



TERRAIN SDP

MANUAL TÉCNICO DE POLIBUTILENO

Sistema profesional para la Fontanería y Calefacción





NUEVA TERRAIN



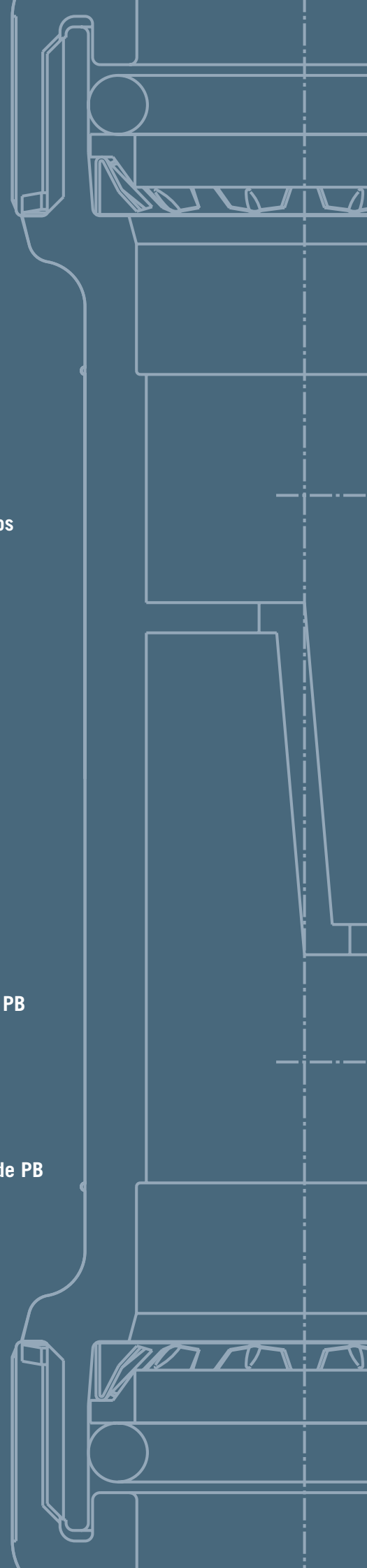
Manual técnico de Polibutileno

Fontanería y Calefacción

ÍNDICE

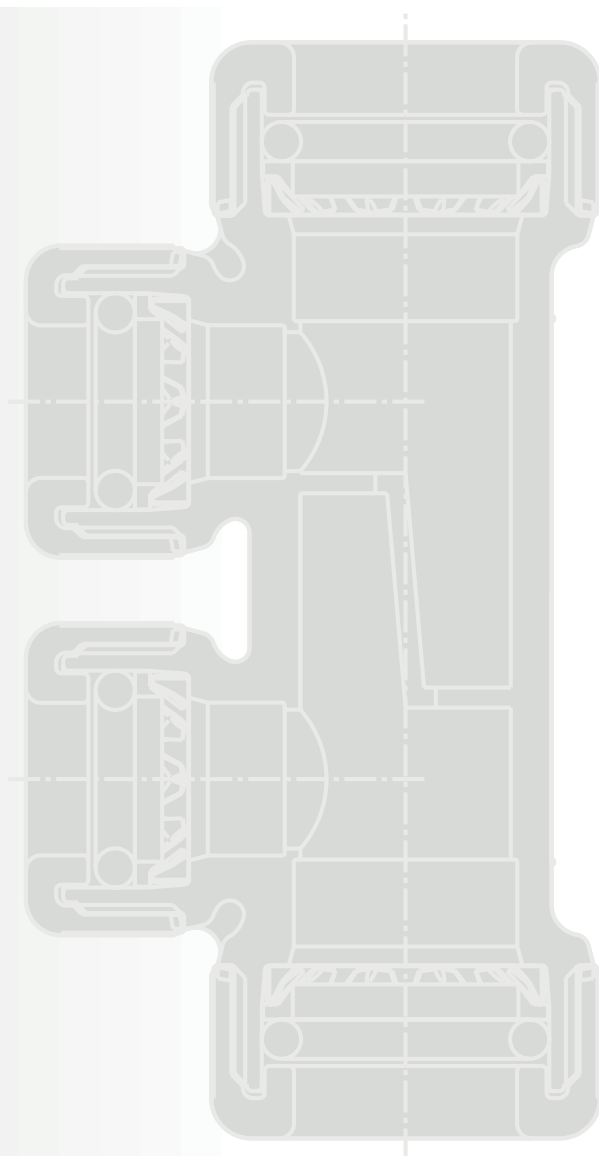
6	CAPITULO 1.	MATERIAS PLÁSTICAS
7	1.1.	¿De dónde vienen los plásticos?
7	1.2.	¿Cómo son “por dentro” los plásticos?
7	1.3.	Clasificación de las materias plásticas
7	1.4.	Los termoplásticos
8	1.5.	Los duroplásticos
8	1.6.	Los elastómeros
8	1.7.	El polibutileno (PB) de Terrain
9	1.8.	Características esenciales de las materias plásticas
12	CAPITULO 2.	LA HISTORIA DEL POLIBUTILENO (PB)
13	2.1.	La materia prima PB 4237
13	2.2.	El PB 4237 en la distribución interior de agua potable
14	2.3.	El sistema Terrain de PB 4237 en la distribución interior de agua potable
15	CAPITULO 3.	COMPARACIÓN DEL PB CON OTROS MATERIALES
16	3.1.	Densidad
16	3.2.	Conductividad térmica
16	3.3.	Dilatación térmica
17	3.4.	Módulo de elasticidad
17	3.5.	Resistencia al flujo
18	3.6.	Resistencia a la rotura
18	3.7.	Comportamiento a largo plazo
20	3.8.	Impacto medioambiental
23	3.9.	Protección contra el ruido
24	3.10.	Rendimiento de la tubería
26	CAPITULO 4.	SISTEMAS DE UNÓN
27	4.1	Pruebas de estanqueidad en las instalaciones
33	CAPITULO 5.	CAUDALES Y PERDIDAS DE CARGA

