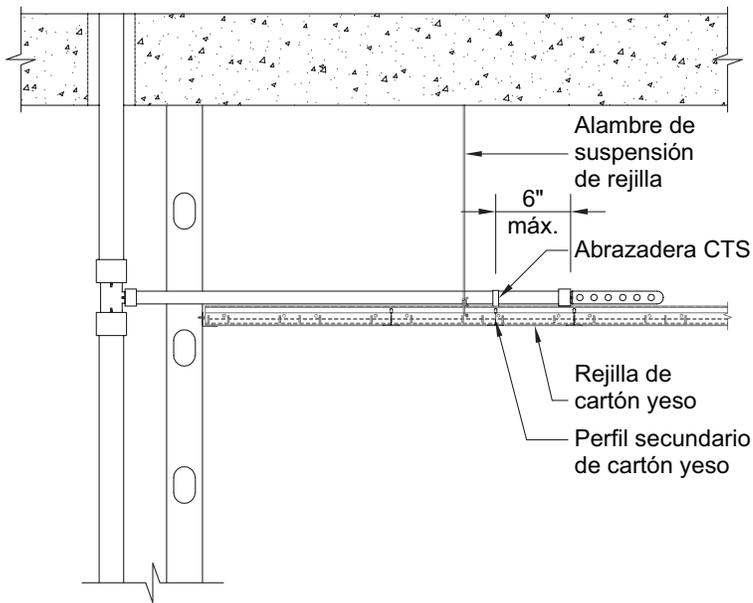
**Figura 6-10: Apoyando a conectores multipuerto en T en vigas I de madera**



**Figure 6-11: Apoyando a conectores multipuerto en T en entramados de madera con armazón abierto**



**Figura 6-12: Apoyando a conectores multipuerto en T en aplicaciones suspendidas**



**Figura 6-13: Apoyando a conectores multipuerto en T en rejilla de tabla roca**

## Expansión y contracción lineales

Una consideración importante al apoyar los sistemas de tubería PEX de Uponor son los efectos de la expansión o contracción lineales debido a la diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) entre la temperatura ambiente del espacio y la temperatura de operación del fluido (por ejemplo, una temperatura ambiente del espacio de 70 °F y una temperatura de operación del

fluido de 140 °F equivale una  $\Delta T$  de 70 °F). Normalmente cuanto mayor la  $\Delta T$ , mayor la tubería se expandirá o contraerá. Para ayudar a minimizar este movimiento o crecimiento, Uponor recomienda el uso de nuestro Soporte de tubería PEX-a y flejes, junto con los requisitos indicados en las

**Tablas 6-5 y 6-7.**

## Validación de la prueba

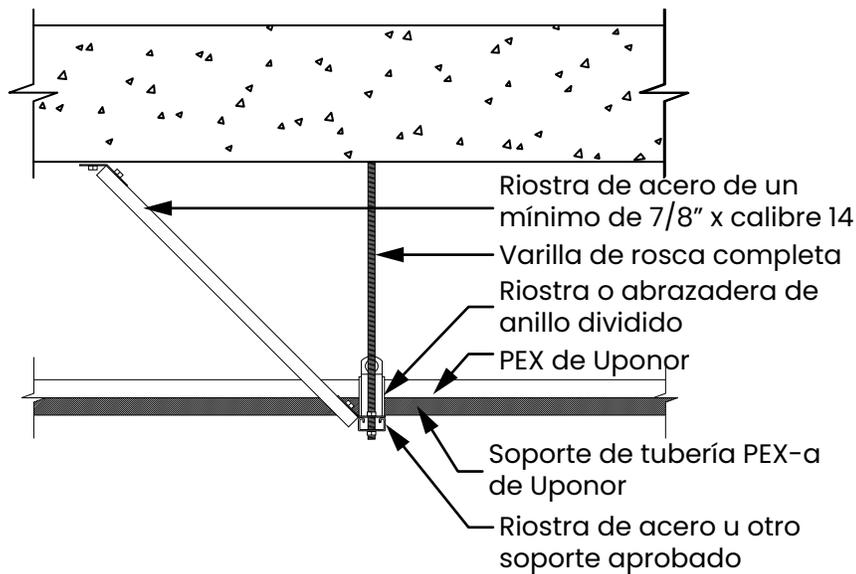
Mediante pruebas internas, Uponor ha determinado que la combinación del Soporte de tubería PEX-a, abrazaderas y puntos fijos ayuda a reducir enormemente la cantidad de crecimiento y movimiento lineales (serpenteo) en tramos largos y rectos de tubería PEX sin requerir el uso de lazos de expansión (véase la **Tabla 6-6**). Esto se aplica tanto a aplicaciones horizontales como a las verticales.

Tamaño nominal de tubería	Delta T ( $\Delta T$ ) <sup>1</sup>	Longitud de tramo (pies)	Soporte de tubería PEX-a	Separación de soportes (pies)	Separación de abrazaderas (pies)	Separación de puntos fijos (pies)	Expansión lineal medida (pulgadas)	Coefficiente de la expansión lineal (pulgadas / 10 °F $\Delta T$ / 100 pies)*
¾" - 1"	100°F	200	Yes	8	32	195	0.56	0.028
1¼" - 2"							1.94	0.097
2½" - 3"							4.62	0.231

**Tabla 6-6: Resultados de pruebas para aplicaciones horizontales y suspendidas de PEX de Uponor**

\*Como referencia, el coeficiente de expansión lineal para la tubería de cobre es 0.11" / 10 °F  $\Delta T$  / 100 pies.

<sup>1</sup>La Delta T es la diferencia de temperatura entre la temperatura ambiente del espacio y la temperatura operativa del fluido.



**Figura 6-14: Punto fijo**

Longitud de tramo recto de tubería	Número de puntos fijos*	Separación de puntos fijos
0 a 63 pies (0 a 19.2 m)	0	N / A
64 a 128 pies (19.5 a 39 m)	1	Soporte más cercano con abrazaderas al centro
129 a 192 pies (39 a 58.5 m)	2	Separación mínima de 64 pies (19.5 m)
193 a 256 pies (58.8 a 78 m)	3	
257 a 320 pies (78.3 a 97.5 m)	4	

**Tabla 6-7: Recomendaciones sobre puntos fijos para el control de la expansión / contracción lineales en aplicaciones horizontales**

\*La tubería de 1" y menor no requiere puntos fijos.

### Expansión y contracción lineales en aplicaciones subterráneas

Para aplicaciones de entierro directo, disminuya los efectos de la expansión lineal con una instalación apropiada que proporcione resistencia suficiente al esfuerzo axial. Según el TR-21 del PPI *Expansión y contracción térmicas en sistemas de tubería de plástico*, restrinja un tubo enterrado o revestido en concreto del movimiento lateral y axial con el material de incrustación circundante. La magnitud de la fuerza de

fricción restrictiva depende de la naturaleza de la tierra y de las condiciones de instalación y operación.

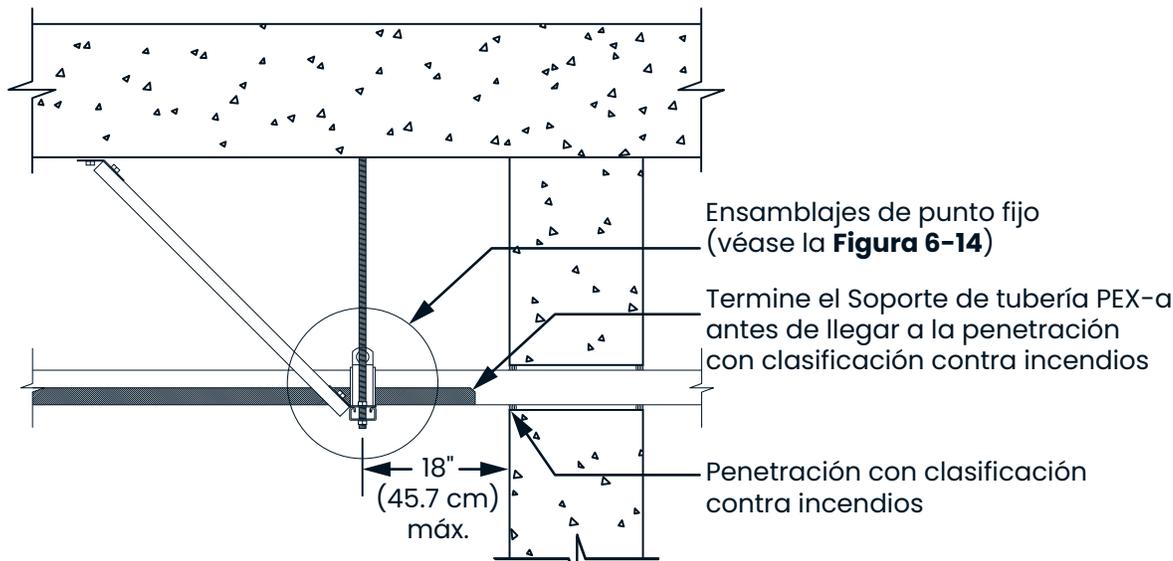
Por ejemplo, el grado de compactación cerca del tubo puede afectar la calidad de contacto entre la tubería y la tierra circundante. El efecto de anclaje o restricción de la tierra circundante sobre el movimiento de la tubería podrá aumentarse considerablemente por la geometría exterior de la tubería. Los conectores en T, conexiones laterales y cambios de dirección pueden ayudar a anclar un tubo en la tierra circundante.

### Expansión / contracción lineales y penetraciones con clasificación contra incendios

Para proteger la integridad de las penetraciones tanto horizontales como verticales contra incendios, deben emplearse puntos fijos para ayudar a minimizar el movimiento de la tubería por la penetración. Esto se aplica a la tubería PEX de 1/4" y mayor con una  $\Delta T$  mayor a los 40 °F (22.2 °C). Véase las **Figuras 6-15, 6-17 y 6-18**.

Tome en cuenta que esto se aplica principalmente a los montajes que emplean calafateo intumescente.

Ciertos montajes y mecanismos moldeados in situ, tales como el HILTI CP 680-P, se diseñan para permitir cierto movimiento, aún manteniendo la integridad del montaje. Consulte la información del fabricante correspondiente de material contra incendios con respecto al movimiento de tubería permitido.



**Figura 6-15: Puntos fijos cerca de una penetración con clasificación contra incendios (horizontal)**

**Nota:** Se requiere un punto fijo solamente en un lado de la penetración.

## Requisitos de soportes en tramos verticales

Los tramos verticales de tubería se dividen en dos categorías: en la pared y tubos de subida. Para los requisitos generales de soporte según los códigos, consulte la **Tabla 6-2**.

La tubería en la pared típicamente es menor en diámetro (<1") y no pasa por múltiples plantas como un tubo de subida. Con mayor frecuencia es la tubería dedicada de suministro al dispositivo.

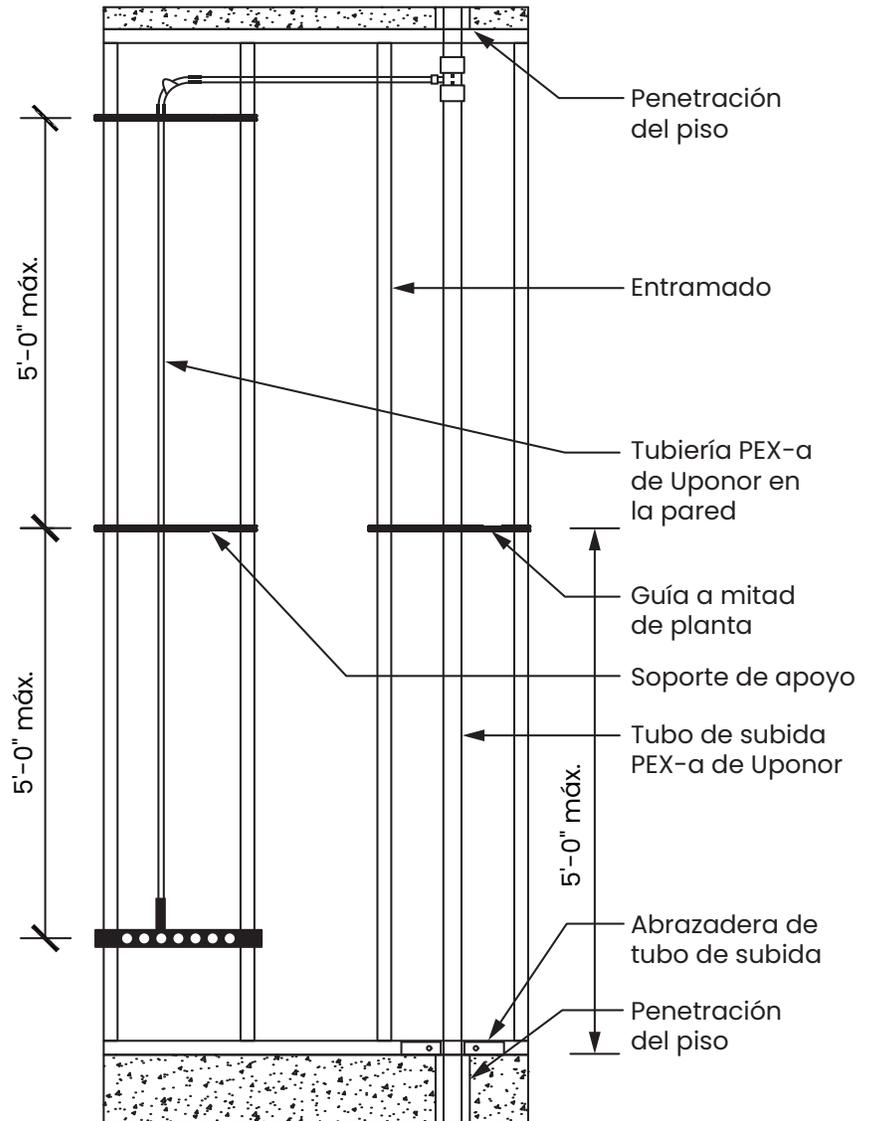
El tubo de subida es típicamente mayor en diámetro (>1") y pasa por múltiples plantas, muchas veces requiriendo selladores contra la penetración de fuego.

**Nota:** Las dos categorías arriba no se excluyen mutuamente. Utilice su mejor juicio al determinar cuáles soportes son necesarios.

## Mitigación de la expansión y contracción verticales

Para ayudar a minimizar la expansión y contracción en aplicaciones verticales y para proteger la integridad de las penetraciones contra incendios, Uponor recomienda los métodos expuestos en la **Tabla 6-8**. Estos se agregan a los mínimos de los códigos expuestos previamente en la **Tabla 6-2**.

**Nota:** El Soporte de tubería PEX-a puede usarse en aplicaciones verticales para ayudar a reducir la expansión / contracción y para mantener la alineación, pero no elimina la necesidad de usar puntos fijos y guías a mitad de planta.



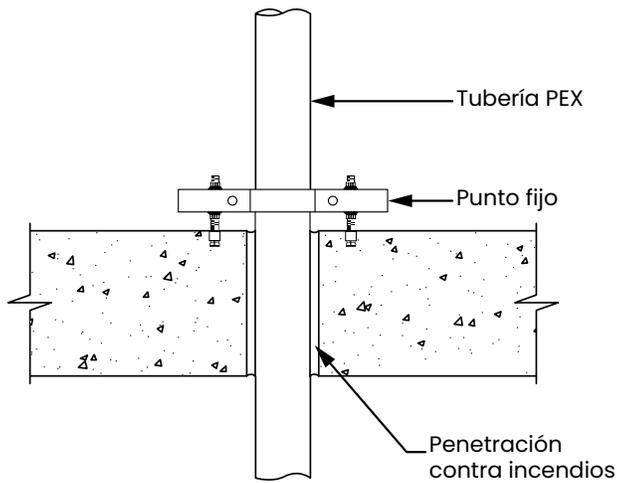
**Figura 6-16: Tubería en la pared frente a tubos de subida**

Tipo de sistema	Recomendaciones adicionales de soporte
$\Delta T$ menor a o equivalente a los 40 °F (22.2 °C) (por ejemplo, agua fría sanitaria; agua refrigerada) <sup>1</sup>	N / A
$\Delta T$ mayor a los 40 °F (22.2 °C) (por ejemplo, agua caliente sanitaria; retorno de agua caliente sanitaria; agua caliente de calefacción) <sup>1</sup>	Punto fijo en la penetración de la primera planta y cada tres plantas después <sup>2</sup> (véase las <b>Figuras 6-17</b> y <b>6-18</b> )

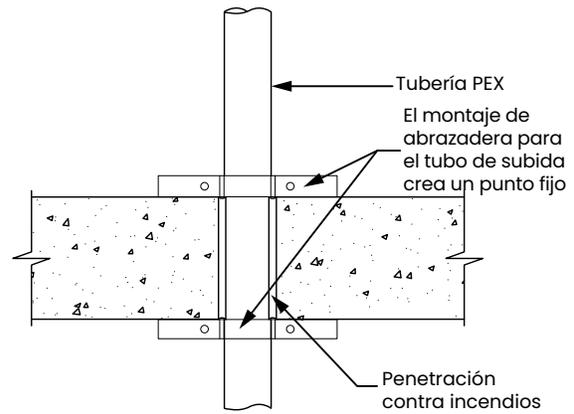
**Tabla 6-8: Minimizar la expansión y contracción para la tubería vertical**

<sup>1</sup> Los ejemplos del sistema se ofrecen solamente como referencia. La Delta T ( $\Delta T$ ) determinará los requisitos concretos de soporte.

<sup>2</sup> Basándose en pruebas internas, esto limita la expansión lineal a aproximadamente 0.5" (1.27 cm) a través de 30 pies (PEX de 2" con una  $\Delta T$  de 100 °F).



**Figura 6-17: Ejemplo 1 de punto fijo (vertical)**



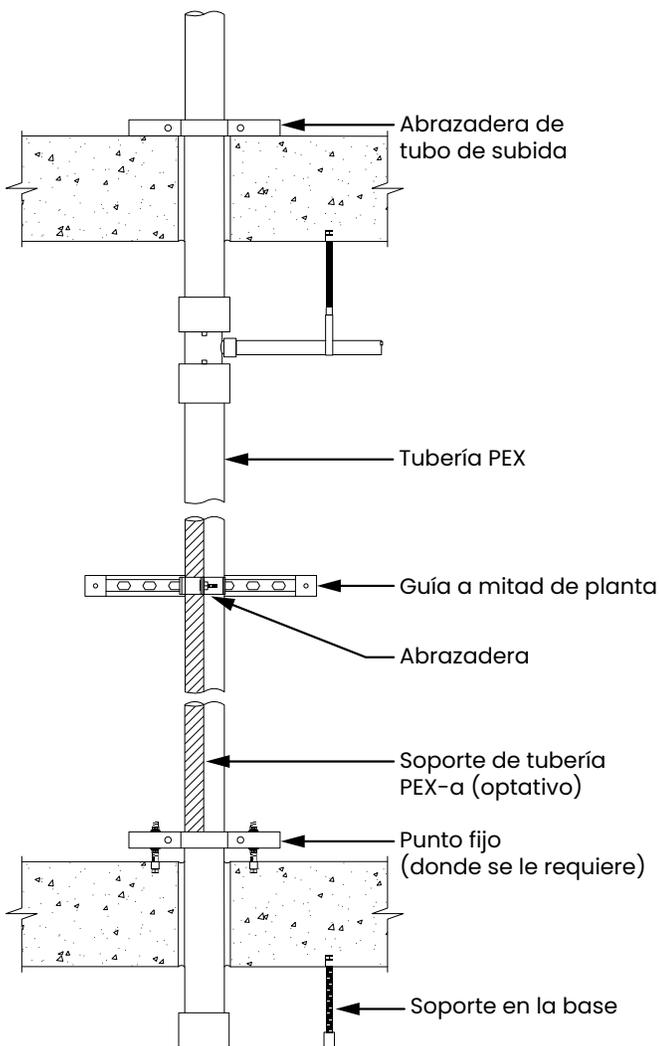
**Figura 6-18: Ejemplo 2 de punto fijo (vertical)**

**Protección de accesorios ProPEX de abrazaderas**

Para prevenir el daño a los accesorios ProPEX, Uponor recomienda las siguientes distancias mínimas entre abrazaderas y accesorios ProPEX.

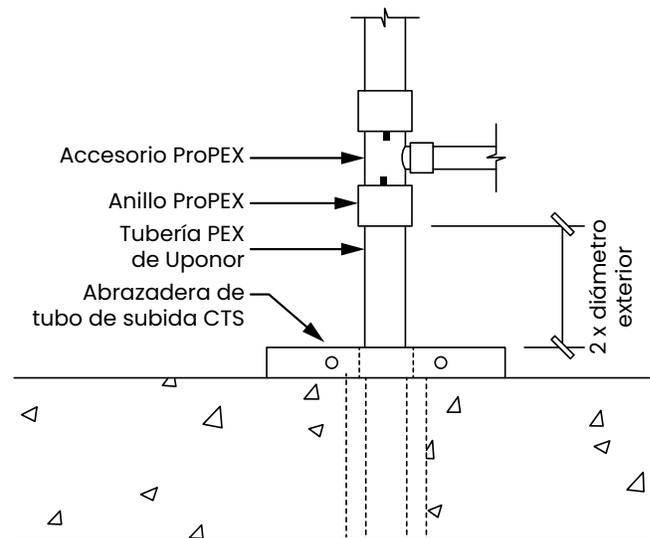
Tamaño nominal de tubo	2 x diámetro exterior
1/2"	1 1/4" (32 mm)
5/8"	1 1/2" (38 mm)
3/4"	1 3/4" (44 mm)
1"	2 1/4" (57 mm)
1 1/4"	2 3/4" (70 mm)
1 1/2"	3 1/4" (83 mm)
2"	4 1/4" (108 mm)
2 1/2"	4 3/4" (133 mm)
3"	6 1/4" (159 mm)
4"	8 1/4" (210 mm)

**Tabla 6-9: Distancia a abrazaderas**



**Figura 6-19: Detalle de tubo de subida PEX**

**Nota:** El Soporte de tubería PEX-a no puede pasar por una penetración contra incendios, a menos que haya sido aprobado por la autoridad con la jurisdicción.



**Figura 6-20: Ejemplo de distancia de abrazaderas**

## Instalación bajo tierra y en las losas

Métodos alternativos a la tubería en posición superior incluyendo bajo el nivel del suelo y en las losas. En estas instalaciones, la tubería se coloca en una zanja o se ata a una barra de refuerzo de acero o una malla de alambre así dirigiéndose a la posición deseada. El sistema de tubería se presuriza (normalmente a 20 psi por encima de la presión de trabajo) y se entierra. Puesto que la tubería está disponible en longitudes largas y continuas, es un material ideal para ser instalado bajo el nivel de suelo o en las losas sin accesorios. (Véase la **página 87** para la preparación adecuada de las zanjas.) Siempre siga los códigos locales al enterrar la tubería PEX de Uponor ya que algunas jurisdicciones requieren fundas y protecciones adicionales.

### Accesorios para bajo tierra y en las losas

Los accesorios EP y de latón LF de Uponor están aprobados para usarse en aplicaciones bajo tierra y en las losas. Uponor recomienda los accesorios EP para las aplicaciones en las losas donde así se requiere.

El latón LF de Uponor está aprobado para enterrarse directamente según las pruebas de la Norma 14 de NSF / ANSI donde se establecieron los criterios de rendimiento mínimo para la resistencia a deszincificación y la resistencia a agrietamiento por corrosión bajo tensión para los accesorios PEX destinados al uso con el agua potable. Los accesorios de latón (no de latón LF) de Uponor no están aprobados para el entierro directo.

### Termiticidas y pesticidas

La tubería PEX de Uponor para la distribución de agua caliente y fría está aprobada para instalarse directamente en la tierra (bajo el nivel del suelo) o en concreto (en las losas) donde se requiere el tratamiento de tierra con termiticidas y pesticidas. Es particularmente útil en la construcción de losas de cimentación. Véase la **página 92** para información sobre termiticidas.

### Tubería PEX de Uponor pre-aislada

La tubería PEX de Uponor pre-aislada está aprobada para usarse en aplicaciones bajo tierra y en las losas. Para las aplicaciones bajo el nivel del suelo, Uponor recomienda el uso de PEX pre-aislada con un aislamiento de un mínimo de 1" de espesor debido a la carga estática del suelo.

Proteja la tubería donde entra y sale de una losa de concreto con un material protector de un espesor de 0.025" (0.064 mm), tal como una envoltura de polietileno de alta densidad, aislamiento para tubería de célula cerrada, codos y fundas de PVC o su equivalente, que permiten la expansión y contracción de la tubería. Asegure la colocación debida donde la tubería sale de la losa. Estos productos se describen como mecanismos de protección para penetraciones en losas.

### Tubería PEX de Uponor con funda preinstalada

Al usar la tubería PEX de Uponor con funda preinstalada o una funda protectora, habrá un espacio anular entre estos mecanismos protectores y la tubería PEX. En tales instalaciones, rellene el espacio

anular entre el mecanismo protector y la tubería PEX en los extremos al descubierto para ayudar a prevenir rutas de entrada de plagas y la aplicación errónea de químicos dañinos al espacio entre la tubería PEX y el mecanismo protector. Emplee solamente los selladores que son compatibles con la tubería PEX.

**Nota:** Los productos a continuación son adecuados para usarse al sellar la tubería PEX y los mecanismos protectores en penetraciones en losas:

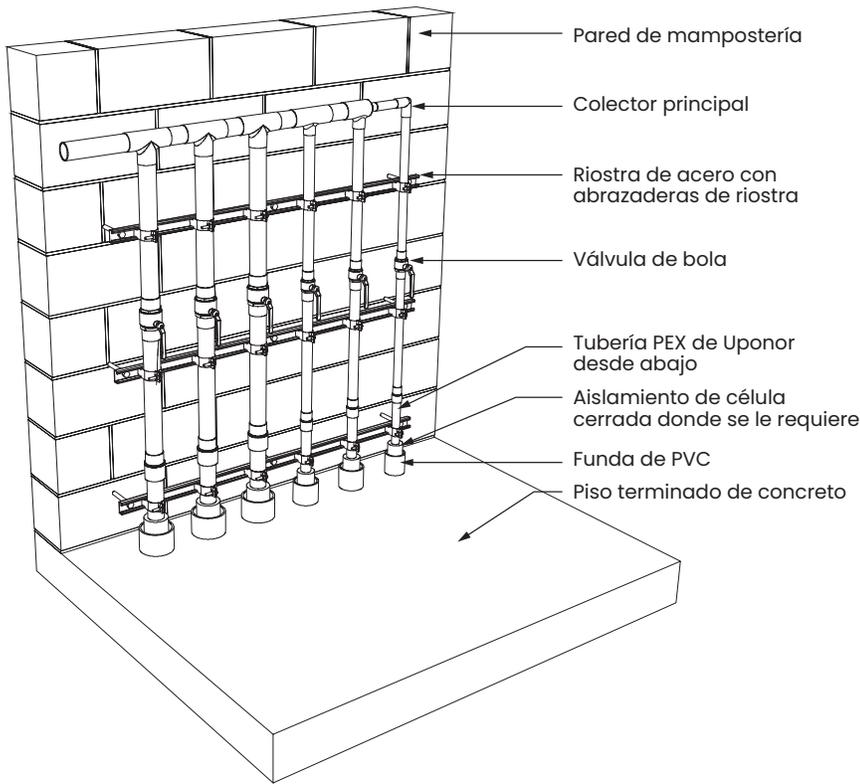
- Masilla de látex
- Espuma de látex
- Sellador de silicona
- Espuma expansiva de poliuretano

**Nota:** La aplicación errónea de estos productos podrá resultar en la acumulación o encharcamiento de los productos alrededor de la tubería PEX, lo cual queda prohibido.

### Precuación:

- Si se aplican termiticidas / pesticidas mientras la tubería PEX aún tiene los extremos abiertos y no conectados aún a dispositivos de plomería, tape, introduzca un tapón o cierre los extremos de la tubería para impedir que los químicos entren a la tubería.
- No permita que productos químicos orgánicos (a base del petróleo), destilados de petróleo, termiticidas ni pesticidas entren en contacto directo con la tubería PEX.

- Rellene el espacio anular entre la tubería PEX y los mecanismos protectores para penetraciones de losas (fundas o guías para doblar de PVC) en los extremos de la tubería para ayudar a prevenir rutas de entrada de plagas y la aplicación errónea de químicos dañinos al espacio entre la tubería PEX y el mecanismo protector. Emplee solamente los selladores que son compatibles con la tubería PEX.
- Cuando la tubería PEX lleva una funda continua por debajo de o por encima de una losa (como al usar la tubería PEX de Uponor con funda preinstalada), no rellene el espacio entre la tubería PEX y la funda con químicos líquidos, incluyendo a pesticidas o termiticidas. Evite que se acumulen o se encharquen estos líquidos por la tubería PEX.
- Cuando es necesario volver a tratar la tierra cerca de la tubería PEX, evite la acumulación o encharcamiento de termiticidas / pesticidas.



**Figura 6-21: Transición en el cuarto de máquinas (tubería bajo el nivel del suelo)**

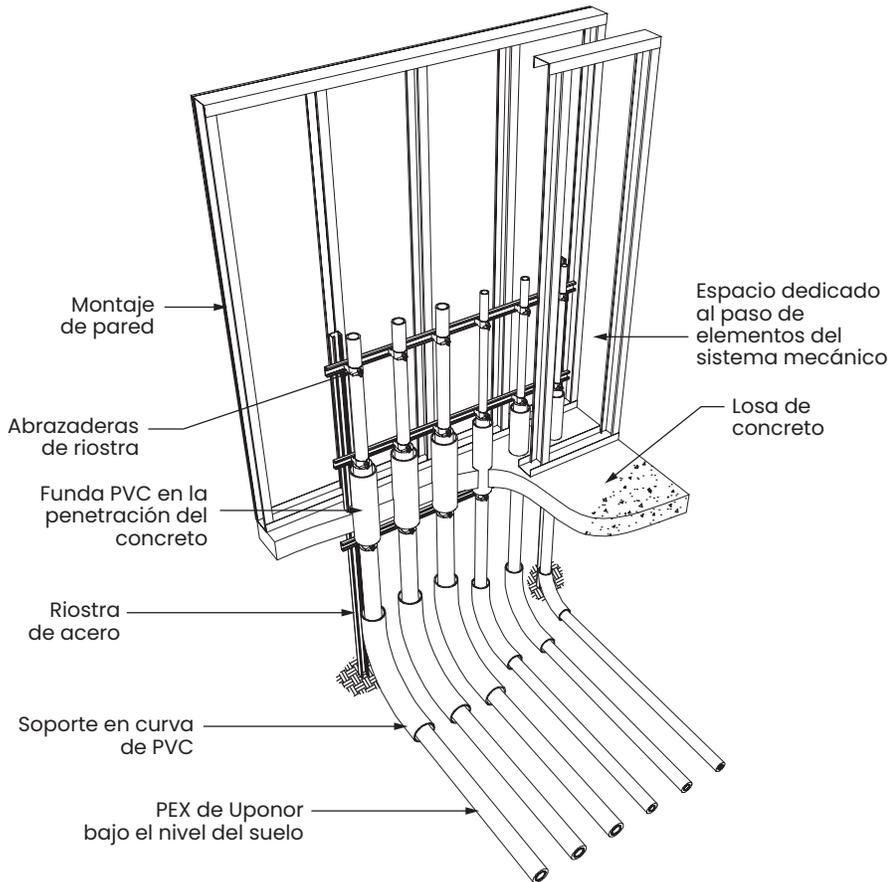
## Servicio de agua

La tubería ServicePEX y los accesorios ProPEX de Uponor están aprobados para usarse en aplicaciones de servicio de agua. La tubería se certifica conforme al Estándar C904 de AWWA y se alista conforme a los requisitos de IPC, IRC y UPC. Consulte la sección sobre ServicePEX con cuestiones de diseños en el **Capítulo 1** tanto como la **Tabla 4-1** en el **Capítulo 4**.

## Accesorios de compresión

Utilice solamente los accesorios de compresión SDR9 (con los debidos insertos de refuerzo) alistados de acuerdo con C800 de AWWA de conformidad con C904 de AWWA para aplicaciones de servicio de agua al transicionar de una corporación o de una válvula de banqueta a la tubería PEX de Uponor. Los fabricantes de accesorios de compresión SDR9 normalmente disponibles incluyen Ford Meter Box Company, Inc., Mueller Company, A.Y. McDonald Mfg. Co.\* y Philmac\*.

Para conexiones en la línea, utilice los accesorios ProPEX EP o los accesorios de latón LF de Uponor, que están aprobados para el entierro directo con una funda de polietileno de un espesor de 0.004" a 0.006". Para las conexiones de  $\frac{5}{8}$ " a 1" al contador de agua, Uponor ofrece adaptadores giratorios de conexión directa entre ProPEX y NPSM (rosca recta para tubería) en configuraciones rectas, de codo y con válvula. Consulte el catálogo de productos de Uponor para obtener más información.



**Figura 6-22: Transición en caso de un espacio dedicado al paso de tubería sanitaria (tubería bajo el nivel del suelo)**



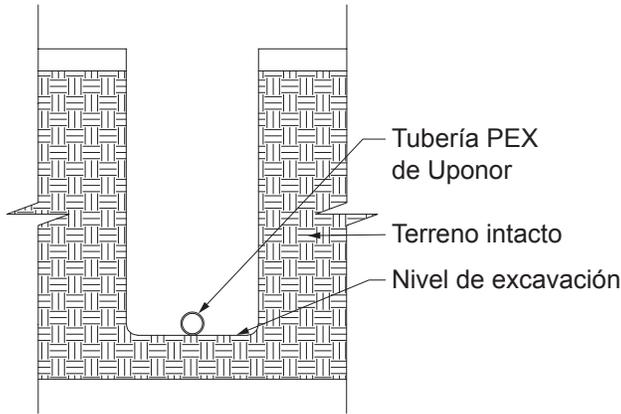
**Figura 6-23: Tubería ServicePEX de Uponor**

## Alambre de rastrear

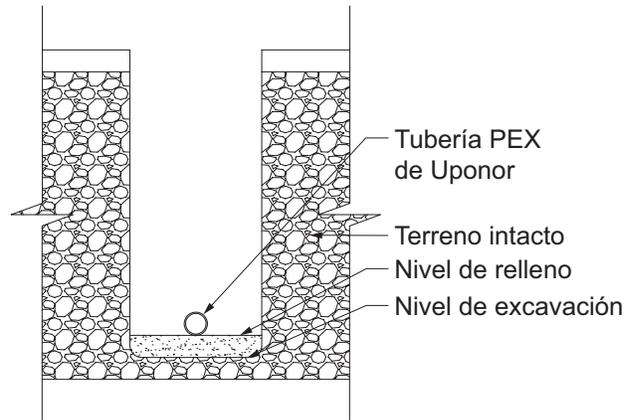
Uponor recomienda el uso de alambre de rastrear para facilitar la detección de sistemas de tubería subterráneos. El alambre de rastrear debe ser de cobre sólido de un mínimo de calibre 14 con aislamiento termoplástico adecuado para el entierro directo. Consulte los códigos locales para requisitos adicionales.

## Preparación del fondo de zanjas

Para realizar una instalación satisfactoria, es preciso que la tierra proporcione un apoyo estable y continuo para la tubería.



**Figura 6-24: Buenas condiciones del suelo** — Si la zanja se excava lisamente, instale la tubería directamente en el fondo preparado. El fondo tiene que ser plano, sin huecos, bultos o piedras.



**Figura 6-25: Malas condiciones del suelo** — Con condiciones malas del suelo, tales como piedras, arcilla o barro, podrá ser necesario preparar el fondo de la zanja usando un material granular de un tamaño y clasificación para asegurar una base estable. Consulte los códigos locales para requisitos adicionales.

### Incrustación de tubería

La selección, colocación y compactación apropiadas del suelo son imprescindibles en el área alrededor de la tubería. Rellene alrededor de la tubería con arena o gravilla con un tamaño máximo de partícula de  $\frac{3}{4}$ ".

Compacte el relleno inicial alrededor de la tubería para proporcionar un apoyo adecuado a la tubería y evitar que se caiga. Es sumamente importante compactar adecuadamente el terreno alrededor de la conexión de salida. Uponor recomienda que se presurice la tubería antes de realizar el relleno para así revelar cualquier posible daño. En las zonas de tránsito de vehículos pesados, compacte el relleno hasta el 90 por ciento de la densidad máxima del suelo.

No utilice arcillas altamente plásticas, sedimentos, materiales orgánicos o piedras grandes o afiladas en el entorno más inmediato a la tubería. Compacte el relleno desde el subgrado a un nivel

conforme a los códigos locales que cubrirá la tubería con 4" a 6" para así proporcionar protección alrededor de la tubería y prevenir que se caiga, lo cual aplicaría tensión en los accesorios y en la tubería.

### Instalación

Instale la tubería PEX de Uponor bajo tierra en una manera que asegure que la carga externa no causará posteriormente una disminución de la dimensión vertical de la sección transversal de la tubería que exceda el 5 por ciento del diámetro exterior. Instale la tubería PEX de Uponor en una configuración que serpentea con suficiente cantidad de sobra para permitir la contracción de la tubería debido al cambio de temperatura antes de realizar el relleno. La tasa de expansión lineal para la tubería PEX de Uponor es de aproximadamente 1.1" por 10 °F de cambio de temperatura por 100 pies de tubería (27.94 mm por 5.56 °C de cambio de temperatura por 30.48 m de tubería).

**Nota:** No utilice un bloqueo para apoyar la tubería o para cambiar el nivel de la tubería. No instale la tubería de servicio de agua potable en, por debajo de o por encima de pozos sépticos, tanques sépticos, campos o pozos de drenaje de tanques sépticos.



**Precaución:** No instale la tubería PEX de Uponor en ambientes de terreno contaminado con disolventes, combustibles, compuestos orgánicos, pesticidas u otros materiales perniciosos que puedan causar permeación, corrosión, degradación o fallo estructural de la tubería. En áreas donde se sospechan tales condiciones, haga un análisis químico de la tierra o las aguas subterráneas para determinar la aceptabilidad de la tubería PEX de Uponor para esa instalación específica. Consulte los códigos locales para requisitos adicionales.

### Manejo y reparaciones

Aunque la tubería PEX de Uponor es altamente resistente al retorcimiento y la abrasión, tenga cuidado al manejar e instalar la tubería para evitar daños y posibles fallos de la tubería. Si se produce un daño durante la instalación, corte y quite la porción dañada y repárela antes de realizar el relleno.

Para reformar la tubería torcida, véase "Reformar tubería torcida" en la **página 74**. Si la tubería está dañada más allá de la capacidad de su memoria reticulada, utilice un acoplamiento ProPEX. No vuelva a usar o reciclar los accesorios EP.

## Cargas H-20

Al instalar la PEX de Uponor bajo una calzada, siga los mismos procedimientos indicados anteriormente con la excepción a continuación: Asegure que lo más alto de la tubería esté a 16" por debajo del fondo del material de la calzada tal como especificado. También puede emplearse un conducto apropiado de acero o estructural para proporcionar una funda a la tubería PEX de Uponor.

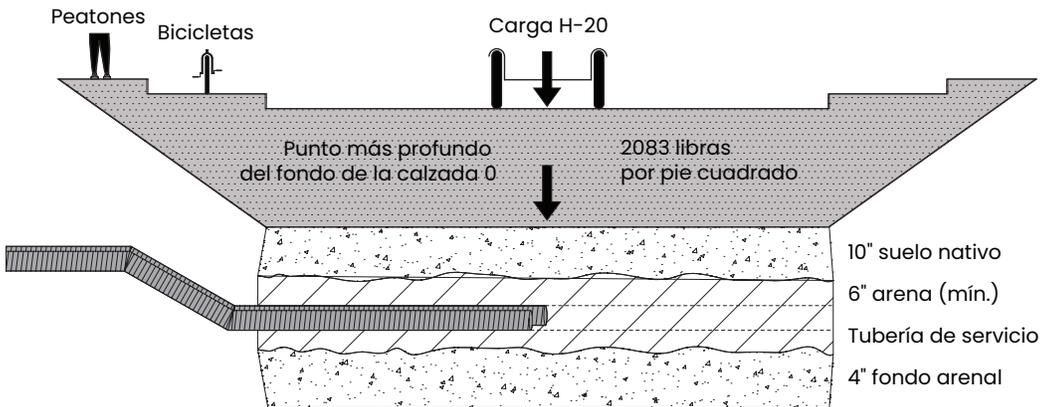


Figura 6-26: Cargas de tráfico

### Perforación horizontal direccional

La perforación horizontal direccional se usa cuando no resulta práctico cavar zanjas o excavar. Un equipo de perforación montado en superficie proporciona un método orientable y sin zanjas para instalar tubería subterránea siguiendo una trayectoria de perforación en arco de poco radio, así resultando en un impacto mínimo en las zonas lindantes. Es adecuada para una variedad de condiciones de suelo.

