Polybutene
Piping Systems Association

Polibuteno-1 en comparación con PE-RT y PEX

Ventajas para proyectos con sistemas de tuberías

Polybutene Piping Systems Association

www.pbpsa.com

Introduction

El polibuteno-1 ofrece ventajas tangibles para los sistemas de energía central en comparación con el PE-RT y el PEX.

Para proyectos de sistemas de tuberías, la variación del coste real de los sistemas de tuberías entre las diferentes opciones de materiales es superior a la comparación de costes por longitud para el mismo diámetro de tubería exterior.

Los prescriptores tienen en cuenta la facilidad de instalación, que afecta a los costes in situ; las opciones de unión; el rendimiento a largo plazo del sistema y la vida útil estimada; y la relación de dimensiones estándar (SDR), que compara la durabilidad frente a la presión de los materiales de las tuberías. En comparación con los sistemas de PEX y PE-RT, el PB-1 ofrece importantes ventajas en una amplia gama de categorías de rendimiento. Todo ello convierte a los sistemas de tuberías de PB-1 en la mejor opción para las instalaciones de energía central de alto rendimiento.

Imágenes – Thermaflex

Relación de dimensiones estándar (SDR)

¿Qué es la SDR?

La SDR (relación de dimensiones estándar) alude a la geometría de las tuberías. La SDR permite evaluar la durabilidad de una tubería frente a la presión y describe la correlación entre la dimensión de la tubería y el espesor de su pared. Por ejemplo, SDR 11 indica que el diámetro exterior de la tubería tiene una dimensión de once veces el espesor de la pared.

- **Relación SDR alta**
  La pared de la tubería es fina en comparación con su diámetro
- **Relación SDR baja**
  La pared de la tubería es gruesa en comparación con su diámetro

Ejemplo de cálculo:
La SDR de una tubería con un diámetro exterior de 100 mm y un espesor de pared de 5 mm se puede calcular de la siguiente manera:

100 mm / 5 mm = SDR 20

La SDR evalúa la durabilidad de la tubería frente a la presión y correlaciona el diámetro exterior de una tubería y el espesor su pared.

D = diámetro exterior
di = diámetro interior
s = espesor de la pared
Ai = área interior de la tubería

SDR = D/s
di = D – (sx2)
Ai = di^2 x (π/4)

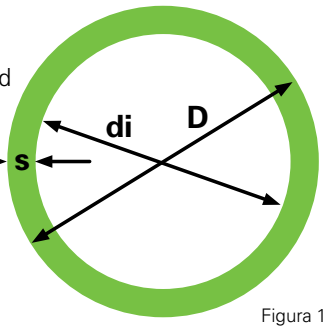


Figura 1

¿Por qué es importante el SDR para los sistemas de tuberías?

Debido a la alta relación SDR del PB-1 en comparación con el PE-RT o el PEX, los sistemas de tuberías de PB-1 necesitan un espesor de pared menor para soportar el mismo rango de presión con el mismo diámetro exterior de la tubería, por lo que ofrecen las siguientes ventajas:

- Menos material con la misma capacidad frente a la presión
- Menos peso por metro de tubería
- Diámetro exterior menor con el mismo rendimiento
- Área interior más grande con el mismo diámetro exterior, lo que proporciona:
  - Mayor índice de caudal con la misma presión
  - Menor pérdida de presión, por lo que requiere menos energía para hacer funcionar un sistema o una bomba con menor capacidad

Imágenes – Thermaflex

Cuanto más baja sea la clase de SDR, mayor es el espesor de la pared (**s**) para un determinado diámetro exterior (**D**) (Tabla 1)