38	CAPITULO 6.	DILATACIÓN, COMPENSACIÓN Y ABRAZADERAS
39	6.1.	Dilatación y Compensación
41	6.2.	Abrazaderas
42	6.3.	Instalaciones empotradas
43	CAPITULO 7.	NORMATIVA EUROPEA PARA SISTEMAS DE PB: UNE EN ISO 15876
44	7.1.	Campo de aplicación de los sistemas de PB
44	7.2.	Clasificación de las condiciones de servicio de los sistemas de PB
46	7.3.	Método de cálculo para el dimensionado de los tubos
50	7.4.	Marcado de las tuberías
52	CAPITULO 8.	CONTROL DE CALIDAD DE TERRAIN PARA SU SISTEMA DE PB
53	8.1.	Certificación AENOR para los tubos de PB.
54	8.2.	Certificación AENOR para las piezas de PB.
55	8.3.	Certificación AENOR del sistema completo de PB.
56	CAPITULO 9.	ANEXOS
57	Anexo - 1.	Curva de regresión del PB - 4237
58	Anexo - 2.	Curvas de regresión de varios materiales a 80° C
59	Anexo - 3.	Regla de Miner
59	Anexo - 4.	Cálculo de la tensión de diseño para la clase 2 en tubos de PB
61	Anexo - 5.	Pérdidas de carga en tubos de PB
62	Anexo - 6.	Gráfico para el cálculo de la dilatación en tubos de PB
63	Anexo -7.	Gráfico para determinar la fuerza de la dilatación en tubos de PB
64	Anexo -8.	Tabla de resistencia a agentes químicos
69	CERTIFICADOS AENOR	



1. Materias Plásticas

- 1.1. ¿ De dónde vienen los plásticos ?
- 1.2. ¿ Cómo son “por dentro” los plásticos ?
- 1.3. Clasificación de las materias plásticas
- 1.4. Los termoplásticos
- 1.5. Los duroplásticos
- 1.6. Los elastómeros
- 1.7. El polibutileno (PB) de Terrain
- 1.8. Características esenciales de las materias plásticas





Materias Plásticas

1.1. ¿ De dónde vienen los plásticos ?

Las materias plásticas se obtienen por transformación química de productos naturales o por síntesis a partir de compuestos orgánicos cuyos constituyentes principales son el carbono (C) y el hidrógeno (H).

Las materias básicas para la producción de plásticos son naturales como la celulosa, el carbón, el petróleo y el gas natural, siendo estos dos últimos los más importantes.

En una refinería, el petróleo es dividido, por destilación, en varias fracciones. Como los diferentes componentes del crudo tienen distintos puntos de ebullición, mediante calentamiento se van obteniendo sucesivamente en la torre de fraccionamiento, gas, naftas, fueloil, etc. El residuo de este proceso es el asfalto.

Todas las fracciones están constituidas por hidrocarburos, que se diferencian entre sí por el tamaño y la configuración de sus moléculas. La fracción más importante para la fabricación de los plásticos es la de las naftas.

La nafta se transforma, por un proceso denominado cracking, en una mezcla de etileno, propileno, butileno y otros hidrocarburos ligeros.

1.2. ¿ Cómo son “por dentro” los plásticos ?

De modo simplificado se puede afirmar que los plásticos se forman por unión de muchos elementos constitutivos, idénticos o similares, ensamblado uno a uno, por enlaces químicos. Ese elemento único que repetido forma la materia plástica es el monómero: etileno, propileno, butileno,...

La unión repetida de este elemento forma unas moléculas gigantes denominadas macromoléculas. A pesar de su diversidad, todos los plásticos tienen la misma estructura: están constituidos por macromoléculas. Las múltiples propiedades físicas y químicas de los plásticos dependen de cuatro factores: estructura química, forma, tamaño y disposición de las macromoléculas.

1.3. Clasificación de las materias plásticas

Según que las macromoléculas formen cadenas lineales o ramificadas, formen mallas más o menos cerradas, estén desordenadas o parcialmente alineadas, las propiedades del producto resultante varía de modo radical.