La perforación horizontal direccional se clasifica en las siguientes categorías:

- Mini-perforación horizontal direccional
  - Distancias menores a los 600 pies
  - Profundidades hasta los 15 pies
  - Diámetros de tubería hasta las 12"
  - Capacidad de extracción del equipo de hasta 20 000 libras y par de apriete inferior a 950 Lbf-ft
- Maxi-perforación horizontal direccional
  - Distancias mayores a los 600 pies
  - Profundidades hasta los 200 pies

- Diámetros de tubería hasta de 48"
- Capacidad de extracción del equipo de hasta 100 000 libras y par de apriete hasta 80 000 Lbf-ft

### Críteros para la tubería PEX de Uponor en aplicaciones de perforación horizontal direccional

- Utilice la tubería PEX de Uponor solamente como el tubo que sigue a la perforadora.
- Tome medidas preventivas para asegurar que la tubería no entre en contacto con objetos afilados.
- No exceda el radio mínimo de curvatura de 6 veces el diámetro exterior de la tubería.
- Realice una prueba a presión después de la instalación para asegurar que la integridad de la tubería no haya sido comprometida.

Para aplicaciones con la perforación horizontal direccional usando la tubería PEX de Uponor, consulte el TR-46 del PPI *Guidelines for Use of Mini-Horizontal Directional Drilling for Placement of High Density Polyethylene Pipe*.

### Métodos y accesorios para uniones

Utilice los accesorios ProPEX o de compresión aprobados para unir la tubería a sí misma o a la corporación y válvulas de banqueta. Los fabricantes aprobados son Ford Meter Box Company, Mueller Company, A.Y. McDonald Mfg. Co. y Philmac.

Al usar los accesorios de compresión con la tubería PEX de Uponor, se requiere el uso de un inserto de refuerzo de plástico o acero inoxidable dentro de la tubería en la conexión.

Para aplicaciones que requieren el entierro directo, utilice los accesorios ProPEX EP o los accesorios de latón LF para la tubería PEX de Uponor de dimensión grande hasta de 3".

Fuerza de tensión de 12 horas de PEX SDR9 de Uponor		
Tamaño nominal de tubo	Factor de diseño de tracción (seguridad)	Carga de tracción permisible a 73 °F / 22.8 °C - libras (N)
½"	0.4	128 (569)
¾"	0.4	248 (1103)
1"	0.4	411 (1828)
1¼"	0.4	615 (2735)
1½"	0.4	859 (3821)
2"	0.4	1465 (6516)
2½"	0.4	2239 (9960)
3"	0.4	3169 (14 096)

Tabla 6-10: Fuerza de tensión segura

**Nota:** El método establecido en F1804 de ASTM determina la carga de tracción permisible.

## Purga del sistema

Uponor **recomienda que se purgue** el sistema de plomería y todos los dispositivos de agua potable con agua limpia y potable previo a la posesión. Consulte los códigos locales para requisitos adicionales aplicables.

## Desinfección del sistema de agua

**Cuando se le requiere desinfectar el sistema**, el tratamiento puede realizarse mediante métodos de desinfección química.

**Desinfección química** – Al añadir los químicos a un sistema de plomería, los químicos desinfectantes son fuertes agentes oxidantes y potencialmente podrán reducir la vida útil del sistema de tubería. Véase la **Tabla 6-11** para concentraciones máximas recomendadas de los químicos que comúnmente se usan para la desinfección, y la duración y temperatura correspondientes.

**Nota:** Purgue el sistema con agua potable y limpia después de realizar la desinfección.

Los métodos de tratamiento de desinfección química no deben superar la presión de sistema de 80 psi o las directrices máximas indicadas en la **Tabla 6-11**.

### Dióxido de cloro

Uponor **no recomienda** el uso de su tubería PEX y los accesorios ProPEX como parte de un sistema de distribución de agua potable en edificaciones donde se usa el dióxido de cloro como desinfectante secundario o donde se emplea el dióxido de cloro en los sistemas de inyección. Esto se basa en los limitados datos disponibles dentro de la industria sobre los efectos a largo plazo del dióxido de cloro en los sistemas de tubería PEX en los niveles admisibles y controlados.



## Notas importantes sobre la desinfección de sistemas

- Uponor NO recomienda los tratamientos con químicos a largo plazo o de dosificación continua.
- No utilice un tratamiento químico de desinfección o un tratamiento de choque mensualmente. Limite la desinfección química a cuatro ciclos durante el tiempo que dure el sistema de tubería.
- No utilice agentes oxidantes particularmente altos, como la ozona, el dióxido de cloro, etc.
- Estas directrices sirven para el tratamiento de desinfección y no reemplazan los parámetros normales de operación.

Estas directrices se establecen únicamente para fines informativos, y sigue siendo la responsabilidad del

director de la instalación, el contratista de la gestión del agua y el usuario final mantener la salud del sistema y asegurar la compatibilidad y eficacia del tratamiento de desinfección en la totalidad del sistema de plomería. Si es la intención usar otros tratamientos o químicos no incluidos en este documento, póngase en contacto con Uponor Technical Services sobre la compatibilidad antes de su exposición al sistema. Si es necesario, pida que el fabricante de los químicos apruebe la idoneidad del desinfectante para todos los componentes del sistema de plomería y la instalación. Tenga en cuenta que todas estas directrices están sujetas a cambios. Póngase en contacto con Uponor Technical Services al 888.594.7726 para confirmar las directrices más recientes.

Químico	Símbolo	Concentración de cloro libre	Máxima	
			Duración	Temperatura
Hipoclorito de sodio	NaOCl	200 mg / L (ppm)	3 horas	77 °F (25 °C)
		50 mg / L (ppm)	24 horas	
Cloro (líquido o gas)	Cl <sub>2</sub>	200 mg / L (ppm)	3 horas	
		50 mg / L (ppm)	24 horas	
		4 mg / L (ppm)	72 horas	
Peróxido de hidrógeno	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	200 mg / L (ppm)	3 horas	
		50 mg / L (ppm)	24 horas	
		200 mg / L (ppm)	3 horas	
Cloraminas	NH <sub>2</sub> Cl	50 mg / L (ppm)	24 horas	140 °F (60 °C)
		4 mg / L (ppm)	72 horas	

**Tabla 6-11: Directrices de Uponor sobre la desinfección**

## Directrices para aditivos de agua

La industria constructora utiliza los sistemas basados en PEX de Uponor extensamente en aplicaciones de tubería hidrónica, la mayor parte del tiempo para mover agua entre equipos de calefacción / enfriamiento de agua (por ejemplo, calderas y enfriadores) y unidades terminales como ventilosconvectores. La tubería

PEX de Uponor ofrece ventajas como su peso ligero, la resistencia a la corrosión, su fácil montaje y la rentabilidad. Además de la tubería PEX de Uponor, estas aplicaciones también emplean varias configuraciones de accesorios ProPEX de Uponor (por ejemplo, conectores en T, accesorios alargados en L, acoplamientos, etc.) fabricados de latón o EP para el propósito de conexión.

La mayor parte de los sistemas hidrónicos de tubería incorporan componentes metálicos suministrados por terceros, lo cual requiere la protección contra la corrosión. Hay que tomar en cuenta también factores externos, como la temperatura y tensiones inducidas, además de las condiciones del agua, como el nivel de pH, el control sobre las impurezas y la amortiguación del pH.

Por ello, típicamente se añaden varios aditivos al agua que mueve por el sistema de tubería hidrónica. Para evitar el daño a la tubería PEX y los accesorios ProPEX de Uponor, todas estas variables necesitan tomarse en cuenta, y solo deben emplearse los aditivos que son químicamente compatibles con los componentes de Uponor.

Para proporcionar una orientación al seleccionar un aditivo que es químicamente compatible con la tubería PEX y los accesorios ProPEX de Uponor, recomendamos que las características del agua tratada se encuentren dentro de los rangos indicados en la **Tabla 6-12**.

suministrador de aditivos, el contratista de la gestión del agua y el usuario final asegurar la compatibilidad y eficacia del agua hidrónica tratada con la totalidad del sistema de tubería hidrónica.

Característica	Baja	Alta
pH	7	9.1
Nitrito	0 ppm	≤ 2000 ppm
Metal soluble – hierro	0 ppm	≤ 2 ppm
Metal soluble – cobre	0 ppm	≤ 1 ppm
Azole – TTA	0 ppm	≤ 100 ppm
Molibdato	0 ppm	≤ 500 ppm

**Tabla 6-12: Características recomendadas de agua tratada**

También es importante tomar en cuenta la selección de un agente de limpieza. Es común limpiar el sistema hidrónico en la fase inicial de arranque. Con sistemas basados en la PEX de Uponor, el proceso de limpieza debe:

- No exceder las 72 horas
- Usar productos de limpieza no basados en el petróleo
- No superar un pH de 11
- Tener temperaturas de agua menores a los 140 °F (60 °C)

Antes de limpiar el sistema hidrónico, asegure que el contratista de la gestión del agua esté informado de las directrices arriba.

Tenga en cuenta que todas estas directrices están sujetas a cambios. Póngase en contacto con Uponor Technical Services al 888.594.7726 para confirmar las directrices más recientes.

Estas directrices se establecen únicamente para fines informativos, y sigue siendo la responsabilidad del

### Procedimientos para pruebas a presión

Es importante realizar debidamente la prueba de presión de un sistema de tubería de Uponor, de acuerdo con los códigos locales. Si la prueba se realiza con aire, es importante que la presión del sistema no exceda 120 psi.

El procedimiento a continuación es aceptable al probarse con aire, agua o una mezcla de los dos para sistemas de tubería PEX y accesorios ProPEX de Uponor o en sistemas híbridos combinados con tubería metálica.

**Importante:** Al poner un sistema híbrido a prueba de presión (es decir, los que incluyen materiales de tubería termoplástica, tales como CPVC o PP-R, y la PEX y los accesorios ProPEX de Uponor), aíse el sistema de Uponor de los otros materiales termoplásticos del sistema antes de llevar a cabo el procedimiento recomendado.

Además, consulte las recomendaciones de instalación del fabricante de tubería al probar sistemas compuestos de otros materiales termoplásticos.

El propósito de realizar una prueba de presión en un sistema de tubería de agua sanitaria es cumplir con los requisitos de los códigos locales y a la vez asegurar que el sistema está libre de fugas. La prueba de presión no sustituye la instalación correcta de un sistema de tubería PEX de Uponor. Es fundamental que el sistema de Uponor se dimensione, se apoye y se proteja con exactitud, al mismo tiempo que tome en cuenta el movimiento térmico durante la instalación.

### Importancia de acondicionar la tubería PEX-a

Uponor recomienda que se acondicione el sistema a 1.5 veces la presión de prueba, o 120 psi. El procedimiento de acondicionamiento que sigue es exclusivo a la tubería PEX-a debido al alto grado de reticulación y las propiedades térmicas y elásticas correspondientes de la tubería.

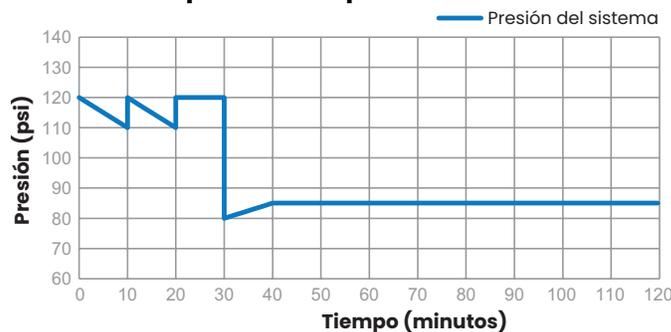
Cuando se aplica presión contra la pared interior de la tubería PEX-a, el diámetro interior de la tubería se aumentará ligeramente, causando así que se baje la presión cuando el sistema se equilibre. Después de un período de 30 minutos, la tubería PEX será suficientemente acondicionada para empezar la prueba de presión.

### Procedimiento para acondicionar y poner a prueba de presión constante

Confirme visualmente que todas las conexiones se han realizado adecuadamente según las directrices de instalación de Uponor.

1. Asegure que todos los componentes, dispositivos y equipo no clasificados para la prueba de presión estén aislados del sistema de prueba.
2. Asegure que todos los materiales termoplásticos de tubería estén aislados del sistema de prueba.
3. Llene el sistema con agua potable, aire o una mezcla de los dos.
4. Acondicione el sistema a 1.5 veces la presión de prueba requerida por 30 minutos. Esto requiere el bombeo o ciclaje constante de la válvula y el compresor para mantener una presión de 1.5 veces la presión de prueba. Si realiza el ciclaje con la válvula y el compresor, aplique presión adicional una vez que el psi haya bajado 10 libras.

**Gráfico de pruebas de presión**



**Figura 6-2: Gráfico de prueba de presión**

- Después de acondicionar el sistema durante 30 minutos, rápidamente alivie el exceso de presión abriendo la válvula. Cierre la válvula cuando el sistema haya alcanzado la presión de prueba deseada.

**Nota:** Uponor recomienda una prueba de presión de 80 psi (a menos que los códigos locales dicten presiones más altas).

- Una vez que la válvula esté cerrada, confirme una subida ligera de presión (3 a 6 psi). Este aumento se producirá mientras el diámetro interior de la tubería se encoge de su estado acondicionado para igualarse en la presión más baja.
- Busque fugas visualmente y observe la presión durante el plazo especificado por los códigos locales. (Una prueba de presión típica puede durar de 2 a 24 horas).
- Si no hay ninguna reducción en la presión, el sistema se considera libre de fugas.

**Nota:** Leves fluctuaciones de presión son normales debido a los cambios de temperatura ambiente, especialmente durante períodos largos (por ejemplo, 24 horas).

- Purgue el sistema según requerido por los códigos.

**Importante:** Si se utiliza agua para realizar la prueba de presión del sistema, purgue toda el agua del sistema antes de que la temperatura del aire ambiente caiga a los 32 °F (0 °C). El no retirar el agua del sistema durante temperaturas de congelamiento puede resultar en daños a la tubería y al equipo asociado.

## Aislamiento Icynene® de espuma en spray

El contacto directo con el aislamiento de espuma en spray Icynene® LD-C-50™ y MD-C-200™ no comprometerá el rendimiento de la tubería PEX o los accesorios EP de Uponor.

Icynene LD-C-50 es un aislamiento de espuma de poliuretano, de baja densidad, de célula abierta, flexible y 100 % proyectado por agua. La fórmula del spray tiene una densidad nominal de 0.5 libras / pie³ y es un material que aumenta naturalmente.

Icynene MD-C-200 es un aislamiento de espuma de poliuretano, de mediana densidad, de célula abierta, flexible y 100 % proyectado por agua. La fórmula del spray tiene una densidad nominal de 2 libras / pie³ y es un material que aumenta naturalmente.

Se han realizado pruebas exitosas de compatibilidad química en toda la tubería PEX de Uponor al igual que en todos los materiales de accesorios EP de Uponor, incluyendo Udel® GF-120, Udel® P-1700, Acudel® 22000 y Radel R® 5100. En la evaluación de compatibilidad no se presentaron señales de fisuras, cuarteo o una reducción de ductilidad.

Icynene LD-C-50 y MD-C-200 tienen que ser instalados por un distribuidor autorizado por Icynene y un instalador capacitado por la fábrica. Para obtener más información, consulte el manual de instaladores de Icynene o póngase en contacto con Uponor Technical Services.

## Espuma en spray de célula cerrada

El aislamiento de espuma en spray de célula cerrada no comprometerá el rendimiento de la tubería PEX o los

accesorios de latón de Uponor, ni tampoco anulará la garantía con tal de que no se exceda la temperatura máxima de 250 °F / 121.1 °C durante el proceso de la reacción química de la instalación.

La mayoría de las espumas en spray de célula cerrada en el mercado tienen el poliuretano como base. El poliuretano, la más severa de todas las bases, es químicamente compatible con la tubería PEX y los accesorios de latón de Uponor.

La preocupación primordial al usar espumas en spray con la tubería PEX de Uponor es las limitaciones de temperatura de la tubería en relación con las temperaturas resultantes de la reacción química durante la aplicación de la espuma en spray. La **Tabla 6-13** muestra las temperaturas en relación con la profundidad de la capa de espuma.

Como se indica en la **Tabla 6-13**, la aplicación de 1" de espuma crea un máximo de 130 °F / 54.4 °C. Al aplicar el material más generosamente, se aumenta la temperatura de la reacción. Si se requiere más de 2" de capa, Uponor recomienda que se emplee una aplicación de dos capas. Aplique la primera capa, de 2" o menos. Espere 15 minutos (el tiempo necesario para que el calor de una capa de 2" disipe). Después, aplique la segunda capa.

Profundidad de la capa	Temperatura
1"	130 °F / 54.4 °C
2"	200 °F / 93.3 °C
3"	320 °F / 160 °C

**Tabla 6-13: Temperaturas de espuma en spray de célula cerrada en relación con la profundidad de la capa**

**Nota:** Instale una capa inicial de espuma en spray sobre la tubería PEX antes de realizar la instalación de toda la espuma para aislar las líneas del calor producido por los químicos.

Uponor recomienda el uso de aislamiento de célula cerrada con la tubería PEX y los accesorios de latón de Uponor. Los accesorios EP requieren un recubrimiento de polietileno de 0.004" a 0.006" u otra protección resistente a agua adecuada donde haya posibilidad de contacto.

Póngase en contacto con Uponor Technical Services al 888.594.7726 con preguntas al usar otros tipos de espuma u otras marcas.

## Aparatos de luz empotrados

No instale la tubería PEX de Uponor a menos de 12" (30.4 cm) de cualquier instalación de luz empotrada a menos que la tubería esté protegida con un material aislante adecuado, tal como productos de célula cerrada a base de poliuretano, polietileno y poliolefina, o que la luz cuente con la clasificación Contacto con Aislamiento (I.C.).

En una aplicación con equipos de luces con clasificación Contacto con Aislamiento, la separación mínima a la tubería PEX es 2" (5 cm) a menos que se proteja con aislamiento adecuado, tal como productos de célula cerrada a base de poliuretano, polietileno y poliolefina. Consulte el TN-56 de PPI para obtener más información.

## Pintar la tubería PEX de Uponor

Es aceptable usar pintura a base de látex o acrílica con la PEX de Uponor, tal como una pintura exterior para casa a base de látex de 100 % acrílica. Estos productos no dañarán la estructura molecular o la integridad de la tubería PEX o los accesorios ProPEX (EP o de latón).

## Identificación de tubería

Las pruebas de Uponor permiten el uso de cinta de tubería, cintas adhesivas y marcadores para identificar los productos de tubería PEX de Uponor.

## Termiticidas / pesticidas

Muchas veces se aplican termiticidas / pesticidas líquidas para tratar el suelo por debajo de las losas de concreto en estructuras de losas de cimentación. Este tratamiento crea una barrera para prevenir que termitas y plagas infiltren el piso de la estructura. La tubería PEX para aplicaciones de plomería muchas veces se instala dentro de las losas o por debajo de las losas (en zanjas en el suelo) por debajo del terreno tratado. Las termiticidas / pesticidas líquidas emplean un disolvente líquido para transportar los ingredientes activos. Estos disolventes se clasifican en uno de dos tipos: basados en disolventes orgánicos (también conocido como basados en disolventes de petróleo) y basados en agua (basados en disolventes de agua).

El tipo de disolvente usado en termiticidas / pesticidas afectará su habilidad de penetrar varios materiales. Las termiticidas / pesticidas con base orgánica en mayor parte han desaparecido del mercado norteamericano para este tipo de aplicación, y la mayoría de los productos disponibles hoy día se basan en el agua. Los productos a base de agua generalmente son más seguros para el medio ambiente y plantean menos riesgo de infiltrarse en la tubería PEX.

Los datos disponibles indican que los disolventes usados en las termiticidas / pesticidas empapan el terreno y / o se evaporan antes de que puedan pasar por la pared de la tubería de polietileno. Los datos también indican que a estos disolventes se les impide pasar por la pared de la tubería de polietileno debido al tamaño grande de las moléculas de disolventes orgánicos o a base de agua, en relación con el tamaño de las moléculas de la tubería en sí. Una vez que los disolventes líquidos han disipado o evaporado, los sólidos que quedan no pueden penetrar las paredes de la tubería de polietileno o PEX debido al tamaño molecular.

Las investigaciones adicionales indican que las termiticidas / pesticidas a base de agua son de un tamaño molecular suficientemente grande para prevenir por completo la permeación en la tubería de polietileno y PEX. No se conocen casos de penetración de termiticidas / pesticidas a base de agua en la tubería de polietileno y PEX. Las pesticidas no manifiestan ser corrosivas o sufrir degradación polimérica.

Aunque todos los datos de investigaciones y las pruebas anecdóticas revelan decididamente que no hay problemas de penetración con termiticidas / pesticidas a base de agua y la tubería PEX, tome precauciones para asegurar una instalación segura de la tubería PEX y prevenir la mala aplicación o acumulación / encharcamiento de las termiticidas / pesticidas líquidas alrededor de la tubería PEX.

## Investigaciones de apoyo

Un estudio realizado en Australia en 2001, llamado "Investigating the Possible Permeation of Organic Chemicals Commonly Used in Termiticide Barrier Treatments through Polyethylene Water Pipes", indicó que la "migración de constituyentes de pesticidas y sus respectivos disolventes, por la tubería de polietileno, no ocurrió, indicando que la concentración de disolventes (hasta en terreno empapado) no era suficientemente alta para causar la penetración de disolventes en la pared de la tubería de polietileno (en las 16 semanas de duración del estudio)". El estudio también declaró "esto indica que la concentración de estos constituyentes en el terreno en contacto con la tubería no era suficientemente alta para desarrollar una presión positiva de difusión y causar que se detectaran los constituyentes en el agua". El estudio se realizó usando pesticidas basadas en disolventes orgánicos, las cuales se conocen como más agresivas que las pesticidas a base de agua. Por eso, los resultados son válidos para pesticidas basadas en disolventes orgánicos y pesticidas basadas en agua.

Unas investigaciones realizadas por Dr. Michael R. Hoffman de California Institute of Technology (2005) indican que la habilidad de un compuesto químico de penetrar un material se correlaciona directamente con los coeficientes de partición octanol / agua de los individuales químicos orgánicos. El coeficiente de partición octanol / agua es

una medida relativa de la naturaleza hidrófoba del los compuestos orgánicos. A pesar de una tendencia cuantificable de particionarse en materiales de plástico, la habilidad de estos compuestos se retrasa considerablemente debido a los bajos coeficientes de difusión medidos para los químicos elegidos. Por ejemplo, una pared de tubería PEX con un espesor de 5 mm y un típico coeficiente de difusión para la migración de un compuesto orgánico de  $1.0 \times 10^{-12} \text{ cm}^2 / \text{s}$ , el tiempo para penetrar las paredes sería 2.5 x 1011 segundos o aproximadamente 8000 años. Si se redujera el espesor de la pared a 2 mm, el tiempo para penetrar la pared de la tubería completamente sería reducido a 1300 años.

**Nota:** Se supone que la tubería PEX se comporta de manera semejante a la tubería de polietileno de agua.

## Capítulo 7

# Puesta en marcha, operación y mantenimiento

El propósito de esta sección es proveer mínimos requisitos de la puesta en marcha, el mantenimiento y la revisión para ayudar al sistema de plomería PEX de Uponor cumplir o exceder su expectativa de vida útil. La revisión del informe de la puesta en marcha y la confirmación de las recomendaciones de diseño de este manual pueden ayudar a promover el éxito del sistema a largo plazo.

Uponor ha creado una **Lista de control de la puesta en marcha y el mantenimiento de sistemas PEX de agua sanitaria** que puede accederse en [uponor.com](http://uponor.com). Tenga en cuenta que esta lista de control solo es un modelo y no pretende ser una lista exhaustiva de todas las responsabilidades, las tareas o los requisitos correspondientes con la instalación de los productos de tubería PEX de Uponor, ni tampoco sustituye los códigos, especificaciones y / o las normas regulatorios.

Uponor recomienda que se guarde la lista de control completada ya que puede ayudar a resolver cuestiones relativas a la garantía.

### Plan de operación y mantenimiento

Uponor recomienda que un contratista autorizado desarrolle y documente un plan riguroso de operación y mantenimiento que incorpore todo el equipo implicado en la regulación de la temperatura, presión y velocidad del sistema. El programa tiene que incluir las recomendaciones

de Uponor a continuación y las recomendaciones de los fabricantes de otro equipo instalado en el sistema de tubería.

Tenga en cuenta que la documentación debida del plan de operación y mantenimiento del sistema es importante para consultas posteriores, en caso de que surja una cuestión con el rendimiento del sistema.

### Directrices de mantenimiento preventivo

Consulte cada sección para las directrices debidas de mantenimiento preventivo.

### Puesta en marcha inicial

Para proyectos comerciales, Uponor recomienda que un profesional autorizado realice y documente una puesta en marcha oficial del sistema de tubería. Después de la puesta en marcha inicial, si se realizan cambios al sistema de tubería que pueden afectar la temperatura, presión o velocidad, Uponor recomienda que se documenten los cambios y se realice una nueva puesta en marcha del sistema, no solo para asegurar el rendimiento consistente, sino también para consultas posteriores en caso de una cuestión con el rendimiento del sistema. Esto incluye, pero no se limita a, cambios de las condiciones operativas del sistema y los componentes del sistema.

### Requisitos del plan

Uponor recomienda que la parte responsable del mantenimiento del sistema desarrolle un plan para asegurar la revisión / observación y el mantenimiento regular del sistema y sus componentes. La revisión debe incluir, pero no se limita a, todo el equipo implicado en la regulación de la temperatura, presión y velocidad del sistema. El mantenimiento debe incluir, pero no se limita a, las recomendaciones de Uponor y de los otros fabricantes sobre todos los componentes del sistema.

### Revisión y observación del sistema

Para proyectos comerciales, incorpore puntos de datos para la temperatura, presión y velocidad al sistema de gestión de la edificación (BMS). Esto activará una alarma cuando las condiciones del sistema se encuentren más allá de los parámetros operativos apropiados.

También es necesario revisar y observar el sistema para asegurar que opere conforme a todos los requisitos de los códigos relacionados al mantenimiento y operación debidos del sistema y el equipo, incluyendo entre otros, la temperatura y presión. En situaciones donde hay una diferencia entre las recomendaciones de Uponor y los requisitos de los códigos locales o nacionales, siempre cumpla con los criterios más restringidos.

### Temperatura

Realice revisiones regulares para asegurar que los mecanismos de control de la temperatura, tales como acuastatos, válvulas mezcladoras, etc., funcionan bien y suministran la temperatura correcta de agua al sistema. Asegure que la temperatura del agua de suministro no exceda los límites del diseño y de seguridad (antiescaldamiento) sin la debida revisión y / o justificación y que no exceda la máxima temperatura recomendada para la tubería o los otros componentes y materiales. Consulte la **Tabla 4-1** para los requisitos de temperatura y presión de los sistemas de tubería PEX de Uponor.

### Presión

Revise los medidores de presión del sistema para asegurar que la presión del sistema no haya incrementado sin explicarse. No exceda la máxima presión operativa de 80 psi para el sistema.

Consulte la **Tabla 4-1** para revisar los requisitos de temperatura y presión de los sistemas de tubería PEX de Uponor.

Las sobrecargas de presión resultantes de la expansión térmica, el golpe de ariete, el ciclo de bombeo y un suministro variable del agua de entrada, etc., pueden reducir la vida útil de componentes del sistema. Esto incluye, pero no se limita a, bombas, válvulas reductoras de presión, válvulas, tubería, accesorios, etc.

Uponor proporciona las recomendaciones a continuación para prevenir que las sobrecargas de presión dañen los componentes de un sistema de tubería PEX:

- **Tanques de expansión con diafragma** – Asegure que la membrana (o diafragma) esté en buen estado de funcionamiento y que el tanque mantenga la debida presión de relleno.
- **Tanques de expansión por compresión** – Revise el tanque de expansión para asegurar que mantiene el cojín de aire y que no se ha anegado.
- **Válvulas de escape** – Revise y realice un ciclo de todas las válvulas de escape del sistema. Si el sistema tiene una válvula de escape secundaria, asegure que la programación regulable no exceda 80 psi.
- **Aparatos de prevención de contraflujo** – Ponga a prueba el aparato de prevención de contraflujo y busque cambios en el movimiento del medidor. **Importante:** Los sistemas residenciales con aparatos para prevenir el contraflujo requieren un tanque de expansión o una válvula de escape secundaria (programada en un máximo de 80 psi) para prevenir la presurización excesiva. Esto es necesario puesto que las redes municipales de agua ya no pueden absorber la expansión volumétrica del sistema.
- **Golpe de ariete** – Si el sistema experimenta el golpe de ariete, instale supresores de golpe de ariete.

- **Válvulas (de cierre, de equilibrado, etc.)** – Equilibre y ejercite las válvulas de equilibrado de presión regularmente y asegure que la programación regulable no exceda 80 psi en el sistema. Active las válvulas del sistema de tubería para asegurar su debida operación y para confirmar su habilidad de cerrar y aislar la tubería del sistema durante una emergencia. También, asegure que las válvulas no se hayan agarrado por la acumulación de sarro.
- **Bombas de aumento** – Revise y ponga a prueba la operación de bombas de aumento para su óptimo rendimiento y regulación a la presión programada (que no exceda 80 psi). En las instalaciones comerciales, averigüe que la presión esté por debajo del límite de presión de los códigos de 80 psi en el nivel más bajo de cada zona de presión. Uponor recomienda una consistente presión de las bombas para el mejor rendimiento del sistema.

### Recirculación y velocidad de agua caliente sanitaria

Revise la operación de la bomba de recirculación y compruebe que el caudal del agua en la porción de flujo continuo de la línea de recirculación no exceda 2 pies por segundo. Asegure que la temperatura del agua en esa línea no exceda la temperatura máxima de 140 °F (60 °C). Si un ajustador de circuitos u otro mecanismo de equilibrado no está instalado, Uponor recomienda la instalación

de medidores de presión en la entrada y salida de la bomba de recirculación. Estos medidores proporcionarán datos relativos a dónde funciona la bomba en su curva.

Por ejemplo:

El medidor de presión en la salida indica 22 psi

El medidor de presión en la entrada indica 13 psi

La presión diferencial es 9 psi (22 psi – 13 psi = 9)

- Multiplique la presión diferencial por 2.3066 por pies de carga = 20.8 pies
- Consulte la curva de la bomba de recirculación del fabricante. Busque 20.8 pies en la curva, y después los resultantes galones por minuto (gpm). En este ejemplo, supongamos 8 gpm.
- La línea de recirculación es AquaPEX de Uponor de 1"
- Convierta los gpm a pies por segundo (V):

$$- V = (0.4085 \times \text{gpm}) / \text{diámetro interior de tubería}^2$$

$$- V = (0.4085 \times 8) / (0.862)^2$$

$$- V = (3.3) / (0.74)$$

$$- V = 4.6 \text{ pies por segundo}$$

- Esta línea de recirculación opera **por encima** del límite recomendado de 2 pies por segundo y la tasa de flujo necesita ser reducida.

### Fugas

Busque señales de fugas, incluyendo manchas de agua seca por debajo de las válvulas de escape, y busque también humedad y moho en o cerca del sistema de tubería.

### Desinfección del sistema

Uponor no recomienda sistemas de desinfección automática (o dosificación) que aumentan y mantienen un nivel más alto de cloro u otros agentes del sistema. Averigüe que el proceso de desinfección, los agentes químicos y los límites se alineen con los códigos locales o nacionales, junto con las directrices de desinfección del sistema de agua en la **página 89** de este manual. También consulte la versión más reciente de las **Directrices de desinfección de sistemas de plomería AquaPEX de Uponor** en [uponor.com](http://uponor.com).

## Apéndice A

# Propiedades de fluidos

### 100 % de agua

Temperatura °F (°C)	Pérdida de calor (btu / hr-ft)	Viscosidad dinámica [lbm / (ft·sec)]
	$\rho$	$\mu$
40 (4.44)	62.42	1.31E-03
45 (7.22)	62.42	1.09E-03
50 (10)	62.41	8.78E-04
55 (12.78)	62.39	8.16E-04
60 (15.56)	62.36	7.54E-04
65 (18.33)	62.33	7.05E-04
70 (21.11)	62.30	6.56E-04
80 (26.67)	62.22	5.76E-04
90 (32.22)	62.12	5.12E-04
100 (37.77)	62.00	4.58E-04
110 (43.33)	61.86	4.13E-04
120 (48.89)	61.71	3.74E-04
130 (54.44)	61.55	3.42E-04
140 (60)	61.38	3.14E-04
150 (65.56)	61.19	2.89E-04
160 (71.11)	60.99	2.68E-04
170 (76.67)	60.79	2.48E-04
180 (82.22)	60.57	2.32E-04
190 (87.78)	60.35	2.17E-04
200 (93.33)	60.12	2.04E-04

### 30 % propilenglicol

Temperatura °F (°C)	Pérdida de calor (btu / hr-ft)	Viscosidad dinámica [lbm / (ft·sec)]	Pies de conversión de agua
	$\rho$	$\mu$	
40 (4.44)	64.67	3.86E-03	1.0360
45 (7.22)	64.60	3.45E-03	1.0350
50 (10)	64.53	3.04E-03	1.0340
55 (12.78)	64.46	2.73E-03	1.0333
60 (15.56)	64.39	2.43E-03	1.0326
65 (18.33)	64.32	2.20E-03	1.0318
70 (21.11)	64.24	1.98E-03	1.0311
80 (26.67)	64.08	1.63E-03	1.0299
90 (32.22)	63.91	1.37E-03	1.0288
100 (37.77)	63.73	1.16E-03	1.0279
110 (43.33)	63.54	1.00E-03	1.0272
120 (48.89)	63.33	8.72E-04	1.0263
130 (54.44)	63.12	7.67E-04	1.0255
140 (60)	62.90	6.78E-04	1.0248
150 (65.56)	62.67	6.11E-04	1.0242
160 (71.11)	62.43	5.50E-04	1.0236
170 (76.67)	62.18	4.97E-04	1.0229
180 (82.22)	61.92	4.56E-04	1.0223
190 (87.78)	61.65	4.17E-04	1.0215
200 (93.33)	61.37	3.89E-04	1.0208

### 40 % propilenglicol

Temperatura °F (°C)	Pérdida de calor (btu / hr-ft)	Viscosidad dinámica [lbm / (ft·sec)]	Pies de conversión de agua
	ρ	μ	
40 (4.44)	65.21	6.45E-03	1.0360
45 (7.22)	65.14	5.65E-03	1.0350
50 (10)	65.06	4.84E-03	1.0340
55 (12.78)	64.98	4.29E-03	1.0333
60 (15.56)	64.90	3.74E-03	1.0326
65 (18.33)	64.82	3.34E-03	1.0318
70 (21.11)	64.73	2.94E-03	1.0311
80 (26.67)	64.55	2.37E-03	1.0299
90 (32.22)	64.36	1.94E-03	1.0288
100 (37.77)	64.16	1.61E-03	1.0279
110 (43.33)	63.95	1.36E-03	1.0272
120 (48.89)	63.74	1.16E-03	1.0263
130 (54.44)	63.51	1.01E-03	1.0255
140 (60)	63.27	8.81E-04	1.0248
150 (65.56)	63.02	7.81E-04	1.0242
160 (71.11)	62.76	7.00E-04	1.0236
170 (76.67)	62.49	6.25E-04	1.0229
180 (82.22)	62.22	5.72E-04	1.0223
190 (87.78)	61.93	5.17E-04	1.0215
200 (93.33)	61.63	4.78E-04	1.0208

### 50 % propilenglicol

Temperatura °F (°C)	Pérdida de calor (btu / hr-ft)	Viscosidad dinámica [lbm / (ft·sec)]	Pies de conversión de agua
	ρ	μ	
40 (4.44)	65.67	9.54E-03	1.0521
45 (7.22)	65.59	8.33E-03	1.0508
50 (10)	65.50	7.12E-03	1.0495
55 (12.78)	65.42	6.28E-03	1.0486
60 (15.56)	65.33	5.44E-03	1.0476
65 (18.33)	65.24	4.84E-03	1.0466
70 (21.11)	65.14	4.24E-03	1.0456
80 (26.67)	64.95	3.37E-03	1.0439
90 (32.22)	64.74	2.73E-03	1.0422
100 (37.77)	64.53	2.24E-03	1.0408
110 (43.33)	64.30	1.88E-03	1.0394
120 (48.89)	64.06	1.59E-03	1.0381
130 (54.44)	63.82	1.36E-03	1.0369
140 (60)	63.57	1.18E-03	1.0357
150 (65.56)	63.30	1.03E-03	1.0345
160 (71.11)	63.03	9.08E-04	1.0334
170 (76.67)	62.74	8.06E-04	1.0321
180 (82.22)	62.45	7.19E-04	1.0310
190 (87.78)	62.14	6.53E-04	1.0297
200 (93.33)	61.83	5.92E-04	1.0284

## Apéndice B

# Tablas de pérdida por fricción de PEX de Uponor

AquaPEX de Uponor de 1/2" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velo- cidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	0.21	4.18	3.50	3.22	3.00	2.82	2.68	2.55	2.45
1.6	0.23	4.65	3.90	3.59	3.35	3.16	3.00	2.86	2.74
1.7	0.24	5.15	4.32	3.98	3.72	3.50	3.33	3.17	3.04
1.8	0.26	5.67	4.76	4.39	4.10	3.87	3.67	3.51	3.36
1.9	0.27	6.20	5.22	4.82	4.50	4.25	4.03	3.85	3.70
2.0	0.28	6.76	5.70	5.26	4.92	4.64	4.41	4.21	4.04
2.1	0.30	7.34	6.19	5.72	5.35	5.05	4.80	4.59	4.40
2.2	0.31	7.93	6.70	6.20	5.80	5.47	5.21	4.98	4.78
2.3	0.33	8.55	7.23	6.69	6.26	5.91	5.63	5.38	5.16
2.4	0.34	9.19	7.78	7.20	6.74	6.37	6.06	5.80	5.57
2.5	0.36	9.84	8.34	7.72	7.23	6.84	6.51	6.23	5.98
2.6	0.37	10.52	8.92	8.26	7.74	7.32	6.97	6.67	6.41
2.7	0.38	11.21	9.52	8.82	8.27	7.82	7.45	7.13	6.85
2.8	0.40	11.92	10.13	9.39	8.81	8.33	7.94	7.60	7.30
2.9	0.41	12.65	10.76	9.98	9.36	8.86	8.44	8.08	7.77
3.0	0.43	13.40	11.41	10.58	9.93	9.40	8.96	8.58	8.25
3.1	0.44	14.17	12.07	11.20	10.51	9.95	9.49	9.09	8.74
3.2	0.46	14.95	12.75	11.83	11.11	10.52	10.03	9.61	9.24
3.3	0.47	15.76	13.44	12.48	11.72	11.10	10.59	10.15	9.76
3.4	0.48	16.58	14.15	13.14	12.35	11.70	11.16	10.69	10.29
3.5	0.50	17.42	14.88	13.82	12.99	12.31	11.74	11.26	10.83
3.6	0.51	18.27	15.62	14.51	13.64	12.93	12.34	11.83	11.39
3.7	0.53	19.15	16.37	15.22	14.31	13.57	12.95	12.42	11.95
3.8	0.54	20.04	17.15	15.95	15.00	14.22	13.58	13.02	12.53
3.9	0.55	20.95	17.94	16.68	15.69	14.89	14.21	13.63	13.13
4.0	0.57	21.88	18.74	17.44	16.41	15.56	14.86	14.26	13.73
4.1	0.58	22.82	19.56	18.20	17.13	16.25	15.52	14.90	14.35
4.2	0.60	23.78	20.39	18.98	17.87	16.96	16.20	15.55	14.98
4.3	0.61	24.76	21.24	19.78	18.62	17.68	16.89	16.21	15.62
4.4	0.63	25.75	22.11	20.59	19.39	18.41	17.59	16.88	16.27
4.5	0.64	26.76	22.99	21.41	20.17	19.15	18.30	17.57	16.94
4.6	0.65	27.79	23.88	22.25	20.96	19.91	19.03	18.27	17.61
4.7	0.67	28.83	24.79	23.11	21.77	20.68	19.77	18.99	18.30
4.8	0.68	29.90	25.71	23.97	22.59	21.46	20.52	19.71	19.00
4.9	0.70	30.97	26.65	24.85	23.43	22.26	21.29	20.45	19.72
5.0	0.71	32.07	27.61	25.75	24.28	23.07	22.07	21.20	20.44
5.1	0.73	33.18	28.58	26.66	25.14	23.89	22.86	21.96	21.18
5.2	0.74	34.30	29.56	27.58	26.01	24.73	23.66	22.73	21.93
5.3	0.75	35.45	30.56	28.52	26.90	25.58	24.47	23.52	22.69
5.4	0.77	36.61	31.57	29.47	27.80	26.44	25.30	24.32	23.46
5.5	0.78	37.78	32.60	30.43	28.72	27.31	26.14	25.13	24.24
5.6	0.80	38.97	33.64	31.41	29.64	28.20	26.99	25.95	25.04
5.7	0.81	40.18	34.69	32.40	30.58	29.10	27.86	26.78	25.85
5.8	0.82	41.40	35.76	33.41	31.54	30.01	28.73	27.63	26.67
5.9	0.84	42.64	36.85	34.43	32.51	30.93	29.62	28.49	27.50
6.0	0.85	43.90	37.94	35.46	33.49	31.87	30.52	29.36	28.34
6.1	0.87	45.17	39.06	36.50	34.48	32.82	31.44	30.24	29.19
6.2	0.88	46.45	40.18	37.56	35.49	33.78	32.36	31.13	30.06
6.3	0.90	47.75	41.33	38.64	36.50	34.76	33.30	32.04	30.94
6.4	0.91	49.07	42.48	39.72	37.54	35.74	34.25	32.95	31.82
6.5	0.92	50.41	43.65	40.82	38.58	36.74	35.21	33.88	32.73
6.6	0.94	51.75	44.83	41.94	39.64	37.76	36.18	34.82	33.64
6.7	0.95	53.12	46.03	43.06	40.71	38.78	37.17	35.78	34.56