SDR	13,6	11	9	7,4	6
D	s	s	s	s	s
mm	mm	mm	mm	mm	mm
25	1,9	2,3	2,8	3,5	4,2
32	2,4	3,0	3,6	4,4	5,4
40	3,0	3,7	4,5	5,5	6,7
50	3,7	4,6	5,6	6,9	8,4
63	4,7	5,8	7,1	8,7	10,5
75	5,6	6,9	8,4	10,3	12,5
90	6,7	8,2	10,1	12,3	15,0
110	8,1	10,0	12,3	15,1	18,3
125	9,2	11,4	14,0	17,1	20,8
140	10,3	12,7	15,7	19,2	23,3
160	11,8	14,6	17,9	21,.9	26,6
180	13,3	16,4	20,1	24,6	29,9
200	14,7	18,2	22,4	27,4	33,3
225	16,6	20,5	25,2	30,8	37,4
250	18,4	22,7	27,9	34,2	41,6

Tabla 1

Cuanto más baja sea la clase de SDR, menor es el área interior transversal (**Ai**) de la tubería para un determinado diámetro exterior (**D**) (Tabla 2)

SDR	13,6	11	9	7,4	6
D	Ai	Ai	Ai	Ai	Ai
mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
25	353	327	296	254	216
32	581	531	483	423	353
40	908	835	755	661	556
50	1.425	1.307	1.182	1.029	866
63	2.256	2.075	1.870	1.633	1.385
75	3.197	2.942	2.660	2.324	1.963
90	4.608	4.254	3.826	3.359	2.827
110	6.910	6.362	5.728	5.001	4.231
125	8.925	8.203	7.390	6.475	5.463
140	11.197	10.315	9.263	8.107	6.851
160	14.612	13.437	12.115	10.605	8.958
180	18.482	17.018	15.350	13.437	11.347
200	22.859	21.021	18.918	16.559	13.977
225	28.893	26.590	23.943	20.970	17.719
250	35.700	32.878	29.620	25.901	21.852

Tabla 2

¿Por qué es importante el SDR para los sistemas de tuberías?

Debido a la alta relación SDR del PB-1 en comparación con el PE-RT o el PEX, los sistemas de tuberías

Las clases de SDR se citan en los estándares para energía central. La siguiente tabla de SDR muestra las dimensiones de la sección de la pared (**s**), el diámetro interno (**di**) y el área interna (**Ai**) para cada clase de SDR en una gran variedad de diámetros de tubería exterior (**D**) (Tabla 3)

SDR	13,6			11			9			7,4			6		
D	s	di	Ai	s	di	Ai	s	di	Ai	s	di	Ai	s	di	Ai
mm	mm	mm	mm²	mm	mm	mm²	mm	mm	mm²	mm	mm	mm²	mm	mm	mm²
25	1,9	21,2	353	2,3	20,4	327	2,8	19,4	296	3,5	18,0	254	4,2	16,6	216
32	2,4	27,2	581	3,0	26,0	531	3,6	24,8	483	4,4	23,2	423	5,4	21,2	353
40	3,0	34	3,4	3,7	32,6	908	4,5	31,0	835	5,5	29,0	755	6,7	26,6	556
50	3,7	42,6	1.425	4,6	40,8	1.307	5,6	38,8	1.182	6,9	36,2	1.029	8,4	33,2	866
63	4,7	53,6	2.256	5,8	51,4	2.075	7,1	48,8	1.870	8,7	45,6	1.633	10,5	42,0	1.385
75	5,6	63,8	3.197	6,9	61,2	2.942	8,4	58,2	2.660	10,3	54,4	2.324	12,5	50,0	1.963
90	6,7	76,6	4.608	8,2	73,6	4.254	10,1	69,8	3.826	12,3	65,4	3.359	15,0	60,0	2.827
110	8,1	93,8	6.910	10,0	90,0	6.362	12,3	85,4	5.728	15,1	79,8	5.001	18,3	73,4	4.231
125	9,2	106,6	8.925	11,4	102,2	8.203	14,0	97,0	7.390	17,1	90,8	6.475	20,8	83,4	5.463
140	10,3	119,4	11.197	12,7	114,6	10.315	15,7	108,6	9.263	19,2	101,6	8.107	23,3	93,4	6.851
160	11,8	136,4	14.612	14,6	130,8	13.437	17,9	124,2	12.115	21,9	116,2	10.,605	26,6	106,8	8.958
180	13,3	153,4	18.482	16,4	147,2	17.018	20,1	139,8	15.350	24,6	130,8	13.437	29,9	120,2	11.347
200	14,7	170,6	22.859	18,2	163,6	21.021	22,4	155,2	18.918	27,4	145,2	16.559	33,3	133,4	13.977
225	16,6	191,8	28.893	20,5	184,0	26.590	25,2	174,6	23.943	30,8	163,4	20.970	37,4	150,2	17.719
250	18,4	213,2	35.700	22,7	204,6	32.878	27,9	194,2	29.620	34,2	181,6	25.901	41,6	166,8	21.852