En base a esas posibles disposiciones de las macromoléculas, las materias plásticas se pueden dividir en tres grupos principales:

- Termoplásticos: poliolefinas, cloruros de vinilo, estirenos
- Duroplásticos o termoestables: termoelásticos, resinas
- Elastómeros: caucho sintético

1.4. Los termoplásticos

Se componen de largas moléculas filiformes con sólo dos extremos capaces de reacción. En función de la distribución de estas moléculas filiformes pueden ser:

Materias Plásticas

- **amorfos:** estructura desordenada, aleatoria. Son vítreos, transparentes y generalmente frágiles. Ejemplo: estirenos, policarbonatos, policloruros de vinilo
- **parcialmente cristalinos:** estructura más o menos ordenada. Son translúcidos u opacos, pero más resistentes al calor que los amorfos. Ejemplo: poliolefinas como PB, PP, PE.

Se pueden fundir de modo repetido y por tanto se pueden termo-transformar numerosas veces, son soldables, la proporción de cristalinidad determina la densidad y las propiedades mecánicas, bajo carga mecánica elevada tienen tendencia al flujo y a la deformación permanente, con el aumento de la temperatura bajan sus propiedades de resistencia.

Los termoplásticos parcialmente cristalinos, por ejemplo las poliolefinas, tienen frente a los amorfos una resistencia a la tracción, una dureza, una temperatura de fusión y un módulo elástico menores. Por contra su resistencia, su alargamiento a la rotura y su dilatación térmica son más elevados.

1.5. Los duroplásticos

Presentan cadenas del polímero reticuladas las unas con las otras formando mallas tupidas y estrechas, con una estructura íntimamente reticulada en todas las direcciones lo que les confiere gran rigidez y fragilidad. Con objeto de mejorar sus propiedades mecánicas son reforzados con fibras de vidrio, textiles y otras cargas.

No se funden, no son soldables, se deforman bajo carga pero retoman su forma inicial al cesar ésta, no pueden ser termo transformados mas que una única vez, no presentan un comportamiento elástico mas que en un rango de temperaturas elevadas relativamente estrecho, el número de uniones de reticulación determina sus propiedades mecánicas.

Los termoelásticos son un caso particular dentro de los duroplásticos. Su base es un termoplástico cuya estructura se transforma en una molécula reticulada espacialmente mediante uniones o puentes entre las moléculas filiformes. Los termoelásticos poseen así propiedades análogas a los duroplásticos pero conservando prácticamente la misma dureza que el termoplástico del que proviene. El caso más conocido es el PEX.

1.6. Los elastómeros

Son materias plásticas elásticas denominadas también caucho sintético. Sus cadenas de polímero son reticuladas mediante la acción de agentes vulcanizantes. Al contrario que los duroplásticos, su malla o red de reticulación es muy amplia, con pocos enlaces transversales, lo que les confiere su elevada elasticidad.

Son elásticos incluso a bajas temperaturas, son fuertemente deformables bajo la acción de cargas, el número de uniones de reticulación determina su dureza, no son soldables, no se funden.

1.7. El polibutileno (PB) de Terrain

Cuando se utiliza el butileno como elemento constitutivo y se une entre sí múltiples veces formando cadenas filiformes en una estructura más o menos ordenada se obtiene el polibutileno.



Materias Plásticas

1.8. Características esenciales de las materias plásticas

En comparación con los materiales convencionales empleados en la fabricación de tuberías, como por ejemplo el cobre, los materiales plásticos presentan las siguientes características generales:

Baja densidad: menor peso de los tubos.

La densidad de un cuerpo, es el cociente de su masa (**m**), por su volumen (**V**).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

PB	0,93 g/cm ³
PEX	0,94 g/cm ³
PP-R	0,90 g/cm ³
PVC- C	1,55 g/cm ³
AGUA	1,00 g/cm ³
ACERO	7,85 g/cm ³
COBRE	8,89 g/cm ³

Alta resistencia química y ausencia de corrosión: salvo los aceros inoxidable, los metales se combinan con el oxígeno del agua produciéndose su oxidación.

Resistencia al agua caliente y a la presión: materiales plásticos como el PB satisfacen plenamente las exigencias de la normativa referida a las conducciones de agua potable, fría y caliente, y calefacción.

Resistencia a las heladas: las tuberías de materiales plásticos dilatan adaptándose al aumento de volumen del agua al helarse.

Baja conductividad térmica y por tanto menores pérdidas de calor: Se entiende por conductividad térmica l el flujo de energía a través de una materia en función de su espesor y de la diferencia entre la temperatura interior y la temperatura exterior del tubo.

PB	0,22 W/mK
PEX	0,41 W/mK
PP-R	0,24 W/mK
PVC- C	0,14 W/mK
AGUA	0,58 W/mK
ACERO	49 a 53 W/mK
COBRE	407 W/mK

Materias Plásticas

Menor formación de agua de condensación en las superficies exteriores: precisamente por la menor conductividad térmica de este tipo de tuberías, la formación de agua de condensación requiere condiciones ambientales más extremas y por consiguiente se necesitará menor espesor de pared de material de aislamiento cuando éste sea necesario.