AquaPEX de Uponor de 3/4" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velo- cidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	0.97	54.50	47.24	44.20	41.79	39.82	38.17	36.74	35.49
6.9	0.98	55.89	48.47	45.36	42.89	40.87	39.18	37.72	36.44
7.0	1.00	57.30	49.70	46.52	44.00	41.93	40.20	38.70	37.40
7.1	1.01	58.73	50.96	47.70	45.12	43.00	41.23	39.70	38.37
7.2	1.02	60.17	52.22	48.90	46.25	44.09	42.28	40.71	39.35
7.3	1.04	61.63	53.50	50.10	47.40	45.19	43.34	41.74	40.34
7.4	1.05	63.10	54.80	51.32	48.56	46.30	44.41	42.77	41.34
7.5	1.07	64.58	56.10	52.55	49.73	47.42	45.49	43.82	42.36
7.6	1.08	66.09	57.43	53.80	50.92	48.55	46.58	44.87	43.38
7.7	1.09	67.60	58.76	55.06	52.12	49.70	47.69	45.94	44.42
7.8	1.11	69.13	60.11	56.33	53.33	50.86	48.80	47.02	45.47
7.9	1.12	70.68	61.47	57.61	54.55	52.03	49.93	48.11	46.53
8.0	1.14	72.24	62.85	58.91	55.78	53.22	51.07	49.22	47.60
8.1	1.15	73.82	64.24	60.22	57.03	54.41	52.23	50.33	48.68
8.2	1.17	75.41	65.64	61.54	58.29	55.62	53.39	51.46	49.77
8.3	1.18	77.02	67.05	62.88	59.56	56.84	54.56	52.59	50.87
8.4	1.19	78.64	68.48	64.23	60.85	58.07	55.75	53.74	51.99
8.5	1.21	80.27	69.93	65.59	62.14	59.31	56.95	54.90	53.12
8.6	1.22	81.92	71.38	66.96	63.45	60.57	58.16	56.08	54.25
8.7	1.24	83.59	72.85	68.35	64.77	61.84	59.38	57.26	55.40
8.8	1.25	85.27	74.34	69.75	66.11	63.12	60.62	58.45	56.56
8.9	1.27	86.96	75.83	71.16	67.45	64.41	61.86	59.66	57.73
9.0	1.28	88.67	77.34	72.59	68.81	65.71	63.12	60.88	58.92
9.1	1.29	90.40	78.86	74.03	70.18	67.03	64.39	62.11	60.11
9.2	1.31	92.14	80.40	75.48	71.57	68.35	65.67	63.35	61.31
9.3	1.32	93.89	81.95	76.94	72.96	69.69	66.96	64.60	62.53
9.4	1.34	95.66	83.51	78.42	74.37	71.04	68.27	65.86	63.76
9.5	1.35	97.44	85.09	79.91	75.79	72.41	69.58	67.13	64.99
9.6	1.37	99.24	86.68	81.41	77.22	73.78	70.91	68.42	66.24
9.7	1.38	101.05	88.28	82.92	78.67	75.17	72.25	69.71	67.50
9.8	1.39	102.87	89.89	84.45	80.12	76.57	73.60	71.02	68.77
9.9	1.41	104.71	91.52	85.99	81.59	77.98	74.96	72.34	70.05
10.0	1.42	106.57	93.16	87.54	83.07	79.40	76.33	73.67	71.35
10.1	1.44	108.43	94.82	89.10	84.56	80.83	77.72	75.01	72.65
10.2	1.45	110.32	96.49	90.68	86.07	82.28	79.11	76.36	73.96
10.3	1.46	112.21	98.17	92.27	87.58	83.73	80.52	77.73	75.29
10.4	1.48	114.12	99.86	93.87	89.11	85.20	81.94	79.10	76.63
10.5	1.49	116.05	101.57	95.49	90.65	86.68	83.37	80.49	77.97
10.6	1.51	117.99	103.28	97.11	92.21	88.18	84.81	81.89	79.33
10.7	1.52	119.94	105.02	98.75	93.77	89.68	86.26	83.29	80.70
10.8	1.54	121.91	106.76	100.40	95.35	91.19	87.72	84.71	82.08
10.9	1.55	123.89	108.52	102.07	96.94	92.72	89.20	86.14	83.47
11.0	1.56	125.89	110.29	103.74	98.54	94.26	90.69	87.58	84.87
11.1	1.58	127.90	112.07	105.43	100.15	95.81	92.18	89.04	86.29
11.2	1.59	129.92	113.87	107.13	101.77	97.37	93.69	90.50	87.71
11.3	1.61	131.96	115.68	108.85	103.41	98.95	95.21	91.98	89.14
11.4	1.62	134.01	117.50	110.57	105.06	100.53	96.75	93.46	90.59
11.5	1.64	136.08	119.34	112.31	106.72	102.13	98.29	94.96	92.05
11.6	1.65	138.16	121.19	114.06	108.39	103.74	99.84	96.47	93.51
11.7	1.66	140.25	123.05	115.82	110.08	105.36	101.41	97.99	94.99
11.8	1.68	142.36	124.92	117.60	111.77	106.99	102.99	99.52	96.48
11.9	1.69	144.49	126.81	119.38	113.48	108.63	104.57	101.06	97.98
12.0	1.71	146.62	128.70	121.18	115.20	110.28	106.17	102.61	99.49

### AquaPEX de Uponor de 3/8" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	0.45	2.54	2.14	1.98	1.85	1.74	1.66	1.58	1.52
1.6	0.48	2.83	2.39	2.21	2.07	1.95	1.85	1.77	1.70
1.7	0.51	3.14	2.65	2.45	2.29	2.17	2.06	1.97	1.89
1.8	0.54	3.45	2.92	2.70	2.53	2.39	2.27	2.17	2.09
1.9	0.57	3.78	3.21	2.97	2.78	2.63	2.50	2.39	2.29
2.0	0.60	4.13	3.50	3.24	3.04	2.87	2.73	2.61	2.51
2.1	0.63	4.48	3.81	3.53	3.31	3.13	2.98	2.85	2.73
2.2	0.66	4.85	4.12	3.82	3.59	3.39	3.23	3.09	2.97
2.3	0.69	5.23	4.45	4.13	3.87	3.66	3.49	3.34	3.21
2.4	0.72	5.62	4.79	4.44	4.17	3.95	3.76	3.60	3.46
2.5	0.75	6.03	5.14	4.77	4.48	4.24	4.04	3.87	3.72
2.6	0.78	6.44	5.50	5.11	4.79	4.54	4.33	4.14	3.98
2.7	0.81	6.87	5.87	5.45	5.12	4.85	4.62	4.43	4.26
2.8	0.84	7.31	6.25	5.81	5.46	5.17	4.93	4.72	4.54
2.9	0.87	7.76	6.64	6.17	5.80	5.50	5.24	5.02	4.83
3.0	0.90	8.22	7.04	6.55	6.15	5.83	5.57	5.33	5.13
3.1	0.93	8.70	7.45	6.93	6.52	6.18	5.90	5.65	5.44
3.2	0.96	9.18	7.87	7.33	6.89	6.53	6.24	5.98	5.75
3.3	0.99	9.68	8.30	7.73	7.27	6.90	6.58	6.31	6.08
3.4	1.02	10.19	8.75	8.14	7.66	7.27	6.94	6.65	6.41
3.5	1.05	10.71	9.20	8.56	8.06	7.65	7.30	7.00	6.74
3.6	1.08	11.24	9.66	9.00	8.47	8.04	7.68	7.36	7.09
3.7	1.11	11.78	10.13	9.44	8.89	8.43	8.06	7.73	7.44
3.8	1.14	12.33	10.61	9.89	9.31	8.84	8.45	8.10	7.80
3.9	1.17	12.89	11.10	10.35	9.75	9.25	8.84	8.49	8.17
4.0	1.20	13.47	11.60	10.81	10.19	9.68	9.25	8.88	8.55
4.1	1.23	14.05	12.11	11.29	10.64	10.11	9.66	9.27	8.93
4.2	1.26	14.65	12.63	11.78	11.10	10.55	10.08	9.68	9.33
4.3	1.29	15.25	13.16	12.27	11.57	10.99	10.51	10.09	9.73
4.4	1.32	15.87	13.69	12.78	12.05	11.45	10.95	10.51	10.13
4.5	1.35	16.50	14.24	13.29	12.54	11.91	11.39	10.94	10.55
4.6	1.38	17.13	14.80	13.81	13.03	12.39	11.85	11.38	10.97
4.7	1.41	17.78	15.36	14.35	13.53	12.87	12.31	11.82	11.40
4.8	1.44	18.44	15.94	14.89	14.05	13.36	12.78	12.28	11.84
4.9	1.47	19.11	16.52	15.43	14.57	13.85	13.25	12.73	12.28
5.0	1.50	19.79	17.12	15.99	15.10	14.36	13.74	13.20	12.73
5.1	1.53	20.48	17.72	16.56	15.63	14.87	14.23	13.68	13.19
5.2	1.56	21.18	18.33	17.13	16.18	15.39	14.73	14.16	13.66
5.3	1.59	21.89	18.95	17.72	16.73	15.92	15.24	14.65	14.13
5.4	1.62	22.61	19.58	18.31	17.29	16.46	15.75	15.15	14.61
5.5	1.65	23.34	20.22	18.91	17.86	17.00	16.28	15.65	15.10
5.6	1.68	24.08	20.87	19.52	18.44	17.55	16.81	16.16	15.60
5.7	1.71	24.83	21.53	20.14	19.03	18.11	17.35	16.68	16.10
5.8	1.74	25.59	22.20	20.77	19.62	18.68	17.89	17.21	16.61
5.9	1.77	26.36	22.87	21.40	20.23	19.26	18.45	17.74	17.13
6.0	1.80	27.13	23.56	22.04	20.84	19.84	19.01	18.28	17.65
6.1	1.83	27.92	24.25	22.70	21.46	20.44	19.58	18.83	18.18
6.2	1.86	28.72	24.95	23.36	22.09	21.04	20.16	19.39	18.72
6.3	1.89	29.53	25.66	24.03	22.72	21.64	20.74	19.95	19.27
6.4	1.92	30.35	26.38	24.70	23.36	22.26	21.33	20.53	19.82
6.5	1.95	31.18	27.11	25.39	24.02	22.88	21.93	21.10	20.38
6.6	1.98	32.02	27.85	26.08	24.68	23.51	22.54	21.69	20.95
6.7	2.01	32.87	28.59	26.79	25.34	24.15	23.15	22.28	21.52

### AquaPEX de Uponor de 3/8" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	2.04	33.73	29.35	27.50	26.02	24.80	23.77	22.88	22.10
6.9	2.07	34.59	30.11	28.22	26.70	25.45	24.40	23.49	22.69
7.0	2.10	35.47	30.88	28.94	27.39	26.11	25.04	24.10	23.29
7.1	2.13	36.36	31.66	29.68	28.09	26.78	25.68	24.73	23.89
7.2	2.16	37.25	32.45	30.42	28.80	27.46	26.33	25.36	24.50
7.3	2.19	38.16	33.25	31.17	29.51	28.14	26.99	25.99	25.12
7.4	2.22	39.08	34.06	31.94	30.24	28.84	27.66	26.64	25.74
7.5	2.25	40.00	34.87	32.70	30.97	29.54	28.33	27.29	26.37
7.6	2.28	40.93	35.70	33.48	31.71	30.24	29.01	27.94	27.01
7.7	2.31	41.88	36.53	34.26	32.45	30.96	29.70	28.61	27.65
7.8	2.34	42.83	37.37	35.06	33.21	31.68	30.40	29.28	28.30
7.9	2.37	43.79	38.22	35.86	33.97	32.41	31.10	29.96	28.96
8.0	2.40	44.77	39.08	36.67	34.74	33.15	31.81	30.65	29.63
8.1	2.43	45.75	39.94	37.48	35.52	33.89	32.53	31.34	30.30
8.2	2.46	46.74	40.82	38.31	36.30	34.64	33.25	32.04	30.98
8.3	2.49	47.74	41.70	39.14	37.09	35.40	33.98	32.75	31.66
8.4	2.52	48.75	42.59	39.98	37.90	36.17	34.72	33.46	32.36
8.5	2.55	49.77	43.49	40.83	38.70	36.94	35.47	34.18	33.06
8.6	2.58	50.79	44.40	41.69	39.52	37.73	36.22	34.91	33.76
8.7	2.61	51.83	45.32	42.55	40.34	38.52	36.98	35.65	34.48
8.8	2.64	52.88	46.24	43.43	41.17	39.31	37.75	36.39	35.20
8.9	2.67	53.93	47.17	44.31	42.01	40.12	38.53	37.14	35.92
9.0	2.70	55.00	48.11	45.20	42.86	40.93	39.31	37.90	36.66
9.1	2.73	56.07	49.06	46.09	43.71	41.75	40.10	38.66	37.40
9.2	2.76	57.15	50.02	47.00	44.58	42.57	40.89	39.43	38.14
9.3	2.79	58.24	50.99	47.91	45.45	43.41	41.70	40.21	38.90
9.4	2.82	59.34	51.96	48.83	46.32	44.25	42.51	40.99	39.66
9.5	2.85	60.45	52.94	49.76	47.21	45.10	43.33	41.78	40.43
9.6	2.88	61.57	53.94	50.69	48.10	45.95	44.15	42.58	41.20
9.7	2.91	62.70	54.93	51.64	49.00	46.82	44.98	43.39	41.98
9.8	2.94	63.84	55.94	52.59	49.91	47.69	45.82	44.20	42.77
9.9	2.97	64.98	56.96	53.55	50.82	48.56	46.67	45.02	43.57
10.0	3.00	66.14	57.98	54.52	51.74	49.45	47.52	45.84	44.37
10.1	3.03	67.30	59.01	55.49	52.67	50.34	48.38	46.67	45.18
10.2	3.06	68.48	60.05	56.47	53.61	51.24	49.25	47.51	45.99
10.3	3.09	69.66	61.10	57.46	54.55	52.15	50.12	48.36	46.81
10.4	3.12	70.85	62.15	58.46	55.51	53.06	51.01	49.21	47.64
10.5	3.15	72.05	63.22	59.47	56.47	53.98	51.89	50.07	48.48
10.6	3.18	73.26	64.29	60.48	57.43	54.91	52.79	50.94	49.32
10.7	3.21	74.47	65.37	61.50	58.41	55.84	53.69	51.82	50.17
10.8	3.24	75.70	66.46	62.53	59.39	56.79	54.60	52.70	51.02
10.9	3.27	76.93	67.55	63.57	60.38	57.74	55.52	53.58	51.89
11.0	3.30	78.18	68.66	64.61	61.37	58.69	56.44	54.48	52.75
11.1	3.33	79.43	69.77	65.67	62.38	59.66	57.37	55.38	53.63
11.2	3.36	80.69	70.89	66.73	63.39	60.63	58.31	56.29	54.51
11.3	3.39	81.96	72.02	67.79	64.41	61.61	59.25	57.20	55.40
11.4	3.42	83.24	73.16	68.87	65.43	62.59	60.21	58.12	56.30
11.5	3.45	84.53	74.30	69.95	66.47	63.59	61.16	59.05	57.20
11.6	3.48	85.83	75.45	71.04	67.51	64.59	62.13	59.99	58.11
11.7	3.51	87.13	76.61	72.14	68.56	65.59	63.10	60.93	59.02
11.8	3.54	88.45	77.78	73.25	69.61	66.61	64.08	61.88	59.94
11.9	3.57	89.77	78.96	74.36	70.68	67.63	65.07	62.83	60.87
12.0	3.60	91.10	80.14	75.48	71.75	68.66	66.06	63.79	61.81

**AquaPEX de Uponor de ½" (100% de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	0.83	1.70	1.44	1.33	1.25	1.18	1.12	1.07	1.03
1.6	0.88	1.89	1.61	1.49	1.40	1.32	1.26	1.20	1.15
1.7	0.94	2.10	1.79	1.66	1.55	1.47	1.40	1.34	1.28
1.8	0.99	2.31	1.97	1.83	1.71	1.62	1.54	1.48	1.42
1.9	1.05	2.54	2.16	2.01	1.88	1.78	1.70	1.62	1.56
2.0	1.10	2.77	2.36	2.19	2.06	1.95	1.86	1.78	1.71
2.1	1.16	3.01	2.57	2.39	2.24	2.12	2.02	1.94	1.86
2.2	1.22	3.26	2.78	2.59	2.43	2.30	2.19	2.10	2.02
2.3	1.27	3.51	3.01	2.80	2.63	2.49	2.37	2.27	2.19
2.4	1.33	3.78	3.24	3.01	2.83	2.68	2.56	2.45	2.36
2.5	1.38	4.05	3.47	3.23	3.04	2.88	2.75	2.63	2.53
2.6	1.44	4.33	3.72	3.46	3.25	3.09	2.94	2.82	2.71
2.7	1.49	4.62	3.97	3.70	3.48	3.30	3.15	3.02	2.90
2.8	1.55	4.92	4.23	3.94	3.71	3.51	3.35	3.22	3.10
2.9	1.60	5.23	4.49	4.19	3.94	3.74	3.57	3.42	3.29
3.0	1.66	5.54	4.77	4.44	4.18	3.97	3.79	3.63	3.50
3.1	1.71	5.86	5.05	4.70	4.43	4.20	4.02	3.85	3.71
3.2	1.77	6.19	5.33	4.97	4.68	4.45	4.25	4.07	3.92
3.3	1.82	6.53	5.63	5.25	4.94	4.69	4.48	4.30	4.14
3.4	1.88	6.87	5.93	5.53	5.21	4.95	4.73	4.54	4.37
3.5	1.93	7.22	6.23	5.82	5.48	5.21	4.98	4.78	4.60
3.6	1.99	7.58	6.55	6.11	5.76	5.47	5.23	5.02	4.84
3.7	2.04	7.95	6.87	6.41	6.04	5.74	5.49	5.27	5.08
3.8	2.10	8.32	7.19	6.72	6.34	6.02	5.76	5.53	5.33
3.9	2.15	8.71	7.53	7.03	6.63	6.30	6.03	5.79	5.58
4.0	2.21	9.10	7.87	7.35	6.93	6.59	6.30	6.05	5.84
4.1	2.26	9.49	8.22	7.68	7.24	6.89	6.59	6.33	6.10
4.2	2.32	9.90	8.57	8.01	7.56	7.19	6.88	6.60	6.37
4.3	2.38	10.31	8.93	8.35	7.88	7.49	7.17	6.89	6.64
4.4	2.43	10.73	9.30	8.69	8.20	7.80	7.47	7.17	6.92
4.5	2.49	11.15	9.67	9.04	8.54	8.12	7.77	7.47	7.20
4.6	2.54	11.59	10.05	9.40	8.88	8.44	8.08	7.77	7.49
4.7	2.60	12.03	10.44	9.76	9.22	8.77	8.40	8.07	7.78
4.8	2.65	12.48	10.83	10.13	9.57	9.11	8.72	8.38	8.08
4.9	2.71	12.93	11.23	10.50	9.92	9.45	9.04	8.69	8.39
5.0	2.76	13.39	11.63	10.88	10.29	9.79	9.37	9.01	8.69
5.1	2.82	13.86	12.04	11.27	10.65	10.14	9.71	9.34	9.01
5.2	2.87	14.34	12.46	11.66	11.02	10.50	10.05	9.67	9.33
5.3	2.93	14.82	12.88	12.06	11.40	10.86	10.40	10.00	9.65
5.4	2.98	15.31	13.31	12.47	11.79	11.23	10.75	10.34	9.98
5.5	3.04	15.80	13.75	12.88	12.18	11.60	11.11	10.69	10.31
5.6	3.09	16.31	14.19	13.29	12.57	11.98	11.47	11.04	10.65
5.7	3.15	16.82	14.64	13.72	12.97	12.36	11.84	11.39	11.00
5.8	3.20	17.34	15.10	14.14	13.38	12.75	12.22	11.75	11.34
5.9	3.26	17.86	15.56	14.58	13.79	13.14	12.59	12.12	11.70
6.0	3.31	18.39	16.02	15.02	14.21	13.54	12.98	12.49	12.06
6.1	3.37	18.93	16.50	15.46	14.63	13.95	13.37	12.86	12.42
6.2	3.42	19.47	16.98	15.91	15.06	14.36	13.76	13.24	12.79
6.3	3.48	20.02	17.46	16.37	15.50	14.77	14.16	13.63	13.16
6.4	3.54	20.58	17.95	16.83	15.94	15.19	14.56	14.02	13.54
6.5	3.59	21.14	18.45	17.30	16.38	15.62	14.97	14.41	13.92
6.6	3.65	21.72	18.95	17.78	16.83	16.05	15.39	14.81	14.31
6.7	3.70	22.29	19.46	18.26	17.29	16.49	15.81	15.22	14.70

**AquaPEX de Uponor de ½" (100% de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	3.76	22.88	19.98	18.74	17.75	16.93	16.23	15.63	15.10
6.9	3.81	23.47	20.50	19.23	18.22	17.37	16.66	16.04	15.50
7.0	3.87	24.07	21.03	19.73	18.69	17.83	17.10	16.46	15.91
7.1	3.92	24.67	21.56	20.23	19.17	18.28	17.54	16.89	16.32
7.2	3.98	25.28	22.10	20.74	19.65	18.75	17.98	17.32	16.73
7.3	4.03	25.90	22.64	21.25	20.14	19.21	18.43	17.75	17.16
7.4	4.09	26.52	23.19	21.77	20.63	19.69	18.89	18.19	17.58
7.5	4.14	27.15	23.75	22.30	21.13	20.17	19.35	18.64	18.01
7.6	4.20	27.79	24.31	22.83	21.64	20.65	19.82	19.09	18.45
7.7	4.25	28.43	24.88	23.37	22.15	21.14	20.29	19.54	18.89
7.8	4.31	29.08	25.46	23.91	22.66	21.63	20.76	20.00	19.33
7.9	4.36	29.74	26.04	24.46	23.18	22.13	21.24	20.47	19.78
8.0	4.42	30.40	26.62	25.01	23.71	22.63	21.73	20.93	20.24
8.1	4.47	31.07	27.21	25.57	24.24	23.14	22.22	21.41	20.70
8.2	4.53	31.75	27.81	26.13	24.78	23.66	22.71	21.89	21.16
8.3	4.58	32.43	28.41	26.70	25.32	24.18	23.21	22.37	21.63
8.4	4.64	33.12	29.02	27.27	25.87	24.70	23.72	22.86	22.10
8.5	4.70	33.81	29.64	27.85	26.42	25.23	24.23	23.35	22.58
8.6	4.75	34.51	30.26	28.44	26.98	25.76	24.74	23.85	23.06
8.7	4.81	35.22	30.88	29.03	27.54	26.30	25.26	24.35	23.55
8.8	4.86	35.93	31.52	29.63	28.11	26.85	25.79	24.86	24.04
8.9	4.92	36.65	32.15	30.23	28.68	27.40	26.32	25.37	24.54
9.0	4.97	37.38	32.80	30.84	29.26	27.95	26.85	25.89	25.04
9.1	5.03	38.11	33.45	31.45	29.85	28.51	27.39	26.41	25.54
9.2	5.08	38.85	34.10	32.07	30.44	29.08	27.93	26.93	26.05
9.3	5.14	39.59	34.76	32.69	31.03	29.65	28.48	27.46	26.57
9.4	5.19	40.34	35.43	33.32	31.63	30.22	29.04	28.00	27.09
9.5	5.25	41.10	36.10	33.96	32.23	30.80	29.60	28.54	27.61
9.6	5.30	41.86	36.77	34.60	32.84	31.39	30.16	29.08	28.14
9.7	5.36	42.63	37.46	35.24	33.46	31.98	30.73	29.63	28.67
9.8	5.41	43.41	38.14	35.89	34.08	32.57	31.30	30.19	29.21
9.9	5.47	44.19	38.84	36.55	34.70	33.17	31.88	30.75	29.75
10.0	5.52	44.98	39.54	37.21	35.33	33.78	32.46	31.31	30.30
10.1	5.58	45.77	40.24	37.88	35.97	34.39	33.05	31.88	30.85
10.2	5.63	46.57	40.95	38.55	36.61	35.00	33.64	32.45	31.41
10.3	5.69	47.38	41.67	39.22	37.26	35.62	34.24	33.03	31.97
10.4	5.74	48.19	42.39	39.91	37.91	36.24	34.84	33.61	32.53
10.5	5.80	49.01	43.12	40.59	38.56	36.87	35.45	34.20	33.10
10.6	5.86	49.84	43.85	41.29	39.22	37.51	36.06	34.79	33.68
10.7	5.91	50.67	44.59	41.99	39.89	38.15	36.68	35.39	34.26
10.8	5.97	51.50	45.33	42.69	40.56	38.79	37.30	35.99	34.84
10.9	6.02	52.35	46.08	43.40	41.24	39.44	37.92	36.60	35.43
11.0	6.08	53.20	46.84	44.11	41.92	40.09	38.55	37.21	36.02
11.1	6.13	54.05	47.60	44.83	42.60	40.75	39.19	37.82	36.62
11.2	6.19	54.91	48.36	45.56	43.29	41.42	39.83	38.44	37.22
11.3	6.24	55.78	49.13	46.29	43.99	42.08	40.47	39.07	37.82
11.4	6.30	56.65	49.91	47.02	44.69	42.76	41.12	39.69	38.43
11.5	6.35	57.53	50.69	47.76	45.40	43.44	41.78	40.33	39.05
11.6	6.41	58.42	51.48	48.51	46.11	44.12	42.44	40.97	39.67
11.7	6.46	59.31	52.27	49.26	46.83	44.81	43.10	41.61	40.29
11.8	6.52	60.21	53.07	50.01	47.55	45.50	43.77	42.25	40.92
11.9	6.57	61.11	53.87	50.77	48.27	46.20	44.44	42.91	41.55
12.0	6.63	62.02	54.68	51.54	49.01	46.90	45.12	43.56	42.19

**AquaPEX de Uponor de ¾" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velo- cidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	1.65	1.08	0.92	0.86	0.81	0.76	0.73	0.70	0.67
1.6	1.76	1.21	1.03	0.96	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75
1.7	1.87	1.34	1.15	1.07	1.00	0.95	0.90	0.87	0.83
1.8	1.98	1.48	1.27	1.18	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92
1.9	2.09	1.62	1.39	1.29	1.22	1.15	1.10	1.05	1.01
2.0	2.20	1.77	1.52	1.41	1.33	1.26	1.20	1.15	1.11
2.1	2.31	1.92	1.65	1.54	1.45	1.37	1.31	1.26	1.21
2.2	2.43	2.08	1.79	1.67	1.57	1.49	1.42	1.37	1.31
2.3	2.54	2.25	1.94	1.81	1.70	1.61	1.54	1.48	1.42
2.4	2.65	2.42	2.09	1.94	1.83	1.74	1.66	1.59	1.53
2.5	2.76	2.60	2.24	2.09	1.97	1.87	1.78	1.71	1.65
2.6	2.87	2.78	2.40	2.24	2.11	2.00	1.91	1.83	1.77
2.7	2.98	2.97	2.56	2.39	2.25	2.14	2.04	1.96	1.89
2.8	3.09	3.16	2.73	2.55	2.40	2.28	2.18	2.09	2.02
2.9	3.20	3.36	2.90	2.71	2.55	2.43	2.32	2.23	2.15
3.0	3.31	3.56	3.08	2.88	2.71	2.58	2.46	2.37	2.28
3.1	3.42	3.77	3.26	3.05	2.87	2.73	2.61	2.51	2.42
3.2	3.53	3.98	3.45	3.22	3.04	2.89	2.76	2.65	2.56
3.3	3.64	4.20	3.64	3.40	3.21	3.05	2.92	2.80	2.70
3.4	3.75	4.42	3.83	3.58	3.38	3.22	3.08	2.95	2.85
3.5	3.86	4.65	4.03	3.77	3.56	3.39	3.24	3.11	3.00
3.6	3.97	4.88	4.24	3.96	3.74	3.56	3.40	3.27	3.15
3.7	4.08	5.12	4.44	4.16	3.93	3.74	3.57	3.43	3.31
3.8	4.19	5.36	4.66	4.36	4.12	3.92	3.75	3.60	3.47
3.9	4.30	5.61	4.87	4.56	4.31	4.10	3.93	3.77	3.64
4.0	4.41	5.86	5.10	4.77	4.51	4.29	4.11	3.95	3.81
4.1	4.52	6.12	5.32	4.98	4.71	4.48	4.29	4.12	3.98
4.2	4.63	6.38	5.55	5.20	4.91	4.68	4.48	4.31	4.15
4.3	4.74	6.65	5.79	5.42	5.12	4.88	4.67	4.49	4.33
4.4	4.85	6.92	6.02	5.64	5.34	5.08	4.87	4.68	4.51
4.5	4.96	7.20	6.27	5.87	5.55	5.29	5.06	4.87	4.70
4.6	5.07	7.48	6.51	6.10	5.77	5.50	5.27	5.07	4.89
4.7	5.18	7.76	6.77	6.34	6.00	5.71	5.47	5.26	5.08
4.8	5.29	8.05	7.02	6.58	6.23	5.93	5.68	5.47	5.27
4.9	5.40	8.35	7.28	6.82	6.46	6.15	5.90	5.67	5.47
5.0	5.51	8.65	7.54	7.07	6.69	6.38	6.11	5.88	5.68
5.1	5.62	8.95	7.81	7.33	6.93	6.61	6.33	6.09	5.88
5.2	5.73	9.26	8.08	7.58	7.18	6.84	6.56	6.31	6.09
5.3	5.84	9.57	8.36	7.84	7.42	7.08	6.78	6.53	6.30
5.4	5.95	9.89	8.64	8.11	7.67	7.32	7.01	6.75	6.52
5.5	6.06	10.21	8.93	8.37	7.93	7.56	7.25	6.97	6.73
5.6	6.17	10.54	9.21	8.65	8.19	7.81	7.48	7.20	6.96
5.7	6.28	10.87	9.51	8.92	8.45	8.06	7.73	7.44	7.18
5.8	6.39	11.21	9.80	9.20	8.71	8.31	7.97	7.67	7.41
5.9	6.50	11.55	10.10	9.48	8.98	8.57	8.22	7.91	7.64
6.0	6.61	11.89	10.41	9.77	9.26	8.83	8.47	8.15	7.87
6.1	6.72	12.24	10.72	10.06	9.53	9.09	8.72	8.40	8.11
6.2	6.83	12.60	11.03	10.36	9.81	9.36	8.98	8.65	8.35
6.3	6.94	12.96	11.35	10.65	10.10	9.63	9.24	8.90	8.60
6.4	7.05	13.32	11.67	10.96	10.38	9.91	9.51	9.15	8.84
6.5	7.17	13.68	11.99	11.26	10.68	10.19	9.77	9.41	9.09
6.6	7.28	14.06	12.32	11.57	10.97	10.47	10.05	9.67	9.35
6.7	7.39	14.43	12.65	11.89	11.27	10.75	10.32	9.94	9.60

**AquaPEX de Uponor de ¾" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velo- cidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	7.50	14.81	12.99	12.20	11.57	11.04	10.60	10.21	9.86
6.9	7.61	15.20	13.33	12.52	11.88	11.34	10.88	10.48	10.13
7.0	7.72	15.59	13.67	12.85	12.18	11.63	11.16	10.75	10.39
7.1	7.83	15.98	14.02	13.18	12.50	11.93	11.45	11.03	10.66
7.2	7.94	16.38	14.37	13.51	12.81	12.23	11.74	11.31	10.93
7.3	8.05	16.78	14.73	13.84	13.13	12.54	12.04	11.60	11.21
7.4	8.16	17.18	15.09	14.18	13.46	12.85	12.34	11.89	11.49
7.5	8.27	17.59	15.45	14.53	13.78	13.16	12.64	12.18	11.77
7.6	8.38	18.01	15.82	14.87	14.11	13.48	12.94	12.47	12.06
7.7	8.49	18.43	16.19	15.22	14.45	13.80	13.25	12.77	12.34
7.8	8.60	18.85	16.56	15.58	14.78	14.12	13.56	13.07	12.63
7.9	8.71	19.28	16.94	15.94	15.12	14.45	13.87	13.37	12.93
8.0	8.82	19.71	17.32	16.30	15.47	14.78	14.19	13.68	13.23
8.1	8.93	20.14	17.71	16.66	15.81	15.11	14.51	13.99	13.53
8.2	9.04	20.58	18.10	17.03	16.17	15.45	14.84	14.30	13.83
8.3	9.15	21.03	18.49	17.40	16.52	15.78	15.16	14.62	14.13
8.4	9.26	21.48	18.89	17.78	16.88	16.13	15.49	14.94	14.44
8.5	9.37	21.93	19.29	18.16	17.24	16.47	15.83	15.26	14.76
8.6	9.48	22.38	19.70	18.54	17.60	16.82	16.16	15.58	15.07
8.7	9.59	22.85	20.11	18.93	17.97	17.18	16.50	15.91	15.39
8.8	9.70	23.31	20.52	19.32	18.34	17.53	16.85	16.24	15.71
8.9	9.81	23.78	20.94	19.71	18.72	17.89	17.19	16.58	16.04
9.0	9.92	24.25	21.36	20.11	19.10	18.26	17.54	16.92	16.36
9.1	10.03	24.73	21.78	20.51	19.48	18.62	17.89	17.26	16.69
9.2	10.14	25.21	22.21	20.91	19.86	18.99	18.25	17.60	17.03
9.3	10.25	25.70	22.64	21.32	20.25	19.36	18.61	17.95	17.36
9.4	10.36	26.18	23.07	21.73	20.65	19.74	18.97	18.30	17.70
9.5	10.47	26.68	23.51	22.15	21.04	20.12	19.34	18.65	18.05
9.6	10.58	27.18	23.95	22.56	21.44	20.50	19.71	19.01	18.39
9.7	10.69	27.68	24.40	22.99	21.84	20.89	20.08	19.37	18.74
9.8	10.80	28.18	24.85	23.41	22.25	21.28	20.45	19.73	19.09
9.9	10.91	28.69	25.30	23.84	22.66	21.67	20.83	20.10	19.45
10.0	11.02	29.21	25.76	24.27	23.07	22.06	21.21	20.46	19.80
10.1	11.13	29.72	26.22	24.71	23.48	22.46	21.60	20.84	20.17
10.2	11.24	30.25	26.68	25.15	23.90	22.86	21.98	21.21	20.53
10.3	11.35	30.77	27.15	25.59	24.33	23.27	22.37	21.59	20.89
10.4	11.46	31.30	27.62	26.04	24.75	23.68	22.77	21.97	21.26
10.5	11.57	31.84	28.10	26.49	25.18	24.09	23.17	22.35	21.64
10.6	11.68	32.37	28.58	26.94	25.61	24.50	23.57	22.74	22.01
10.7	11.79	32.92	29.06	27.40	26.05	24.92	23.97	23.13	22.39
10.8	11.91	33.46	29.55	27.86	26.49	25.34	24.37	23.52	22.77
10.9	12.02	34.01	30.04	28.32	26.93	25.77	24.78	23.92	23.16
11.0	12.13	34.57	30.53	28.79	27.37	26.20	25.20	24.32	23.54
11.1	12.24	35.12	31.03	29.26	27.82	26.63	25.61	24.72	23.93
11.2	12.35	35.68	31.53	29.73	28.28	27.06	26.03	25.13	24.33
11.3	12.46	36.25	32.03	30.21	28.73	27.50	26.45	25.53	24.72
11.4	12.57	36.82	32.54	30.69	29.19	27.94	26.88	25.94	25.12
11.5	12.68	37.39	33.05	31.17	29.65	28.38	27.30	26.36	25.52
11.6	12.79	37.97	33.56	31.66	30.12	28.83	27.74	26.78	25.93
11.7	12.90	38.55	34.08	32.15	30.59	29.28	28.17	27.20	26.33
11.8	13.01	39.14	34.60	32.64	31.06	29.73	28.61	27.62	26.75
11.9	13.12	39.73	35.13	33.14	31.53	30.19	29.05	28.04	27.16
12.0	13.23	40.32	35.66	33.64	32.01	30.65	29.49	28.47	27.58

**AquaPEX de Uponor de 1" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velo- cidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	2.73	0.78	0.67	0.62	0.59	0.56	0.53	0.51	0.49
1.6	2.91	0.87	0.75	0.70	0.66	0.62	0.59	0.57	0.55
1.7	3.09	0.97	0.83	0.78	0.73	0.69	0.66	0.63	0.61
1.8	3.27	1.07	0.92	0.86	0.81	0.77	0.73	0.70	0.68
1.9	3.46	1.17	1.01	0.94	0.89	0.84	0.81	0.77	0.74
2.0	3.64	1.28	1.11	1.03	0.97	0.92	0.88	0.85	0.81
2.1	3.82	1.40	1.21	1.12	1.06	1.01	0.96	0.92	0.89
2.2	4.00	1.51	1.31	1.22	1.15	1.09	1.04	1.00	0.96
2.3	4.18	1.63	1.41	1.32	1.24	1.18	1.13	1.08	1.04
2.4	4.37	1.76	1.52	1.42	1.34	1.27	1.22	1.17	1.13
2.5	4.55	1.89	1.63	1.53	1.44	1.37	1.31	1.26	1.21
2.6	4.73	2.02	1.75	1.64	1.54	1.47	1.40	1.35	1.30
2.7	4.91	2.16	1.87	1.75	1.65	1.57	1.50	1.44	1.39
2.8	5.09	2.30	1.99	1.86	1.76	1.67	1.60	1.54	1.48
2.9	5.28	2.44	2.12	1.98	1.87	1.78	1.70	1.63	1.58
3.0	5.46	2.59	2.25	2.10	1.99	1.89	1.81	1.74	1.67
3.1	5.64	2.74	2.38	2.23	2.10	2.00	1.92	1.84	1.77
3.2	5.82	2.90	2.52	2.36	2.23	2.12	2.03	1.95	1.88
3.3	6.00	3.06	2.66	2.49	2.35	2.24	2.14	2.06	1.98
3.4	6.19	3.22	2.80	2.62	2.48	2.36	2.26	2.17	2.09
3.5	6.37	3.39	2.95	2.76	2.61	2.48	2.38	2.29	2.20
3.6	6.55	3.56	3.10	2.90	2.74	2.61	2.50	2.40	2.32
3.7	6.73	3.73	3.25	3.04	2.88	2.74	2.63	2.52	2.43
3.8	6.91	3.91	3.41	3.19	3.02	2.87	2.75	2.65	2.55
3.9	7.09	4.09	3.56	3.34	3.16	3.01	2.88	2.77	2.68
4.0	7.28	4.27	3.73	3.49	3.31	3.15	3.02	2.90	2.80
4.1	7.46	4.46	3.89	3.65	3.45	3.29	3.15	3.03	2.93
4.2	7.64	4.65	4.06	3.81	3.60	3.43	3.29	3.17	3.06
4.3	7.82	4.85	4.23	3.97	3.76	3.58	3.43	3.30	3.19
4.4	8.00	5.05	4.41	4.14	3.92	3.73	3.58	3.44	3.32
4.5	8.19	5.25	4.59	4.30	4.07	3.88	3.72	3.58	3.46
4.6	8.37	5.46	4.77	4.47	4.24	4.04	3.87	3.73	3.60
4.7	8.55	5.66	4.95	4.65	4.40	4.20	4.02	3.87	3.74
4.8	8.73	5.88	5.14	4.83	4.57	4.36	4.18	4.02	3.88
4.9	8.91	6.09	5.33	5.01	4.74	4.52	4.34	4.17	4.03
5.0	9.10	6.31	5.53	5.19	4.91	4.69	4.49	4.33	4.18
5.1	9.28	6.54	5.72	5.37	5.09	4.86	4.66	4.48	4.33
5.2	9.46	6.76	5.92	5.56	5.27	5.03	4.82	4.64	4.48
5.3	9.64	6.99	6.13	5.75	5.45	5.20	4.99	4.80	4.64
5.4	9.82	7.22	6.33	5.95	5.64	5.38	5.16	4.97	4.80
5.5	10.01	7.46	6.54	6.14	5.82	5.56	5.33	5.13	4.96
5.6	10.19	7.70	6.75	6.34	6.01	5.74	5.51	5.30	5.12
5.7	10.37	7.94	6.97	6.55	6.21	5.92	5.68	5.47	5.29
5.8	10.55	8.19	7.19	6.75	6.40	6.11	5.86	5.65	5.46
5.9	10.73	8.44	7.41	6.96	6.60	6.30	6.05	5.82	5.63
6.0	10.92	8.69	7.63	7.17	6.80	6.49	6.23	6.00	5.80
6.1	11.10	8.95	7.86	7.39	7.01	6.69	6.42	6.18	5.97
6.2	11.28	9.21	8.09	7.60	7.21	6.89	6.61	6.37	6.15
6.3	11.46	9.47	8.32	7.82	7.42	7.09	6.80	6.55	6.33
6.4	11.64	9.74	8.56	8.05	7.63	7.29	7.00	6.74	6.51
6.5	11.82	10.01	8.79	8.27	7.85	7.49	7.19	6.93	6.70
6.6	12.01	10.28	9.04	8.50	8.06	7.70	7.39	7.12	6.89
6.7	12.19	10.56	9.28	8.73	8.28	7.91	7.60	7.32	7.07