Tabla 3

Tenga en cuenta que cuanto más alta sea la clase de SDR del PB-1 frente al PE-RT y al PEX para cualquier diámetro de tubería, más finas serán las secciones de pared, menos material se necesitará (por tanto, el peso se reducirá) y mayores serán el diámetro y el área interior, o dicho de otra manera, el diámetro exterior de la tubería será menor.

Clases de SDR y golpe de ariete

Una columna de agua en movimiento dentro de una tubería contiene energía cinética almacenada, en función de su masa y velocidad. Como el agua es un fluido fundamentalmente incompresible, esta energía no puede absorberse cuando la válvula se cierra de forma repentina.

Como resultado se produce un pico de presión instantáneo elevado, normalmente conocido como "golpe de ariete". (Figura 2)

Cuanto mayor sea la clase de SDR, menor es el golpe de ariete a un índice de caudal determinado.
El PB-1 tiene la clase de SDR más alta en comparación con el PP-H, el PP-B, el PE-RT y el PEX

Los niveles de ruido y las propiedades acústicas de los sistemas de tuberías son una cuestión de importancia, debido al aumento en la densidad de población. Los sistemas de tuberías que minimizan el ruido de los líquidos y el golpe de ariete en aquellos lugares donde las tuberías pasan a través de los techos y las paredes son un elemento clave para afrontar los problemas de ruido de los residentes.

Existen cinco factores que determinan la gravedad del golpe de ariete:

- Velocidad
- Módulo de elasticidad del material de la tubería
- Diámetro interior de la tubería
- Espesor de la pared de la tubería
- Tiempo de cierre de la válvula

El golpe de ariete repetitivo puede llegar a destruir el sistemas de tuberías. Además del ruido, el golpe de ariete puede romper las tuberías si la presión es suficientemente alta.

El valor nominal máximo del pico de presión (Ps) es:

$$v0 \cdot a \cdot \rho = ps$$

v0 = velocidad del medio [m/s]
a = velocidad de propagación de la onda de presión [m/s]
ρ = densidad del medio [kg/m³]
ps = pico de presión: golpe de ariete [N/m²]