Elevada elasticidad: El modulo elástico (E), es la relación entre la tensión y el alargamiento de una materia.

Cuanto mas pequeño sea el modulo elástico mas flexible será el material, y por el contrario, a mayor modulo elástico mas rígido será el material a la flexión.

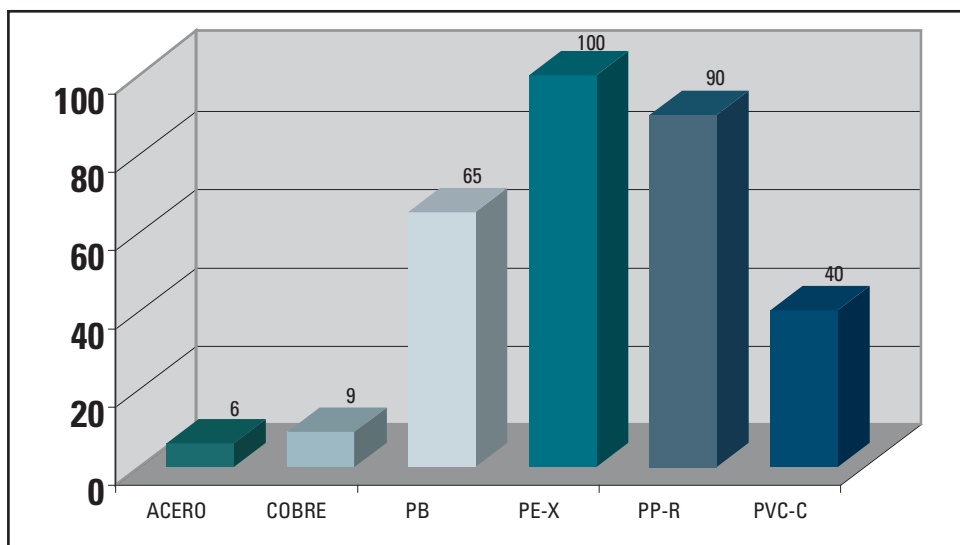
PB	350 Mpa (N/mm ²)	PP-R	800 Mpa (N/mm ²)
PVC- C	3.500 Mpa (N/mm ²)	PEX	600 Mpa (N/mm ²)
ACERO	210.000 Mpa (N/mm ²)	COBRE	120.000 Mpa (N/mm ²)

Resistencia a la abrasión: la resistencia a la abrasión de los materiales plásticos es del orden de cuatro veces mayor que la de los materiales metálicos.

Menor incidencia del ruido en las conducciones: debido a su bajo módulo elástico la transmisión del ruido provocado en las conducciones de agua es menor en material plástico que en las conducciones metálicas.

Superficies lisas: las superficies interiores lisas provocan una menor pérdida de carga.

Dilatación térmica: El coeficiente de dilatación térmica lineal α , indica el alargamiento en mm. de una longitud inicial de 1 m. debido a una elevación de la temperatura de 1°C.



Los datos del gráfico están calculados para una longitud de tubo de 10 m. y una diferencia de temperatura de 50°.



Materias Plásticas

Los cambios dimensionales provocados por las variaciones de temperatura son mayores en los materiales plásticos que en los metálicos.

Uso alimentario: dada su alta resistencia química los materiales plásticos son idóneos para aplicaciones en el campo alimentario.