**AquaPEX de Uponor de 1" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velo- cidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	12.37	10.83	9.53	8.96	8.51	8.12	7.80	7.52	7.27
6.9	12.55	11.12	9.78	9.20	8.73	8.34	8.01	7.72	7.46
7.0	12.73	11.40	10.03	9.44	8.96	8.56	8.22	7.92	7.66
7.1	12.92	11.69	10.29	9.68	9.19	8.78	8.43	8.12	7.85
7.2	13.10	11.98	10.55	9.92	9.42	9.00	8.65	8.33	8.06
7.3	13.28	12.28	10.81	10.17	9.66	9.23	8.86	8.54	8.26
7.4	13.46	12.57	11.07	10.42	9.89	9.45	9.08	8.75	8.46
7.5	13.64	12.88	11.34	10.67	10.14	9.69	9.30	8.97	8.67
7.6	13.83	13.18	11.61	10.93	10.38	9.92	9.53	9.19	8.88
7.7	14.01	13.49	11.88	11.19	10.62	10.15	9.76	9.40	9.09
7.8	14.19	13.80	12.16	11.45	10.87	10.39	9.98	9.63	9.31
7.9	14.37	14.11	12.44	11.71	11.12	10.63	10.22	9.85	9.53
8.0	14.55	14.43	12.72	11.98	11.38	10.88	10.45	10.08	9.74
8.1	14.74	14.75	13.00	12.25	11.63	11.12	10.69	10.30	9.97
8.2	14.92	15.07	13.29	12.52	11.89	11.37	10.93	10.54	10.19
8.3	15.10	15.40	13.58	12.79	12.15	11.62	11.17	10.77	10.42
8.4	15.28	15.73	13.87	13.07	12.42	11.87	11.41	11.00	10.64
8.5	15.46	16.06	14.17	13.35	12.68	12.13	11.66	11.24	10.87
8.6	15.64	16.39	14.47	13.63	12.95	12.39	11.90	11.48	11.11
8.7	15.83	16.73	14.77	13.91	13.22	12.65	12.16	11.72	11.34
8.8	16.01	17.07	15.07	14.20	13.50	12.91	12.41	11.97	11.58
8.9	16.19	17.42	15.38	14.49	13.77	13.17	12.66	12.22	11.82
9.0	16.37	17.77	15.69	14.78	14.05	13.44	12.92	12.46	12.06
9.1	16.55	18.12	16.00	15.08	14.33	13.71	13.18	12.72	12.30
9.2	16.74	18.47	16.31	15.38	14.62	13.98	13.44	12.97	12.55
9.3	16.92	18.83	16.63	15.68	14.91	14.26	13.71	13.23	12.80
9.4	17.10	19.19	16.95	15.98	15.19	14.54	13.98	13.48	13.05
9.5	17.28	19.55	17.27	16.29	15.49	14.82	14.25	13.74	13.30
9.6	17.46	19.92	17.60	16.60	15.78	15.10	14.52	14.01	13.56
9.7	17.65	20.28	17.93	16.91	16.08	15.38	14.79	14.27	13.81
9.8	17.83	20.66	18.26	17.22	16.38	15.67	15.07	14.54	14.07
9.9	18.01	21.03	18.59	17.54	16.68	15.96	15.35	14.81	14.33
10.0	18.19	21.41	18.93	17.85	16.98	16.25	15.63	15.08	14.60
10.1	18.37	21.79	19.27	18.18	17.29	16.54	15.91	15.36	14.86
10.2	18.56	22.17	19.61	18.50	17.60	16.84	16.20	15.63	15.13
10.3	18.74	22.56	19.96	18.83	17.91	17.14	16.49	15.91	15.40
10.4	18.92	22.95	20.30	19.15	18.22	17.44	16.78	16.19	15.67
10.5	19.10	23.34	20.65	19.49	18.54	17.74	17.07	16.47	15.95
10.6	19.28	23.74	21.01	19.82	18.86	18.05	17.36	16.76	16.23
10.7	19.47	24.14	21.36	20.16	19.18	18.36	17.66	17.05	16.50
10.8	19.65	24.54	21.72	20.50	19.50	18.67	17.96	17.34	16.79
10.9	19.83	24.94	22.08	20.84	19.83	18.98	18.26	17.63	17.07
11.0	20.01	25.35	22.44	21.18	20.16	19.30	18.57	17.92	17.35
11.1	20.19	25.76	22.81	21.53	20.49	19.61	18.87	18.22	17.64
11.2	20.37	26.17	23.18	21.88	20.82	19.93	19.18	18.52	17.93
11.3	20.56	26.59	23.55	22.23	21.16	20.26	19.49	18.82	18.22
11.4	20.74	27.01	23.92	22.58	21.49	20.58	19.81	19.12	18.52
11.5	20.92	27.43	24.30	22.94	21.84	20.91	20.12	19.43	18.81
11.6	21.10	27.85	24.68	23.30	22.18	21.24	20.44	19.74	19.11
11.7	21.28	28.28	25.06	23.66	22.52	21.57	20.76	20.05	19.41
11.8	21.47	28.71	25.45	24.03	22.87	21.90	21.08	20.36	19.72
11.9	21.65	29.14	25.83	24.39	23.22	22.24	21.41	20.67	20.02
12.0	21.83	29.58	26.22	24.76	23.58	22.58	21.73	20.99	20.33

**AquaPEX de Uponor de 1½" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	4.08	0.60	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38
1.6	4.35	0.68	0.58	0.54	0.51	0.49	0.46	0.44	0.43
1.7	4.62	0.75	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.49	0.48
1.8	4.90	0.83	0.72	0.67	0.63	0.60	0.57	0.55	0.53
1.9	5.17	0.91	0.79	0.73	0.69	0.66	0.63	0.60	0.58
2.0	5.44	0.99	0.86	0.80	0.76	0.72	0.69	0.66	0.64
2.1	5.71	1.08	0.94	0.87	0.82	0.78	0.75	0.72	0.69
2.2	5.98	1.17	1.02	0.95	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75
2.3	6.26	1.27	1.10	1.03	0.97	0.92	0.88	0.85	0.81
2.4	6.53	1.36	1.18	1.11	1.04	0.99	0.95	0.91	0.88
2.5	6.80	1.46	1.27	1.19	1.12	1.07	1.02	0.98	0.95
2.6	7.07	1.57	1.36	1.27	1.20	1.14	1.09	1.05	1.01
2.7	7.34	1.67	1.45	1.36	1.29	1.22	1.17	1.12	1.08
2.8	7.62	1.78	1.55	1.45	1.37	1.30	1.25	1.20	1.16
2.9	7.89	1.89	1.65	1.54	1.46	1.39	1.33	1.28	1.23
3.0	8.16	2.01	1.75	1.64	1.55	1.47	1.41	1.36	1.31
3.1	8.43	2.13	1.85	1.74	1.64	1.56	1.50	1.44	1.39
3.2	8.70	2.25	1.96	1.84	1.74	1.65	1.58	1.52	1.47
3.3	8.98	2.37	2.07	1.94	1.83	1.75	1.67	1.61	1.55
3.4	9.25	2.50	2.18	2.04	1.93	1.84	1.76	1.70	1.64
3.5	9.52	2.63	2.29	2.15	2.04	1.94	1.86	1.79	1.72
3.6	9.79	2.76	2.41	2.26	2.14	2.04	1.95	1.88	1.81
3.7	10.06	2.90	2.53	2.37	2.25	2.14	2.05	1.97	1.90
3.8	10.34	3.03	2.65	2.49	2.36	2.25	2.15	2.07	2.00
3.9	10.61	3.18	2.78	2.61	2.47	2.35	2.25	2.17	2.09
4.0	10.88	3.32	2.90	2.73	2.58	2.46	2.36	2.27	2.19
4.1	11.15	3.47	3.03	2.85	2.70	2.57	2.47	2.37	2.29
4.2	11.42	3.62	3.17	2.97	2.81	2.68	2.57	2.48	2.39
4.3	11.70	3.77	3.30	3.10	2.94	2.80	2.68	2.58	2.49
4.4	11.97	3.92	3.44	3.23	3.06	2.92	2.80	2.69	2.60
4.5	12.24	4.08	3.58	3.36	3.18	3.04	2.91	2.80	2.71
4.6	12.51	4.24	3.72	3.49	3.31	3.16	3.03	2.92	2.82
4.7	12.78	4.40	3.86	3.63	3.44	3.28	3.15	3.03	2.93
4.8	13.06	4.57	4.01	3.77	3.57	3.41	3.27	3.15	3.04
4.9	13.33	4.74	4.16	3.91	3.70	3.54	3.39	3.27	3.15
5.0	13.60	4.91	4.31	4.05	3.84	3.67	3.52	3.39	3.27
5.1	13.87	5.08	4.46	4.20	3.98	3.80	3.64	3.51	3.39
5.2	14.14	5.26	4.62	4.34	4.12	3.93	3.77	3.63	3.51
5.3	14.42	5.44	4.78	4.49	4.26	4.07	3.90	3.76	3.63
5.4	14.69	5.62	4.94	4.64	4.41	4.21	4.04	3.89	3.76
5.5	14.96	5.81	5.10	4.80	4.55	4.35	4.17	4.02	3.88
5.6	15.23	5.99	5.27	4.96	4.70	4.49	4.31	4.15	4.01
5.7	15.50	6.18	5.44	5.11	4.85	4.63	4.45	4.29	4.14
5.8	15.78	6.38	5.61	5.27	5.01	4.78	4.59	4.42	4.27
5.9	16.05	6.57	5.78	5.44	5.16	4.93	4.73	4.56	4.41
6.0	16.32	6.77	5.96	5.60	5.32	5.08	4.88	4.70	4.54
6.1	16.59	6.97	6.13	5.77	5.48	5.23	5.02	4.84	4.68
6.2	16.86	7.17	6.31	5.94	5.64	5.39	5.17	4.99	4.82
6.3	17.13	7.38	6.49	6.11	5.80	5.54	5.32	5.13	4.96
6.4	17.41	7.58	6.68	6.29	5.97	5.70	5.48	5.28	5.10
6.5	17.68	7.79	6.87	6.46	6.14	5.86	5.63	5.43	5.25
6.6	17.95	8.01	7.05	6.64	6.31	6.03	5.79	5.58	5.39
6.7	18.22	8.22	7.25	6.82	6.48	6.19	5.95	5.73	5.54

**AquaPEX de Uponor de 1½" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	18.49	8.44	7.44	7.01	6.65	6.36	6.11	5.89	5.69
6.9	18.77	8.66	7.64	7.19	6.83	6.53	6.27	6.05	5.85
7.0	19.04	8.88	7.83	7.38	7.01	6.70	6.44	6.20	6.00
7.1	19.31	9.11	8.03	7.57	7.19	6.87	6.60	6.37	6.16
7.2	19.58	9.34	8.24	7.76	7.37	7.05	6.77	6.53	6.31
7.3	19.85	9.57	8.44	7.95	7.56	7.22	6.94	6.69	6.47
7.4	20.13	9.80	8.65	8.15	7.74	7.40	7.11	6.86	6.63
7.5	20.40	10.04	8.86	8.35	7.93	7.58	7.29	7.03	6.80
7.6	20.67	10.27	9.07	8.55	8.12	7.77	7.46	7.20	6.96
7.7	20.94	10.51	9.28	8.75	8.31	7.95	7.64	7.37	7.13
7.8	21.21	10.76	9.50	8.95	8.51	8.14	7.82	7.54	7.30
7.9	21.49	11.00	9.72	9.16	8.71	8.33	8.00	7.72	7.47
8.0	21.76	11.25	9.94	9.37	8.90	8.52	8.19	7.90	7.64
8.1	22.03	11.50	10.16	9.58	9.10	8.71	8.37	8.07	7.81
8.2	22.30	11.75	10.38	9.79	9.31	8.90	8.56	8.26	7.99
8.3	22.57	12.01	10.61	10.01	9.51	9.10	8.75	8.44	8.16
8.4	22.85	12.26	10.84	10.22	9.72	9.30	8.94	8.62	8.34
8.5	23.12	12.52	11.07	10.44	9.93	9.50	9.13	8.81	8.52
8.6	23.39	12.79	11.31	10.66	10.14	9.70	9.33	9.00	8.71
8.7	23.66	13.05	11.54	10.89	10.35	9.90	9.52	9.19	8.89
8.8	23.93	13.32	11.78	11.11	10.57	10.11	9.72	9.38	9.08
8.9	24.21	13.59	12.02	11.34	10.78	10.32	9.92	9.57	9.27
9.0	24.48	13.86	12.26	11.57	11.00	10.53	10.12	9.77	9.45
9.1	24.75	14.13	12.51	11.80	11.22	10.74	10.33	9.97	9.65
9.2	25.02	14.41	12.75	12.03	11.45	10.95	10.53	10.17	9.84
9.3	25.29	14.69	13.00	12.27	11.67	11.17	10.74	10.37	10.03
9.4	25.57	14.97	13.25	12.50	11.90	11.39	10.95	10.57	10.23
9.5	25.84	15.25	13.50	12.74	12.13	11.61	11.16	10.77	10.43
9.6	26.11	15.54	13.76	12.99	12.36	11.83	11.38	10.98	10.63
9.7	26.38	15.83	14.02	13.23	12.59	12.05	11.59	11.19	10.83
9.8	26.65	16.12	14.28	13.48	12.82	12.28	11.81	11.40	11.03
9.9	26.93	16.41	14.54	13.72	13.06	12.50	12.03	11.61	11.24
10.0	27.20	16.71	14.80	13.97	13.30	12.73	12.25	11.82	11.45
10.1	27.47	17.00	15.07	14.22	13.54	12.96	12.47	12.04	11.65
10.2	27.74	17.30	15.34	14.48	13.78	13.19	12.70	12.26	11.87
10.3	28.01	17.61	15.61	14.73	14.02	13.43	12.92	12.47	12.08
10.4	28.29	17.91	15.88	14.99	14.27	13.66	13.15	12.69	12.29
10.5	28.56	18.22	16.15	15.25	14.52	13.90	13.38	12.92	12.51
10.6	28.83	18.53	16.43	15.51	14.77	14.14	13.61	13.14	12.72
10.7	29.10	18.84	16.71	15.78	15.02	14.38	13.84	13.37	12.94
10.8	29.37	19.15	16.99	16.04	15.27	14.63	14.08	13.59	13.16
10.9	29.65	19.47	17.27	16.31	15.53	14.87	14.32	13.82	13.39
11.0	29.92	19.79	17.55	16.58	15.79	15.12	14.55	14.05	13.61
11.1	30.19	20.11	17.84	16.85	16.05	15.37	14.79	14.29	13.84
11.2	30.46	20.43	18.13	17.13	16.31	15.62	15.04	14.52	14.06
11.3	30.73	20.76	18.42	17.40	16.57	15.87	15.28	14.76	14.29
11.4	31.01	21.09	18.71	17.68	16.84	16.13	15.53	14.99	14.52
11.5	31.28	21.42	19.01	17.96	17.10	16.39	15.77	15.23	14.75
11.6	31.55	21.75	19.31	18.24	17.37	16.64	16.02	15.48	14.99
11.7	31.82	22.08	19.61	18.53	17.64	16.91	16.27	15.72	15.22
11.8	32.09	22.42	19.91	18.81	17.92	17.17	16.53	15.96	15.46
11.9	32.37	22.76	20.21	19.10	18.19	17.43	16.78	16.21	15.70
12.0	32.64	23.10	20.52	19.39	18.47	17.70	17.04	16.46	15.94

### AquaPEX de Uponor de 1½" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	5.68	0.49	0.42	0.39	0.37	0.35	0.34	0.32	0.31
1.6	6.06	0.55	0.47	0.44	0.42	0.40	0.38	0.36	0.35
1.7	6.44	0.61	0.53	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.39
1.8	6.82	0.67	0.58	0.54	0.51	0.49	0.46	0.45	0.43
1.9	7.20	0.74	0.64	0.60	0.56	0.54	0.51	0.49	0.47
2.0	7.58	0.80	0.70	0.65	0.62	0.59	0.56	0.54	0.52
2.1	7.96	0.88	0.76	0.71	0.67	0.64	0.61	0.59	0.57
2.2	8.34	0.95	0.83	0.77	0.73	0.69	0.66	0.64	0.61
2.3	8.71	1.03	0.89	0.83	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67
2.4	9.09	1.10	0.96	0.90	0.85	0.81	0.77	0.74	0.72
2.5	9.47	1.19	1.03	0.97	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77
2.6	9.85	1.27	1.11	1.04	0.98	0.93	0.89	0.86	0.83
2.7	10.23	1.36	1.18	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89
2.8	10.61	1.45	1.26	1.18	1.12	1.06	1.02	0.98	0.95
2.9	10.99	1.54	1.34	1.26	1.19	1.13	1.08	1.04	1.01
3.0	11.37	1.63	1.42	1.33	1.26	1.20	1.15	1.11	1.07
3.1	11.75	1.73	1.51	1.41	1.34	1.28	1.22	1.18	1.13
3.2	12.12	1.83	1.60	1.50	1.42	1.35	1.29	1.24	1.20
3.3	12.50	1.93	1.68	1.58	1.50	1.43	1.37	1.31	1.27
3.4	12.88	2.03	1.78	1.67	1.58	1.50	1.44	1.39	1.34
3.5	13.26	2.14	1.87	1.75	1.66	1.58	1.52	1.46	1.41
3.6	13.64	2.24	1.96	1.84	1.75	1.66	1.60	1.54	1.48
3.7	14.02	2.35	2.06	1.94	1.83	1.75	1.68	1.61	1.56
3.8	14.40	2.47	2.16	2.03	1.92	1.83	1.76	1.69	1.63
3.9	14.78	2.58	2.26	2.12	2.01	1.92	1.84	1.77	1.71
4.0	15.16	2.70	2.37	2.22	2.11	2.01	1.93	1.85	1.79
4.1	15.53	2.82	2.47	2.32	2.20	2.10	2.01	1.94	1.87
4.2	15.91	2.94	2.58	2.42	2.30	2.19	2.10	2.02	1.96
4.3	16.29	3.06	2.69	2.53	2.40	2.29	2.19	2.11	2.04
4.4	16.67	3.19	2.80	2.63	2.50	2.38	2.29	2.20	2.13
4.5	17.05	3.32	2.91	2.74	2.60	2.48	2.38	2.29	2.21
4.6	17.43	3.45	3.03	2.85	2.70	2.58	2.48	2.38	2.30
4.7	17.81	3.58	3.15	2.96	2.81	2.68	2.57	2.48	2.39
4.8	18.19	3.72	3.27	3.07	2.92	2.78	2.67	2.57	2.49
4.9	18.57	3.86	3.39	3.19	3.03	2.89	2.77	2.67	2.58
5.0	18.94	4.00	3.51	3.31	3.14	2.99	2.87	2.77	2.68
5.1	19.32	4.14	3.64	3.42	3.25	3.10	2.98	2.87	2.77
5.2	19.70	4.28	3.77	3.54	3.36	3.21	3.08	2.97	2.87
5.3	20.08	4.43	3.90	3.67	3.48	3.32	3.19	3.08	2.97
5.4	20.46	4.58	4.03	3.79	3.60	3.44	3.30	3.18	3.07
5.5	20.84	4.73	4.16	3.92	3.72	3.55	3.41	3.29	3.18
5.6	21.22	4.88	4.30	4.05	3.84	3.67	3.52	3.40	3.28
5.7	21.60	5.03	4.44	4.18	3.96	3.79	3.64	3.51	3.39
5.8	21.98	5.19	4.57	4.31	4.09	3.91	3.75	3.62	3.50
5.9	22.35	5.35	4.72	4.44	4.22	4.03	3.87	3.73	3.61
6.0	22.73	5.51	4.86	4.58	4.35	4.15	3.99	3.85	3.72
6.1	23.11	5.67	5.00	4.71	4.48	4.28	4.11	3.96	3.83
6.2	23.49	5.84	5.15	4.85	4.61	4.41	4.23	4.08	3.94
6.3	23.87	6.01	5.30	4.99	4.74	4.53	4.36	4.20	4.06
6.4	24.25	6.18	5.45	5.13	4.88	4.66	4.48	4.32	4.18
6.5	24.63	6.35	5.60	5.28	5.02	4.80	4.61	4.44	4.30
6.6	25.01	6.52	5.76	5.43	5.16	4.93	4.74	4.57	4.42
6.7	25.38	6.70	5.91	5.57	5.30	5.06	4.87	4.69	4.54

### AquaPEX de Uponor de 1½" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	25.76	6.88	6.07	5.72	5.44	5.20	5.00	4.82	4.66
6.9	26.14	7.06	6.23	5.87	5.58	5.34	5.13	4.95	4.79
7.0	26.52	7.24	6.39	6.03	5.73	5.48	5.27	5.08	4.91
7.1	26.90	7.42	6.56	6.18	5.88	5.62	5.40	5.21	5.04
7.2	27.28	7.61	6.72	6.34	6.03	5.76	5.54	5.34	5.17
7.3	27.66	7.80	6.89	6.50	6.18	5.91	5.68	5.48	5.30
7.4	28.04	7.99	7.06	6.66	6.33	6.05	5.82	5.61	5.43
7.5	28.42	8.18	7.23	6.82	6.48	6.20	5.96	5.75	5.56
7.6	28.79	8.37	7.40	6.98	6.64	6.35	6.11	5.89	5.70
7.7	29.17	8.57	7.58	7.15	6.80	6.50	6.25	6.03	5.84
7.8	29.55	8.77	7.76	7.32	6.96	6.66	6.40	6.17	5.97
7.9	29.93	8.97	7.93	7.48	7.12	6.81	6.55	6.32	6.11
8.0	30.31	9.17	8.12	7.66	7.28	6.97	6.70	6.46	6.25
8.1	30.69	9.37	8.30	7.83	7.45	7.13	6.85	6.61	6.40
8.2	31.07	9.58	8.48	8.00	7.61	7.28	7.01	6.76	6.54
8.3	31.45	9.79	8.67	8.18	7.78	7.45	7.16	6.91	6.69
8.4	31.83	10.00	8.85	8.36	7.95	7.61	7.32	7.06	6.83
8.5	32.20	10.21	9.04	8.53	8.12	7.77	7.48	7.21	6.98
8.6	32.58	10.42	9.23	8.72	8.29	7.94	7.63	7.37	7.13
8.7	32.96	10.64	9.43	8.90	8.47	8.10	7.80	7.52	7.28
8.8	33.34	10.86	9.62	9.08	8.64	8.27	7.96	7.68	7.43
8.9	33.72	11.08	9.82	9.27	8.82	8.44	8.12	7.84	7.59
9.0	34.10	11.30	10.02	9.46	9.00	8.62	8.29	8.00	7.74
9.1	34.48	11.53	10.22	9.65	9.18	8.79	8.46	8.16	7.90
9.2	34.86	11.75	10.42	9.84	9.36	8.96	8.62	8.32	8.06
9.3	35.24	11.98	10.62	10.03	9.55	9.14	8.79	8.49	8.22
9.4	35.61	12.21	10.83	10.22	9.73	9.32	8.97	8.66	8.38
9.5	35.99	12.44	11.03	10.42	9.92	9.50	9.14	8.82	8.54
9.6	36.37	12.67	11.24	10.62	10.11	9.68	9.31	8.99	8.71
9.7	36.75	12.91	11.45	10.82	10.30	9.86	9.49	9.16	8.87
9.8	37.13	13.15	11.67	11.02	10.49	10.05	9.67	9.33	9.04
9.9	37.51	13.39	11.88	11.22	10.68	10.23	9.85	9.51	9.21
10.0	37.89	13.63	12.10	11.43	10.88	10.42	10.03	9.68	9.38
10.1	38.27	13.87	12.31	11.63	11.08	10.61	10.21	9.86	9.55
10.2	38.65	14.12	12.53	11.84	11.28	10.80	10.39	10.04	9.72
10.3	39.02	14.36	12.75	12.05	11.48	10.99	10.58	10.22	9.89
10.4	39.40	14.61	12.98	12.26	11.68	11.19	10.77	10.40	10.07
10.5	39.78	14.86	13.20	12.47	11.88	11.38	10.96	10.58	10.25
10.6	40.16	15.12	13.43	12.69	12.08	11.58	11.14	10.76	10.42
10.7	40.54	15.37	13.65	12.90	12.29	11.78	11.34	10.95	10.60
10.8	40.92	15.63	13.88	13.12	12.50	11.98	11.53	11.13	10.78
10.9	41.30	15.89	14.12	13.34	12.71	12.18	11.72	11.32	10.97
11.0	41.68	16.15	14.35	13.56	12.92	12.38	11.92	11.51	11.15
11.1	42.06	16.41	14.58	13.78	13.13	12.58	12.12	11.70	11.33
11.2	42.43	16.67	14.82	14.01	13.35	12.79	12.31	11.89	11.52
11.3	42.81	16.94	15.06	14.24	13.56	13.00	12.51	12.09	11.71
11.4	43.19	17.21	15.30	14.46	13.78	13.21	12.72	12.28	11.90
11.5	43.57	17.48	15.54	14.69	14.00	13.42	12.92	12.48	12.09
11.6	43.95	17.75	15.78	14.92	14.22	13.63	13.12	12.68	12.28
11.7	44.33	18.02	16.03	15.16	14.44	13.84	13.33	12.88	12.47
11.8	44.71	18.30	16.28	15.39	14.67	14.06	13.54	13.08	12.67
11.9	45.09	18.58	16.52	15.62	14.89	14.27	13.75	13.28	12.86
12.0	45.47	18.86	16.77	15.86	15.12	14.49	13.96	13.48	13.06

### AquaPEX de Uponor de 2" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	9.75	0.35	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22
1.6	10.39	0.39	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25
1.7	11.04	0.43	0.38	0.35	0.33	0.32	0.30	0.29	0.28
1.8	11.69	0.48	0.41	0.39	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31
1.9	12.34	0.52	0.46	0.43	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34
2.0	12.99	0.57	0.50	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37
2.1	13.64	0.62	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.41
2.2	14.29	0.68	0.59	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44
2.3	14.94	0.73	0.64	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48
2.4	15.59	0.79	0.69	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54	0.52
2.5	16.24	0.85	0.74	0.69	0.66	0.63	0.60	0.58	0.56
2.6	16.89	0.91	0.79	0.74	0.70	0.67	0.64	0.62	0.60
2.7	17.54	0.97	0.85	0.79	0.75	0.72	0.69	0.66	0.64
2.8	18.19	1.03	0.90	0.85	0.80	0.77	0.73	0.71	0.68
2.9	18.84	1.10	0.96	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75	0.73
3.0	19.49	1.16	1.02	0.96	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77
3.1	20.14	1.23	1.08	1.02	0.96	0.92	0.88	0.85	0.82
3.2	20.79	1.30	1.14	1.07	1.02	0.97	0.93	0.90	0.87
3.3	21.44	1.38	1.21	1.13	1.08	1.03	0.98	0.95	0.91
3.4	22.09	1.45	1.27	1.20	1.13	1.08	1.04	1.00	0.97
3.5	22.74	1.53	1.34	1.26	1.19	1.14	1.09	1.05	1.02
3.6	23.39	1.60	1.41	1.32	1.26	1.20	1.15	1.11	1.07
3.7	24.04	1.68	1.48	1.39	1.32	1.26	1.21	1.16	1.12
3.8	24.69	1.76	1.55	1.46	1.38	1.32	1.27	1.22	1.18
3.9	25.34	1.85	1.62	1.53	1.45	1.38	1.33	1.28	1.24
4.0	25.99	1.93	1.70	1.60	1.52	1.45	1.39	1.34	1.29
4.1	26.64	2.02	1.77	1.67	1.58	1.51	1.45	1.40	1.35
4.2	27.29	2.10	1.85	1.74	1.65	1.58	1.52	1.46	1.41
4.3	27.94	2.19	1.93	1.82	1.72	1.65	1.58	1.52	1.47
4.4	28.59	2.28	2.01	1.89	1.80	1.72	1.65	1.59	1.54
4.5	29.24	2.38	2.09	1.97	1.87	1.79	1.72	1.65	1.60
4.6	29.89	2.47	2.18	2.05	1.95	1.86	1.79	1.72	1.66
4.7	30.54	2.57	2.26	2.13	2.02	1.93	1.86	1.79	1.73
4.8	31.19	2.66	2.35	2.21	2.10	2.01	1.93	1.86	1.80
4.9	31.84	2.76	2.44	2.29	2.18	2.08	2.00	1.93	1.86
5.0	32.49	2.86	2.53	2.38	2.26	2.16	2.07	2.00	1.93
5.1	33.14	2.96	2.62	2.46	2.34	2.24	2.15	2.07	2.00
5.2	33.79	3.07	2.71	2.55	2.42	2.32	2.23	2.15	2.08
5.3	34.44	3.17	2.80	2.64	2.51	2.40	2.30	2.22	2.15
5.4	35.09	3.28	2.90	2.73	2.59	2.48	2.38	2.30	2.22
5.5	35.74	3.39	2.99	2.82	2.68	2.56	2.46	2.37	2.30
5.6	36.39	3.50	3.09	2.91	2.77	2.65	2.54	2.45	2.37
5.7	37.04	3.61	3.19	3.01	2.86	2.73	2.63	2.53	2.45
5.8	37.69	3.72	3.29	3.10	2.95	2.82	2.71	2.61	2.53
5.9	38.34	3.84	3.39	3.20	3.04	2.91	2.80	2.70	2.61
6.0	38.99	3.95	3.49	3.30	3.13	3.00	2.88	2.78	2.69
6.1	39.64	4.07	3.60	3.39	3.23	3.09	2.97	2.86	2.77
6.2	40.29	4.19	3.71	3.50	3.32	3.18	3.06	2.95	2.85
6.3	40.94	4.31	3.81	3.60	3.42	3.27	3.15	3.03	2.94
6.4	41.59	4.43	3.92	3.70	3.52	3.37	3.24	3.12	3.02
6.5	42.24	4.55	4.03	3.80	3.62	3.46	3.33	3.21	3.11
6.6	42.89	4.68	4.14	3.91	3.72	3.56	3.42	3.30	3.19
6.7	43.54	4.81	4.26	4.02	3.82	3.66	3.52	3.39	3.28

### AquaPEX de Uponor de 2" (100 % de agua)

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	44.18	4.93	4.37	4.12	3.92	3.75	3.61	3.48	3.37
6.9	44.83	5.06	4.49	4.23	4.03	3.86	3.71	3.58	3.46
7.0	45.48	5.19	4.60	4.34	4.13	3.96	3.81	3.67	3.55
7.1	46.13	5.33	4.72	4.46	4.24	4.06	3.90	3.77	3.65
7.2	46.78	5.46	4.84	4.57	4.35	4.16	4.00	3.86	3.74
7.3	47.43	5.60	4.96	4.68	4.46	4.27	4.10	3.96	3.83
7.4	48.08	5.73	5.08	4.80	4.57	4.37	4.21	4.06	3.93
7.5	48.73	5.87	5.21	4.92	4.68	4.48	4.31	4.16	4.03
7.6	49.38	6.01	5.33	5.04	4.79	4.59	4.41	4.26	4.12
7.7	50.03	6.15	5.46	5.16	4.91	4.70	4.52	4.36	4.22
7.8	50.68	6.30	5.59	5.28	5.02	4.81	4.63	4.47	4.32
7.9	51.33	6.44	5.72	5.40	5.14	4.92	4.73	4.57	4.42
8.0	51.97	6.59	5.85	5.52	5.26	5.03	4.84	4.68	4.53
8.1	52.62	6.73	5.98	5.65	5.38	5.15	4.95	4.78	4.63
8.2	53.27	6.88	6.11	5.77	5.50	5.26	5.06	4.89	4.73
8.3	53.92	7.03	6.24	5.90	5.62	5.38	5.18	5.00	4.84
8.4	54.57	7.18	6.38	6.03	5.74	5.50	5.29	5.11	4.95
8.5	55.22	7.34	6.52	6.16	5.86	5.62	5.41	5.22	5.05
8.6	55.87	7.49	6.65	6.29	5.99	5.74	5.52	5.33	5.16
8.7	56.52	7.65	6.79	6.42	6.11	5.86	5.64	5.44	5.27
8.8	57.17	7.80	6.93	6.55	6.24	5.98	5.76	5.56	5.38
8.9	57.82	7.96	7.08	6.69	6.37	6.10	5.87	5.67	5.49
9.0	58.47	8.12	7.22	6.82	6.50	6.23	5.99	5.79	5.61
9.1	59.12	8.28	7.36	6.96	6.63	6.35	6.12	5.91	5.72
9.2	59.77	8.45	7.51	7.10	6.76	6.48	6.24	6.02	5.83
9.3	60.42	8.61	7.66	7.24	6.90	6.61	6.36	6.14	5.95
9.4	61.07	8.78	7.81	7.38	7.03	6.74	6.49	6.26	6.07
9.5	61.72	8.94	7.95	7.52	7.17	6.87	6.61	6.39	6.18
9.6	62.37	9.11	8.11	7.66	7.30	7.00	6.74	6.51	6.30
9.7	63.02	9.28	8.26	7.81	7.44	7.13	6.87	6.63	6.42
9.8	63.67	9.45	8.41	7.95	7.58	7.26	6.99	6.76	6.54
9.9	64.32	9.63	8.57	8.10	7.72	7.40	7.12	6.88	6.67
10.0	64.97	9.80	8.72	8.25	7.86	7.53	7.26	7.01	6.79
10.1	65.62	9.98	8.88	8.40	8.00	7.67	7.39	7.14	6.91
10.2	66.27	10.15	9.04	8.55	8.15	7.81	7.52	7.27	7.04
10.3	66.92	10.33	9.20	8.70	8.29	7.95	7.66	7.40	7.16
10.4	67.57	10.51	9.36	8.85	8.44	8.09	7.79	7.53	7.29
10.5	68.22	10.69	9.52	9.01	8.59	8.23	7.93	7.66	7.42
10.6	68.87	10.87	9.68	9.16	8.73	8.37	8.06	7.79	7.55
10.7	69.52	11.06	9.85	9.32	8.88	8.52	8.20	7.93	7.68
10.8	70.17	11.24	10.02	9.48	9.03	8.66	8.34	8.06	7.81
10.9	70.82	11.43	10.18	9.63	9.19	8.81	8.48	8.20	7.94
11.0	71.47	11.62	10.35	9.79	9.34	8.95	8.63	8.33	8.07
11.1	72.12	11.81	10.52	9.96	9.49	9.10	8.77	8.47	8.21
11.2	72.77	12.00	10.69	10.12	9.65	9.25	8.91	8.61	8.34
11.3	73.42	12.19	10.86	10.28	9.80	9.40	9.06	8.75	8.48
11.4	74.07	12.38	11.04	10.45	9.96	9.55	9.20	8.89	8.62
11.5	74.72	12.58	11.21	10.61	10.12	9.71	9.35	9.04	8.76
11.6	75.37	12.78	11.39	10.78	10.28	9.86	9.50	9.18	8.89
11.7	76.02	12.97	11.57	10.95	10.44	10.01	9.65	9.32	9.04
11.8	76.67	13.17	11.74	11.12	10.60	10.17	9.80	9.47	9.18
11.9	77.32	13.37	11.92	11.29	10.77	10.33	9.95	9.62	9.32
12.0	77.97	13.57	12.11	11.46	10.93	10.48	10.10	9.76	9.46

**AquaPEX de Uponor de 2½" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	14.85	0.27	0.23	0.22	0.20	0.19	0.19	0.18	0.17
1.6	15.84	0.30	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19
1.7	16.83	0.33	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.22
1.8	17.82	0.37	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24
1.9	18.81	0.40	0.35	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26
2.0	19.80	0.44	0.38	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29
2.1	20.79	0.48	0.42	0.39	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32
2.2	21.78	0.52	0.45	0.43	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34
2.3	22.77	0.56	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37
2.4	23.76	0.61	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40
2.5	24.75	0.65	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.45	0.43
2.6	25.74	0.70	0.61	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46
2.7	26.73	0.74	0.65	0.61	0.58	0.55	0.53	0.51	0.49
2.8	27.72	0.79	0.70	0.65	0.62	0.59	0.57	0.55	0.53
2.9	28.71	0.84	0.74	0.70	0.66	0.63	0.60	0.58	0.56
3.0	29.70	0.90	0.79	0.74	0.70	0.67	0.64	0.62	0.60
3.1	30.69	0.95	0.83	0.78	0.74	0.71	0.68	0.66	0.63
3.2	31.68	1.00	0.88	0.83	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67
3.3	32.67	1.06	0.93	0.88	0.83	0.79	0.76	0.73	0.71
3.4	33.66	1.12	0.98	0.92	0.88	0.84	0.80	0.77	0.75
3.5	34.65	1.18	1.03	0.97	0.92	0.88	0.85	0.82	0.79
3.6	35.64	1.23	1.09	1.02	0.97	0.93	0.89	0.86	0.83
3.7	36.63	1.30	1.14	1.08	1.02	0.98	0.94	0.90	0.87
3.8	37.62	1.36	1.20	1.13	1.07	1.02	0.98	0.95	0.91
3.9	38.61	1.42	1.25	1.18	1.12	1.07	1.03	0.99	0.96
4.0	39.60	1.49	1.31	1.24	1.17	1.12	1.08	1.04	1.00
4.1	40.59	1.55	1.37	1.29	1.23	1.17	1.13	1.09	1.05
4.2	41.58	1.62	1.43	1.35	1.28	1.22	1.18	1.13	1.10
4.3	42.57	1.69	1.49	1.41	1.34	1.28	1.23	1.18	1.14
4.4	43.57	1.76	1.55	1.47	1.39	1.33	1.28	1.23	1.19
4.5	44.56	1.83	1.62	1.53	1.45	1.39	1.33	1.28	1.24
4.6	45.55	1.90	1.68	1.59	1.51	1.44	1.39	1.34	1.29
4.7	46.54	1.98	1.75	1.65	1.57	1.50	1.44	1.39	1.34
4.8	47.53	2.05	1.82	1.71	1.63	1.56	1.50	1.44	1.39
4.9	48.52	2.13	1.88	1.78	1.69	1.61	1.55	1.50	1.45
5.0	49.51	2.21	1.95	1.84	1.75	1.67	1.61	1.55	1.50
5.1	50.50	2.29	2.02	1.91	1.81	1.74	1.67	1.61	1.56
5.2	51.49	2.37	2.09	1.98	1.88	1.80	1.73	1.67	1.61
5.3	52.48	2.45	2.17	2.04	1.94	1.86	1.79	1.72	1.67
5.4	53.47	2.53	2.24	2.11	2.01	1.92	1.85	1.78	1.73
5.5	54.46	2.61	2.32	2.18	2.08	1.99	1.91	1.84	1.78
5.6	55.45	2.70	2.39	2.26	2.15	2.05	1.97	1.91	1.84
5.7	56.44	2.79	2.47	2.33	2.22	2.12	2.04	1.97	1.90
5.8	57.43	2.87	2.55	2.40	2.29	2.19	2.10	2.03	1.96
5.9	58.42	2.96	2.62	2.48	2.36	2.26	2.17	2.09	2.03
6.0	59.41	3.05	2.71	2.55	2.43	2.33	2.24	2.16	2.09
6.1	60.40	3.14	2.79	2.63	2.50	2.40	2.30	2.22	2.15
6.2	61.39	3.23	2.87	2.71	2.58	2.47	2.37	2.29	2.22
6.3	62.38	3.33	2.95	2.79	2.65	2.54	2.44	2.36	2.28
6.4	63.37	3.42	3.04	2.87	2.73	2.61	2.51	2.43	2.35
6.5	64.36	3.52	3.12	2.95	2.81	2.69	2.58	2.49	2.41
6.6	65.35	3.61	3.21	3.03	2.88	2.76	2.66	2.56	2.48
6.7	66.34	3.71	3.30	3.11	2.96	2.84	2.73	2.64	2.55