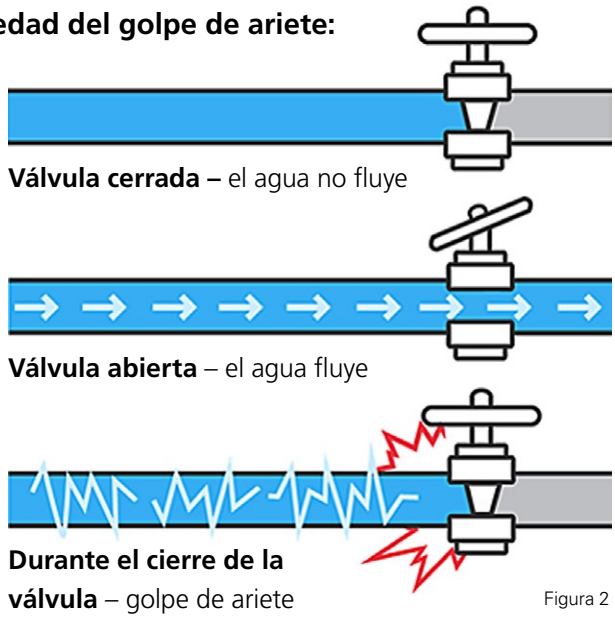


Figura 2

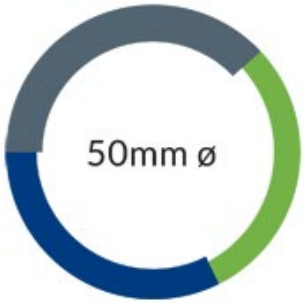


Figura 3

$$v_0 \cdot a \cdot \rho = p_s$$

	SDR	Espesor de la pared (mm)	Sección de tubería (mm²)	Velocidad (%)	Velocidad de propagación (%)	Golpe de ariete (%)
PP-H, PP-B	6	8.3	875	100	100	100
PEX, PE-RT, PPRCT	9	5.6	1,182	74	82	61
PB-1	13.5	3.7	1,425	61	40	24

Tabla 4

Los picos de presión máximos provocados por el golpe de ariete pueden calcularse mediante la siguiente ecuación tomada del "Manual de Diseño del Sistema de Tuberías de Termoplásticos", de Thomas Sixmith y Reinhard Hanselka, Marcel Dekker Inc., págs. 65-69

Ps = V((3960 E t)/(E t + 3 x 105 DI))½

donde:
Ps = pico de presión (psi)
V = velocidad del agua (pies/s)
DI = diámetro interior de la tubería (pulg.)
E = módulo de elasticidad del material de la tubería (psi)
t = espesor de la pared de la tubería (pulg.)

El módulo elástico bajo de polibuteno-1 en combinación con el espesor reducido de la pared genera un pico de presión bajo para un rango de presión y diámetro exterior de la tubería determinados.

La siguiente tabla compara el pico de presión máximo para tuberías de diámetro exterior de 38,1 mm (1-1/2") de diferentes materiales plásticos, diseñados para el mismo servicio de presión.

	E	E	DI	I	V	Ps	Ps
	[psi]	[MPa]	[mm]	[mm]	[ft/s]	[psi]	[bar]
PB-1	65.000	450	32,5 (1,28")	3,8 (0,15")	5,0	49,5	3,4
PEX	87.000	600	28,9 (1,14")	5,6 (0,22")	5,0	72,4	5,0
PP	116.000	800	26,7 (1,05")	6,6 (0,28")	5,0	93,0	6,4
CPVC	507.000	3.500	30,9 (1,22")	4,6 (0,18")	5,0	140,6	9,7

Tabla 5

El PB-1 tiene la clase de SDR más alta en comparación con el PP-H, el PP-B, el PE-RT y el PEX, y ofrece la mejor capacidad de acústica con el nivel de golpe de ariete más bajo.

Estándares nacionales (RU y NL)

La fuente para las dimensiones de las tuberías de calefacción central que compara los materiales PB-1, PE-RT y PEX

El actual estándar ruso para la calefacción central (GOST 56730 - 2015) y las directrices de los Países Bajos (BRL 5609 y el borrador de su nueva versión) incluyen una comparación de 3 materiales para sistemas de tuberías de calefacción central: PB-1, PE-RT y PEX (Fig. 4). Tanto el estándar ruso como las directrices de los Países Bajos exigen los mismos requisitos respecto a las dimensiones de las tuberías y las clases de SDR de los 3 materiales de las tuberías de servicio que funcionan a una presión de 6, 8 y 10 bar.