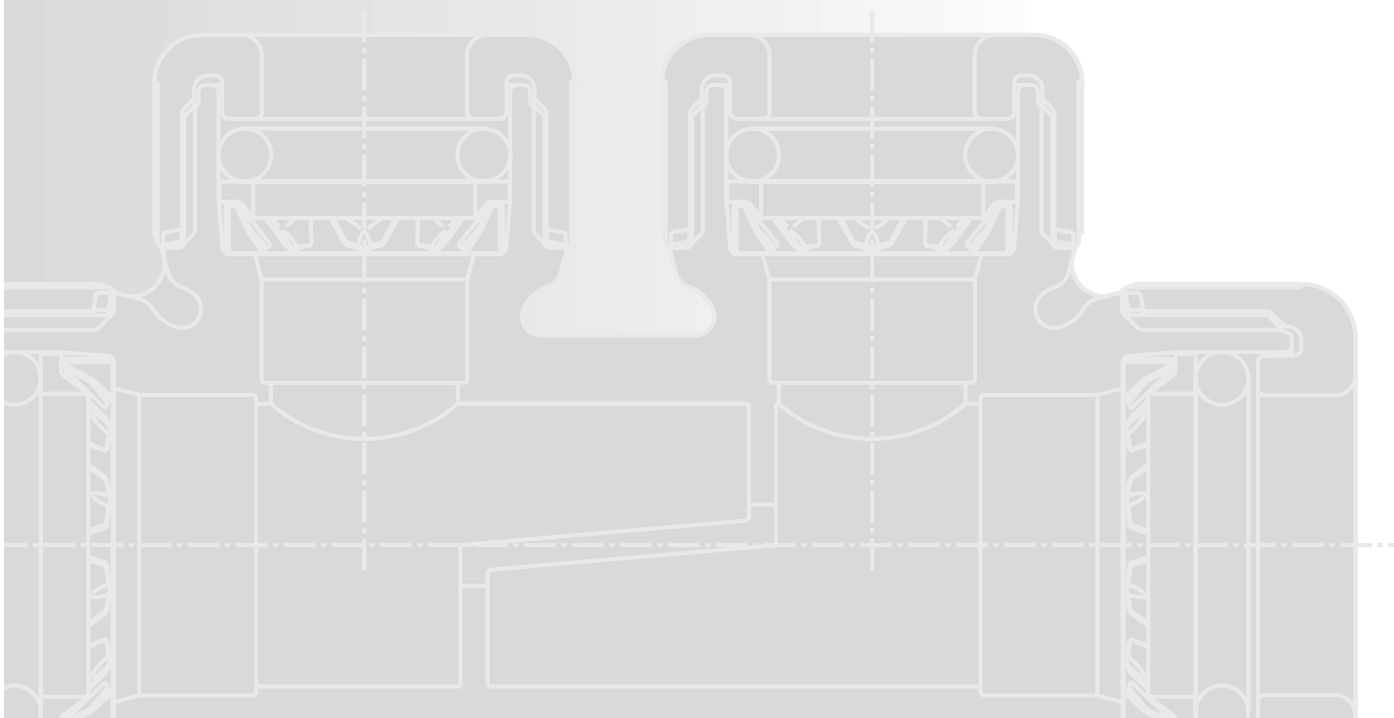
Comportamiento al fuego: las materias plásticas son combustibles y la clasificación de su resistencia al fuego se determina mediante ensayos normalizados.

No conducen la electricidad: no deben ser utilizados para tomas de tierra.

Resistencia a los rayos solares: en general las materias plásticas son sensibles a los rayos ultravioleta y por tanto deben ser protegidos adecuadamente.

2. La Historia del Polibutileno (PB)

- 2.1. La materia prima PB 4237
- 2.2. El PB 4237 en la distribución interior de agua potable
- 2.3. El sistema Terrain de PB 4237 en la distribución interior de agua potable.





La Historia del Polibutileno (PB)

2. LA HISTORIA DEL POLIBUTILENO (PB)

Al comienzo de la década de los 70, la empresa Hüls lanzó al mercado una nueva materia prima, el polibutileno, denominada Vestolen BT 8000. Este producto estaba destinado para la fabricación de tuberías para el transporte de fluidos calientes. Sin embargo tuvo una corta carrera en el mercado: con motivo de la crisis del petróleo de 1973, así como otros factores ajenos a esta crisis, la empresa Hüls paró la producción del polibutileno.

Independientemente de Hüls la empresa Whitron también había desarrollado un polibutileno bajo la denominación de Whitron 4121. Fue la empresa Shell la que retomó esta producción y desarrolló y ensayó diferentes estabilizantes con objeto de mejorar ese PB inicial. Tras numerosos ensayos de larga duración se obtuvo lo que se denomina PB 4237.

Desde 1985 Terrain trabaja con este producto, desarrollando todo un sistema completo de tubos y accesorios de PB 4237 para el transporte de agua fría, caliente y calefacción: el sistema Terrain SDP.

2.1. La materia prima PB 4237

El polibutileno es un termoplástico parcialmente cristalino del grupo de las poliolefinas. Su densidad es del mismo orden que otros termoplásticos como el PP y el PE. Sus óptimas características mecánicas, su gran resistencia química y su estabilidad dimensional frente a la temperatura hacen del PB 4237 la mejor elección para la fabricación de tuberías destinadas al transporte de agua caliente.

El PB se elabora por polimerización del butileno (C_4H_8). Por tanto, en su composición no se incluyen, por ejemplo, ni cloro ni flúor, por lo que, se puede afirmar que se trata de un material que no daña el medio ambiente.

Dado el tipo de su estabilización el PB 4237 se considera compatible para el uso alimentario: las piezas y los tubos de PB 4237 son fisiológicamente neutros, no transmitiendo ni olor ni sabor al agua que transportan. Por tanto su utilización en el transporte de agua potable no acarrea problema alguno.

Al igual que ocurre con el PP y el PE el PB forma parte de las materias plásticas no polares: su superficie no está sometida ni a penetración ni a disolución. Este comportamiento impide que los tubos y accesorios de PB puedan ser unidos por adhesivo. Sin embargo las uniones mecánicas y de soldadura (termofusión) son perfectamente aplicables.

Su gran flexibilidad, incluso a bajas temperaturas, y su estabilidad a altas temperaturas hace del PB 4237 un producto del futuro, y no sólo en las redes de distribución de las viviendas sino también en aplicaciones industriales.

2.2. El PB 4237 en la distribución interior de agua potable

El objetivo de Terrain de satisfacer las exigencias de calidad más elevadas con su sistema Terrain SDP, ha justificado la utilización de criterios de selección particularmente severos para la elección final del PB 4237. La decisión se basó en los últimos avances de la investigación y del desarrollo, en un conocimiento profundo del campo de las materias plásticas así como en opciones suplementarias para una evolución de un sistema con perspectiva de futuro en las técnicas de instalación y montaje.