**AquaPEX de Uponor de 2½" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	67.33	3.81	3.38	3.20	3.04	2.91	2.80	2.71	2.62
6.9	68.32	3.91	3.47	3.28	3.12	2.99	2.88	2.78	2.69
7.0	69.31	4.01	3.56	3.37	3.21	3.07	2.96	2.85	2.76
7.1	70.30	4.12	3.66	3.45	3.29	3.15	3.03	2.93	2.83
7.2	71.29	4.22	3.75	3.54	3.37	3.23	3.11	3.00	2.91
7.3	72.28	4.33	3.84	3.63	3.46	3.31	3.19	3.08	2.98
7.4	73.27	4.43	3.94	3.72	3.54	3.40	3.27	3.16	3.06
7.5	74.26	4.54	4.03	3.81	3.63	3.48	3.35	3.23	3.13
7.6	75.25	4.65	4.13	3.90	3.72	3.56	3.43	3.31	3.21
7.7	76.24	4.76	4.23	4.00	3.81	3.65	3.51	3.39	3.28
7.8	77.23	4.87	4.33	4.09	3.90	3.73	3.60	3.47	3.36
7.9	78.22	4.98	4.43	4.19	3.99	3.82	3.68	3.55	3.44
8.0	79.21	5.09	4.53	4.28	4.08	3.91	3.76	3.63	3.52
8.1	80.20	5.21	4.63	4.38	4.17	4.00	3.85	3.72	3.60
8.2	81.19	5.32	4.73	4.48	4.27	4.09	3.94	3.80	3.68
8.3	82.18	5.44	4.84	4.58	4.36	4.18	4.02	3.89	3.76
8.4	83.17	5.55	4.94	4.68	4.46	4.27	4.11	3.97	3.85
8.5	84.16	5.67	5.05	4.78	4.55	4.36	4.20	4.06	3.93
8.6	85.15	5.79	5.16	4.88	4.65	4.46	4.29	4.14	4.01
8.7	86.14	5.91	5.27	4.98	4.75	4.55	4.38	4.23	4.10
8.8	87.13	6.04	5.37	5.08	4.85	4.65	4.47	4.32	4.19
8.9	88.12	6.16	5.49	5.19	4.95	4.74	4.57	4.41	4.27
9.0	89.11	6.28	5.60	5.29	5.05	4.84	4.66	4.50	4.36
9.1	90.10	6.41	5.71	5.40	5.15	4.94	4.75	4.59	4.45
9.2	91.09	6.53	5.82	5.51	5.25	5.03	4.85	4.68	4.54
9.3	92.08	6.66	5.94	5.62	5.36	5.13	4.95	4.78	4.63
9.4	93.07	6.79	6.05	5.73	5.46	5.23	5.04	4.87	4.72
9.5	94.06	6.92	6.17	5.84	5.57	5.34	5.14	4.97	4.81
9.6	95.05	7.05	6.28	5.95	5.67	5.44	5.24	5.06	4.90
9.7	96.04	7.18	6.40	6.06	5.78	5.54	5.34	5.16	5.00
9.8	97.03	7.32	6.52	6.17	5.89	5.65	5.44	5.25	5.09
9.9	98.02	7.45	6.64	6.29	6.00	5.75	5.54	5.35	5.19
10.0	99.01	7.58	6.76	6.40	6.11	5.86	5.64	5.45	5.28
10.1	100.00	7.72	6.89	6.52	6.22	5.96	5.74	5.55	5.38
10.2	100.99	7.86	7.01	6.64	6.33	6.07	5.85	5.65	5.48
10.3	101.98	8.00	7.13	6.75	6.44	6.18	5.95	5.75	5.57
10.4	102.97	8.14	7.26	6.87	6.56	6.29	6.06	5.85	5.67
10.5	103.96	8.28	7.38	6.99	6.67	6.40	6.16	5.96	5.77
10.6	104.95	8.42	7.51	7.11	6.79	6.51	6.27	6.06	5.87
10.7	105.94	8.56	7.64	7.23	6.90	6.62	6.38	6.17	5.97
10.8	106.93	8.70	7.77	7.36	7.02	6.73	6.49	6.27	6.08
10.9	107.92	8.85	7.90	7.48	7.14	6.85	6.60	6.38	6.18
11.0	108.91	8.99	8.03	7.60	7.26	6.96	6.71	6.48	6.28
11.1	109.90	9.14	8.16	7.73	7.38	7.08	6.82	6.59	6.39
11.2	110.89	9.29	8.29	7.86	7.50	7.19	6.93	6.70	6.49
11.3	111.88	9.44	8.43	7.98	7.62	7.31	7.04	6.81	6.60
11.4	112.87	9.59	8.56	8.11	7.74	7.43	7.16	6.92	6.71
11.5	113.86	9.74	8.70	8.24	7.86	7.55	7.27	7.03	6.81
11.6	114.85	9.89	8.84	8.37	7.99	7.66	7.39	7.14	6.92
11.7	115.84	10.05	8.97	8.50	8.11	7.79	7.50	7.25	7.03
11.8	116.83	10.20	9.11	8.63	8.24	7.91	7.62	7.37	7.14
11.9	117.82	10.35	9.25	8.77	8.37	8.03	7.74	7.48	7.25
12.0	118.81	10.51	9.39	8.90	8.49	8.15	7.86	7.60	7.36

**AquaPEX de Uponor de 3" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
1.5	21.12	0.21	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14
1.6	22.53	0.24	0.21	0.20	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16
1.7	23.93	0.27	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17
1.8	25.34	0.29	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19
1.9	26.75	0.32	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21
2.0	28.16	0.35	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23
2.1	29.57	0.38	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25
2.2	30.97	0.42	0.37	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	0.28
2.3	32.38	0.45	0.40	0.37	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30
2.4	33.79	0.49	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32
2.5	35.20	0.52	0.46	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36	0.35
2.6	36.60	0.56	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37
2.7	38.01	0.60	0.53	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40
2.8	39.42	0.64	0.56	0.53	0.50	0.48	0.46	0.44	0.43
2.9	40.83	0.68	0.60	0.56	0.53	0.51	0.49	0.47	0.45
3.0	42.24	0.72	0.63	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48
3.1	43.64	0.76	0.67	0.63	0.60	0.57	0.55	0.53	0.51
3.2	45.05	0.81	0.71	0.67	0.64	0.61	0.58	0.56	0.54
3.3	46.46	0.85	0.75	0.71	0.67	0.64	0.62	0.59	0.57
3.4	47.87	0.90	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	0.63	0.61
3.5	49.28	0.95	0.83	0.79	0.75	0.71	0.69	0.66	0.64
3.6	50.68	0.99	0.88	0.83	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67
3.7	52.09	1.04	0.92	0.87	0.82	0.79	0.76	0.73	0.71
3.8	53.50	1.09	0.97	0.91	0.87	0.83	0.79	0.77	0.74
3.9	54.91	1.15	1.01	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.78
4.0	56.31	1.20	1.06	1.00	0.95	0.91	0.87	0.84	0.81
4.1	57.72	1.25	1.11	1.04	0.99	0.95	0.91	0.88	0.85
4.2	59.13	1.31	1.15	1.09	1.04	0.99	0.95	0.92	0.89
4.3	60.54	1.36	1.20	1.14	1.08	1.03	0.99	0.96	0.93
4.4	61.95	1.42	1.25	1.18	1.13	1.08	1.03	1.00	0.97
4.5	63.35	1.48	1.31	1.23	1.17	1.12	1.08	1.04	1.01
4.6	64.76	1.53	1.36	1.28	1.22	1.17	1.12	1.08	1.05
4.7	66.17	1.59	1.41	1.33	1.27	1.21	1.17	1.12	1.09
4.8	67.58	1.65	1.47	1.38	1.32	1.26	1.21	1.17	1.13
4.9	68.99	1.72	1.52	1.44	1.37	1.31	1.26	1.21	1.17
5.0	70.39	1.78	1.58	1.49	1.42	1.36	1.30	1.26	1.22
5.1	71.80	1.84	1.63	1.54	1.47	1.40	1.35	1.30	1.26
5.2	73.21	1.91	1.69	1.60	1.52	1.45	1.40	1.35	1.31
5.3	74.62	1.97	1.75	1.65	1.57	1.51	1.45	1.40	1.35
5.4	76.02	2.04	1.81	1.71	1.63	1.56	1.50	1.45	1.40
5.5	77.43	2.11	1.87	1.77	1.68	1.61	1.55	1.49	1.45
5.6	78.84	2.18	1.93	1.82	1.74	1.66	1.60	1.54	1.49
5.7	80.25	2.25	1.99	1.88	1.79	1.72	1.65	1.59	1.54
5.8	81.66	2.32	2.06	1.94	1.85	1.77	1.70	1.64	1.59
5.9	83.06	2.39	2.12	2.00	1.91	1.83	1.76	1.70	1.64
6.0	84.47	2.46	2.19	2.06	1.97	1.88	1.81	1.75	1.69
6.1	85.88	2.53	2.25	2.13	2.03	1.94	1.87	1.80	1.74
6.2	87.29	2.61	2.32	2.19	2.09	2.00	1.92	1.86	1.80
6.3	88.70	2.68	2.39	2.25	2.15	2.06	1.98	1.91	1.85
6.4	90.10	2.76	2.45	2.32	2.21	2.12	2.04	1.97	1.90
6.5	91.51	2.84	2.52	2.38	2.27	2.18	2.09	2.02	1.96
6.6	92.92	2.92	2.59	2.45	2.33	2.24	2.15	2.08	2.01
6.7	94.33	2.99	2.66	2.52	2.40	2.30	2.21	2.14	2.07

**AquaPEX de Uponor de 3" (100 % de agua)**

Pérdida en psi por 100 pies de tubería									
Velocidad (pies / seg.)	gpm	40 °F 4 °C	60 °F 16 °C	80 °F 27 °C	100 °F 38 °C	120 °F 49 °C	140 °F 60 °C	160 °F 71 °C	180 °F 82 °C
6.8	95.73	3.08	2.74	2.59	2.46	2.36	2.27	2.19	2.12
6.9	97.14	3.16	2.81	2.65	2.53	2.42	2.33	2.25	2.18
7.0	98.55	3.24	2.88	2.72	2.60	2.49	2.39	2.31	2.24
7.1	99.96	3.32	2.96	2.80	2.66	2.55	2.46	2.37	2.30
7.2	101.37	3.41	3.03	2.87	2.73	2.62	2.52	2.43	2.36
7.3	102.77	3.49	3.11	2.94	2.80	2.68	2.58	2.50	2.42
7.4	104.18	3.58	3.18	3.01	2.87	2.75	2.65	2.56	2.48
7.5	105.59	3.66	3.26	3.09	2.94	2.82	2.71	2.62	2.54
7.6	107.00	3.75	3.34	3.16	3.01	2.89	2.78	2.68	2.60
7.7	108.41	3.84	3.42	3.23	3.08	2.96	2.85	2.75	2.66
7.8	109.81	3.93	3.50	3.31	3.16	3.03	2.91	2.81	2.73
7.9	111.22	4.02	3.58	3.39	3.23	3.10	2.98	2.88	2.79
8.0	112.63	4.11	3.66	3.47	3.30	3.17	3.05	2.95	2.85
8.1	114.04	4.20	3.75	3.54	3.38	3.24	3.12	3.01	2.92
8.2	115.44	4.30	3.83	3.62	3.45	3.31	3.19	3.08	2.99
8.3	116.85	4.39	3.91	3.70	3.53	3.39	3.26	3.15	3.05
8.4	118.26	4.48	4.00	3.78	3.61	3.46	3.33	3.22	3.12
8.5	119.67	4.58	4.08	3.87	3.69	3.54	3.41	3.29	3.19
8.6	121.08	4.68	4.17	3.95	3.77	3.61	3.48	3.36	3.26
8.7	122.48	4.77	4.26	4.03	3.85	3.69	3.55	3.43	3.33
8.8	123.89	4.87	4.35	4.12	3.93	3.76	3.63	3.50	3.40
8.9	125.30	4.97	4.44	4.20	4.01	3.84	3.70	3.58	3.47
9.0	126.71	5.07	4.53	4.29	4.09	3.92	3.78	3.65	3.54
9.1	128.12	5.17	4.62	4.37	4.17	4.00	3.85	3.72	3.61
9.2	129.52	5.28	4.71	4.46	4.25	4.08	3.93	3.80	3.68
9.3	130.93	5.38	4.80	4.55	4.34	4.16	4.01	3.88	3.76
9.4	132.34	5.48	4.90	4.64	4.42	4.24	4.09	3.95	3.83
9.5	133.75	5.59	4.99	4.73	4.51	4.33	4.17	4.03	3.90
9.6	135.15	5.69	5.09	4.82	4.60	4.41	4.25	4.11	3.98
9.7	136.56	5.80	5.18	4.91	4.68	4.49	4.33	4.18	4.05
9.8	137.97	5.91	5.28	5.00	4.77	4.58	4.41	4.26	4.13
9.9	139.38	6.02	5.38	5.09	4.86	4.66	4.49	4.34	4.21
10.0	140.79	6.13	5.47	5.18	4.95	4.75	4.57	4.42	4.29
10.1	142.19	6.24	5.57	5.28	5.04	4.83	4.66	4.50	4.36
10.2	143.60	6.35	5.67	5.37	5.13	4.92	4.74	4.58	4.44
10.3	145.01	6.46	5.77	5.47	5.22	5.01	4.83	4.67	4.52
10.4	146.42	6.57	5.87	5.57	5.31	5.10	4.91	4.75	4.60
10.5	147.83	6.69	5.98	5.66	5.40	5.19	5.00	4.83	4.68
10.6	149.23	6.80	6.08	5.76	5.50	5.28	5.09	4.92	4.77
10.7	150.64	6.92	6.18	5.86	5.59	5.37	5.17	5.00	4.85
10.8	152.05	7.03	6.29	5.96	5.69	5.46	5.26	5.09	4.93
10.9	153.46	7.15	6.39	6.06	5.78	5.55	5.35	5.17	5.02
11.0	154.86	7.27	6.50	6.16	5.88	5.64	5.44	5.26	5.10
11.1	156.27	7.39	6.61	6.26	5.98	5.74	5.53	5.35	5.18
11.2	157.68	7.51	6.71	6.36	6.08	5.83	5.62	5.44	5.27
11.3	159.09	7.63	6.82	6.47	6.17	5.93	5.71	5.53	5.36
11.4	160.50	7.75	6.93	6.57	6.27	6.02	5.81	5.61	5.44
11.5	161.90	7.87	7.04	6.68	6.37	6.12	5.90	5.70	5.53
11.6	163.31	7.99	7.15	6.78	6.47	6.22	5.99	5.80	5.62
11.7	164.72	8.12	7.26	6.89	6.58	6.31	6.09	5.89	5.71
11.8	166.13	8.24	7.38	6.99	6.68	6.41	6.18	5.98	5.80
11.9	167.54	8.37	7.49	7.10	6.78	6.51	6.28	6.07	5.89
12.0	168.94	8.50	7.60	7.21	6.89	6.61	6.37	6.17	5.98

PEX de Uponor de ½" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.0	0.55	1.98	1.87	1.74	1.70	1.66	1.63	1.60	1.54	1.49	1.44	1.40	1.36	1.33	1.30	1.27	1.25	1.22	1.20	1.18	1.17
1.2	0.66	2.69	2.54	2.37	2.32	2.27	2.22	2.18	2.10	2.03	1.97	1.92	1.87	1.82	1.78	1.75	1.71	1.68	1.65	1.63	1.60
1.4	0.77	3.48	3.30	3.09	3.02	2.95	2.90	2.84	2.74	2.65	2.57	2.50	2.44	2.38	2.33	2.28	2.24	2.20	2.16	2.13	2.10
1.6	0.88	4.36	4.13	3.88	3.80	3.71	3.64	3.57	3.44	3.33	3.24	3.15	3.07	3.00	2.94	2.88	2.83	2.78	2.73	2.69	2.65
1.8	0.99	5.33	5.05	4.74	4.64	4.54	4.46	4.37	4.22	4.09	3.97	3.87	3.77	3.69	3.61	3.54	3.48	3.41	3.36	3.31	3.26
2.0	1.10	6.38	6.05	5.68	5.57	5.44	5.35	5.24	5.06	4.91	4.77	4.65	4.53	4.43	4.34	4.26	4.18	4.11	4.04	3.98	3.93
2.2	1.22	7.50	7.12	6.69	6.56	6.42	6.30	6.18	5.97	5.79	5.63	5.49	5.35	5.24	5.13	5.03	4.94	4.86	4.78	4.71	4.65
2.4	1.33	8.70	8.27	7.78	7.62	7.46	7.33	7.19	6.95	6.74	6.55	6.39	6.23	6.10	5.98	5.86	5.76	5.66	5.57	5.49	5.42
2.6	1.44	9.98	9.49	8.93	8.75	8.57	8.41	8.26	7.99	7.75	7.53	7.35	7.17	7.02	6.88	6.75	6.63	6.52	6.42	6.33	6.24
2.8	1.55	11.33	10.77	10.15	9.95	9.74	9.57	9.39	9.09	8.82	8.58	8.36	8.17	7.99	7.84	7.69	7.56	7.43	7.32	7.21	7.12
3.0	1.66	12.76	12.13	11.43	11.21	10.98	10.79	10.59	10.25	9.95	9.68	9.44	9.22	9.03	8.85	8.68	8.53	8.39	8.27	8.15	8.04
3.2	1.77	14.25	13.56	12.79	12.54	12.28	12.07	11.85	11.47	11.13	10.84	10.57	10.33	10.11	9.91	9.73	9.57	9.41	9.27	9.14	9.02
3.4	1.88	15.82	15.06	14.20	13.93	13.65	13.41	13.17	12.75	12.38	12.05	11.76	11.49	11.25	11.03	10.83	10.65	10.48	10.32	10.18	10.04
3.6	1.99	17.46	16.63	15.68	15.39	15.08	14.82	14.55	14.09	13.69	13.32	13.00	12.71	12.45	12.21	11.98	11.78	11.59	11.42	11.26	11.12
3.8	2.10	19.17	18.26	17.23	16.91	16.56	16.28	15.99	15.49	15.05	14.65	14.30	13.98	13.69	13.43	13.19	12.97	12.76	12.57	12.40	12.24
4.0	2.21	20.94	19.95	18.84	18.49	18.12	17.81	17.49	16.95	16.47	16.04	15.65	15.30	14.99	14.71	14.44	14.20	13.98	13.77	13.59	13.41
4.2	2.32	22.79	21.72	20.51	20.13	19.73	19.40	19.05	18.46	17.94	17.47	17.06	16.68	16.34	16.03	15.75	15.49	15.24	15.02	14.82	14.63
4.4	2.43	24.69	23.54	22.24	21.83	21.40	21.04	20.67	20.03	19.47	18.97	18.52	18.11	17.74	17.41	17.10	16.82	16.56	16.32	16.10	15.89
4.6	2.54	26.67	25.43	24.03	23.59	23.13	22.74	22.34	21.66	21.05	20.51	20.03	19.59	19.20	18.84	18.51	18.20	17.92	17.66	17.43	17.20
4.8	2.65	28.71	27.39	25.89	25.41	24.91	24.50	24.08	23.34	22.69	22.11	21.59	21.12	20.70	20.32	19.96	19.64	19.33	19.06	18.80	18.56
5.0	2.76	30.82	29.40	27.80	27.29	26.76	26.32	25.86	25.08	24.38	23.76	23.21	22.71	22.25	21.84	21.46	21.11	20.79	20.49	20.22	19.97
5.2	2.87	32.99	31.48	29.77	29.23	28.66	28.20	27.71	26.87	26.13	25.47	24.88	24.34	23.86	23.42	23.01	22.64	22.29	21.98	21.69	21.42
5.4	2.98	35.22	33.62	31.80	31.23	30.63	30.13	29.61	28.72	27.93	27.23	26.60	26.03	25.51	25.04	24.61	24.22	23.85	23.51	23.20	22.91
5.6	3.09	37.52	35.82	33.89	33.28	32.64	32.12	31.57	30.62	29.78	29.03	28.37	27.76	27.21	26.72	26.26	25.84	25.44	25.09	24.76	24.45
5.8	3.20	39.88	38.08	36.04	35.40	34.72	34.16	33.58	32.57	31.69	30.89	30.19	29.55	28.97	28.44	27.95	27.51	27.09	26.71	26.36	26.04
6.0	3.31	42.31	40.40	38.25	37.57	36.85	36.26	35.64	34.58	33.64	32.81	32.06	31.38	30.77	30.21	29.69	29.22	28.78	28.38	28.01	27.67
6.2	3.42	44.79	42.79	40.51	39.79	39.03	38.41	37.76	36.64	35.65	34.77	33.98	33.26	32.61	32.02	31.48	30.99	30.52	30.10	29.71	29.34
6.4	3.54	47.34	45.23	42.83	42.07	41.28	40.62	39.93	38.75	37.71	36.78	35.95	35.19	34.51	33.89	33.32	32.79	32.30	31.86	31.45	31.06
6.6	3.65	49.95	47.73	45.21	44.41	43.57	42.88	42.16	40.92	39.82	38.84	37.97	37.17	36.45	35.80	35.20	34.65	34.13	33.66	33.23	32.82
6.8	3.76	52.62	50.29	47.64	46.80	45.92	45.20	44.44	43.14	41.99	40.96	40.04	39.20	38.44	37.76	37.12	36.55	36.00	35.51	35.06	34.63
7.0	3.87	55.35	52.90	50.13	49.25	48.33	47.57	46.77	45.41	44.20	43.12	42.15	41.28	40.48	39.76	39.10	38.49	37.92	37.41	36.93	36.48
7.2	3.98	58.14	55.58	52.67	51.75	50.79	49.99	49.16	47.73	46.46	45.33	44.32	43.40	42.57	41.81	41.12	40.48	39.88	39.35	38.84	38.38
7.4	4.09	60.99	58.31	55.27	54.31	53.30	52.47	51.60	50.10	48.77	47.59	46.53	45.57	44.70	43.91	43.18	42.52	41.89	41.33	40.80	40.31
7.6	4.20	63.90	61.10	57.93	56.92	55.87	55.00	54.09	52.52	51.14	49.90	48.79	47.79	46.88	46.05	45.29	44.60	43.94	43.35	42.81	42.29
7.8	4.31	66.87	63.95	60.64	59.59	58.49	57.58	56.63	54.99	53.55	52.26	51.10	50.05	49.11	48.24	47.45	46.72	46.04	45.42	44.85	44.32
8.0	4.42	69.89	66.85	63.40	62.31	61.16	60.21	59.22	57.52	56.01	54.66	53.46	52.37	51.38	50.48	49.65	48.89	48.18	47.54	46.94	46.38

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

PEX de Uponor de 7/8" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies/seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.0	0.81	1.54	1.46	1.36	1.33	1.30	1.28	1.25	1.20	1.16	1.13	1.10	1.07	1.05	1.02	1.00	0.98	0.96	0.95	0.93	0.92
1.2	0.97	2.09	1.98	1.86	1.82	1.78	1.74	1.71	1.65	1.59	1.55	1.51	1.47	1.43	1.40	1.37	1.35	1.32	1.30	1.28	1.26
1.4	1.13	2.72	2.58	2.42	2.37	2.31	2.27	2.23	2.15	2.08	2.02	1.97	1.92	1.87	1.84	1.80	1.77	1.73	1.71	1.68	1.66
1.6	1.29	3.41	3.23	3.04	2.98	2.91	2.86	2.80	2.71	2.62	2.55	2.48	2.42	2.37	2.32	2.27	2.23	2.19	2.16	2.13	2.10
1.8	1.45	4.17	3.96	3.72	3.64	3.57	3.50	3.43	3.32	3.22	3.13	3.05	2.97	2.91	2.85	2.79	2.74	2.70	2.65	2.62	2.58
2.0	1.61	4.99	4.74	4.46	4.37	4.28	4.20	4.12	3.98	3.86	3.76	3.66	3.57	3.50	3.43	3.36	3.30	3.25	3.20	3.15	3.11
2.2	1.77	5.87	5.58	5.26	5.15	5.04	4.95	4.86	4.70	4.56	4.44	4.33	4.22	4.13	4.05	3.97	3.90	3.84	3.78	3.73	3.68
2.4	1.94	6.82	6.49	6.11	5.99	5.86	5.76	5.66	5.47	5.31	5.17	5.04	4.92	4.82	4.72	4.63	4.55	4.48	4.41	4.35	4.29
2.6	2.10	7.83	7.44	7.02	6.88	6.74	6.62	6.50	6.29	6.11	5.94	5.80	5.66	5.54	5.44	5.33	5.24	5.16	5.08	5.01	4.94
2.8	2.26	8.89	8.46	7.98	7.83	7.67	7.53	7.40	7.16	6.95	6.77	6.60	6.45	6.32	6.19	6.08	5.98	5.88	5.79	5.71	5.64
3.0	2.42	10.01	9.53	8.99	8.82	8.64	8.50	8.34	8.08	7.85	7.64	7.45	7.29	7.13	7.00	6.87	6.75	6.65	6.55	6.46	6.37
3.2	2.58	11.19	10.66	10.06	9.87	9.67	9.51	9.34	9.05	8.79	8.56	8.35	8.16	8.00	7.84	7.70	7.57	7.45	7.34	7.24	7.15
3.4	2.74	12.43	11.84	11.18	10.97	10.75	10.57	10.38	10.06	9.77	9.52	9.29	9.09	8.90	8.73	8.57	8.43	8.30	8.18	8.06	7.96
3.6	2.90	13.72	13.08	12.35	12.12	11.88	11.68	11.48	11.12	10.81	10.53	10.28	10.05	9.85	9.66	9.49	9.33	9.18	9.05	8.93	8.81
3.8	3.07	15.06	14.36	13.57	13.32	13.06	12.84	12.62	12.23	11.89	11.58	11.31	11.06	10.83	10.63	10.44	10.27	10.11	9.97	9.83	9.71
4.0	3.23	16.46	15.70	14.84	14.57	14.28	14.05	13.80	13.38	13.01	12.68	12.38	12.11	11.87	11.64	11.44	11.25	11.08	10.92	10.77	10.64
4.2	3.39	17.92	17.09	16.16	15.87	15.56	15.30	15.04	14.58	14.18	13.82	13.49	13.20	12.94	12.70	12.48	12.27	12.08	11.91	11.75	11.60
4.4	3.55	19.42	18.54	17.53	17.21	16.88	16.61	16.32	15.82	15.39	15.00	14.65	14.34	14.05	13.79	13.55	13.33	13.13	12.94	12.77	12.61
4.6	3.71	20.98	20.03	18.95	18.61	18.25	17.95	17.64	17.11	16.64	16.23	15.85	15.51	15.20	14.92	14.67	14.43	14.21	14.01	13.83	13.65
4.8	3.87	22.59	21.57	20.42	20.05	19.66	19.35	19.02	18.45	17.94	17.49	17.09	16.73	16.40	16.10	15.82	15.57	15.33	15.12	14.92	14.73
5.0	4.03	24.26	23.17	21.93	21.54	21.13	20.79	20.43	19.82	19.29	18.80	18.38	17.98	17.63	17.31	17.01	16.75	16.49	16.26	16.05	15.85
5.2	4.19	25.97	24.81	23.49	23.07	22.63	22.27	21.89	21.24	20.67	20.16	19.70	19.28	18.91	18.56	18.25	17.96	17.69	17.44	17.22	17.00
5.4	4.36	27.74	26.50	25.10	24.65	24.19	23.80	23.40	22.71	22.10	21.55	21.06	20.62	20.22	19.85	19.52	19.21	18.92	18.66	18.42	18.19
5.6	4.52	29.55	28.24	26.75	26.28	25.78	25.38	24.95	24.22	23.57	22.99	22.47	22.00	21.57	21.18	20.83	20.50	20.19	19.92	19.66	19.42
5.8	4.68	31.42	30.03	28.45	27.95	27.43	27.00	26.54	25.77	25.08	24.46	23.91	23.41	22.96	22.55	22.17	21.83	21.50	21.21	20.94	20.68
6.0	4.84	33.33	31.87	30.20	29.67	29.12	28.66	28.18	27.36	26.63	25.98	25.40	24.87	24.39	23.96	23.56	23.19	22.85	22.54	22.25	21.98
6.2	5.00	35.30	33.75	31.99	31.43	30.85	30.37	29.86	28.99	28.22	27.54	26.92	26.37	25.86	25.40	24.98	24.59	24.23	23.90	23.60	23.31
6.4	5.16	37.31	35.68	33.83	33.24	32.62	32.12	31.58	30.67	29.86	29.14	28.49	27.90	27.37	26.89	26.44	26.03	25.65	25.30	24.98	24.68
6.6	5.32	39.38	37.66	35.71	35.09	34.44	33.91	33.35	32.39	31.54	30.77	30.09	29.47	28.91	28.41	27.94	27.51	27.10	26.74	26.40	26.08
6.8	5.49	41.49	39.68	37.64	36.99	36.31	35.75	35.16	34.15	33.25	32.45	31.74	31.09	30.50	29.96	29.47	29.02	28.59	28.21	27.86	27.52
7.0	5.65	43.65	41.76	39.61	38.93	38.21	37.63	37.01	35.95	35.01	34.17	33.42	32.74	32.12	31.56	31.04	30.57	30.12	29.72	29.35	29.00
7.2	5.81	45.85	43.87	41.63	40.91	40.16	39.55	38.90	37.79	36.81	35.93	35.14	34.42	33.78	33.19	32.64	32.15	31.68	31.26	30.87	30.51
7.4	5.97	48.11	46.04	43.69	42.94	42.16	41.51	40.83	39.67	38.64	37.72	36.90	36.15	35.47	34.86	34.29	33.77	33.28	32.84	32.43	32.05
7.6	6.13	50.41	48.25	45.79	45.01	44.19	43.52	42.81	41.59	40.52	39.56	38.70	37.91	37.21	36.56	35.97	35.42	34.91	34.45	34.03	33.63
7.8	6.29	52.76	50.50	47.94	47.13	46.27	45.57	44.83	43.56	42.44	41.43	40.53	39.71	38.98	38.30	37.68	37.12	36.58	36.10	35.65	35.24
8.0	6.45	55.16	52.80	50.13	49.28	48.39	47.66	46.89	45.56	44.39	43.34	42.41	41.55	40.78	40.08	39.43	38.84	38.29	37.78	37.32	36.88

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

PEX de Uponor de ¾" (100 % agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.0	1.10	1.25	1.19	1.11	1.09	1.06	1.04	1.02	0.99	0.95	0.93	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76
1.2	1.32	1.71	1.62	1.52	1.49	1.45	1.43	1.40	1.35	1.31	1.27	1.24	1.20	1.18	1.15	1.13	1.11	1.09	1.07	1.06	1.04
1.4	1.54	2.22	2.10	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.76	1.71	1.66	1.61	1.58	1.54	1.51	1.48	1.45	1.43	1.40	1.38	1.36
1.6	1.76	2.79	2.64	2.49	2.44	2.38	2.34	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	1.99	1.95	1.91	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75	1.73
1.8	1.98	3.41	3.24	3.05	2.99	2.92	2.87	2.82	2.72	2.64	2.57	2.50	2.44	2.39	2.34	2.30	2.26	2.22	2.19	2.15	2.13
2.0	2.20	4.08	3.88	3.65	3.58	3.51	3.45	3.38	3.27	3.17	3.09	3.01	2.94	2.88	2.82	2.77	2.72	2.67	2.63	2.60	2.56
2.2	2.43	4.81	4.57	4.31	4.23	4.14	4.07	3.99	3.86	3.75	3.65	3.56	3.48	3.40	3.34	3.27	3.22	3.16	3.12	3.07	3.03
2.4	2.65	5.58	5.31	5.01	4.91	4.81	4.73	4.64	4.50	4.37	4.25	4.15	4.05	3.97	3.89	3.82	3.75	3.69	3.64	3.59	3.54
2.6	2.87	6.41	6.10	5.76	5.65	5.53	5.44	5.34	5.17	5.02	4.89	4.77	4.66	4.57	4.48	4.40	4.32	4.25	4.19	4.13	4.08
2.8	3.09	7.28	6.94	6.55	6.43	6.30	6.19	6.08	5.89	5.72	5.57	5.44	5.32	5.21	5.11	5.01	4.93	4.85	4.78	4.71	4.65
3.0	3.31	8.20	7.82	7.38	7.25	7.10	6.98	6.86	6.65	6.46	6.29	6.14	6.00	5.88	5.77	5.67	5.57	5.48	5.40	5.33	5.26
3.2	3.53	9.17	8.75	8.26	8.11	7.95	7.82	7.68	7.44	7.23	7.05	6.88	6.73	6.59	6.47	6.35	6.25	6.15	6.06	5.98	5.90
3.4	3.75	10.19	9.72	9.19	9.02	8.84	8.69	8.54	8.28	8.05	7.84	7.66	7.49	7.34	7.20	7.07	6.96	6.85	6.75	6.66	6.58
3.6	3.97	11.25	10.73	10.15	9.96	9.77	9.61	9.44	9.15	8.90	8.67	8.47	8.29	8.12	7.97	7.83	7.70	7.58	7.48	7.38	7.28
3.8	4.19	12.36	11.79	11.16	10.95	10.74	10.57	10.38	10.07	9.79	9.54	9.32	9.12	8.94	8.77	8.62	8.48	8.35	8.23	8.12	8.02
4.0	4.41	13.51	12.90	12.20	11.98	11.75	11.56	11.36	11.02	10.72	10.45	10.21	9.99	9.79	9.61	9.44	9.29	9.15	9.02	8.90	8.79
4.2	4.63	14.71	14.04	13.29	13.05	12.80	12.60	12.38	12.01	11.68	11.39	11.13	10.89	10.68	10.48	10.30	10.14	9.98	9.84	9.71	9.59
4.4	4.85	15.95	15.23	14.42	14.16	13.89	13.67	13.44	13.04	12.68	12.37	12.09	11.83	11.60	11.39	11.19	11.01	10.85	10.70	10.56	10.43
4.6	5.07	17.23	16.46	15.59	15.31	15.02	14.78	14.53	14.10	13.72	13.38	13.08	12.80	12.55	12.32	12.11	11.92	11.74	11.58	11.43	11.29
4.8	5.29	18.56	17.73	16.80	16.50	16.19	15.93	15.66	15.20	14.79	14.43	14.10	13.81	13.54	13.30	13.07	12.87	12.67	12.50	12.34	12.18
5.0	5.51	19.93	19.05	18.05	17.73	17.40	17.12	16.83	16.34	15.90	15.51	15.16	14.85	14.56	14.30	14.06	13.84	13.63	13.45	13.27	13.11
5.2	5.73	21.34	20.40	19.33	19.00	18.64	18.35	18.04	17.51	17.05	16.63	16.26	15.92	15.61	15.34	15.08	14.84	14.62	14.42	14.24	14.07
5.4	5.95	22.79	21.79	20.66	20.30	19.92	19.61	19.28	18.72	18.23	17.78	17.39	17.03	16.70	16.40	16.13	15.88	15.65	15.43	15.24	15.05
5.6	6.17	24.29	23.23	22.03	21.64	21.24	20.91	20.56	19.97	19.44	18.97	18.55	18.17	17.82	17.51	17.21	16.95	16.70	16.47	16.26	16.07
5.8	6.39	25.83	24.70	23.43	23.02	22.60	22.25	21.88	21.25	20.69	20.19	19.75	19.34	18.97	18.64	18.33	18.05	17.78	17.54	17.32	17.11
6.0	6.61	27.41	26.22	24.87	24.44	23.99	23.62	23.23	22.57	21.98	21.45	20.97	20.54	20.16	19.80	19.48	19.18	18.90	18.64	18.41	18.19
6.2	6.83	29.03	27.77	26.35	25.90	25.42	25.03	24.62	23.92	23.29	22.74	22.24	21.78	21.37	21.00	20.65	20.34	20.04	19.78	19.53	19.29
6.4	7.05	30.69	29.37	27.87	27.39	26.89	26.48	26.05	25.30	24.65	24.06	23.53	23.05	22.62	22.23	21.86	21.53	21.22	20.94	20.67	20.43
6.6	7.28	32.39	31.00	29.42	28.92	28.39	27.96	27.50	26.72	26.03	25.41	24.86	24.35	23.90	23.48	23.10	22.75	22.42	22.13	21.85	21.59
6.8	7.50	34.13	32.67	31.01	30.49	29.93	29.48	29.00	28.18	27.45	26.80	26.22	25.69	25.21	24.77	24.37	24.00	23.66	23.35	23.06	22.79
7.0	7.72	35.91	34.38	32.64	32.09	31.51	31.03	30.53	29.67	28.90	28.22	27.61	27.06	26.55	26.10	25.67	25.29	24.92	24.60	24.29	24.01
7.2	7.94	37.73	36.13	34.31	33.73	33.12	32.62	32.09	31.19	30.39	29.67	29.04	28.45	27.93	27.45	27.00	26.60	26.22	25.88	25.56	25.26
7.4	8.16	39.59	37.91	36.01	35.40	34.77	34.24	33.69	32.75	31.91	31.16	30.49	29.88	29.33	28.83	28.36	27.94	27.54	27.18	26.85	26.54
7.6	8.38	41.49	39.74	37.75	37.11	36.45	35.90	35.33	34.34	33.46	32.68	31.98	31.34	30.77	30.24	29.76	29.31	28.90	28.52	28.17	27.85
7.8	8.60	43.43	41.60	39.52	38.86	38.17	37.59	36.99	35.96	35.05	34.23	33.50	32.83	32.23	31.68	31.18	30.72	30.28	29.89	29.52	29.18
8.0	8.82	45.40	43.50	41.33	40.64	39.92	39.32	38.70	37.62	36.67	35.81	35.05	34.36	33.73	33.16	32.63	32.15	31.69	31.28	30.90	30.55

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

PEX de Uponor de 1" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.5	2.73	1.81	1.72	1.62	1.58	1.55	1.52	1.49	1.45	1.40	1.36	1.33	1.30	1.27	1.25	1.22	1.20	1.18	1.16	1.15	1.13
1.6	2.91	2.02	1.92	1.81	1.77	1.73	1.70	1.67	1.62	1.57	1.53	1.49	1.45	1.42	1.40	1.37	1.35	1.32	1.30	1.28	1.27
1.8	3.27	2.47	2.35	2.21	2.17	2.13	2.09	2.05	1.99	1.93	1.88	1.83	1.79	1.75	1.72	1.68	1.66	1.63	1.60	1.58	1.56
2.0	3.64	2.96	2.82	2.66	2.61	2.56	2.51	2.47	2.39	2.32	2.26	2.20	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.96	1.93	1.91	1.88
2.2	4.00	3.49	3.32	3.14	3.08	3.02	2.97	2.91	2.82	2.74	2.67	2.61	2.55	2.49	2.45	2.40	2.36	2.32	2.29	2.26	2.23
2.4	4.37	4.06	3.87	3.65	3.58	3.51	3.45	3.39	3.29	3.19	3.11	3.04	2.97	2.91	2.85	2.80	2.76	2.71	2.67	2.64	2.60
2.6	4.73	4.66	4.44	4.20	4.12	4.04	3.97	3.90	3.78	3.68	3.58	3.50	3.42	3.35	3.29	3.23	3.18	3.13	3.08	3.04	3.00
2.8	5.09	5.30	5.05	4.78	4.69	4.60	4.52	4.44	4.31	4.19	4.08	3.99	3.90	3.82	3.75	3.68	3.62	3.57	3.52	3.47	3.42
3.0	5.46	5.97	5.70	5.39	5.29	5.19	5.11	5.02	4.87	4.73	4.61	4.50	4.41	4.32	4.24	4.16	4.10	4.03	3.98	3.92	3.87
3.2	5.82	6.68	6.38	6.03	5.93	5.81	5.72	5.62	5.45	5.30	5.17	5.05	4.94	4.84	4.75	4.67	4.60	4.53	4.46	4.40	4.35
3.4	6.19	7.42	7.09	6.71	6.59	6.46	6.36	6.25	6.07	5.90	5.75	5.62	5.50	5.39	5.29	5.20	5.12	5.04	4.97	4.91	4.85
3.6	6.55	8.20	7.83	7.42	7.29	7.15	7.03	6.91	6.71	6.53	6.37	6.22	6.09	5.97	5.86	5.76	5.67	5.58	5.51	5.43	5.37
3.8	6.91	9.01	8.61	8.16	8.01	7.86	7.74	7.61	7.38	7.18	7.01	6.85	6.70	6.57	6.45	6.34	6.25	6.15	6.07	5.99	5.91
4.0	7.28	9.85	9.42	8.93	8.77	8.60	8.47	8.33	8.08	7.87	7.67	7.50	7.34	7.20	7.07	6.95	6.84	6.74	6.65	6.56	6.48
4.2	7.64	10.73	10.26	9.72	9.55	9.38	9.23	9.08	8.81	8.58	8.37	8.18	8.01	7.86	7.72	7.59	7.47	7.36	7.26	7.16	7.08
4.4	8.00	11.64	11.13	10.55	10.37	10.18	10.02	9.85	9.57	9.31	9.09	8.89	8.70	8.54	8.38	8.24	8.12	8.00	7.89	7.79	7.69
4.6	8.37	12.58	12.03	11.41	11.22	11.01	10.84	10.66	10.35	10.08	9.83	9.62	9.42	9.24	9.08	8.93	8.79	8.66	8.54	8.43	8.33
4.8	8.73	13.55	12.97	12.30	12.09	11.87	11.68	11.49	11.16	10.87	10.61	10.37	10.16	9.97	9.79	9.63	9.48	9.34	9.22	9.10	8.99
5.0	9.10	14.56	13.93	13.22	12.99	12.75	12.56	12.35	12.00	11.69	11.41	11.16	10.93	10.72	10.54	10.36	10.20	10.05	9.92	9.80	9.68
5.2	9.46	15.59	14.93	14.17	13.92	13.67	13.46	13.24	12.86	12.53	12.23	11.96	11.72	11.50	11.30	11.12	10.95	10.79	10.64	10.51	10.39
5.4	9.82	16.66	15.95	15.14	14.88	14.61	14.39	14.16	13.76	13.40	13.08	12.80	12.54	12.30	12.09	11.89	11.71	11.54	11.39	11.25	11.12
5.6	10.19	17.76	17.00	16.14	15.87	15.59	15.35	15.10	14.67	14.30	13.96	13.66	13.38	13.13	12.90	12.69	12.50	12.32	12.16	12.01	11.87
5.8	10.55	18.89	18.09	17.18	16.89	16.58	16.33	16.07	15.62	15.22	14.86	14.54	14.25	13.98	13.74	13.52	13.32	13.13	12.95	12.79	12.64
6.0	10.92	20.05	19.20	18.24	17.93	17.61	17.35	17.07	16.59	16.17	15.79	15.45	15.14	14.86	14.60	14.37	14.15	13.95	13.77	13.60	13.44
6.2	11.28	21.24	20.34	19.33	19.00	18.66	18.38	18.09	17.58	17.14	16.74	16.38	16.05	15.76	15.49	15.24	15.01	14.80	14.61	14.43	14.26
6.4	11.64	22.46	21.51	20.44	20.10	19.74	19.45	19.14	18.61	18.14	17.71	17.34	16.99	16.68	16.40	16.13	15.89	15.67	15.47	15.28	15.10
6.6	12.01	23.71	22.71	21.59	21.23	20.85	20.54	20.22	19.66	19.16	18.71	18.32	17.95	17.63	17.33	17.05	16.80	16.56	16.35	16.15	15.96
6.8	12.37	24.98	23.94	22.76	22.38	21.99	21.66	21.32	20.73	20.21	19.74	19.32	18.94	18.59	18.28	17.99	17.73	17.48	17.25	17.04	16.84
7.0	12.73	26.29	25.20	23.96	23.56	23.15	22.81	22.45	21.83	21.28	20.79	20.35	19.95	19.59	19.26	18.95	18.68	18.41	18.18	17.96	17.75
7.2	13.10	27.63	26.49	25.18	24.77	24.34	23.98	23.60	22.95	22.38	21.86	21.40	20.98	20.60	20.26	19.94	19.65	19.37	19.12	18.89	18.68
7.4	13.46	29.00	27.80	26.44	26.01	25.55	25.17	24.78	24.10	23.50	22.96	22.48	22.04	21.64	21.28	20.95	20.64	20.35	20.09	19.85	19.63
7.6	13.83	30.39	29.14	27.72	27.27	26.79	26.40	25.98	25.28	24.65	24.08	23.58	23.12	22.70	22.33	21.98	21.66	21.36	21.08	20.83	20.60
7.8	14.19	31.82	30.51	29.03	28.55	28.06	27.65	27.22	26.47	25.82	25.23	24.70	24.22	23.79	23.39	23.03	22.70	22.38	22.10	21.83	21.59
8.0	14.55	33.27	31.91	30.36	29.87	29.35	28.92	28.47	27.70	27.01	26.40	25.85	25.35	24.90	24.49	24.10	23.76	23.43	23.13	22.86	22.60