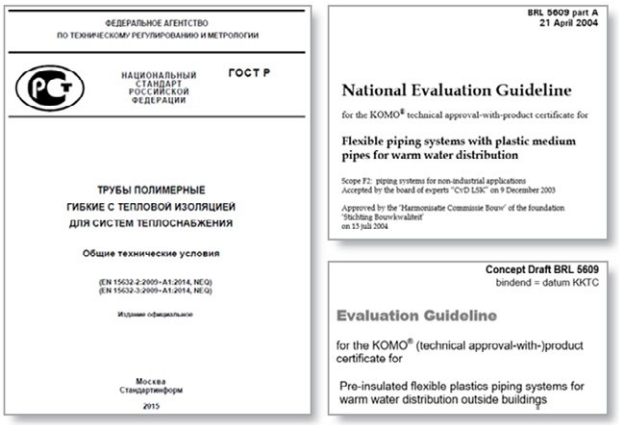


Figura 4

Tanto el estándar ruso como las directrices de los Países Bajos (Tabla 6) exigen los mismos requisitos respecto a las dimensiones de las tuberías y las clases de SDR de los 3 materiales de las tuberías de servicio que funcionan a una presión de 6, 8 y 10 bar.

Tubería de servicio	Presión de funcionamiento		
	6 bar	8 bar	10 bar
PB-1	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
PEX	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4
PE-RT II	SDR 9	SDR 7,4	SDR 6

Tabla 6

Dimensiones de la tubería y clases de SDR

La capacidad frente a la presión del PB-1 ofrece más ventajas que la del PE-RT y el PEX

Para ilustrar el rendimiento del PB-1, el PE-RT y el PEX a la presión de funcionamiento indicada (8 bar) y con un diámetro de la tubería pequeño (50 mm), la tabla (Tabla 7) y el diagrama (Fig. 5) que aparecen a continuación ofrecen una comparación de las dimensiones internas de la tubería que se necesitan.

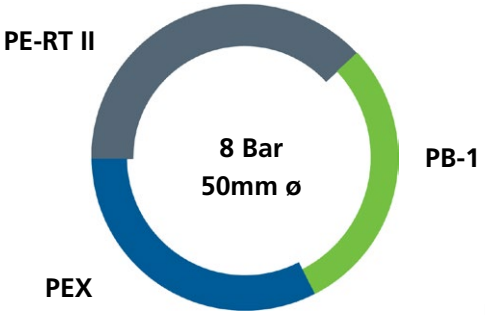


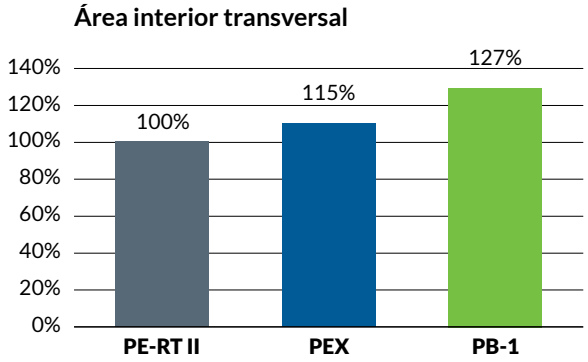
Figura 5

Ejemplo 1: tubería pequeña de 50 mm de diámetro a 8 bar

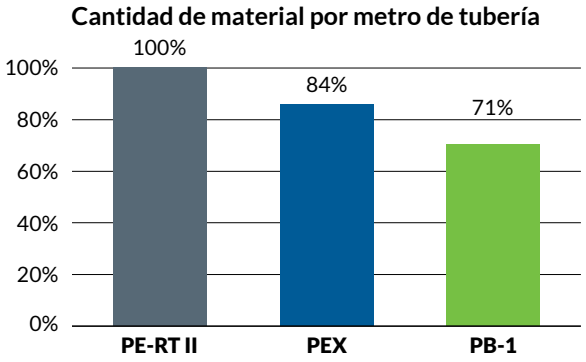
El PB-1 es más resistente que el PE-RT y el PEX. Con una presión de funcionamiento de 8 bar y un diámetro exterior de la tubería de 50 mm, los espesores de la pared necesarios son. (Tabla 7) Según lo indicado (Tabla 6), con la misma presión del agua, el PB-1 ofrece un índice de caudal considerablemente más alto que el de los otros dos materiales, gracias a que el diámetro interior es mayor y el exterior, de 50 mm. Por otro lado, con un índice de caudal determinado, las tuberías de PB-1 reducen la pérdida de presión, por lo que requieren menos energía para hacer funcionar sistemas o bombas con menor capacidad.