La Historia del Polibutileno (PB)

Como consecuencia de profundos estudios y ensayos tanto en nuestros propios laboratorios como en organismos independientes se llegó a la conclusión de que la materia prima óptima para nuestro sistema Terrain SDP era el PB 4237, termoplástico poliolefínico parcialmente cristalino con un elevado comportamiento a larga duración y una gran resistencia al flujo a altas temperaturas, propiedades éstas esenciales para las instalaciones interiores de agua fría y caliente, así como de calefacción.

El polibutileno, la materia plástica universal que permite tanto uniones por termofusión como mediante accesorios de unión mecánica, combina numerosas características favorables como:

- estabilidad dimensional y elevado comportamiento a largo plazo.
- gran resistencia al flujo plástico, importante para la estanquidad de uniones por compresión.
- resistencia al agua caliente.
- estabilización contra las alteraciones por rayos ultravioleta durante su manejo e instalación.
- pigmentación contra la formación de algas.
- gran flexibilidad, incluso a bajas temperaturas.
- baja temperatura de fragilización.
- alta resistencia al impacto.
- alta resistencia a la abrasión.
- como consecuencia de su gran resistencia a altas temperaturas, en relación con otras materias plásticas, permite menores espesores de pared para idénticos perfiles de uso lo que se traduce además, en mayores diámetros interiores de transporte para un mismo diámetro exterior, menores velocidades de circulación para un mismo caudal, menores pérdidas de carga y menor peso de tubo por metro.

2.3. El sistema Terrain de PB 4237 en la distribución interior de agua potable

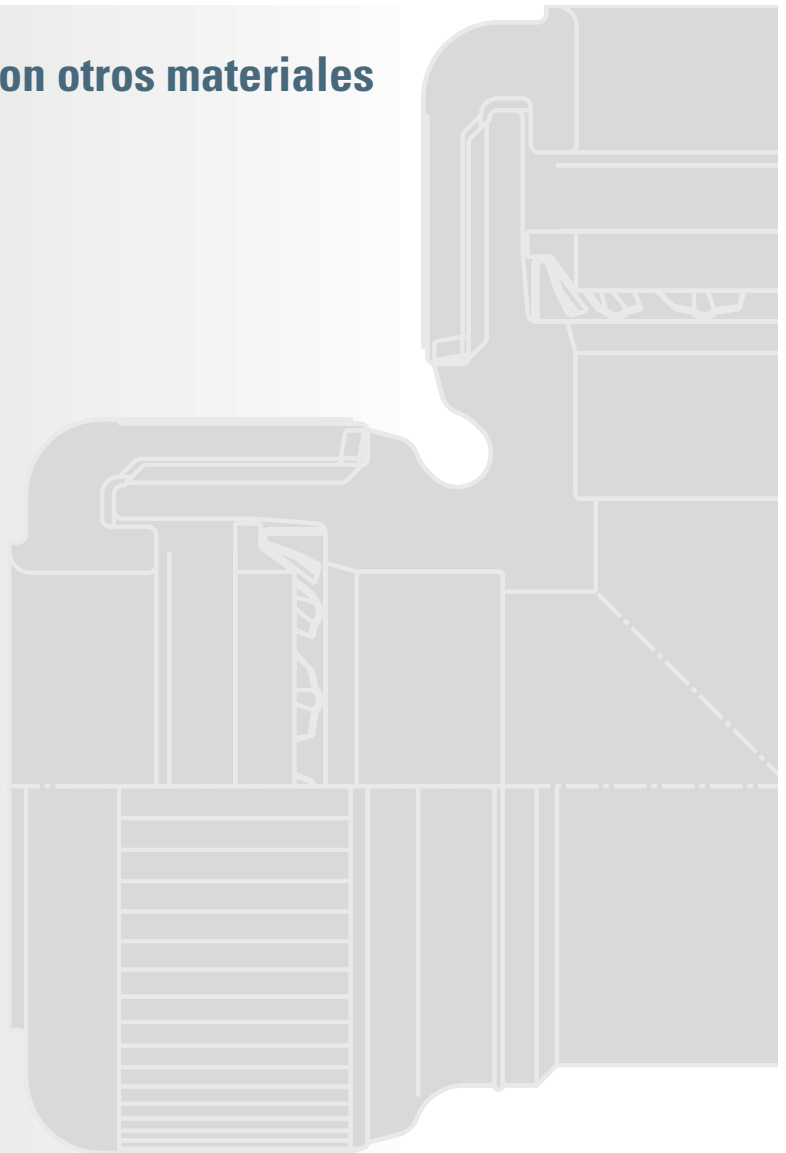
El sistema Terrain SDP para la distribución de agua fría y caliente y para calefacción, con el PB como materia constitutiva de sus tubos y de sus piezas significa:

- ausencia de corrosión.
- ausencia de incrustaciones.
- alta estabilidad al envejecimiento.
- inocuidad higiénica.
- gran flexibilidad de los tubos, lo que implica montajes e instalaciones sencillas y rápidas.
- técnicas de instalación racionales y económicas.
- conocimientos tecnológicos de Terrain en la fabricación de tuberías y accesorios y en la puesta en obra de materiales plásticos.
- consejos y asistencia técnica cercana al cliente, orientados a cada caso particular.