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

PEX de Uponor de 1¼" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	85 °F 29 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.5	4.08	1.39	1.33	1.25	1.23	1.20	1.18	1.16	1.12	1.09	1.06	1.03	1.01	0.99	0.97	0.95	0.94	0.92	0.91	0.89	0.88
1.6	4.35	1.56	1.48	1.40	1.37	1.34	1.32	1.30	1.26	1.22	1.19	1.16	1.13	1.11	1.09	1.07	1.05	1.03	1.02	1.00	0.99
1.8	4.90	1.91	1.82	1.72	1.69	1.65	1.62	1.59	1.54	1.50	1.46	1.43	1.39	1.36	1.34	1.31	1.29	1.27	1.25	1.24	1.22
2.0	5.44	2.29	2.18	2.06	2.02	1.98	1.95	1.92	1.86	1.81	1.76	1.72	1.68	1.64	1.61	1.58	1.56	1.53	1.51	1.49	1.47
2.2	5.98	2.70	2.58	2.44	2.39	2.34	2.31	2.27	2.20	2.13	2.08	2.03	1.99	1.95	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.74
2.4	6.53	3.14	3.00	2.84	2.78	2.73	2.69	2.64	2.56	2.49	2.42	2.37	2.32	2.27	2.23	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
2.6	7.07	3.61	3.45	3.26	3.20	3.14	3.09	3.04	2.95	2.87	2.79	2.73	2.67	2.62	2.57	2.52	2.48	2.44	2.41	2.38	2.35
2.8	7.62	4.11	3.92	3.71	3.65	3.58	3.52	3.46	3.36	3.27	3.18	3.11	3.04	2.98	2.93	2.88	2.83	2.79	2.75	2.71	2.68
3.0	8.16	4.63	4.43	4.19	4.12	4.04	3.98	3.91	3.79	3.69	3.60	3.52	3.44	3.37	3.31	3.26	3.20	3.16	3.11	3.07	3.03
3.2	8.70	5.19	4.96	4.69	4.61	4.53	4.45	4.38	4.25	4.14	4.03	3.94	3.86	3.78	3.72	3.65	3.60	3.54	3.49	3.45	3.40
3.4	9.25	5.76	5.51	5.22	5.13	5.04	4.96	4.87	4.73	4.60	4.49	4.39	4.30	4.22	4.14	4.07	4.01	3.95	3.89	3.84	3.80
3.6	9.79	6.37	6.09	5.77	5.67	5.57	5.48	5.39	5.23	5.10	4.97	4.86	4.76	4.67	4.59	4.51	4.44	4.37	4.31	4.26	4.21
3.8	10.34	7.00	6.70	6.35	6.24	6.13	6.03	5.93	5.76	5.61	5.47	5.35	5.24	5.14	5.05	4.97	4.89	4.82	4.75	4.69	4.63
4.0	10.88	7.66	7.33	6.95	6.83	6.71	6.60	6.49	6.31	6.14	6.00	5.86	5.74	5.63	5.53	5.44	5.36	5.28	5.21	5.14	5.08
4.2	11.42	8.34	7.98	7.58	7.45	7.31	7.20	7.08	6.88	6.70	6.54	6.40	6.26	6.15	6.04	5.94	5.85	5.76	5.69	5.61	5.55
4.4	11.97	9.05	8.66	8.22	8.08	7.94	7.82	7.69	7.47	7.28	7.10	6.95	6.81	6.68	6.56	6.46	6.36	6.27	6.18	6.10	6.03
4.6	12.51	9.79	9.37	8.90	8.75	8.59	8.46	8.32	8.08	7.88	7.69	7.52	7.37	7.23	7.11	6.99	6.89	6.79	6.70	6.61	6.53
4.8	13.06	10.55	10.10	9.59	9.43	9.26	9.12	8.97	8.72	8.50	8.29	8.12	7.95	7.80	7.67	7.55	7.43	7.32	7.23	7.14	7.05
5.0	13.60	11.33	10.85	10.31	10.13	9.95	9.80	9.65	9.38	9.14	8.92	8.73	8.55	8.40	8.25	8.12	8.00	7.88	7.78	7.68	7.59
5.2	14.14	12.14	11.63	11.05	10.86	10.67	10.51	10.34	10.05	9.80	9.57	9.36	9.18	9.01	8.85	8.71	8.58	8.46	8.35	8.24	8.15
5.4	14.69	12.97	12.43	11.81	11.61	11.41	11.24	11.06	10.75	10.48	10.23	10.02	9.82	9.64	9.47	9.32	9.18	9.05	8.93	8.83	8.72
5.6	15.23	13.83	13.25	12.60	12.39	12.17	11.99	11.80	11.47	11.18	10.92	10.69	10.48	10.29	10.11	9.95	9.80	9.67	9.54	9.42	9.31
5.8	15.78	14.71	14.10	13.40	13.18	12.95	12.76	12.56	12.21	11.90	11.63	11.38	11.16	10.95	10.77	10.60	10.44	10.30	10.16	10.04	9.92
6.0	16.32	15.62	14.97	14.23	14.00	13.75	13.55	13.34	12.97	12.65	12.36	12.09	11.86	11.64	11.45	11.27	11.10	10.94	10.80	10.67	10.55
6.2	16.86	16.54	15.86	15.09	14.84	14.58	14.36	14.14	13.75	13.41	13.10	12.83	12.58	12.35	12.14	11.95	11.78	11.61	11.46	11.32	11.19
6.4	17.41	17.50	16.78	15.96	15.70	15.43	15.20	14.96	14.55	14.19	13.87	13.58	13.31	13.07	12.85	12.65	12.47	12.29	12.14	11.99	11.85
6.6	17.95	18.47	17.72	16.86	16.58	16.29	16.05	15.81	15.38	14.99	14.65	14.35	14.07	13.82	13.59	13.37	13.18	13.00	12.83	12.68	12.53
6.8	18.49	19.47	18.68	17.77	17.48	17.18	16.93	16.67	16.22	15.82	15.46	15.14	14.84	14.58	14.34	14.11	13.91	13.72	13.54	13.38	13.23
7.0	19.04	20.50	19.66	18.71	18.41	18.09	17.83	17.55	17.08	16.66	16.28	15.94	15.64	15.36	15.10	14.87	14.65	14.45	14.27	14.10	13.94
7.2	19.58	21.54	20.67	19.67	19.36	19.02	18.75	18.46	17.96	17.52	17.12	16.77	16.45	16.16	15.89	15.64	15.42	15.21	15.02	14.84	14.67
7.4	20.13	22.61	21.70	20.65	20.32	19.97	19.68	19.38	18.86	18.40	17.99	17.62	17.28	16.97	16.69	16.44	16.20	15.98	15.78	15.59	15.42
7.6	20.67	23.70	22.75	21.66	21.31	20.95	20.64	20.33	19.78	19.30	18.87	18.48	18.13	17.81	17.52	17.25	17.00	16.77	16.56	16.36	16.18
7.8	21.21	24.82	23.82	22.68	22.32	21.94	21.62	21.29	20.72	20.22	19.77	19.36	18.99	18.66	18.36	18.07	17.82	17.57	17.35	17.15	16.96
8.0	21.76	25.95	24.91	23.73	23.35	22.95	22.62	22.28	21.68	21.16	20.69	20.26	19.88	19.53	19.21	18.92	18.65	18.40	18.17	17.96	17.76

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

PEX de Uponor de 1½" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.5	5.68	1.13	1.08	1.01	1.00	0.98	0.96	0.94	0.91	0.89	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72
1.6	6.06	1.26	1.20	1.14	1.11	1.09	1.07	1.05	1.02	0.99	0.97	0.94	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84	0.83	0.82	0.81
1.8	6.82	1.55	1.48	1.39	1.37	1.34	1.32	1.30	1.26	1.22	1.19	1.16	1.14	1.11	1.09	1.07	1.05	1.04	1.02	1.01	1.00
2.0	7.58	1.86	1.77	1.68	1.64	1.61	1.59	1.56	1.51	1.47	1.43	1.40	1.37	1.34	1.32	1.29	1.27	1.25	1.23	1.22	1.20
2.2	8.34	2.19	2.09	1.98	1.94	1.91	1.88	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.62	1.59	1.56	1.53	1.51	1.48	1.46	1.44	1.42
2.4	9.09	2.55	2.44	2.31	2.26	2.22	2.18	2.15	2.08	2.03	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73	1.71	1.68	1.66
2.6	9.85	2.93	2.80	2.65	2.61	2.56	2.52	2.47	2.40	2.33	2.28	2.23	2.18	2.14	2.10	2.06	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
2.8	10.61	3.34	3.19	3.02	2.97	2.91	2.87	2.82	2.74	2.66	2.60	2.54	2.48	2.44	2.39	2.35	2.32	2.28	2.25	2.22	2.19
3.0	11.37	3.76	3.60	3.41	3.35	3.29	3.24	3.18	3.09	3.01	2.93	2.87	2.81	2.76	2.71	2.66	2.62	2.58	2.54	2.51	2.48
3.2	12.12	4.21	4.03	3.82	3.75	3.68	3.63	3.57	3.46	3.37	3.29	3.22	3.15	3.09	3.04	2.99	2.94	2.90	2.86	2.82	2.79
3.4	12.88	4.68	4.48	4.25	4.18	4.10	4.04	3.97	3.86	3.76	3.67	3.58	3.51	3.44	3.38	3.33	3.28	3.23	3.18	3.14	3.11
3.6	13.64	5.18	4.95	4.70	4.62	4.54	4.47	4.39	4.27	4.16	4.06	3.97	3.89	3.81	3.75	3.69	3.63	3.58	3.53	3.48	3.44
3.8	14.40	5.69	5.45	5.17	5.08	4.99	4.92	4.84	4.70	4.58	4.47	4.37	4.28	4.20	4.13	4.06	4.00	3.94	3.89	3.84	3.79
4.0	15.16	6.23	5.96	5.66	5.57	5.47	5.38	5.30	5.15	5.01	4.90	4.79	4.69	4.60	4.52	4.45	4.38	4.32	4.26	4.21	4.16
4.2	15.91	6.79	6.50	6.17	6.07	5.96	5.87	5.78	5.61	5.47	5.34	5.22	5.12	5.02	4.94	4.86	4.78	4.72	4.65	4.60	4.54
4.4	16.67	7.36	7.05	6.70	6.59	6.47	6.37	6.27	6.10	5.94	5.80	5.68	5.56	5.46	5.37	5.28	5.20	5.13	5.06	5.00	4.94
4.6	17.43	7.96	7.63	7.25	7.13	7.00	6.90	6.79	6.60	6.43	6.28	6.15	6.02	5.91	5.81	5.72	5.63	5.55	5.48	5.41	5.35
4.8	18.19	8.58	8.22	7.82	7.69	7.55	7.44	7.32	7.12	6.94	6.78	6.63	6.50	6.38	6.27	6.17	6.08	6.00	5.92	5.85	5.78
5.0	18.94	9.22	8.84	8.40	8.26	8.12	8.00	7.87	7.66	7.46	7.29	7.14	6.99	6.87	6.75	6.64	6.55	6.45	6.37	6.29	6.22
5.2	19.70	9.88	9.47	9.01	8.86	8.70	8.58	8.44	8.21	8.00	7.82	7.65	7.50	7.37	7.24	7.13	7.02	6.93	6.84	6.75	6.68
5.4	20.46	10.56	10.13	9.63	9.47	9.31	9.17	9.03	8.78	8.56	8.37	8.19	8.03	7.88	7.75	7.63	7.52	7.41	7.32	7.23	7.15
5.6	21.22	11.26	10.80	10.27	10.11	9.93	9.78	9.63	9.37	9.14	8.93	8.74	8.57	8.42	8.28	8.15	8.03	7.92	7.81	7.72	7.63
5.8	21.98	11.98	11.49	10.93	10.76	10.57	10.42	10.25	9.98	9.73	9.51	9.31	9.13	8.96	8.82	8.68	8.55	8.43	8.33	8.23	8.13
6.0	22.73	12.72	12.20	11.61	11.42	11.23	11.06	10.89	10.60	10.34	10.10	9.89	9.70	9.53	9.37	9.22	9.09	8.96	8.85	8.75	8.65
6.2	23.49	13.48	12.93	12.31	12.11	11.90	11.73	11.55	11.24	10.96	10.71	10.49	10.29	10.11	9.94	9.79	9.64	9.51	9.39	9.28	9.18
6.4	24.25	14.26	13.68	13.02	12.81	12.59	12.41	12.22	11.89	11.60	11.34	11.11	10.89	10.70	10.52	10.36	10.21	10.07	9.95	9.83	9.72
6.6	25.01	15.05	14.45	13.76	13.54	13.30	13.11	12.91	12.57	12.26	11.98	11.74	11.51	11.31	11.12	10.95	10.80	10.65	10.52	10.39	10.27
6.8	25.76	15.87	15.23	14.51	14.27	14.03	13.83	13.62	13.26	12.93	12.64	12.38	12.15	11.93	11.74	11.56	11.39	11.24	11.10	10.97	10.85
7.0	26.52	16.70	16.04	15.27	15.03	14.78	14.56	14.34	13.96	13.62	13.32	13.05	12.80	12.57	12.37	12.18	12.01	11.84	11.70	11.56	11.43
7.2	27.28	17.56	16.86	16.06	15.81	15.54	15.32	15.08	14.68	14.33	14.01	13.72	13.46	13.23	13.01	12.82	12.63	12.46	12.31	12.16	12.03
7.4	28.04	18.43	17.70	16.86	16.60	16.32	16.08	15.84	15.42	15.05	14.72	14.42	14.15	13.90	13.67	13.47	13.28	13.10	12.93	12.78	12.64
7.6	28.79	19.32	18.56	17.68	17.40	17.11	16.87	16.61	16.18	15.79	15.44	15.13	14.84	14.58	14.35	14.13	13.93	13.74	13.57	13.42	13.27
7.8	29.55	20.24	19.43	18.52	18.23	17.92	17.67	17.40	16.95	16.54	16.18	15.85	15.55	15.28	15.04	14.81	14.60	14.41	14.23	14.06	13.91
8.0	30.31	21.16	20.33	19.38	19.07	18.75	18.49	18.21	17.73	17.31	16.93	16.59	16.28	16.00	15.74	15.50	15.29	15.08	14.90	14.73	14.56

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

PEX de Uponor de 2" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.5	9.75	0.80	0.76	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.65	0.63	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.52
1.6	10.39	0.90	0.86	0.81	0.79	0.78	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.68	0.66	0.65	0.64	0.62	0.61	0.60	0.60	0.59	0.58
1.8	11.69	1.10	1.05	0.99	0.98	0.96	0.94	0.93	0.90	0.87	0.85	0.83	0.81	0.80	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72
2.0	12.99	1.32	1.26	1.20	1.17	1.15	1.13	1.11	1.08	1.05	1.03	1.00	0.98	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87
2.2	14.29	1.56	1.49	1.41	1.39	1.36	1.34	1.32	1.28	1.25	1.22	1.19	1.16	1.14	1.12	1.10	1.08	1.07	1.05	1.04	1.03
2.4	15.59	1.82	1.74	1.65	1.62	1.59	1.56	1.54	1.49	1.45	1.42	1.39	1.36	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25	1.23	1.21	1.20
2.6	16.89	2.09	2.00	1.90	1.86	1.83	1.80	1.77	1.72	1.68	1.64	1.60	1.57	1.54	1.51	1.48	1.46	1.44	1.42	1.40	1.38
2.8	18.19	2.38	2.28	2.16	2.12	2.09	2.05	2.02	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.75	1.72	1.69	1.67	1.64	1.62	1.60	1.58
3.0	19.49	2.69	2.57	2.44	2.40	2.36	2.32	2.28	2.22	2.16	2.11	2.06	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84	1.81	1.79
3.2	20.79	3.01	2.88	2.74	2.69	2.64	2.60	2.56	2.49	2.42	2.37	2.32	2.27	2.23	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04	2.01
3.4	22.09	3.35	3.21	3.05	2.99	2.94	2.90	2.85	2.77	2.70	2.64	2.58	2.53	2.48	2.44	2.40	2.36	2.33	2.30	2.27	2.24
3.6	23.39	3.70	3.55	3.37	3.31	3.25	3.21	3.16	3.07	2.99	2.92	2.86	2.80	2.75	2.70	2.66	2.62	2.58	2.55	2.52	2.49
3.8	24.69	4.07	3.90	3.71	3.65	3.58	3.53	3.47	3.38	3.29	3.22	3.15	3.09	3.03	2.98	2.93	2.89	2.85	2.81	2.77	2.74
4.0	25.99	4.46	4.27	4.06	3.99	3.92	3.87	3.81	3.70	3.61	3.52	3.45	3.38	3.32	3.26	3.21	3.17	3.12	3.08	3.04	3.01
4.2	27.29	4.86	4.66	4.43	4.36	4.28	4.22	4.15	4.04	3.94	3.85	3.77	3.69	3.62	3.56	3.51	3.46	3.41	3.36	3.32	3.28
4.4	28.59	5.27	5.06	4.81	4.73	4.65	4.58	4.51	4.39	4.28	4.18	4.09	4.01	3.94	3.87	3.81	3.76	3.70	3.66	3.61	3.57
4.6	29.89	5.70	5.47	5.20	5.12	5.03	4.96	4.88	4.75	4.63	4.53	4.43	4.35	4.27	4.20	4.13	4.07	4.01	3.96	3.92	3.87
4.8	31.18	6.15	5.90	5.61	5.52	5.43	5.35	5.27	5.12	5.00	4.88	4.78	4.69	4.61	4.53	4.46	4.40	4.33	4.28	4.23	4.18
5.0	32.48	6.61	6.34	6.04	5.94	5.84	5.75	5.66	5.51	5.38	5.26	5.15	5.05	4.96	4.88	4.80	4.73	4.67	4.61	4.55	4.50
5.2	33.78	7.08	6.80	6.47	6.37	6.26	6.17	6.07	5.91	5.77	5.64	5.52	5.42	5.32	5.23	5.15	5.08	5.01	4.95	4.89	4.83
5.4	35.08	7.57	7.27	6.92	6.81	6.69	6.60	6.50	6.32	6.17	6.03	5.91	5.80	5.69	5.60	5.52	5.44	5.36	5.29	5.23	5.17
5.6	36.38	8.07	7.75	7.38	7.27	7.14	7.04	6.93	6.75	6.59	6.44	6.31	6.19	6.08	5.98	5.89	5.81	5.73	5.65	5.59	5.53
5.8	37.68	8.59	8.25	7.86	7.74	7.60	7.50	7.38	7.19	7.01	6.86	6.72	6.59	6.48	6.37	6.27	6.19	6.10	6.03	5.96	5.89
6.0	38.98	9.12	8.76	8.35	8.22	8.08	7.97	7.85	7.64	7.45	7.29	7.14	7.01	6.88	6.77	6.67	6.58	6.49	6.41	6.33	6.26
6.2	40.28	9.67	9.29	8.85	8.71	8.57	8.45	8.32	8.10	7.91	7.73	7.58	7.43	7.30	7.19	7.08	6.98	6.88	6.80	6.72	6.65
6.4	41.58	10.23	9.83	9.37	9.22	9.07	8.94	8.81	8.57	8.37	8.19	8.02	7.87	7.73	7.61	7.50	7.39	7.29	7.20	7.12	7.04
6.6	42.88	10.80	10.38	9.90	9.74	9.58	9.45	9.30	9.06	8.85	8.65	8.48	8.32	8.18	8.05	7.92	7.81	7.71	7.61	7.53	7.44
6.8	44.18	11.39	10.95	10.44	10.28	10.10	9.96	9.82	9.56	9.33	9.13	8.95	8.78	8.63	8.49	8.36	8.25	8.14	8.04	7.95	7.86
7.0	45.48	11.99	11.53	10.99	10.82	10.64	10.49	10.34	10.07	9.83	9.62	9.43	9.25	9.09	8.95	8.81	8.69	8.58	8.47	8.38	8.28
7.2	46.78	12.61	12.12	11.56	11.38	11.19	11.04	10.87	10.59	10.34	10.12	9.92	9.73	9.57	9.42	9.28	9.15	9.03	8.92	8.81	8.72
7.4	48.08	13.24	12.73	12.14	11.95	11.76	11.59	11.42	11.13	10.87	10.63	10.42	10.23	10.05	9.89	9.75	9.61	9.49	9.37	9.26	9.16
7.6	49.38	13.88	13.35	12.73	12.54	12.33	12.16	11.98	11.67	11.40	11.15	10.93	10.73	10.55	10.38	10.23	10.09	9.96	9.84	9.72	9.62
7.8	50.68	14.54	13.98	13.34	13.13	12.92	12.74	12.55	12.23	11.95	11.69	11.46	11.25	11.06	10.88	10.72	10.58	10.44	10.31	10.19	10.09
8.0	51.97	15.21	14.62	13.95	13.74	13.52	13.33	13.14	12.80	12.50	12.23	11.99	11.77	11.58	11.39	11.23	11.07	10.93	10.80	10.68	10.56

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

## PEX de Uponor de 2½" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.5	14.85	0.61	0.59	0.56	0.55	0.53	0.53	0.52	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40
1.6	15.84	0.69	0.66	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.56	0.55	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.46	0.46	0.45
1.8	17.82	0.84	0.81	0.76	0.75	0.74	0.73	0.71	0.69	0.67	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55
2.0	19.80	1.01	0.97	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.83	0.81	0.79	0.77	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67
2.2	21.78	1.20	1.15	1.09	1.07	1.05	1.03	1.02	0.99	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.87	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80
2.4	23.76	1.40	1.34	1.27	1.25	1.22	1.21	1.19	1.15	1.12	1.10	1.07	1.05	1.03	1.01	1.00	0.98	0.97	0.95	0.94	0.93
2.6	25.74	1.61	1.54	1.46	1.44	1.41	1.39	1.37	1.33	1.29	1.26	1.24	1.21	1.19	1.17	1.15	1.13	1.12	1.10	1.09	1.07
2.8	27.72	1.83	1.75	1.67	1.64	1.61	1.59	1.56	1.52	1.48	1.44	1.41	1.38	1.36	1.33	1.31	1.29	1.27	1.26	1.24	1.23
3.0	29.70	2.07	1.98	1.88	1.85	1.82	1.79	1.76	1.71	1.67	1.63	1.60	1.57	1.54	1.51	1.49	1.46	1.44	1.42	1.41	1.39
3.2	31.68	2.32	2.22	2.11	2.08	2.04	2.01	1.98	1.92	1.87	1.83	1.79	1.76	1.72	1.70	1.67	1.64	1.62	1.60	1.58	1.56
3.4	33.66	2.58	2.47	2.35	2.31	2.27	2.24	2.20	2.14	2.09	2.04	2.00	1.96	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81	1.78	1.76	1.74
3.6	35.64	2.85	2.73	2.60	2.56	2.51	2.48	2.44	2.37	2.31	2.26	2.21	2.17	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98	1.95	1.93
3.8	37.62	3.14	3.01	2.86	2.82	2.77	2.73	2.69	2.61	2.55	2.49	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.18	2.15	2.13
4.0	39.60	3.43	3.29	3.14	3.09	3.03	2.99	2.94	2.86	2.79	2.73	2.67	2.62	2.57	2.53	2.49	2.46	2.42	2.39	2.36	2.34
4.2	41.58	3.74	3.59	3.42	3.37	3.31	3.26	3.21	3.12	3.05	2.98	2.92	2.86	2.81	2.76	2.72	2.68	2.65	2.61	2.58	2.55
4.4	43.57	4.06	3.90	3.72	3.66	3.59	3.54	3.49	3.40	3.31	3.24	3.17	3.11	3.06	3.01	2.96	2.92	2.88	2.84	2.81	2.78
4.6	45.55	4.40	4.22	4.02	3.96	3.89	3.84	3.78	3.68	3.59	3.51	3.44	3.37	3.31	3.26	3.21	3.16	3.12	3.08	3.04	3.01
4.8	47.53	4.74	4.55	4.34	4.27	4.20	4.14	4.08	3.97	3.87	3.79	3.71	3.64	3.57	3.52	3.46	3.41	3.37	3.33	3.29	3.25
5.0	49.51	5.10	4.90	4.67	4.59	4.51	4.45	4.38	4.27	4.17	4.07	3.99	3.92	3.85	3.79	3.73	3.67	3.63	3.58	3.54	3.50
5.2	51.49	5.46	5.25	5.00	4.93	4.84	4.77	4.70	4.58	4.47	4.37	4.28	4.20	4.13	4.06	4.00	3.94	3.89	3.84	3.80	3.76
5.4	53.47	5.84	5.61	5.35	5.27	5.18	5.11	5.03	4.90	4.78	4.68	4.58	4.50	4.42	4.35	4.28	4.22	4.17	4.12	4.07	4.02
5.6	55.45	6.23	5.99	5.71	5.62	5.53	5.45	5.37	5.23	5.11	4.99	4.89	4.80	4.72	4.64	4.57	4.51	4.45	4.40	4.35	4.30
5.8	57.43	6.63	6.38	6.08	5.99	5.89	5.80	5.72	5.57	5.44	5.32	5.21	5.12	5.03	4.95	4.87	4.81	4.74	4.68	4.63	4.58
6.0	59.41	7.05	6.77	6.46	6.36	6.25	6.17	6.08	5.92	5.78	5.65	5.54	5.44	5.35	5.26	5.18	5.11	5.04	4.98	4.92	4.87
6.2	61.39	7.47	7.18	6.85	6.74	6.63	6.54	6.45	6.28	6.13	6.00	5.88	5.77	5.67	5.58	5.50	5.42	5.35	5.29	5.23	5.17
6.4	63.37	7.90	7.60	7.25	7.14	7.02	6.92	6.82	6.65	6.49	6.35	6.23	6.11	6.01	5.91	5.83	5.75	5.67	5.60	5.54	5.48
6.6	65.35	8.35	8.03	7.66	7.54	7.42	7.32	7.21	7.03	6.86	6.71	6.58	6.46	6.35	6.25	6.16	6.07	6.00	5.92	5.86	5.79
6.8	67.33	8.80	8.47	8.08	7.96	7.83	7.72	7.61	7.41	7.24	7.09	6.95	6.82	6.70	6.60	6.50	6.41	6.33	6.25	6.18	6.12
7.0	69.31	9.27	8.92	8.51	8.38	8.24	8.13	8.01	7.81	7.63	7.47	7.32	7.19	7.07	6.95	6.85	6.76	6.67	6.59	6.52	6.45
7.2	71.29	9.75	9.37	8.95	8.81	8.67	8.55	8.43	8.22	8.03	7.85	7.70	7.56	7.43	7.32	7.21	7.11	7.02	6.94	6.86	6.79
7.4	73.27	10.23	9.85	9.40	9.26	9.11	8.99	8.86	8.63	8.43	8.25	8.09	7.95	7.81	7.69	7.58	7.48	7.38	7.29	7.21	7.13
7.6	75.25	10.73	10.33	9.86	9.71	9.56	9.43	9.29	9.06	8.85	8.66	8.49	8.34	8.20	8.07	7.96	7.85	7.75	7.65	7.57	7.49
7.8	77.23	11.24	10.82	10.33	10.17	10.01	9.88	9.73	9.49	9.27	9.08	8.90	8.74	8.59	8.46	8.34	8.23	8.12	8.03	7.94	7.85
8.0	79.21	11.76	11.32	10.81	10.65	10.48	10.34	10.19	9.93	9.70	9.50	9.32	9.15	9.00	8.86	8.73	8.61	8.50	8.40	8.31	8.22

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

## PEX de Uponor de 3" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.5	21.12	0.49	0.47	0.45	0.44	0.43	0.42	0.42	0.40	0.39	0.38	0.37	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32
1.6	22.53	0.55	0.53	0.50	0.49	0.48	0.47	0.47	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.36
1.8	25.34	0.68	0.65	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.47	0.46	0.45	0.45
2.0	28.16	0.81	0.78	0.74	0.73	0.71	0.70	0.69	0.67	0.65	0.64	0.63	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.56	0.55	0.54
2.2	30.97	0.96	0.92	0.88	0.86	0.85	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	0.73	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64
2.4	33.79	1.12	1.07	1.02	1.00	0.99	0.97	0.96	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75
2.6	36.60	1.29	1.24	1.18	1.16	1.14	1.12	1.10	1.07	1.04	1.02	1.00	0.98	0.96	0.94	0.93	0.92	0.90	0.89	0.88	0.87
2.8	39.42	1.47	1.41	1.34	1.32	1.30	1.28	1.26	1.22	1.19	1.16	1.14	1.12	1.10	1.08	1.06	1.05	1.03	1.02	1.00	0.99
3.0	42.24	1.66	1.59	1.52	1.49	1.47	1.44	1.42	1.38	1.35	1.32	1.29	1.26	1.24	1.22	1.20	1.18	1.17	1.15	1.14	1.13
3.2	45.05	1.86	1.79	1.70	1.67	1.64	1.62	1.60	1.55	1.51	1.48	1.45	1.42	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.29	1.28	1.26
3.4	47.87	2.07	1.99	1.89	1.86	1.83	1.80	1.78	1.73	1.69	1.65	1.61	1.58	1.55	1.53	1.51	1.48	1.46	1.44	1.43	1.41
3.6	50.68	2.29	2.20	2.10	2.06	2.03	2.00	1.97	1.92	1.87	1.83	1.79	1.75	1.72	1.69	1.67	1.64	1.62	1.60	1.58	1.56
3.8	53.50	2.52	2.42	2.31	2.27	2.23	2.20	2.17	2.11	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79	1.77	1.74	1.72
4.0	56.31	2.76	2.65	2.53	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.26	2.21	2.16	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94	1.91	1.89
4.2	59.13	3.01	2.90	2.76	2.72	2.67	2.63	2.59	2.52	2.46	2.41	2.36	2.31	2.27	2.24	2.20	2.17	2.14	2.12	2.09	2.07
4.4	61.95	3.27	3.14	3.00	2.95	2.90	2.86	2.82	2.74	2.68	2.62	2.57	2.52	2.47	2.43	2.40	2.36	2.33	2.30	2.27	2.25
4.6	64.76	3.54	3.40	3.24	3.19	3.14	3.10	3.05	2.97	2.90	2.84	2.78	2.73	2.68	2.64	2.60	2.56	2.53	2.49	2.47	2.44
4.8	67.58	3.82	3.67	3.50	3.45	3.39	3.34	3.29	3.21	3.13	3.06	3.00	2.94	2.89	2.85	2.80	2.77	2.73	2.69	2.66	2.63
5.0	70.39	4.11	3.95	3.77	3.71	3.65	3.60	3.54	3.45	3.37	3.30	3.23	3.17	3.12	3.07	3.02	2.98	2.94	2.90	2.87	2.84
5.2	73.21	4.40	4.23	4.04	3.98	3.91	3.86	3.80	3.70	3.61	3.54	3.47	3.40	3.34	3.29	3.24	3.20	3.15	3.12	3.08	3.05
5.4	76.02	4.71	4.53	4.32	4.25	4.18	4.13	4.07	3.96	3.87	3.79	3.71	3.64	3.58	3.52	3.47	3.42	3.38	3.34	3.30	3.26
5.6	78.84	5.02	4.83	4.61	4.54	4.47	4.40	4.34	4.23	4.13	4.04	3.96	3.89	3.82	3.76	3.71	3.66	3.61	3.56	3.52	3.49
5.8	81.66	5.35	5.14	4.91	4.83	4.76	4.69	4.62	4.50	4.40	4.31	4.22	4.14	4.07	4.01	3.95	3.90	3.84	3.80	3.76	3.72
6.0	84.47	5.68	5.47	5.22	5.14	5.05	4.99	4.91	4.79	4.68	4.58	4.49	4.41	4.33	4.26	4.20	4.14	4.09	4.04	3.99	3.95
6.2	87.29	6.02	5.79	5.53	5.45	5.36	5.29	5.21	5.08	4.96	4.86	4.76	4.67	4.60	4.52	4.46	4.40	4.34	4.29	4.24	4.19
6.4	90.10	6.37	6.13	5.86	5.77	5.67	5.60	5.52	5.38	5.25	5.14	5.04	4.95	4.87	4.79	4.72	4.66	4.60	4.54	4.49	4.44
6.6	92.92	6.73	6.48	6.19	6.09	6.00	5.92	5.83	5.68	5.55	5.44	5.33	5.23	5.15	5.07	4.99	4.93	4.86	4.80	4.75	4.70
6.8	95.73	7.10	6.83	6.53	6.43	6.33	6.24	6.15	6.00	5.86	5.74	5.63	5.52	5.43	5.35	5.27	5.20	5.13	5.07	5.02	4.96
7.0	98.55	7.48	7.20	6.88	6.77	6.67	6.58	6.48	6.32	6.17	6.05	5.93	5.82	5.73	5.64	5.56	5.48	5.41	5.35	5.29	5.23
7.2	101.37	7.86	7.57	7.23	7.13	7.01	6.92	6.82	6.65	6.50	6.36	6.24	6.13	6.03	5.93	5.85	5.77	5.70	5.63	5.57	5.51
7.4	104.18	8.26	7.95	7.60	7.48	7.37	7.27	7.16	6.99	6.83	6.68	6.56	6.44	6.33	6.24	6.15	6.06	5.99	5.92	5.85	5.79
7.6	107.00	8.66	8.34	7.97	7.85	7.73	7.62	7.52	7.33	7.16	7.01	6.88	6.76	6.65	6.55	6.45	6.37	6.28	6.21	6.14	6.08
7.8	109.81	9.07	8.74	8.35	8.23	8.10	7.99	7.88	7.68	7.51	7.35	7.21	7.08	6.97	6.86	6.76	6.67	6.59	6.51	6.44	6.37
8.0	112.63	9.49	9.14	8.74	8.61	8.47	8.36	8.24	8.04	7.86	7.70	7.55	7.42	7.29	7.18	7.08	6.99	6.90	6.82	6.74	6.68

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

PEX de Uponor de 4" (100 % de agua)

Pies de carga por 100 pies de PEX																					
Velocidad (pies / seg.)	GPM	40 °F 4 °C	45 °F 7 °C	50 °F 10 °C	55 °F 13 °C	60 °F 16 °C	65 °F 18 °C	70 °F 21 °C	80 °F 27 °C	90 °F 32 °C	100 °F 38 °C	110 °F 43 °C	120 °F 49 °C	130 °F 54 °C	140 °F 60 °C	150 °F 66 °C	160 °F 71 °C	170 °F 77 °C	180 °F 82 °C	190 °F 88 °C	200 °F 93 °C
1.5	36.88	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23
1.6	39.34	0.39	0.37	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26
1.8	44.26	0.48	0.46	0.44	0.43	0.42	0.41	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32
2.0	49.17	0.58	0.55	0.52	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.45	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39
2.2	54.09	0.68	0.65	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46
2.4	59.01	0.79	0.76	0.73	0.71	0.70	0.69	0.68	0.66	0.65	0.63	0.62	0.61	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	0.55	0.54	0.54
2.6	63.93	0.92	0.88	0.84	0.82	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74	0.73	0.71	0.70	0.69	0.67	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63	0.62
2.8	68.84	1.04	1.00	0.95	0.94	0.92	0.91	0.90	0.87	0.85	0.83	0.81	0.80	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71
3.0	73.76	1.18	1.13	1.08	1.06	1.04	1.03	1.01	0.99	0.96	0.94	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84	0.82	0.82	0.81
3.2	78.68	1.32	1.27	1.21	1.19	1.17	1.15	1.14	1.11	1.08	1.06	1.03	1.01	1.00	0.98	0.97	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
3.4	83.60	1.47	1.41	1.35	1.33	1.30	1.29	1.27	1.23	1.20	1.18	1.15	1.13	1.11	1.09	1.08	1.06	1.05	1.03	1.02	1.01
3.6	88.51	1.63	1.57	1.49	1.47	1.44	1.42	1.40	1.37	1.33	1.30	1.28	1.25	1.23	1.21	1.19	1.18	1.16	1.15	1.13	1.12
3.8	93.43	1.79	1.72	1.64	1.62	1.59	1.57	1.55	1.51	1.47	1.44	1.41	1.38	1.36	1.34	1.32	1.30	1.28	1.27	1.25	1.24
4.0	98.35	1.96	1.89	1.80	1.77	1.74	1.72	1.69	1.65	1.61	1.58	1.55	1.52	1.49	1.47	1.45	1.42	1.41	1.39	1.37	1.36
4.2	103.27	2.14	2.06	1.97	1.94	1.90	1.88	1.85	1.80	1.76	1.72	1.69	1.66	1.63	1.60	1.58	1.56	1.54	1.52	1.50	1.48
4.4	108.18	2.33	2.24	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.96	1.91	1.87	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.69	1.67	1.65	1.63	1.61
4.6	113.10	2.52	2.42	2.31	2.28	2.24	2.21	2.18	2.12	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84	1.81	1.79	1.77	1.75
4.8	118.02	2.72	2.61	2.50	2.46	2.42	2.39	2.35	2.29	2.24	2.19	2.15	2.11	2.07	2.04	2.01	1.98	1.96	1.93	1.91	1.89
5.0	122.94	2.92	2.81	2.69	2.64	2.60	2.57	2.53	2.47	2.41	2.36	2.31	2.27	2.23	2.20	2.16	2.14	2.11	2.08	2.06	2.04
5.2	127.85	3.13	3.02	2.88	2.84	2.79	2.75	2.71	2.65	2.59	2.53	2.48	2.44	2.40	2.36	2.32	2.29	2.26	2.24	2.21	2.19
5.4	132.77	3.35	3.23	3.08	3.04	2.99	2.95	2.91	2.83	2.77	2.71	2.66	2.61	2.57	2.53	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.34
5.6	137.69	3.58	3.44	3.29	3.24	3.19	3.15	3.10	3.02	2.96	2.89	2.84	2.79	2.74	2.70	2.66	2.62	2.59	2.56	2.53	2.50
5.8	142.60	3.81	3.67	3.50	3.45	3.40	3.35	3.30	3.22	3.15	3.08	3.02	2.97	2.92	2.88	2.83	2.80	2.76	2.73	2.70	2.67
6.0	147.52	4.05	3.90	3.72	3.67	3.61	3.56	3.51	3.42	3.35	3.28	3.21	3.16	3.11	3.06	3.01	2.97	2.94	2.90	2.87	2.84
6.2	152.44	4.29	4.13	3.95	3.89	3.83	3.78	3.73	3.63	3.55	3.48	3.41	3.35	3.30	3.25	3.20	3.16	3.12	3.08	3.05	3.01
6.4	157.36	4.54	4.37	4.18	4.12	4.06	4.00	3.95	3.85	3.76	3.68	3.61	3.55	3.49	3.44	3.39	3.34	3.30	3.26	3.23	3.19
6.6	162.27	4.80	4.62	4.42	4.35	4.29	4.23	4.17	4.07	3.98	3.89	3.82	3.75	3.69	3.64	3.58	3.54	3.49	3.45	3.41	3.38
6.8	167.19	5.06	4.88	4.66	4.59	4.52	4.46	4.40	4.29	4.20	4.11	4.03	3.96	3.90	3.84	3.78	3.73	3.69	3.65	3.61	3.57
7.0	172.11	5.33	5.14	4.91	4.84	4.77	4.70	4.64	4.52	4.42	4.33	4.25	4.18	4.11	4.05	3.99	3.94	3.89	3.84	3.80	3.76
7.2	177.03	5.61	5.40	5.17	5.09	5.01	4.95	4.88	4.76	4.65	4.56	4.47	4.40	4.32	4.26	4.20	4.14	4.09	4.05	4.00	3.96
7.4	181.94	5.89	5.67	5.43	5.35	5.27	5.20	5.13	5.00	4.89	4.79	4.70	4.62	4.55	4.48	4.41	4.36	4.30	4.25	4.21	4.16
7.6	186.86	6.18	5.95	5.70	5.61	5.53	5.45	5.38	5.25	5.13	5.03	4.93	4.85	4.77	4.70	4.63	4.57	4.52	4.47	4.42	4.37
7.8	191.78	6.47	6.24	5.97	5.88	5.79	5.72	5.64	5.50	5.38	5.27	5.17	5.08	5.00	4.93	4.86	4.80	4.74	4.68	4.63	4.58
8.0	196.70	6.77	6.53	6.25	6.16	6.06	5.98	5.90	5.76	5.63	5.52	5.42	5.32	5.24	5.16	5.09	5.02	4.96	4.90	4.85	4.80

**Nota:** Para sistemas con glicol o velocidades fuera de este rango, consulte la calculadora en Internet de Uponor, disponible en [uponor.com/calculator](http://uponor.com/calculator).