	SDR	Diámetro exterior (mm)	Espesor de la pared (mm)	Sección de tubería (mm^2)	Peso por m (kg/m)
PE-RT II	7,4	50	6,9	1.029	0,934
PEX	9	50	5,6	1.182	0,780
PB-1	11	50	4,6	1.307	0,666

Tabla 7

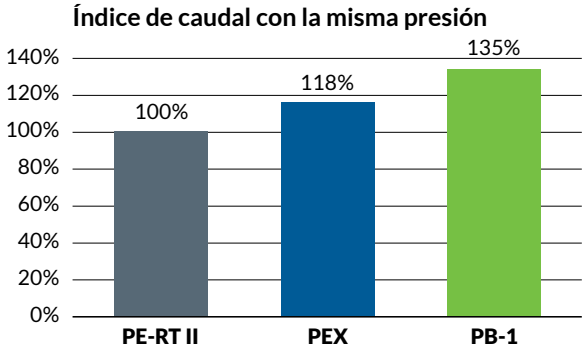


El PB-1 ofrece el área interior transversal disponible más grande Figura 6

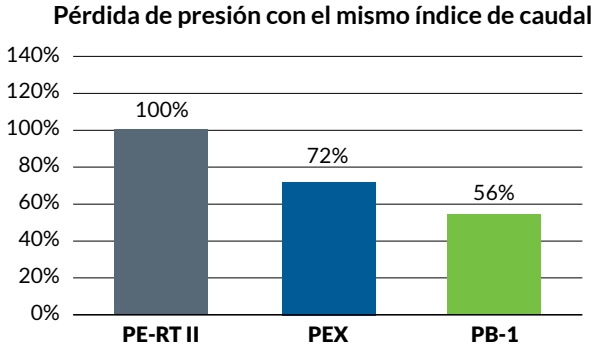


El PB-1 permite ahorrar importantes cantidades de material frente al PE-RT y al PEX Figura 7

Como se muestra en los gráficos anteriores y con fines comparativos, el PE-RT se puede considerar el punto de referencia al 100 %. Al comparar el área interior transversal de una tubería de 50 mm de diámetro (Fig. 6), el PB-1 supera claramente al PE-RT con un volumen adicional del 27 %. Además, al comparar la cantidad de material por metro de un tubería de 50 mm de diámetro y con una presión de 8 bar (Fig. 7), la tubería de PB-1 utiliza un 29 % menos que la de PE-RT.



Al funcionar con la misma presión, el rendimiento de las tuberías de PB-1 es hasta un 35 % mayor Figura 8



Las tuberías de PB-1 ofrecen el mismo rendimiento al reducir el consumo de energía o la capacidad de la bomba Figura 9

Una vez más, el PE-RT se puede considerar el punto de referencia al 100 % con fines comparativos. Según el gráfico anterior (Fig. 8) y con la misma presión del agua de funcionamiento, una tubería de 50 mm de diámetro exterior (8 bar) de PB-1 ofrece un índice de caudal considerablemente superior (hasta un 35 % más) que una tubería de PE-RT de las mismas características. Según el otro punto de comparación (Fig. 9), a un determinado índice de caudal (rendimiento), la pérdida de presión de las tuberías de PB-1 es un 44 % menor que la de las tuberías de PE-RT. De este modo, las tuberías de PB-1 necesitan menos energía para hacer funcionar un sistema y pueden soportar bombas con una capacidad menor con el mismo rendimiento.