3. Comparación del PB con otros materiales

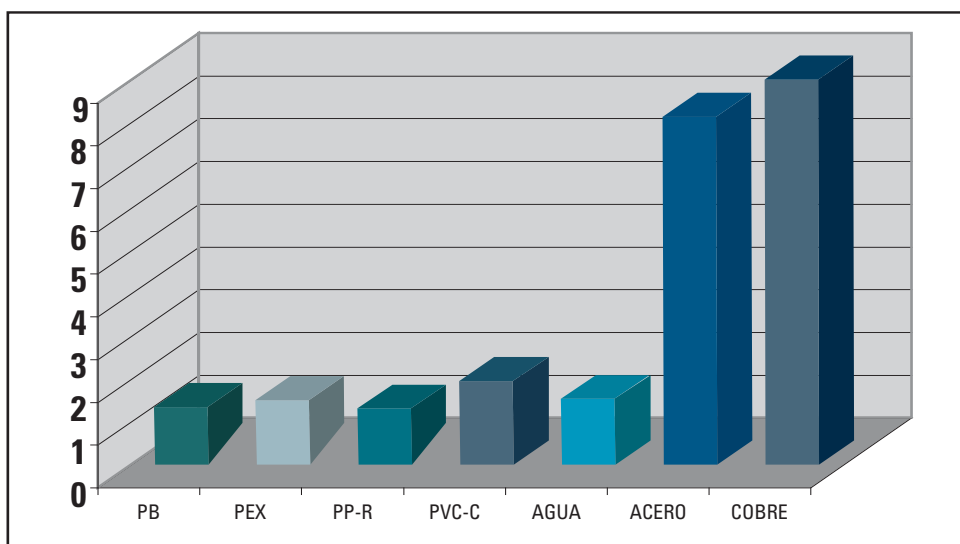
- 3.1. Densidad
- 3.2. Conductividad térmica
- 3.3. Dilatación térmica
- 3.4. Módulo de elasticidad
- 3.5. Resistencia al flujo
- 3.6. Resistencia a la rotura
- 3.7. Comportamiento a largo plazo
- 3.8. Impacto medioambiental
- 3.9. Protección contra el ruido
- 3.10. Rendimiento de la tubería



Comparación del PB con otros materiales

3.1. Densidad

PB	0.93 gr./cm ³
PEX	0.94 gr./cm ³
PP-R	0.90 gr./cm ³
PVC- C	1.55 gr./cm ³
AGUA	1.00 gr./cm ³
ACERO	7.85 gr./cm ³
COBRE	8.89 gr./cm ³



3.2. Conductividad térmica

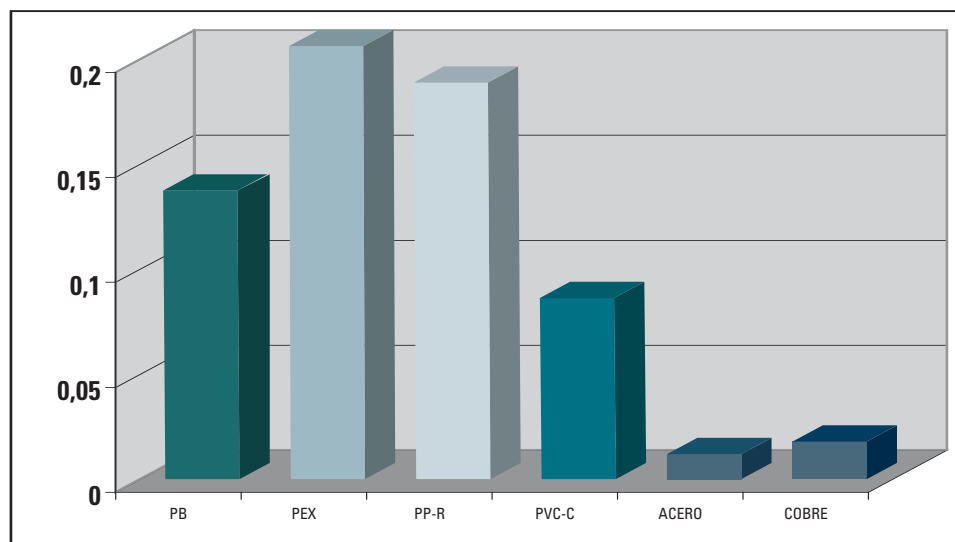
PB	0.22 W/mK
PEX	0.41 W/mK
PP - R	0.24 W/mK
PVC - C	0.14 W/mK
AGUA	0.58 W/mK
ACERO	de 42 a 53 W/mK
COBRE	407 W/mK