## Apéndice C

# Longitud equivalente de accesorios y $C_v$

### Longitud equivalente de accesorios

Esta sección proporciona las longitudes equivalentes de pérdida de presión de tubería para varios accesorios ProPEX igual como para el  $C_v$  donde procede. Se usa la longitud equivalente para aproximar el impacto que los accesorios tienen en la pérdida de presión a través de la longitud de la tubería. La longitud equivalente para cada accesorio se expone en las tablas abajo. Sume la longitud equivalente a la longitud total de tubería para cada accesorio instalado en el tramo de tubería. La pérdida total de presión por consiguiente se calcula de la longitud total de tubería ajustada. Las longitudes equivalentes se usan comúnmente para calcular la

longitud total desarrollada por un camino crítico de tubería. Todos los valores de Uponor reflejan una pérdida de presión a 8 pies / segundo.

Existen muchos métodos para calcular el coeficiente de velocidad ( $C_v$ ) a través de las válvulas y los accesorios. La serie de datos de Uponor a continuación se deriva de las pruebas empíricas realizadas por NSF International y probadas según ISA-S75.02 *Pressure Drop Measurement and  $C_v$  Calculations* en tasas de flujo medidas y averiguadas. Para calcular la longitud equivalente en pies, se emplea una ecuación cuadrática para determinar la caída de presión versus los datos de flujo precisamente en 8 pies / segundo.

Otros métodos comunes para calcular el  $C_v$  incluyen UL 1821 *Tubería y accesorios termoplásticos de rociadores para servicio de protección contra incendios* y el software de modelación sobre el uso del flujo. Mediante exhaustivas pruebas y convalidación realizadas por NSF International, Uponor ha desarrollado un conjunto de datos completo y preciso para nuestros sistemas de tubería PEX. Al comparar los datos de longitud equivalente a través de los fabricantes de accesorios PEX, los valores pueden variar debido a distintos métodos de prueba y valores presentados en ciertas velocidades de flujo que no sean 8 pies / segundo.

Con fines de comparación, NSF International puso a prueba los accesorios comúnmente

disponibles de ASTM F1807 *Accesorios de inserción de latón que usan anillos de engarce de cobre para accesorios con tubería PEX* y ASTM F2159 *Accesorios de inserción de plástico que usan anillos de engarce de cobre para accesorios con tubería PEX* según el método de prueba ISA-S75.02 utilizando la misma ecuación cuadrática como los accesorios ProPEX de Uponor para determinar la caída de presión versus los datos de flujo precisamente en 8 pies / segundo. Consulte la **Tabla C-1** para comparaciones de longitud equivalente.

Accesorios	Tamaño nominal (pulgadas)	ASTM F1960	ASTM F1807	ASTM F2159	F1960 versus F1807	F1960 versus F2159
		Longitud equivalente ProPEX de Uponor	Longitud equivalente anillo de engarce de latón	Longitud equivalente anillo de engarce de plástico		
Tramo con conector en T	½	1	3.19	6.03	219.00 %	503.00 %
	¾	1.5	2.57	6.12	71.33 %	308.00 %
	1	1.3	2.49	6.26	91.54 %	381.54 %
Rama con conector en T	½	6.3	9.05	15.34	43.65 %	143.49 %
	¾	15.6	10.16	17.04	-34.87 %	9.23 %
	1	12.7	11.87	20.17	-6.54 %	58.82 %
Codo	½	10.4	9.11	13.53	-12.40 %	30.10 %
	¾	10.8	10.47	16.21	-3.06 %	50.09 %
	1	11.5	10.14	17.05	-11.83 %	48.26 %
Acoplamiento	½	0.8	2.03	6.55	153.75 %	718.75 %
	¾	0.9	2.18	5.64	142.22 %	526.67 %
	1	0.9	1.49	4.97	65.56 %	452.22 %

Tabla C-1: Comparación de longitud equivalente de varios tipos de accesorios PEX



## Datos de longitudes equivalentes de accesorios y el $C_v$

Conectores EP en T	Flujo / puerta	$C_v$ promedio	Longitud equivalente (pies)
$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	Pasante	7.7	1.0
	Ramal	3.4	6.3
$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	Pasante	15.7	1.5
	Ramal	5.4	15.6
1 x 1 x 1	Pasante	30.5	1.3
	Ramal	11.3	12.7
$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$	Pasante	34.0	3.8
	Ramal	23.9	8.6
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$	Pasante	63.7	1.8
	Ramal	31.0	10.6
2 x 2 x 2	Pasante	150.7	0.8
	Ramal	52.5	15.5
$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$	Pasante	197.2	2.7
	Ramal	81.5	22.3
3 x 3 x 3	Pasante	286.6	2.8
	Ramal	122.8	23.9

Conectores EP reductor	Flujo / puerta	$C_v$ promedio	Longitud equivalente (pies)
$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	Ramal	3.8	4.1
	Pasante	4.6	3.5
$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	Ramal	3.4	6.4
	Pasante	5.4	2.3
$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	Ramal	5.4	16.1
	Pasante	14.2	2.0
$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$	Ramal	3.1	7.6
	Pasante	8.7	5.7
$1 \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	Pasante	12.8	2.4
	Ramal	5.3	16.7
1 x $\frac{3}{4}$ x 1	Pasante	12.9	2.4
	Ramal	10.5	15.1
1 x 1 x $\frac{1}{2}$	Pasante	32.2	1.2
	Ramal	3.4	6.5
1 x 1 x $\frac{3}{4}$	Pasante	27.8	1.7
	Ramal	8.2	6.4
1 x $\frac{3}{4}$ x $1\frac{1}{4}$	Pasante	14.7	2.74
	Ramal	12.0	19.48
1 x 1 x $1\frac{1}{4}$	Pasante	15.0	6.52
	Ramal	28.0	5.37
$1\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	Pasante	7.3	2.74
	Ramal	12.0	7.41

Conectores EP reductor	Flujo / puerta	$C_v$ promedio	Longitud equivalente (pies)
$1\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times 1$	Pasante	13.9	2.70
	Ramal	12.1	7.59
$1\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} \times 1\frac{1}{4}$	Pasante	18.8	2.74
	Ramal	12.0	11.91
$1\frac{1}{4} \times 1 \times \frac{3}{4}$	Pasante	21.0	3.4
	Ramal	9.3	5.2
$1\frac{1}{4} \times 1 \times 1$	Pasante	11.7	11.0
	Ramal	8.4	23.0
$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$	Pasante	45.2	1.9
	Ramal	4.1	3.9
$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$	Pasante	43.4	2.3
	Ramal	8.9	5.7
$1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4} \times 1$	Pasante	33.0	4.2
	Ramal	15.8	6.3
$1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	Pasante	7.3	2.88
	Ramal	11.7	7.41
$1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times 1\frac{1}{2}$	Pasante	22.9	2.74
	Ramal	12.0	19.10
$1\frac{1}{2} \times 1 \times \frac{3}{4}$	Pasante	19.5	4.0
	Ramal	9.3	5.1
$1\frac{1}{2} \times 1 \times 1$	Pasante	18.9	4.3
	Ramal	15.6	6.5
$1\frac{1}{2} \times 1 \times 1\frac{1}{2}$	Pasante	19.1	4.2
	Ramal	26.5	14.9
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$	Pasante	33.1	4.2
	Ramal	6.3	11.3
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4} \times 1$	Pasante	36.4	3.1
	Ramal	11.2	13.1
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$	Pasante	45.4	2.0
	Ramal	17.0	17.7
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	Pasante	60.5	2.4
	Ramal	3.4	6.3
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	Pasante	56.0	2.9
	Ramal	9.0	5.4
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1$	Pasante	53.8	3.1
	Ramal	15.3	6.9
$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$	Pasante	54.3	3.2
	Ramal	33.7	4.1
2 x $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	Pasante	43.5	4.9
	Ramal	8.4	6.2

## Conectores EP reductor (continuado)



Conectores EP reductor	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
2 x 1½ x 1	Pasante	42.4	5.5
	Ramal	13.9	8.4
2 x 1½ x 1¼	Pasante	41.8	5.6
	Ramal	22.0	10.3
2 x 1½ x 1½	Pasante	42.1	5.4
	Ramal	28.5	13.0
2 x 1½ x 2	Pasante	38.6	6.6
	Ramal	51.8	16.1
2 x 2 x ½	Pasante	111.1	2.7
	Ramal	4.3	4.0
2 x 2 x ¾	Pasante	115.0	2.7
	Ramal	8.2	6.8
2 x 2 x 1	Pasante	119.7	2.4
	Ramal	13.8	8.5
2 x 2 x 1¼	Pasante	107.0	3.1
	Ramal	23.6	8.8
2 x 2 x 1½	Pasante	115.8	2.5
	Ramal	29.9	11.7
2½ x 2 x 1½	Pasante	80.4	5.9
	Ramal	30.2	11.2
2½ x 2 x 2	Pasante	79.5	5.7
	Ramal	51.8	16.0
2½ x 2½ x ¾	Pasante	209.6	2.0
	Ramal	8.5	6.0
2½ x 2½ x 1	Pasante	202.0	2.4
	Ramal	17.5	5.0
2½ x 2½ x 1¼	Pasante	198.8	2.5
	Ramal	22.4	9.7
2½ x 2½ x 1½	Pasante	200.0	2.5
	Ramal	29.8	11.5
2½ x 2½ x 2	Pasante	193.2	2.7
	Ramal	53.6	14.7
3 x 2 x 2	Pasante	69.9	8.1
	Ramal	52.8	15.3
3 x 2½ x 1½	Pasante	132.5	7.5
	Ramal	29.2	12.0
3 x 2½ x 2	Pasante	133.2	7.4
	Ramal	51.7	16.4
3 x 3 x ¾	Pasante	294.9	2.7
	Ramal	8.5	6.0
3 x 3 x 1	Pasante	291.4	2.8
	Ramal	14.8	7.3
3 x 3 x 1¼	Pasante	290.4	3.0
	Ramal	22.8	9.3

### Conectores EP reductor (continuado)



Conectores EP reductor	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
3 x 3 x 1½	Pasante	290.5	2.9
	Ramal	29.9	11.3
3 x 3 x 2	Pasante	287.6	3.0
	Ramal	53.8	14.6
3 x 3 x 2½	Pasante	288.3	3.0
	Ramal	82.2	22.2

### Acoplamiento EP



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
½ x ½	Pasante	8.3	0.8
¾ x ½	Pasante	5.2	2.6
¾ x ¾	Pasante	19.0	0.9
1 x ¾	Pasante	12.5	2.7
1 x 1	Pasante	33.8	0.9
1¼ x ¾	Pasante	10.9	3.6
1¼ x 1	Pasante	22.3	2.6
1¼ x 1¼	Pasante	53.3	1.1
1½ x ¾	Pasante	10.8	3.5
1½ x 1	Pasante	19.0	4.3
1½ x 1¼	Pasante	33.9	3.7
1½ x 1½	Pasante	69.5	1.4
2 x 1½	Pasante	45.2	4.6
2 x 2	Pasante	107.8	2.7
2½ x 1¼	Pasante	29.3	5.4
2½ x 1½	Pasante	35.9	7.5
2½ x 2	Pasante	82.6	5.4
2½ x 2½	Pasante	219.1	1.7
3 x 2	Pasante	73.4	7.2
3 x 2½	Pasante	136.2	7.1
3 x 3	Pasante	320.6	1.9

### Codo de 45°



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
1½ x 1½	Pasante	33.1	9.3
2 x 2	Pasante	68.9	8.8
2½ x 2½	Pasante	136.8	6.9
3 x 3	Pasante	195.5	8.3

## Codo de 90 °



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>V</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
½ x ½	Pasante	2.6	10.4
¾ x ¾	Pasante	6.7	10.8
1 x 1	Pasante	11.9	11.5
1¼ x 1¼	Pasante	22.2	10.0
1½ x 1½	Pasante	29.7	11.5
2 x 2	Pasante	50.2	17.1
2½ x 2½	Pasante	86.0	20.0
3 x 3	Pasante	125.0	23.2

## Codos



Codos EP multipuerto	Flujo / puerta	C <sub>V</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Codo EP multipuerto de flujo continuo, 3 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	7.1	8.8
	#2	3.4	6.3
Codo EP multipuerto de flujo continuo, 4 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	7.1	8.9
	#3	3.4	6.4
Codo EP multipuerto ramal de 1", 10 salidas con ganchos de montaje	#5	3.0	7.9

## De flujo continuo



Conectores EP multipuerto en T de flujo continuo	Flujo / puerta	C <sub>V</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 2 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	15.3	1.6
	#2	3.4	6.4
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 3 salidas (1"), ProPEX 2" x 2"	Pasante	99.0	3.9
	#2	13.4	9.0
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 3 salidas, PEX 1" x ¾"	Pasante	11.6	3.2
	#2	3.7	5.4
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 3 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	7.1	8.8
	#2	3.4	6.3
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo 3 salidas (¾"), PEX 1¼" x 1¼"	Pasante	45.9	7.9
	#2	1.8	7.1
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 4 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	7.1	8.9
	#3	3.4	6.4
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 4 salidas, PEX 1" x 1"	Pasante	29.3	1.5
	#3	3.2	7.5
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 4 salidas, ProPEX 1" x ¾"	Pasante	11.7	3.0
	#3	4.0	4.5
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 6 salidas, ProPEX 1" x ¾"	Pasante	11.8	3.1
	#3	3.5	5.8
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 6 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	13.2	3.8
	#3	3.7	5.3
Conector EP multipuerto en T de flujo continuo, 6 salidas, ProPEX 1" x 1"	Pasante	25.1	2.5
	#3	3.1	7.6

## Vertical



Conectores EP multipuerto en T verticales de flujo continuo	Flujo / puerta	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Conector EP multipuerto en T vertical de flujo continuo, 3 salidas, ProPEX ¾" x ¾" x ¾"	T a T	13.6	2.3
	T al lado	7.4	8.2
	T a #2	3.1	7.8
	Lado a T	6.9	9.5
	Lado a #2	3.6	4.9

## Ramal



Conectores EP ramal multipuerto en T	Flujo / puerta	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Conector EP ramal multipuerto en T de ¾", 3 salidas	#2	3.4	6.0
Conector EP ramal multipuerto en T de 1¼", 3 salidas (¾")	#2	7.9	7.1
Conector EP ramal multipuerto en T de 1", 4 salidas	#3	4.2	3.9
Conector EP ramal multipuerto en T de ¾", 4 salidas	#3	3.3	6.7
Conector EP ramal multipuerto en T de 1", 6 salidas	#3	3.6	5.4
Conector EP ramal multipuerto en T de ¾", 6 salidas	#3	4.1	3.8
Conector EP ramal multipuerto en T de ¾", 7 salidas con ganchos de montaje	#4	2.6	10.6
Conector EP ramal multipuerto en T de 1", 7 salidas con ganchos de montaje	#4	2.6	10.7
Conector EP ramal multipuerto en T de ¾", 8 salidas con ganchos de montaje	#4	2.6	10.9
Conector EP ramal multipuerto en T de 1", 8 salidas con ganchos de montaje	#4	3.2	6.1

## Puerto opuesto



Conectores EP multipuerto en T con puerto opuesto	Flujo / puerta	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Conector EP ramal multipuerto en T con puerto opuesto de ¾", 3 salidas	#2	3.3	6.5
Conector EP multipuerto en T con puerto opuesto de flujo continuo, 3 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	15.9	1.6
	#3	3.4	6.4
Conector EP ramal multipuerto en T con puerto opuesto de ¾", 4 salidas	#3	3.5	6.0
Conector EP multipuerto en T con puerto opuesto de flujo continuo, 4 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	16.9	1.3
	#3	3.4	6.3
Conector EP multipuerto en T con puerto opuesto de flujo continuo, 6 salidas, ProPEX ¾" x ¾"	Pasante	16.4	1.3
	#3	3.4	6.2
Conector EP ramal multipuerto en T con puerto opuesto de ¾", 8 salidas	#4	3.4	6.0

### Conectores en T con puerto opuesto



Conectores EP en T con puerto opuesto	Flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Conector EP en T con puerto opuesto, 1" x 1" x ¾" x ¾"	Pasante	34.1	1.4
	Ramal	8.9	5.7
Conector EP en T con puerto opuesto, 1¼" x 1¼" x ¾" x ¾"	Pasante	57.1	1.5
	Ramal	9.1	5.4
Conector EP en T con puerto opuesto, 1½" x 1½" x ¾" x ¾"	Pasante	69.3	2.4
	Ramal	9.0	5.5
Conector EP en T con puerto opuesto, 2" x 2" x ¾" x ¾"	Pasante	130.0	2.7
	Ramal	9.1	5.4

### Adaptadores de soldura



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX ½ x cobre ½	Pasante	5.7	2.0
PEX ½ x cobre ¾	Pasante	5.1	2.7
PEX ¾ x cobre ½	Pasante	8.8	1.4
PEX ¾ x cobre ¾	Pasante	13.4	2.1
PEX ¾ x cobre 1	Pasante	10.9	3.7
PEX 1 x cobre 1	Pasante	22.1	2.4
PEX 1¼ x cobre 1¼	Pasante	34.0	3.9
PEX 1½ x cobre 1½	Pasante	45.5	4.3
PEX 2 x cobre 2	Pasante	83.6	5.3
PEX 2½ x cobre 2½	Pasante	136.2	6.9
PEX 3 x cobre 3	Pasante	189.1	8.8

### Adaptadores de accesorios de soldura



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX ½ x cobre ½	Pasante	7.7	1.0
PEX ½ x cobre ¾	Cu a PEX	5.6	2.2
PEX ¾ x cobre ½	PEX a Cu	8.8	1.5
PEX ¾ x cobre ¾	Pasante	15.7	1.5
PEX ¾ x cobre 1	Cu a PEX	11.4	3.1
PEX 1 x cobre 1	Pasante	30.5	1.3
PEX 1¼ x cobre 1¼	Pasante	34.0	3.8
PEX 1½ x cobre 1½	Pasante	63.7	1.8
PEX 2 x cobre 2	Pasante	150.7	0.8

### Adaptadores de latón LF a presión de cobre



Tamaño nominal (pulgadas)	C <sub>V</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX ½" x cobre ½"	5.7	2.0
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX ¾" x cobre ¾"	13.4	2.1
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX 1" x cobre 1"	22.1	2.4
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX 1¼" x cobre 1¼"	34.0	3.9
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX 1½" x cobre 1½"	45.5	4.3
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX 2" x cobre 2"	83.6	5.3
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX 2½" x cobre 2½"	136.2	6.9
Adaptador de latón LF a presión de cobre, PEX 3" x cobre 3"	189.1	8.8

### Adaptadores de accesorios de latón LF a presión de cobre



Tamaño nominal (pulgadas)	C <sub>V</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX ½" x cobre ½"	5.6	2.1
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX ¾" x cobre ¾"	12.8	2.4
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX 1" x cobre 1"	21.4	3.1
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX 1¼" x cobre 1¼"	31.5	4.7
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX 1½" x cobre 1½"	43.5	4.8
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX 2" x cobre 2"	81.5	5.6
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX 2½" x cobre 2½"	137.0	6.9
Adaptador de accesorios de latón LF a presión de cobre, PEX 3" x cobre 3"	187.1	9.4

### Adaptadores macho



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>V</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX ½ x MNPT ½	Pasante	5.0	2.3
PEX ½ x MNPT ¾	NPT a PEX	6.2	1.8
PEX ¾ x MNPT ¾	Pasante	11.3	2.7
PEX ¾ x MNPT 1	NPT a PEX	10.9	3.4
PEX 1 x MNPT ¾	PEX a NPT	17.8	1.2
PEX 1 x MNPT 1	Pasante	19.9	3.2
PEX 1¼ x MNPT 1¼	Pasante	32.4	4.2
PEX 1½ x MNPT 1½	Pasante	39.3	5.5
PEX 2 x MNPT 2	Pasante	78.6	5.6
PEX 2½ x MNPT 2½	Pasante	227.3	1.5
PEX 3 x MNPT 3	Pasante	187.5	9.1

### Adaptadores hembra



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX ½ x FNPT ½	Pasante	4.8	2.5
PEX ½ x FNPT ¾	NPT a PEX	5.1	2.7
PEX ¾ x FNPT ¾	Pasante	12.0	2.3
PEX ¾ x FNPT 1	NPT a PEX	10.8	3.6
PEX 1 x FNPT 1	Pasante	19.7	3.8
PEX 1¼ x FNPT 1¼	Pasante	30.8	4.8
PEX 1½ x FNPT 1½	Pasante	40.9	5.1
PEX 2 x FNPT 2	Pasante	77.7	5.7

### Adaptadores CPVC



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX 1¼ x CPVC espiga 1¼	CPVC a PEX	42.6	2.1
PEX 1¼ x CPVC de encaje 1¼	CPVC a PEX	43.3	2.0
PEX 1½ x CPVC espiga 1½	CPVC a PEX	55.7	2.6
PEX 1½ x CPVC de encaje 1½	CPVC a PEX	54.1	2.8
PEX 2 x CPVC espiga 2	CPVC a PEX	110.2	2.5
PEX 2 x CPVC de encaje 2	CPVC a PEX	112.6	2.4

### Adaptadores con ranura



Tamaño nominal (pulgadas)	C <sub>v</sub> promedio <sup>1</sup>	Longitud equivalente (pies) <sup>1</sup>	C <sub>v</sub> promedio <sup>2</sup>	Longitud equivalente (pies) <sup>2</sup>
PEX 2 x CTS 2 ranurado	86.1	4.9	141.4	1.0
PEX 2 x IPS 2 ranurado	79.7	5.9	114.5	2.3
PEX 2 x CTS 2½ ranurado	73.2	7.3	128.3	1.6
PEX 2 x IPS 2½ ranurado	71.6	7.6	124.0	1.7
PEX 2½ x IPS 2 ranurado	195.6	2.3	239.5	1.2
PEX 2½ x CTS 2½ ranurado	138.7	6.5	222.7	1.5
PEX 2½ x IPS 2½ ranurado	130.2	7.6	202.0	2.4
PEX 2½ x IPS 3 ranurado	114.9	10.2	199.8	2.4
PEX 3 x IPS 2½ ranurado	250.7	4.2	334.4	1.4
PEX 3 x CTS 3 ranurado	192.3	8.3	338.3	1.6
PEX 3 x IPS 3 ranurado	177.4	10.0	282.4	2.8

<sup>1</sup>Flujo de cobre a PEX  
<sup>2</sup>Flujo de PEX a cobre

### Adaptadores de brida



Tamaño nominal (pulgadas)	Trayectoria del flujo	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX 2½ x brida	Pasante	131.5	7.6
PEX 3 x brida	Pasante	310.7	2.2

### Válvula de bola comercial de latón LF (de paso completo)



Tamaño nominal (pulgadas)	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX ½ x PEX ½	7.0	2.8
PEX ¾ x PEX ¾	18.7	3.3
PEX 1 x PEX 1	29.0	4.3
PEX 1¼ x PEX 1¼	54.7	4.8
PEX 1½ x PEX 1½	68.2	5.7
PEX 2 x PEX 2	132.2	7.1

### Válvula de bola comercial de latón (de paso completo)



Tamaño nominal (pulgadas)	C <sub>v</sub> promedio	Longitud equivalente (pies)
PEX ½" x PEX ½"	7.0	2.8
PEX ¾" x PEX ¾"	18.7	3.3
PEX 1" x PEX 1"	29.0	4.3
PEX 1¼" x PEX 1¼"	54.7	4.8
PEX 1½" x PEX 1½"	68.2	5.7
PEX 2" x PEX 2"	132.2	7.1

## Apéndice D

### Pérdida de calor y temperatura superficial de tubería

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de ½" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Tempe- ratura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-3.2	-2.0	-1.6	-1.4	-1.2
40	-1.6	-1.0	-0.8	-0.7	-0.6
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	1.6	1.0	0.8	0.7	0.6
70	3.2	2.0	1.6	1.4	1.2
80	4.7	3.0	2.4	2.0	1.8
90	6.3	4.1	3.2	2.7	2.4
100	7.9	5.1	4.0	3.4	3.1
110	9.5	6.1	4.7	4.1	3.7
120	11.1	7.1	5.5	4.8	4.3
130	12.6	8.1	6.3	5.4	4.9
140	14.2	9.1	7.1	6.1	5.5
150	15.8	10.1	7.9	6.8	6.1
160	17.4	11.1	8.7	7.5	6.7
170	18.9	12.2	9.5	8.2	7.3
180	20.5	13.2	10.3	8.8	8.0
190	22.1	14.2	11.1	9.5	8.6
200	23.7	15.2	11.9	10.2	9.2

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de ½" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Tempe- ratura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	30.7	45.2	47.7	48.6	49.0
40	40.4	47.6	48.8	49.3	49.5
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	59.6	52.4	51.2	50.7	50.5
70	69.3	54.8	52.3	51.4	51.0
80	78.9	57.1	53.5	52.1	51.5
90	88.6	59.5	54.6	52.9	52.0
100	98.2	61.9	55.8	53.6	52.5
110	107.9	64.3	56.9	54.3	53.0
120	117.5	66.7	58.1	55.0	53.5
130	127.2	69.0	59.2	55.7	54.0
140	136.8	71.4	60.4	56.4	54.5
150	146.5	73.8	61.5	57.2	55.1
160	156.1	76.2	62.7	57.9	55.6
170	165.8	78.6	63.8	58.6	56.1
180	175.4	81.0	65.0	59.3	56.6
190	185.1	83.3	66.1	60.0	57.1
200	194.7	85.7	67.3	60.7	57.6

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 5/8" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-3.8	-2.3	-1.7	-1.5	-1.3
40	-1.9	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	1.9	1.1	0.9	0.7	0.7
70	3.8	2.3	1.7	1.5	1.3
80	5.7	3.4	2.6	2.2	2.0
90	7.5	4.5	3.5	3.0	2.6
100	9.4	5.6	4.3	3.7	3.3
110	11.3	6.8	5.2	4.4	4.0
120	13.2	7.9	6.1	5.2	4.6
130	15.1	9.0	6.9	5.9	5.3
140	17.0	10.2	7.8	6.7	6.0
150	18.9	11.3	8.7	7.4	6.6
160	20.7	12.4	9.5	8.1	7.3
170	22.6	13.5	10.4	8.9	7.9
180	24.5	14.7	11.3	9.6	8.6
190	26.4	15.8	12.1	10.4	9.3
200	28.3	16.9	13.0	11.1	9.9

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 5/8" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	30.8	45.1	47.6	48.5	48.9
40	40.4	47.5	48.8	49.2	49.5
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	59.6	52.5	51.2	50.8	50.5
70	69.2	54.9	52.4	51.5	51.1
80	78.8	57.4	53.6	52.3	51.6
90	88.4	59.8	54.8	53.0	52.1
100	98.0	62.3	56.0	53.8	52.7
110	107.6	64.8	57.2	54.5	53.2
120	117.2	67.2	58.4	55.3	53.7
130	126.8	69.7	59.6	56.0	54.3
140	136.4	72.2	60.8	56.8	54.8
150	146.0	74.6	62.1	57.5	55.3
160	155.6	77.1	63.3	58.3	55.9
170	165.2	79.5	64.5	59.0	56.4
180	174.8	82.0	65.7	59.8	56.9
190	184.4	84.5	66.9	60.5	57.4
200	194.0	86.9	68.1	61.3	58.0

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.7 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie<sup>2</sup>·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie<sup>2</sup>·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de ¾" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-4.4	-2.5	-1.9	-1.6	-1.4
40	-2.2	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	2.2	1.2	0.9	0.8	0.7
70	4.4	2.5	1.9	1.6	1.4
80	6.6	3.7	2.8	2.4	2.1
90	8.7	5.0	3.8	3.2	2.8
100	10.9	6.2	4.7	4.0	3.5
110	13.1	7.4	5.6	4.8	4.3
120	15.3	8.7	6.6	5.6	5.0
130	17.5	9.9	7.5	6.4	5.7
140	19.7	11.2	8.5	7.2	6.4
150	21.9	12.4	9.4	8.0	7.1
160	24.0	13.6	10.4	8.8	7.8
170	26.2	14.9	11.3	9.6	8.5
180	28.4	16.1	12.2	10.3	9.2
190	30.6	17.4	13.2	11.1	9.9
200	32.8	18.6	14.1	11.9	10.6

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de ¾" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	30.9	45.0	47.5	48.4	48.9
40	40.5	47.5	48.7	49.2	49.4
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	59.5	52.5	51.3	50.8	50.6
70	69.1	55.0	52.5	51.6	51.1
80	78.6	57.6	53.8	52.4	51.7
90	88.2	60.1	55.0	53.1	52.2
100	97.7	62.6	56.3	53.9	52.8
110	107.3	65.1	57.5	54.7	53.3
120	116.8	67.7	58.8	55.5	53.9
130	126.3	70.2	60.0	56.3	54.4
140	135.9	72.7	61.3	57.1	55.0
150	145.4	75.2	62.5	57.8	55.6
160	155.0	77.8	63.8	58.6	56.1
170	164.5	80.3	65.0	59.4	56.7
180	174.1	82.8	66.3	60.2	57.2
190	183.6	85.3	67.5	61.0	57.8
200	193.1	87.9	68.8	61.8	58.3

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

## Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-5.5	-2.9	-2.2	-1.8	-1.6
40	-2.8	-1.5	-1.1	-0.9	-0.8
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	2.8	1.5	1.1	0.9	0.8
70	5.5	2.9	2.2	1.8	1.6
80	8.3	4.4	3.2	2.7	2.4
90	11.1	5.8	4.3	3.6	3.2
100	13.9	7.3	5.4	4.5	4.0
110	16.6	8.7	6.5	5.4	4.8
120	19.4	10.2	7.6	6.3	5.6
130	22.2	11.7	8.7	7.2	6.4
140	25.0	13.1	9.7	8.1	7.2
150	27.7	14.6	10.8	9.0	8.0
160	30.5	16.0	11.9	9.9	8.8
170	33.3	17.5	13.0	10.8	9.6
180	36.1	18.9	14.1	11.8	10.4
190	38.8	20.4	15.2	12.7	11.2
200	41.6	21.8	16.2	13.6	12.0

## Temperatura superficial de PEX de 1" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	31.2	44.8	47.4	48.3	48.8
40	40.6	47.4	48.7	49.2	49.4
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	59.4	52.6	51.3	50.8	50.6
70	68.8	55.2	52.6	51.7	51.2
80	78.3	57.9	54.0	52.5	51.8
90	87.7	60.5	55.3	53.3	52.4
100	97.1	63.1	56.6	54.2	53.0
110	106.5	65.7	57.9	55.0	53.6
120	115.9	68.3	59.3	55.9	54.2
130	125.3	70.9	60.6	56.7	54.8
140	134.8	73.6	61.9	57.5	55.3
150	144.2	76.2	63.2	58.4	55.9
160	153.6	78.8	64.6	59.2	56.5
170	163.0	81.4	65.9	60.0	57.1
180	172.4	84.0	67.2	60.9	57.7
190	181.9	86.7	68.5	61.7	58.3
200	191.3	89.3	69.8	62.6	58.9

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie<sup>2</sup>·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie<sup>2</sup>·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1¼" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-6.7	-3.3	-2.4	-2.0	-1.8
40	-3.3	-1.7	-1.2	-1.0	-0.9
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	3.3	1.7	1.2	1.0	0.9
70	6.7	3.3	2.4	2.0	1.8
80	10.0	5.0	3.7	3.0	2.6
90	13.4	6.7	4.9	4.0	3.5
100	16.7	8.3	6.1	5.0	4.4
110	20.1	10.0	7.3	6.0	5.3
120	23.4	11.7	8.5	7.1	6.2
130	26.8	13.3	9.8	8.1	7.1
140	30.1	15.0	11.0	9.1	7.9
150	33.5	16.7	12.2	10.1	8.8
160	36.8	18.4	13.4	11.1	9.7
170	40.2	20.0	14.6	12.1	10.6
180	43.5	21.7	15.9	13.1	11.5
190	46.9	23.4	17.1	14.1	12.4
200	50.2	25.0	18.3	15.1	13.2

**Temperatura superficial de PEX de 1¼" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	31.4	44.6	47.2	48.2	48.7
40	40.7	47.3	48.6	49.1	49.4
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	59.3	52.7	51.4	50.9	50.6
70	68.6	55.4	52.8	51.8	51.3
80	77.9	58.1	54.1	52.6	51.9
90	87.2	60.7	55.5	53.5	52.5
100	96.5	63.4	56.9	54.4	53.1
110	105.8	66.1	58.3	55.3	53.8
120	115.1	68.8	59.7	56.2	54.4
130	124.4	71.5	61.0	57.0	55.0
140	133.7	74.2	62.4	57.9	55.6
150	143.0	76.8	63.8	58.8	56.3
160	152.3	79.5	65.2	59.7	56.9
170	161.6	82.2	66.6	60.6	57.5
180	170.9	84.9	67.9	61.4	58.2
190	180.2	87.6	69.3	62.3	58.8
200	189.5	90.3	70.7	63.2	59.4

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1½" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-7.8	-3.8	-2.7	-2.2	-1.9
40	-3.9	-1.9	-1.4	-1.1	-1.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	3.9	1.9	1.4	1.1	1.0
70	7.8	3.8	2.7	2.2	1.9
80	11.7	5.6	4.1	3.3	2.9
90	15.6	7.5	5.4	4.4	3.9
100	19.5	9.4	6.8	5.5	4.8
110	23.4	11.3	8.1	6.6	5.8
120	27.3	13.1	9.5	7.8	6.7
130	31.2	15.0	10.8	8.9	7.7
140	35.1	16.9	12.2	10.0	8.7
150	39.0	18.8	13.5	11.1	9.6
160	43.0	20.6	14.9	12.2	10.6
170	46.9	22.5	16.2	13.3	11.6
180	50.8	24.4	17.6	14.4	12.5
190	54.7	26.3	18.9	15.5	13.5
200	58.6	28.1	20.3	16.6	14.5

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 1½" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	31.6	44.5	47.1	48.2	48.7
40	40.8	47.3	48.6	49.1	49.3
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	59.2	52.7	51.4	50.9	50.7
70	68.4	55.5	52.9	51.8	51.3
80	77.5	58.2	54.3	52.7	52.0
90	86.7	60.9	55.7	53.7	52.6
100	95.9	63.7	57.1	54.6	53.3
110	105.1	66.4	58.6	55.5	53.9
120	114.2	69.1	60.0	56.4	54.6
130	123.4	71.8	61.4	57.3	55.2
140	132.6	74.6	62.8	58.2	55.9
150	141.8	77.3	64.3	59.1	56.5
160	151.0	80.0	65.7	60.1	57.2
170	160.1	82.8	67.1	61.0	57.9
180	169.3	85.5	68.5	61.9	58.5
190	178.5	88.2	70.0	62.8	59.2
200	187.7	91.0	71.4	63.7	59.8

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 2" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-10.0	-4.6	-3.2	-2.6	-2.2
40	-5.0	-2.3	-1.6	-1.3	-1.1
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	5.0	2.3	1.6	1.3	1.1
70	10.0	4.6	3.2	2.6	2.2
80	14.9	6.9	4.8	3.9	3.4
90	19.9	9.1	6.4	5.2	4.5
100	24.9	11.4	8.1	6.5	5.6
110	29.9	13.7	9.7	7.8	6.7
120	34.9	16.0	11.3	9.1	7.8
130	39.9	18.3	12.9	10.4	9.0
140	44.8	20.6	14.5	11.7	10.1
150	49.8	22.8	16.1	13.0	11.2
160	54.8	25.1	17.7	14.3	12.3
170	59.8	27.4	19.3	15.6	13.5
180	64.8	29.7	21.0	16.9	14.6
190	69.8	32.0	22.6	18.2	15.7
200	74.7	34.3	24.2	19.5	16.8

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 2" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	32.1	44.4	47.0	48.1	48.6
40	41.0	47.2	48.5	49.0	49.3
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	59.0	52.8	51.5	51.0	50.7
70	67.9	55.6	53.0	51.9	51.4
80	76.9	58.4	54.5	52.9	52.1
90	85.8	61.2	56.0	53.9	52.8
100	94.8	64.0	57.5	54.9	53.5
110	103.7	66.8	59.0	55.8	54.2
120	112.7	69.5	60.5	56.8	54.9
130	121.7	72.3	61.9	57.8	55.6
140	130.6	75.1	63.4	58.7	56.3
150	139.6	77.9	64.9	59.7	57.0
160	148.5	80.7	66.4	60.7	57.7
170	157.5	83.5	67.9	61.6	58.4
180	166.4	86.3	69.4	62.6	59.1
190	175.4	89.1	70.9	63.6	59.8
200	184.3	91.9	72.4	64.6	60.5

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 2½" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-12.0	-5.4	-3.7	-3.0	-2.5
40	-6.0	-2.7	-1.9	-1.5	-1.3
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	6.0	2.7	1.9	1.5	1.3
70	12.0	5.4	3.7	3.0	2.5
80	18.0	8.0	5.6	4.5	3.8
90	24.0	10.7	7.5	6.0	5.1
100	30.0	13.4	9.3	7.5	6.4
110	36.0	16.1	11.2	8.9	7.6
120	42.0	18.8	13.1	10.4	8.9
130	48.0	21.5	14.9	11.9	10.2
140	54.1	24.1	16.8	13.4	11.5
150	60.1	26.8	18.6	14.9	12.7
160	66.1	29.5	20.5	16.4	14.0
170	72.1	32.2	22.4	17.9	15.3
180	78.1	34.9	24.2	19.4	16.5
190	84.1	37.5	26.1	20.9	17.8
200	90.1	40.2	28.0	22.4	19.1

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 2½" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	32.5	44.3	46.9	48.0	48.5
40	41.3	47.2	48.5	49.0	49.3
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	58.7	52.8	51.5	51.0	50.7
70	67.5	55.7	53.1	52.0	51.5
80	76.2	58.5	54.6	53.0	52.2
90	85.0	61.3	56.2	54.0	52.9
100	93.7	64.1	57.7	55.1	53.7
110	102.4	67.0	59.2	56.1	54.4
120	111.2	69.8	60.8	57.1	55.1
130	119.9	72.6	62.3	58.1	55.9
140	128.7	75.4	63.9	59.1	56.6
150	137.4	78.3	65.4	60.1	57.3
160	146.1	81.1	66.9	61.1	58.1
170	154.9	83.9	68.5	62.1	58.8
180	163.6	86.7	70.0	63.2	59.5
190	172.3	89.6	71.6	64.2	60.3
200	181.1	92.4	73.1	65.2	61.0

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 3" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-14.0	-6.1	-4.2	-3.3	-2.8
40	-7.0	-3.1	-2.1	-1.7	-1.4
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	7.0	3.1	2.1	1.7	1.4
70	14.0	6.1	4.2	3.3	2.8
80	21.0	9.2	6.3	5.0	4.3
90	28.0	12.3	8.5	6.7	5.7
100	34.9	15.4	10.6	8.4	7.1
110	41.9	18.4	12.7	10.0	8.5
120	48.9	21.5	14.8	11.7	9.9
130	55.9	24.6	16.9	13.4	11.4
140	62.9	27.6	19.0	15.1	12.8
150	69.9	30.7	21.1	16.7	14.2
160	76.9	33.8	23.2	18.4	15.6
170	83.9	36.9	25.4	20.1	17.0
180	90.8	39.9	27.5	21.8	18.5
190	97.8	43.0	29.6	23.4	19.9
200	104.8	46.1	31.7	25.1	21.3

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 3" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	32.9	44.3	46.9	47.9	48.5
40	41.5	47.2	48.4	49.0	49.2
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	58.5	52.8	51.6	51.0	50.8
70	67.1	55.7	53.1	52.1	51.5
80	75.6	58.5	54.7	53.1	52.3
90	84.2	61.4	56.3	54.2	53.0
100	92.7	64.2	57.9	55.2	53.8
110	101.3	67.1	59.4	56.3	54.6
120	109.8	69.9	61.0	57.3	55.3
130	118.3	72.8	62.6	58.4	56.1
140	126.9	75.6	64.2	59.4	56.9
150	135.4	78.4	65.7	60.4	57.6
160	144.0	81.3	67.3	61.5	58.4
170	152.5	84.1	68.9	62.5	59.1
180	161.0	87.0	70.5	63.6	59.9
190	169.6	89.8	72.0	64.6	60.7
200	178.1	92.7	73.6	65.7	61.4