Ejemplo 2: tubería grande de 160 mm de diámetro a 10 bar

Debido a que su clase de SDR es más alta (y, por tanto, su sección de pared es más fina), una tubería de PB-1 de 140 mm de diámetro ofrece el mismo rendimiento que una tubería de PE-RT de 160 mm de diámetro, pero con un diámetro exterior más pequeño y un área interior transversal más grande. (Tabla 8).

SDR	9		7,4		6	
D	s	Ai	s	Ai	s	Ai
mm	mm	mm²	mm	mm²	mm	mm²
125	14,0	7.390	17,1	6.475	20,8	5.463
140	15,7	9 263	19,2	8.107	23 3	6 851
160	17,9	12.115	21,9	10.605	26,6	8.958
180	20,1	15.350	24,6	13.437	29,9	11.347

Tabla 8

A una presión de funcionamiento de 10 bar, una tubería de 160 mm de diámetro exterior (Fig. 10):

- **PE-RT de clase SDR 6**
  Una tubería de 160 mm de diámetro tiene un área interior transversal de 8,958mm²
- **PEX de clase SDR 7,4**
  Una tubería de 160 mm de diámetro tiene un área interior transversal de 10,605mm²
- **PB-1 de clase SDR 9**
  Con un diámetro exterior más pequeño (140 mm), el PB-1 presenta un área interior transversal de 9,263mm²

Además, como se muestra en el gráfico, (Tabla 9) el peso de una tubería de PB-1, con un diámetro exterior de 160 mm (Fig. 11) y que tenga que soportar una presión de 10 bar, es casi la mitad del peso de una tubería de PE-RT con las mismas características.

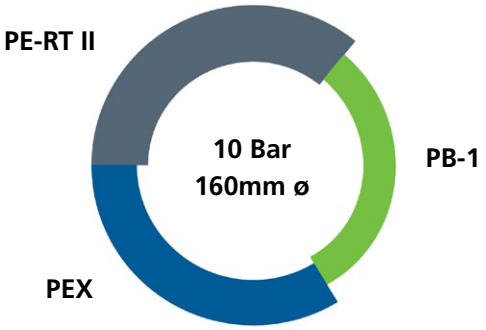
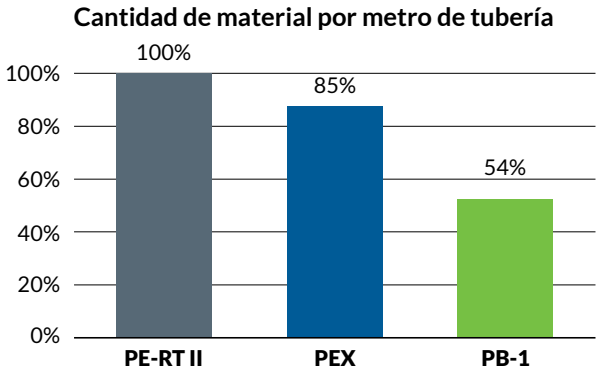


Figura 10



El PB-1 permite ahorrar importantes cantidades de material frente al PE-RT y al PEX

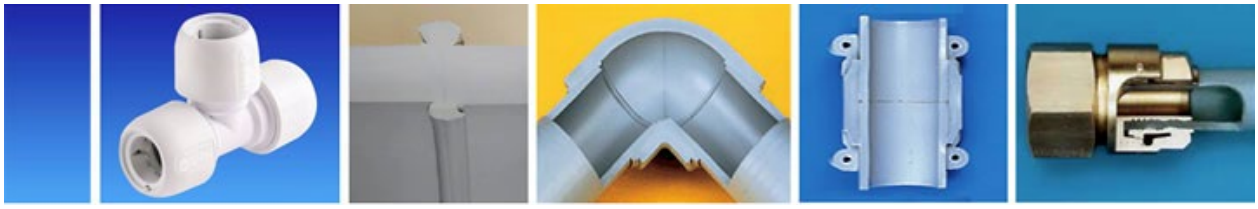
Figura 11

	SDR	Diámetro exterior (mm)	Espesor de la pared (mm)	Sección de tubería (mm²)	Peso por m (kg/m)
PE-RT II	6	160	26,6	8.958	11,02
PEX	7,4	160	21,9	10.605	9,34
PB-1	9	160	15,7	9.263	5,95

Tabla 9

Técnicas de unión para tuberías de calefacción central

El PB-1 es un material versátil para todas las técnicas de unión disponibles



	Unión rápida (push-fit)	Fusión a testa	Termofusión	Electrofusión	Compresión
PB-1	✓	✓	✓	✓	✓
PEX	✓	✗	✗	✗	✓
PE-RT II	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 10

Conclusión

Utilizar sistemas de tuberías de PB-1 para energía central ofrece las siguientes ventajas:

Importantes oportunidades para ahorrar material y aumentar la capacidad del sistema al mismo tiempo

- Paredes más delgadas
- Aumento del área interior transversal disponible

Un mayor grado de libertad para diseñar las redes de energía central

- La posibilidad de usar tuberías y accesorios con un diámetro exterior más pequeño

Una clara ocasión para reducir los costes de instalaciones integrales y de funcionamiento

- Soportes más pequeños para las tuberías
- Menor necesidad de material aislante
- Bombas más pequeñas que consumen menos energía
- Menos peso total para facilitar el manejo y reducir los costes de envío

El uso de todas las técnicas de unión disponibles

La mejor acústica de su clase con el nivel de golpe de ariete más bajo

Completamente reciclable

© PBPSA, Mayo 2019

Antes de usar un producto fabricado con polibuteno-1, los usuarios deberían confirmar que el producto es adecuado para el uso previsto y que se puede usar de forma segura y legal. El polibuteno-1 no podrá usarse en la fabricación de dispositivos médicos de Clase II y Clase III conforme a las normativas de la FDA estadounidense, ni en la fabricación de dispositivos médicos de Clase II, III o IV conforme a las normativas de Health Canada, sin el consentimiento previo por escrito del vendedor de cada producto o aplicación específicos. LyondellBasell no vende PB-1 para su uso en aplicaciones de tuberías en Norteamérica y exige a sus clientes que no vendan productos fabricados con PB-1 para aplicaciones de tuberías en Norteamérica.

PBPSA | Polybutene Piping Systems Association

The Polybutene Piping Systems Association (PBPSA) is an international association of market leading companies committed to the use of the thermoplastic material, Polybutene-1 (PB-1) for the manufacture of piping systems. Also known as polybutylene, PB-1 is used worldwide in applications including piping systems for large-scale building projects, district energy networks, heating and cooling, and plumbing installations.

Polybutene Piping Systems Association
Postfach 3377
8021 Zürich
SWITZERLAND

info@pbpsa.com
www.pbpsa.com

PBPSA Members

+GF+ GF Piping Systems	www.gfps.com
wavin	www.wavin.com
RWC	www.rwc.com
LYB LyondellBasell	www.lyondellbasell.com
NUEVA TERRAIN S.L.	www.nuevaterrain.com
THERMAFLEX ®	www.thermaflex.com

© 2024 – Polybutene Piping Systems Association (PBPSA)

The information and technical data (altogether "Data") herein are not binding, unless explicitly confirmed in writing. The data does not constitute explicit, implicit, or warranted characteristics, nor guaranteed properties or guaranteed durability. All data are subject to modification. Before using a product made from Polybutene-1 users should make their own independent determination that the product is suitable for the intended use and can be used safely and legally. Polybutene-1 may not be used in the manufacture of any US FDA Class III Medical Device or Health Canada Class IV Medical Device and may not be used in the manufacture of any US FDA Class II Medical Device or Health Canada Class II or Class III Medical Device without the prior written approval by Seller of each specific product or application. PB-1 may not be used in the manufacture of pipe applications intended for sale or shipment to North America, without prior written approval by Seller for each specific product and application.