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

### Pérdida de calor de PEX de Uponor de 4" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-17.6	-7.7	-5.2	-4.1	-3.4
40	-8.8	-3.8	-2.6	-2.0	-1.7
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	8.8	3.8	2.6	2.0	1.7
70	17.6	7.7	5.2	4.1	3.4
80	26.5	11.5	7.8	6.1	5.1
90	35.3	15.3	10.4	8.1	6.8
100	44.1	19.1	13.0	10.2	8.5
110	52.9	23.0	15.6	12.2	10.2
120	61.7	26.8	18.2	14.2	12.0
130	70.6	30.6	20.8	16.3	13.7
140	79.4	34.5	23.4	18.3	15.4
150	88.2	38.3	26.0	20.3	17.1
160	97.0	42.1	28.6	22.4	18.8
170	105.8	46.0	31.2	24.4	20.5
180	114.7	49.8	33.8	26.4	22.2
190	123.5	53.6	36.4	28.5	23.9
200	132.3	57.4	38.9	30.5	25.6

### Temperatura superficial de PEX de Uponor de 4" a temperatura ambiente de 50 °F / 10 °C

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	33.7	44.3	46.8	47.8	48.4
40	41.8	47.1	48.4	48.9	49.2
50	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
60	58.2	52.9	51.6	51.1	50.8
70	66.3	55.7	53.2	52.2	51.6
80	74.5	58.6	54.9	53.3	52.4
90	82.7	61.4	56.5	54.4	53.2
100	90.8	64.3	58.1	55.4	54.0
110	99.0	67.1	59.7	56.5	54.8
120	107.2	70.0	61.3	57.6	55.6
130	115.3	72.8	63.0	58.7	56.4
140	123.5	75.7	64.6	59.8	57.2
150	131.7	78.5	66.2	60.9	58.0
160	139.8	81.4	67.8	62.0	58.8
170	148.0	84.3	69.4	63.1	59.6
180	156.2	87.1	71.1	64.2	60.4
190	164.3	90.0	72.7	65.3	61.2
200	172.5	92.8	74.3	66.3	62.0

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.7 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie<sup>2</sup>·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie<sup>2</sup>·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de ½" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-6.3	-4.1	-3.2	-2.7	-2.4
40	-4.7	-3.0	-2.4	-2.0	-1.8
50	-3.2	-2.0	-1.6	-1.4	-1.2
60	-1.6	-1.0	-0.8	-0.7	-0.6
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	1.6	1.0	0.8	0.7	0.6
90	3.2	2.0	1.6	1.4	1.2
100	4.7	3.0	2.4	2.0	1.8
110	6.3	4.1	3.2	2.7	2.4
120	7.9	5.1	4.0	3.4	3.1
130	9.5	6.1	4.7	4.1	3.7
140	11.1	7.1	5.5	4.8	4.3
150	12.6	8.1	6.3	5.4	4.9
160	14.2	9.1	7.1	6.1	5.5
170	15.8	10.1	7.9	6.8	6.1
180	17.4	11.1	8.7	7.5	6.7
190	18.9	12.2	9.5	8.2	7.3
200	20.5	13.2	10.3	8.8	8.0

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de ½" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	31.4	60.5	65.4	67.1	68.0
40	41.1	62.9	66.5	67.9	68.5
50	50.7	65.2	67.7	68.6	69.0
60	60.4	67.6	68.8	69.3	69.5
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	79.6	72.4	71.2	70.7	70.5
90	89.3	74.8	72.3	71.4	71.0
100	98.9	77.1	73.5	72.1	71.5
110	108.6	79.5	74.6	72.9	72.0
120	118.2	81.9	75.8	73.6	72.5
130	127.9	84.3	76.9	74.3	73.0
140	137.5	86.7	78.1	75.0	73.5
150	147.2	89.0	79.2	75.7	74.0
160	156.8	91.4	80.4	76.4	74.5
170	166.5	93.8	81.5	77.2	75.1
180	176.1	96.2	82.7	77.9	75.6
190	185.8	98.6	83.8	78.6	76.1
200	195.4	101.0	85.0	79.3	76.6

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 5/8" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	102% Pérdida de calor (btu / hora-pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-7.5	-4.5	-3.5	-3.0	-2.6
40	-5.7	-3.4	-2.6	-2.2	-2.0
50	-3.8	-2.3	-1.7	-1.5	-1.3
60	-1.9	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	1.9	1.1	0.9	0.7	0.7
90	3.8	2.3	1.7	1.5	1.3
100	5.7	3.4	2.6	2.2	2.0
110	7.5	4.5	3.5	3.0	2.6
120	9.4	5.6	4.3	3.7	3.3
130	11.3	6.8	5.2	4.4	4.0
140	13.2	7.9	6.1	5.2	4.6
150	15.1	9.0	6.9	5.9	5.3
160	17.0	10.2	7.8	6.7	6.0
170	18.9	11.3	8.7	7.4	6.6
180	20.7	12.4	9.5	8.1	7.3
190	22.6	13.5	10.4	8.9	7.9
200	24.5	14.7	11.3	9.6	8.6

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 5/8" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	31.6	60.2	65.2	67.0	67.9
40	41.2	62.6	66.4	67.7	68.4
50	50.8	65.1	67.6	68.5	68.9
60	60.4	67.5	68.8	69.2	69.5
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	79.6	72.5	71.2	70.8	70.5
90	89.2	74.9	72.4	71.5	71.1
100	98.8	77.4	73.6	72.3	71.6
110	108.4	79.8	74.8	73.0	72.1
120	118.0	82.3	76.0	73.8	72.7
130	127.6	84.8	77.2	74.5	73.2
140	137.2	87.2	78.4	75.3	73.7
150	146.8	89.7	79.6	76.0	74.3
160	156.4	92.2	80.8	76.8	74.8
170	166.0	94.6	82.1	77.5	75.3
180	175.6	97.1	83.3	78.3	75.9
190	185.2	99.5	84.5	79.0	76.4
200	194.8	102.0	85.7	79.8	76.9

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.7 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora•pie<sup>2</sup>•°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu•pulgada / (hora•pie<sup>2</sup>•°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de ¾" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-8.7	-5.0	-3.8	-3.2	-2.8
40	-6.6	-3.7	-2.8	-2.4	-2.1
50	-4.4	-2.5	-1.9	-1.6	-1.4
60	-2.2	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	2.2	1.2	0.9	0.8	0.7
90	4.4	2.5	1.9	1.6	1.4
100	6.6	3.7	2.8	2.4	2.1
110	8.7	5.0	3.8	3.2	2.8
120	10.9	6.2	4.7	4.0	3.5
130	13.1	7.4	5.6	4.8	4.3
140	15.3	8.7	6.6	5.6	5.0
150	17.5	9.9	7.5	6.4	5.7
160	19.7	11.2	8.5	7.2	6.4
170	21.9	12.4	9.4	8.0	7.1
180	24.0	13.6	10.4	8.8	7.8
190	26.2	14.9	11.3	9.6	8.5
200	28.4	16.1	12.2	10.3	9.2

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de ¾" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	31.8	59.9	65.0	66.9	67.8
40	41.4	62.4	66.2	67.6	68.3
50	50.9	65.0	67.5	68.4	68.9
60	60.5	67.5	68.7	69.2	69.4
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	79.5	72.5	71.3	70.8	70.6
90	89.1	75.0	72.5	71.6	71.1
100	98.6	77.6	73.8	72.4	71.7
110	108.2	80.1	75.0	73.1	72.2
120	117.7	82.6	76.3	73.9	72.8
130	127.3	85.1	77.5	74.7	73.3
140	136.8	87.7	78.8	75.5	73.9
150	146.3	90.2	80.0	76.3	74.4
160	155.9	92.7	81.3	77.1	75.0
170	165.4	95.2	82.5	77.8	75.6
180	175.0	97.8	83.8	78.6	76.1
190	184.5	100.3	85.0	79.4	76.7
200	194.1	102.8	86.3	80.2	77.2

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-11.1	-5.8	-4.3	-3.6	-3.2
40	-8.3	-4.4	-3.2	-2.7	-2.4
50	-5.5	-2.9	-2.2	-1.8	-1.6
60	-2.8	-1.5	-1.1	-0.9	-0.8
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	2.8	1.5	1.1	0.9	0.8
90	5.5	2.9	2.2	1.8	1.6
100	8.3	4.4	3.2	2.7	2.4
110	11.1	5.8	4.3	3.6	3.2
120	13.9	7.3	5.4	4.5	4.0
130	16.6	8.7	6.5	5.4	4.8
140	19.4	10.2	7.6	6.3	5.6
150	22.2	11.7	8.7	7.2	6.4
160	25.0	13.1	9.7	8.1	7.2
170	27.7	14.6	10.8	9.0	8.0
180	30.5	16.0	11.9	9.9	8.8
190	33.3	17.5	13.0	10.8	9.6
200	36.1	18.9	14.1	11.8	10.4

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 1" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	32.3	59.5	64.7	66.7	67.6
40	41.7	62.1	66.0	67.5	68.2
50	51.2	64.8	67.4	68.3	68.8
60	60.6	67.4	68.7	69.2	69.4
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	79.4	72.6	71.3	70.8	70.6
90	88.8	75.2	72.6	71.7	71.2
100	98.3	77.9	74.0	72.5	71.8
110	107.7	80.5	75.3	73.3	72.4
120	117.1	83.1	76.6	74.2	73.0
130	126.5	85.7	77.9	75.0	73.6
140	135.9	88.3	79.3	75.9	74.2
150	145.3	90.9	80.6	76.7	74.8
160	154.8	93.6	81.9	77.5	75.3
170	164.2	96.2	83.2	78.4	75.9
180	173.6	98.8	84.6	79.2	76.5
190	183.0	101.4	85.9	80.0	77.1
200	192.4	104.0	87.2	80.9	77.7

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1¼" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-13.4	-6.7	-4.9	-4.0	-3.5
40	-10.0	-5.0	-3.7	-3.0	-2.6
50	-6.7	-3.3	-2.4	-2.0	-1.8
60	-3.3	-1.7	-1.2	-1.0	-0.9
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	3.3	1.7	1.2	1.0	0.9
90	6.7	3.3	2.4	2.0	1.8
100	10.0	5.0	3.7	3.0	2.6
110	13.4	6.7	4.9	4.0	3.5
120	16.7	8.3	6.1	5.0	4.4
130	20.1	10.0	7.3	6.0	5.3
140	23.4	11.7	8.5	7.1	6.2
150	26.8	13.3	9.8	8.1	7.1
160	30.1	15.0	11.0	9.1	7.9
170	33.5	16.7	12.2	10.1	8.8
180	36.8	18.4	13.4	11.1	9.7
190	40.2	20.0	14.6	12.1	10.6
200	43.5	21.7	15.9	13.1	11.5

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 1¼" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	32.8	59.3	64.5	66.5	67.5
40	42.1	61.9	65.9	67.4	68.1
50	51.4	64.6	67.2	68.2	68.7
60	60.7	67.3	68.6	69.1	69.4
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	79.3	72.7	71.4	70.9	70.6
90	88.6	75.4	72.8	71.8	71.3
100	97.9	78.1	74.1	72.6	71.9
110	107.2	80.7	75.5	73.5	72.5
120	116.5	83.4	76.9	74.4	73.1
130	125.8	86.1	78.3	75.3	73.8
140	135.1	88.8	79.7	76.2	74.4
150	144.4	91.5	81.0	77.0	75.0
160	153.7	94.2	82.4	77.9	75.6
170	163.0	96.8	83.8	78.8	76.3
180	172.3	99.5	85.2	79.7	76.9
190	181.6	102.2	86.6	80.6	77.5
200	190.9	104.9	87.9	81.4	78.2

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1½" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-15.6	-7.5	-5.4	-4.4	-3.9
40	-11.7	-5.6	-4.1	-3.3	-2.9
50	-7.8	-3.8	-2.7	-2.2	-1.9
60	-3.9	-1.9	-1.4	-1.1	-1.0
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	3.9	1.9	1.4	1.1	1.0
90	7.8	3.8	2.7	2.2	1.9
100	11.7	5.6	4.1	3.3	2.9
110	15.6	7.5	5.4	4.4	3.9
120	19.5	9.4	6.8	5.5	4.8
130	23.4	11.3	8.1	6.6	5.8
140	27.3	13.1	9.5	7.8	6.7
150	31.2	15.0	10.8	8.9	7.7
160	35.1	16.9	12.2	10.0	8.7
170	39.0	18.8	13.5	11.1	9.6
180	43.0	20.6	14.9	12.2	10.6
190	46.9	22.5	16.2	13.3	11.6
200	50.8	24.4	17.6	14.4	12.5

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 1½" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	33.3	59.1	64.3	66.3	67.4
40	42.5	61.8	65.7	67.3	68.0
50	51.6	64.5	67.1	68.2	68.7
60	60.8	67.3	68.6	69.1	69.3
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	79.2	72.7	71.4	70.9	70.7
90	88.4	75.5	72.9	71.8	71.3
100	97.5	78.2	74.3	72.7	72.0
110	106.7	80.9	75.7	73.7	72.6
120	115.9	83.7	77.1	74.6	73.3
130	125.1	86.4	78.6	75.5	73.9
140	134.2	89.1	80.0	76.4	74.6
150	143.4	91.8	81.4	77.3	75.2
160	152.6	94.6	82.8	78.2	75.9
170	161.8	97.3	84.3	79.1	76.5
180	171.0	100.0	85.7	80.1	77.2
190	180.1	102.8	87.1	81.0	77.9
200	189.3	105.5	88.5	81.9	78.5

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 2" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-19.9	-9.1	-6.4	-5.2	-4.5
40	-14.9	-6.9	-4.8	-3.9	-3.4
50	-10.0	-4.6	-3.2	-2.6	-2.2
60	-5.0	-2.3	-1.6	-1.3	-1.1
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	5.0	2.3	1.6	1.3	1.1
90	10.0	4.6	3.2	2.6	2.2
100	14.9	6.9	4.8	3.9	3.4
110	19.9	9.1	6.4	5.2	4.5
120	24.9	11.4	8.1	6.5	5.6
130	29.9	13.7	9.7	7.8	6.7
140	34.9	16.0	11.3	9.1	7.8
150	39.9	18.3	12.9	10.4	9.0
160	44.8	20.6	14.5	11.7	10.1
170	49.8	22.8	16.1	13.0	11.2
180	54.8	25.1	17.7	14.3	12.3
190	59.8	27.4	19.3	15.6	13.5
200	64.8	29.7	21.0	16.9	14.6

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 2" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	34.2	58.8	64.0	66.1	67.2
40	43.1	61.6	65.5	67.1	67.9
50	52.1	64.4	67.0	68.1	68.6
60	61.0	67.2	68.5	69.0	69.3
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	79.0	72.8	71.5	71.0	70.7
90	87.9	75.6	73.0	71.9	71.4
100	96.9	78.4	74.5	72.9	72.1
110	105.8	81.2	76.0	73.9	72.8
120	114.8	84.0	77.5	74.9	73.5
130	123.7	86.8	79.0	75.8	74.2
140	132.7	89.5	80.5	76.8	74.9
150	141.7	92.3	81.9	77.8	75.6
160	150.6	95.1	83.4	78.7	76.3
170	159.6	97.9	84.9	79.7	77.0
180	168.5	100.7	86.4	80.7	77.7
190	177.5	103.5	87.9	81.6	78.4
200	186.4	106.3	89.4	82.6	79.1

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 2½" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-24.0	-10.7	-7.5	-6.0	-5.1
40	-18.0	-8.0	-5.6	-4.5	-3.8
50	-12.0	-5.4	-3.7	-3.0	-2.5
60	-6.0	-2.7	-1.9	-1.5	-1.3
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	6.0	2.7	1.9	1.5	1.3
90	12.0	5.4	3.7	3.0	2.5
100	18.0	8.0	5.6	4.5	3.8
110	24.0	10.7	7.5	6.0	5.1
120	30.0	13.4	9.3	7.5	6.4
130	36.0	16.1	11.2	8.9	7.6
140	42.0	18.8	13.1	10.4	8.9
150	48.0	21.5	14.9	11.9	10.2
160	54.1	24.1	16.8	13.4	11.5
170	60.1	26.8	18.6	14.9	12.7
180	66.1	29.5	20.5	16.4	14.0
190	72.1	32.2	22.4	17.9	15.3
200	78.1	34.9	24.2	19.4	16.5

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 2½" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	35.0	58.7	63.8	66.0	67.1
40	43.8	61.5	65.4	67.0	67.8
50	52.5	64.3	66.9	68.0	68.5
60	61.3	67.2	68.5	69.0	69.3
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	78.7	72.8	71.5	71.0	70.7
90	87.5	75.7	73.1	72.0	71.5
100	96.2	78.5	74.6	73.0	72.2
110	105.0	81.3	76.2	74.0	72.9
120	113.7	84.1	77.7	75.1	73.7
130	122.4	87.0	79.2	76.1	74.4
140	131.2	89.8	80.8	77.1	75.1
150	139.9	92.6	82.3	78.1	75.9
160	148.7	95.4	83.9	79.1	76.6
170	157.4	98.3	85.4	80.1	77.3
180	166.1	101.1	86.9	81.1	78.1
190	174.9	103.9	88.5	82.1	78.8
200	183.6	106.7	90.0	83.2	79.5

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 3" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-28.0	-12.3	-8.5	-6.7	-5.7
40	-21.0	-9.2	-6.3	-5.0	-4.3
50	-14.0	-6.1	-4.2	-3.3	-2.8
60	-7.0	-3.1	-2.1	-1.7	-1.4
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	7.0	3.1	2.1	1.7	1.4
90	14.0	6.1	4.2	3.3	2.8
100	21.0	9.2	6.3	5.0	4.3
110	28.0	12.3	8.5	6.7	5.7
120	34.9	15.4	10.6	8.4	7.1
130	41.9	18.4	12.7	10.0	8.5
140	48.9	21.5	14.8	11.7	9.9
150	55.9	24.6	16.9	13.4	11.4
160	62.9	27.6	19.0	15.1	12.8
170	69.9	30.7	21.1	16.7	14.2
180	76.9	33.8	23.2	18.4	15.6
190	83.9	36.9	25.4	20.1	17.0
200	90.8	39.9	27.5	21.8	18.5

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 3" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	35.8	58.6	63.7	65.8	67.0
40	44.4	61.5	65.3	66.9	67.7
50	52.9	64.3	66.9	67.9	68.5
60	61.5	67.2	68.4	69.0	69.2
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	78.5	72.8	71.6	71.0	70.8
90	87.1	75.7	73.1	72.1	71.5
100	95.6	78.5	74.7	73.1	72.3
110	104.2	81.4	76.3	74.2	73.0
120	112.7	84.2	77.9	75.2	73.8
130	121.3	87.1	79.4	76.3	74.6
140	129.8	89.9	81.0	77.3	75.3
150	138.3	92.8	82.6	78.4	76.1
160	146.9	95.6	84.2	79.4	76.9
170	155.4	98.4	85.7	80.4	77.6
180	164.0	101.3	87.3	81.5	78.4
190	172.5	104.1	88.9	82.5	79.1
200	181.0	107.0	90.5	83.6	79.9

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 4" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-35.3	-15.3	-10.4	-8.1	-6.8
40	-26.5	-11.5	-7.8	-6.1	-5.1
50	-17.6	-7.7	-5.2	-4.1	-3.4
60	-8.8	-3.8	-2.6	-2.0	-1.7
70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	8.8	3.8	2.6	2.0	1.7
90	17.6	7.7	5.2	4.1	3.4
100	26.5	11.5	7.8	6.1	5.1
110	35.3	15.3	10.4	8.1	6.8
120	44.1	19.1	13.0	10.2	8.5
130	52.9	23.0	15.6	12.2	10.2
140	61.7	26.8	18.2	14.2	12.0
150	70.6	30.6	20.8	16.3	13.7
160	79.4	34.5	23.4	18.3	15.4
170	88.2	38.3	26.0	20.3	17.1
180	97.0	42.1	28.6	22.4	18.8
190	105.8	46.0	31.2	24.4	20.5
200	114.7	49.8	33.8	26.4	22.2

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 4" a temperatura ambiente de 70 °F / 21.1 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	37.3	58.6	63.5	65.6	66.8
40	45.5	61.4	65.1	66.7	67.6
50	53.7	64.3	66.8	67.8	68.4
60	61.8	67.1	68.4	68.9	69.2
70	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
80	78.2	72.9	71.6	71.1	70.8
90	86.3	75.7	73.2	72.2	71.6
100	94.5	78.6	74.9	73.3	72.4
110	102.7	81.4	76.5	74.4	73.2
120	110.8	84.3	78.1	75.4	74.0
130	119.0	87.1	79.7	76.5	74.8
140	127.2	90.0	81.3	77.6	75.6
150	135.3	92.8	83.0	78.7	76.4
160	143.5	95.7	84.6	79.8	77.2
170	151.7	98.5	86.2	80.9	78.0
180	159.8	101.4	87.8	82.0	78.8
190	168.0	104.3	89.4	83.1	79.6
200	176.2	107.1	91.1	84.2	80.4

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.7 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de ½" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-9.5	-6.1	-4.7	-4.1	-3.7
40	-7.9	-5.1	-4.0	-3.4	-3.1
50	-6.3	-4.1	-3.2	-2.7	-2.4
60	-4.7	-3.0	-2.4	-2.0	-1.8
70	-3.2	-2.0	-1.6	-1.4	-1.2
80	-1.6	-1.0	-0.8	-0.7	-0.6
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	1.6	1.0	0.8	0.7	0.6
110	3.2	2.0	1.6	1.4	1.2
120	4.7	3.0	2.4	2.0	1.8
130	6.3	4.1	3.2	2.7	2.4
140	7.9	5.1	4.0	3.4	3.1
150	9.5	6.1	4.7	4.1	3.7
160	11.1	7.1	5.5	4.8	4.3
170	12.6	8.1	6.3	5.4	4.9
180	14.2	9.1	7.1	6.1	5.5
190	15.8	10.1	7.9	6.8	6.1
200	17.4	11.1	8.7	7.5	6.7

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de ½" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	32.1	75.7	83.1	85.7	87.0
40	41.8	78.1	84.2	86.4	87.5
50	51.4	80.5	85.4	87.1	88.0
60	61.1	82.9	86.5	87.9	88.5
70	70.7	85.2	87.7	88.6	89.0
80	80.4	87.6	88.8	89.3	89.5
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	99.6	92.4	91.2	90.7	90.5
110	109.3	94.8	92.3	91.4	91.0
120	118.9	97.1	93.5	92.1	91.5
130	128.6	99.5	94.6	92.9	92.0
140	138.2	101.9	95.8	93.6	92.5
150	147.9	104.3	96.9	94.3	93.0
160	157.5	106.7	98.1	95.0	93.5
170	167.2	109.0	99.2	95.7	94.0
180	176.8	111.4	100.4	96.4	94.5
190	186.5	113.8	101.5	97.2	95.1
200	196.1	116.2	102.7	97.9	95.6

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 5/8" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora-pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-11.3	-6.8	-5.2	-4.4	-4.0
40	-9.4	-5.6	-4.3	-3.7	-3.3
50	-7.5	-4.5	-3.5	-3.0	-2.6
60	-5.7	-3.4	-2.6	-2.2	-2.0
70	-3.8	-2.3	-1.7	-1.5	-1.3
80	-1.9	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	1.9	1.1	0.9	0.7	0.7
110	3.8	2.3	1.7	1.5	1.3
120	5.7	3.4	2.6	2.2	2.0
130	7.5	4.5	3.5	3.0	2.6
140	9.4	5.6	4.3	3.7	3.3
150	11.3	6.8	5.2	4.4	4.0
160	13.2	7.9	6.1	5.2	4.6
170	15.1	9.0	6.9	5.9	5.3
180	17.0	10.2	7.8	6.7	6.0
190	18.9	11.3	8.7	7.4	6.6
200	20.7	12.4	9.5	8.1	7.3

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 5/8" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	32.4	75.2	82.8	85.5	86.8
40	42.0	77.7	84.0	86.2	87.3
50	51.6	80.2	85.2	87.0	87.9
60	61.2	82.6	86.4	87.7	88.4
70	70.8	85.1	87.6	88.5	88.9
80	80.4	87.5	88.8	89.2	89.5
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	99.6	92.5	91.2	90.8	90.5
110	109.2	94.9	92.4	91.5	91.1
120	118.8	97.4	93.6	92.3	91.6
130	128.4	99.8	94.8	93.0	92.1
140	138.0	102.3	96.0	93.8	92.7
150	147.6	104.8	97.2	94.5	93.2
160	157.2	107.2	98.4	95.3	93.7
170	166.8	109.7	99.6	96.0	94.3
180	176.4	112.2	100.8	96.8	94.8
190	186.0	114.6	102.1	97.5	95.3
200	195.6	117.1	103.3	98.3	95.9

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.7 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de ¾" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora-pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-13.1	-7.4	-5.6	-4.8	-4.3
40	-10.9	-6.2	-4.7	-4.0	-3.5
50	-8.7	-5.0	-3.8	-3.2	-2.8
60	-6.6	-3.7	-2.8	-2.4	-2.1
70	-4.4	-2.5	-1.9	-1.6	-1.4
80	-2.2	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	2.2	1.2	0.9	0.8	0.7
110	4.4	2.5	1.9	1.6	1.4
120	6.6	3.7	2.8	2.4	2.1
130	8.7	5.0	3.8	3.2	2.8
140	10.9	6.2	4.7	4.0	3.5
150	13.1	7.4	5.6	4.8	4.3
160	15.3	8.7	6.6	5.6	5.0
170	17.5	9.9	7.5	6.4	5.7
180	19.7	11.2	8.5	7.2	6.4
190	21.9	12.4	9.4	8.0	7.1
200	24.0	13.6	10.4	8.8	7.8

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de ¾" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	32.7	74.9	82.5	85.3	86.7
40	42.3	77.4	83.7	86.1	87.2
50	51.8	79.9	85.0	86.9	87.8
60	61.4	82.4	86.2	87.6	88.3
70	70.9	85.0	87.5	88.4	88.9
80	80.5	87.5	88.7	89.2	89.4
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	99.5	92.5	91.3	90.8	90.6
110	109.1	95.0	92.5	91.6	91.1
120	118.6	97.6	93.8	92.4	91.7
130	128.2	100.1	95.0	93.1	92.2
140	137.7	102.6	96.3	93.9	92.8
150	147.3	105.1	97.5	94.7	93.3
160	156.8	107.7	98.8	95.5	93.9
170	166.3	110.2	100.0	96.3	94.4
180	175.9	112.7	101.3	97.1	95.0
190	185.4	115.2	102.5	97.8	95.6
200	195.0	117.8	103.8	98.6	96.1

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-16.6	-8.7	-6.5	-5.4	-4.8
40	-13.9	-7.3	-5.4	-4.5	-4.0
50	-11.1	-5.8	-4.3	-3.6	-3.2
60	-8.3	-4.4	-3.2	-2.7	-2.4
70	-5.5	-2.9	-2.2	-1.8	-1.6
80	-2.8	-1.5	-1.1	-0.9	-0.8
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	2.8	1.5	1.1	0.9	0.8
110	5.5	2.9	2.2	1.8	1.6
120	8.3	4.4	3.2	2.7	2.4
130	11.1	5.8	4.3	3.6	3.2
140	13.9	7.3	5.4	4.5	4.0
150	16.6	8.7	6.5	5.4	4.8
160	19.4	10.2	7.6	6.3	5.6
170	22.2	11.7	8.7	7.2	6.4
180	25.0	13.1	9.7	8.1	7.2
190	27.7	14.6	10.8	9.0	8.0
200	30.5	16.0	11.9	9.9	8.8

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 1" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	33.5	74.3	82.1	85.0	86.4
40	42.9	76.9	83.4	85.8	87.0
50	52.3	79.5	84.7	86.7	87.6
60	61.7	82.1	86.0	87.5	88.2
70	71.2	84.8	87.4	88.3	88.8
80	80.6	87.4	88.7	89.2	89.4
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	99.4	92.6	91.3	90.8	90.6
110	108.8	95.2	92.6	91.7	91.2
120	118.3	97.9	94.0	92.5	91.8
130	127.7	100.5	95.3	93.3	92.4
140	137.1	103.1	96.6	94.2	93.0
150	146.5	105.7	97.9	95.0	93.6
160	155.9	108.3	99.3	95.9	94.2
170	165.3	110.9	100.6	96.7	94.8
180	174.8	113.6	101.9	97.5	95.3
190	184.2	116.2	103.2	98.4	95.9
200	193.6	118.8	104.6	99.2	96.5

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1¼" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-20.1	-10.0	-7.3	-6.0	-5.3
40	-16.7	-8.3	-6.1	-5.0	-4.4
50	-13.4	-6.7	-4.9	-4.0	-3.5
60	-10.0	-5.0	-3.7	-3.0	-2.6
70	-6.7	-3.3	-2.4	-2.0	-1.8
80	-3.3	-1.7	-1.2	-1.0	-0.9
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	3.3	1.7	1.2	1.0	0.9
110	6.7	3.3	2.4	2.0	1.8
120	10.0	5.0	3.7	3.0	2.6
130	13.4	6.7	4.9	4.0	3.5
140	16.7	8.3	6.1	5.0	4.4
150	20.1	10.0	7.3	6.0	5.3
160	23.4	11.7	8.5	7.1	6.2
170	26.8	13.3	9.8	8.1	7.1
180	30.1	15.0	11.0	9.1	7.9
190	33.5	16.7	12.2	10.1	8.8
200	36.8	18.4	13.4	11.1	9.7

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 1¼" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	34.2	73.9	81.7	84.7	86.2
40	43.5	76.6	83.1	85.6	86.9
50	52.8	79.3	84.5	86.5	87.5
60	62.1	81.9	85.9	87.4	88.1
70	71.4	84.6	87.2	88.2	88.7
80	80.7	87.3	88.6	89.1	89.4
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	99.3	92.7	91.4	90.9	90.6
110	108.6	95.4	92.8	91.8	91.3
120	117.9	98.1	94.1	92.6	91.9
130	127.2	100.7	95.5	93.5	92.5
140	136.5	103.4	96.9	94.4	93.1
150	145.8	106.1	98.3	95.3	93.8
160	155.1	108.8	99.7	96.2	94.4
170	164.4	111.5	101.0	97.0	95.0
180	173.7	114.2	102.4	97.9	95.6
190	183.0	116.8	103.8	98.8	96.3
200	192.3	119.5	105.2	99.7	96.9

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 1½" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-23.4	-11.3	-8.1	-6.6	-5.8
40	-19.5	-9.4	-6.8	-5.5	-4.8
50	-15.6	-7.5	-5.4	-4.4	-3.9
60	-11.7	-5.6	-4.1	-3.3	-2.9
70	-7.8	-3.8	-2.7	-2.2	-1.9
80	-3.9	-1.9	-1.4	-1.1	-1.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	3.9	1.9	1.4	1.1	1.0
110	7.8	3.8	2.7	2.2	1.9
120	11.7	5.6	4.1	3.3	2.9
130	15.6	7.5	5.4	4.4	3.9
140	19.5	9.4	6.8	5.5	4.8
150	23.4	11.3	8.1	6.6	5.8
160	27.3	13.1	9.5	7.8	6.7
170	31.2	15.0	10.8	8.9	7.7
180	35.1	16.9	12.2	10.0	8.7
190	39.0	18.8	13.5	11.1	9.6
200	43.0	20.6	14.9	12.2	10.6

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 1½" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	34.9	73.6	81.4	84.5	86.1
40	44.1	76.3	82.9	85.4	86.7
50	53.3	79.1	84.3	86.3	87.4
60	62.5	81.8	85.7	87.3	88.0
70	71.6	84.5	87.1	88.2	88.7
80	80.8	87.3	88.6	89.1	89.3
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	99.2	92.7	91.4	90.9	90.7
110	108.4	95.5	92.9	91.8	91.3
120	117.5	98.2	94.3	92.7	92.0
130	126.7	100.9	95.7	93.7	92.6
140	135.9	103.7	97.1	94.6	93.3
150	145.1	106.4	98.6	95.5	93.9
160	154.2	109.1	100.0	96.4	94.6
170	163.4	111.8	101.4	97.3	95.2
180	172.6	114.6	102.8	98.2	95.9
190	181.8	117.3	104.3	99.1	96.5
200	191.0	120.0	105.7	100.1	97.2

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 2" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora-pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-29.9	-13.7	-9.7	-7.8	-6.7
40	-24.9	-11.4	-8.1	-6.5	-5.6
50	-19.9	-9.1	-6.4	-5.2	-4.5
60	-14.9	-6.9	-4.8	-3.9	-3.4
70	-10.0	-4.6	-3.2	-2.6	-2.2
80	-5.0	-2.3	-1.6	-1.3	-1.1
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	5.0	2.3	1.6	1.3	1.1
110	10.0	4.6	3.2	2.6	2.2
120	14.9	6.9	4.8	3.9	3.4
130	19.9	9.1	6.4	5.2	4.5
140	24.9	11.4	8.1	6.5	5.6
150	29.9	13.7	9.7	7.8	6.7
160	34.9	16.0	11.3	9.1	7.8
170	39.9	18.3	12.9	10.4	9.0
180	44.8	20.6	14.5	11.7	10.1
190	49.8	22.8	16.1	13.0	11.2
200	54.8	25.1	17.7	14.3	12.3

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 2" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	36.3	73.2	81.0	84.2	85.8
40	45.2	76.0	82.5	85.1	86.5
50	54.2	78.8	84.0	86.1	87.2
60	63.1	81.6	85.5	87.1	87.9
70	72.1	84.4	87.0	88.1	88.6
80	81.0	87.2	88.5	89.0	89.3
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	99.0	92.8	91.5	91.0	90.7
110	107.9	95.6	93.0	91.9	91.4
120	116.9	98.4	94.5	92.9	92.1
130	125.8	101.2	96.0	93.9	92.8
140	134.8	104.0	97.5	94.9	93.5
150	143.7	106.8	99.0	95.8	94.2
160	152.7	109.5	100.5	96.8	94.9
170	161.7	112.3	101.9	97.8	95.6
180	170.6	115.1	103.4	98.7	96.3
190	179.6	117.9	104.9	99.7	97.0
200	188.5	120.7	106.4	100.7	97.7

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie<sup>2</sup>·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie<sup>2</sup>·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 2½" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-36.0	-16.1	-11.2	-8.9	-7.6
40	-30.0	-13.4	-9.3	-7.5	-6.4
50	-24.0	-10.7	-7.5	-6.0	-5.1
60	-18.0	-8.0	-5.6	-4.5	-3.8
70	-12.0	-5.4	-3.7	-3.0	-2.5
80	-6.0	-2.7	-1.9	-1.5	-1.3
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	6.0	2.7	1.9	1.5	1.3
110	12.0	5.4	3.7	3.0	2.5
120	18.0	8.0	5.6	4.5	3.8
130	24.0	10.7	7.5	6.0	5.1
140	30.0	13.4	9.3	7.5	6.4
150	36.0	16.1	11.2	8.9	7.6
160	42.0	18.8	13.1	10.4	8.9
170	48.0	21.5	14.9	11.9	10.2
180	54.1	24.1	16.8	13.4	11.5
190	60.1	26.8	18.6	14.9	12.7
200	66.1	29.5	20.5	16.4	14.0

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 2½" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	37.6	73.0	80.8	83.9	85.6
40	46.3	75.9	82.3	84.9	86.3
50	55.0	78.7	83.8	86.0	87.1
60	63.8	81.5	85.4	87.0	87.8
70	72.5	84.3	86.9	88.0	88.5
80	81.3	87.2	88.5	89.0	89.3
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	98.7	92.8	91.5	91.0	90.7
110	107.5	95.7	93.1	92.0	91.5
120	116.2	98.5	94.6	93.0	92.2
130	125.0	101.3	96.2	94.0	92.9
140	133.7	104.1	97.7	95.1	93.7
150	142.4	107.0	99.2	96.1	94.4
160	151.2	109.8	100.8	97.1	95.1
170	159.9	112.6	102.3	98.1	95.9
180	168.7	115.4	103.9	99.1	96.6
190	177.4	118.3	105.4	100.1	97.3
200	186.1	121.1	106.9	101.1	98.1

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 3" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	-41.9	-18.4	-12.7	-10.0	-8.5
40	-34.9	-15.4	-10.6	-8.4	-7.1
50	-28.0	-12.3	-8.5	-6.7	-5.7
60	-21.0	-9.2	-6.3	-5.0	-4.3
70	-14.0	-6.1	-4.2	-3.3	-2.8
80	-7.0	-3.1	-2.1	-1.7	-1.4
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	7.0	3.1	2.1	1.7	1.4
110	14.0	6.1	4.2	3.3	2.8
120	21.0	9.2	6.3	5.0	4.3
130	28.0	12.3	8.5	6.7	5.7
140	34.9	15.4	10.6	8.4	7.1
150	41.9	18.4	12.7	10.0	8.5
160	48.9	21.5	14.8	11.7	9.9
170	55.9	24.6	16.9	13.4	11.4
180	62.9	27.6	19.0	15.1	12.8
190	69.9	30.7	21.1	16.7	14.2
200	76.9	33.8	23.2	18.4	15.6

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 3" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de ½"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1½"	Aislamiento de 2"
30	38.7	72.9	80.6	83.7	85.4
40	47.3	75.8	82.1	84.8	86.2
50	55.8	78.6	83.7	85.8	87.0
60	64.4	81.5	85.3	86.9	87.7
70	72.9	84.3	86.9	87.9	88.5
80	81.5	87.2	88.4	89.0	89.2
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	98.5	92.8	91.6	91.0	90.8
110	107.1	95.7	93.1	92.1	91.5
120	115.6	98.5	94.7	93.1	92.3
130	124.2	101.4	96.3	94.2	93.0
140	132.7	104.2	97.9	95.2	93.8
150	141.3	107.1	99.4	96.3	94.6
160	149.8	109.9	101.0	97.3	95.3
170	158.3	112.8	102.6	98.4	96.1
180	166.9	115.6	104.2	99.4	96.9
190	175.4	118.4	105.7	100.4	97.6
200	184.0	121.3	107.3	101.5	98.4

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.1 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie²·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie²·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.

**Pérdida de calor de PEX de Uponor de 4" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Pérdida de calor (btu / hora·pie)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	-52.9	-23.0	-15.6	-12.2	-10.2
40	-44.1	-19.1	-13.0	-10.2	-8.5
50	-35.3	-15.3	-10.4	-8.1	-6.8
60	-26.5	-11.5	-7.8	-6.1	-5.1
70	-17.6	-7.7	-5.2	-4.1	-3.4
80	-8.8	-3.8	-2.6	-2.0	-1.7
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	8.8	3.8	2.6	2.0	1.7
110	17.6	7.7	5.2	4.1	3.4
120	26.5	11.5	7.8	6.1	5.1
130	35.3	15.3	10.4	8.1	6.8
140	44.1	19.1	13.0	10.2	8.5
150	52.9	23.0	15.6	12.2	10.2
160	61.7	26.8	18.2	14.2	12.0
170	70.6	30.6	20.8	16.3	13.7
180	79.4	34.5	23.4	18.3	15.4
190	88.2	38.3	26.0	20.3	17.1
200	97.0	42.1	28.6	22.4	18.8

**Temperatura superficial de PEX de Uponor de 4" a temperatura ambiente de 90 °F / 32.2 °C**

Temperatura del agua (°F)	Temperatura superficial (°F)				
	Sin aislamiento	Aislamiento de 1/2"	Aislamiento de 1"	Aislamiento de 1 1/2"	Aislamiento de 2"
30	41.0	72.9	80.3	83.5	85.2
40	49.2	75.7	81.9	84.6	86.0
50	57.3	78.6	83.5	85.6	86.8
60	65.5	81.4	85.1	86.7	87.6
70	73.7	84.3	86.8	87.8	88.4
80	81.8	87.1	88.4	88.9	89.2
90	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
100	98.2	92.9	91.6	91.1	90.8
110	106.3	95.7	93.2	92.2	91.6
120	114.5	98.6	94.9	93.3	92.4
130	122.7	101.4	96.5	94.4	93.2
140	130.8	104.3	98.1	95.4	94.0
150	139.0	107.1	99.7	96.5	94.8
160	147.2	110.0	101.3	97.6	95.6
170	155.3	112.8	103.0	98.7	96.4
180	163.5	115.7	104.6	99.8	97.2
190	171.7	118.5	106.2	100.9	98.0
200	179.8	121.4	107.8	102.0	98.8

1. Todos los cálculos basados en la metodología de resistencia térmica cilíndrica (ASHRAE).
2. Basándose en la velocidad del fluido de 8 pies / segundo a 160 °F / 71.7 °C (maximizando la transferencia de calor de 100 % de agua).
3. Convección de tubería fijada en 1.00 Btu / hora·pie<sup>2</sup>·°F (basándose en el valor estándar para la convección de aire libre).
4. Esta comparación de pérdida de calor utiliza 0.25 Btu·pulgada / (hora·pie<sup>2</sup>·°F) como la conductividad térmica del aislamiento. Este es un valor estándar para aislamiento de tubería de fibra de vidrio a la temperatura media de 100 °F / 37.8 °C.







**Moving  
> Water**

**Uponor**

**Uponor, Inc.**

5925 148th Street West  
Apple Valley, MN 55124  
EE. UU.

**T** 800.321.4739

**F** 952.891.2008

**Uponor Ltd.**

6510 Kennedy Road  
Mississauga, ON L5T 2X4  
CANADÁ

**T** 888.994.7726

**F** 800.638.9517

[uponor.com](http://uponor.com)