3.3. Dilatación térmica

PB	0,13 mm./mk
PEX	0,20 mm./mk
PP - R	0,18 mm./mk
PVC - C	0,08 mm./mk
ACERO	0,012 mm./mk
COBRE	0,018 mm./mk



Comparación del PB con otros materiales

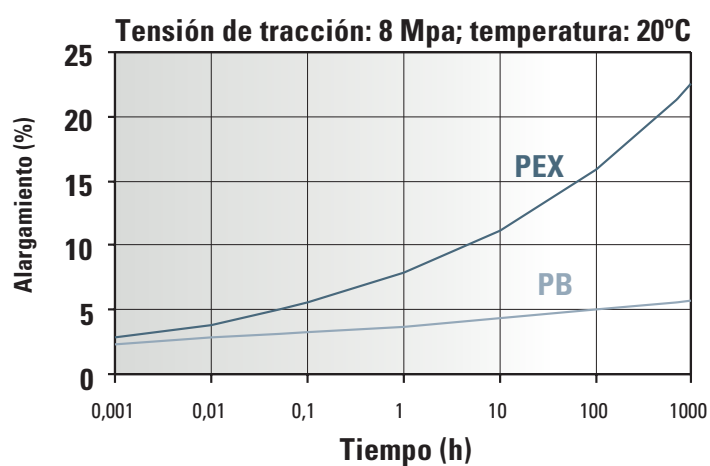


3.4. Módulo de elasticidad

PB	350 MPa
PEX	600 MPa
PP - R	800 MPa
PVC - C	3.500 MPa
ACERO	210.000 MPa
COBRE	120.000 MPa

3.5. Resistencia al flujo

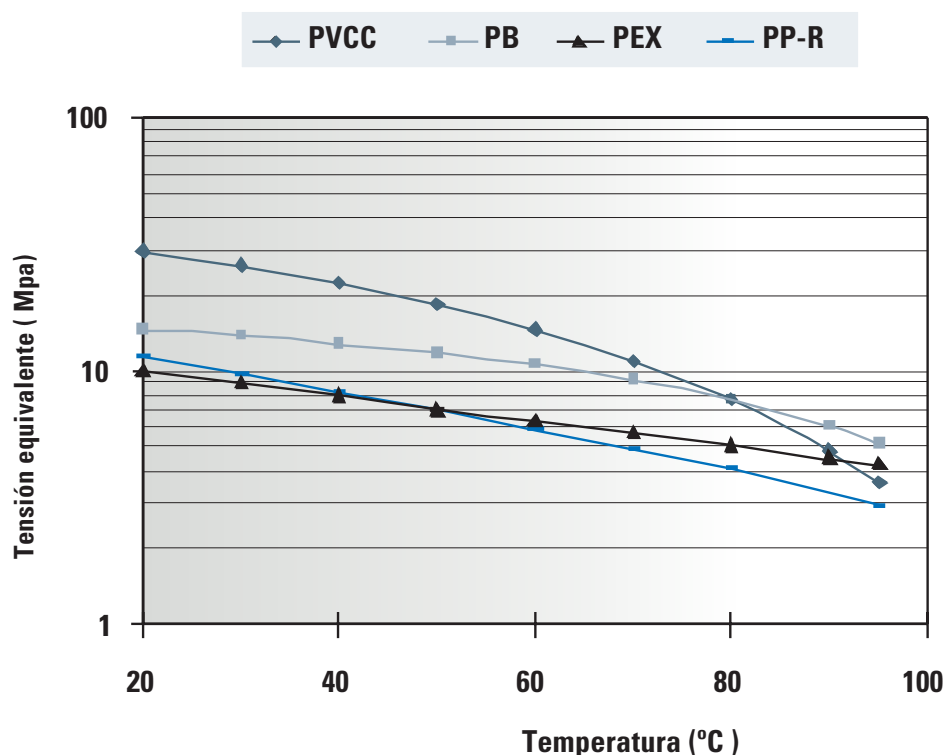
La resistencia al flujo (el alargamiento de flujo es el alargamiento del material en función del tiempo bajo carga constante y a temperatura constante) es un factor de especial importancia a considerar en la construcción de tuberías de material plástico; deber ser especialmente tenido en cuenta en las uniones de tubos mediante accesorios de unión por compresión.



Comparación del PB con otros materiales

3.6. Resistencia a la rotura

La resistencia mínima a la rotura se da como una tensión equivalente s (tensión en la pared del tubo debida a la presión interna que produce la rotura bajo su acción constante). En la gráfica se comparan las resistencias mínimas a la rotura de PB, PVC-C, PEX y PP-R, a diferentes temperaturas y a una duración de vida de un año.



3.7. Comportamiento a largo plazo

El comportamiento a largo plazo muestra las relaciones entre la tensión equivalente, la temperatura y la duración. Las gráficas que muestran estas relaciones son las denominadas curvas de regresión del material (se adjunta la curva del PB - 4237 en el anexo - 1).

La relación entre el valor de la tensión y la presión en el interior del tubo viene expresada por la siguiente fórmula:

$$P = \left[\frac{2 \times \sigma_R}{(D/e - 1)} \right] \times \rho$$

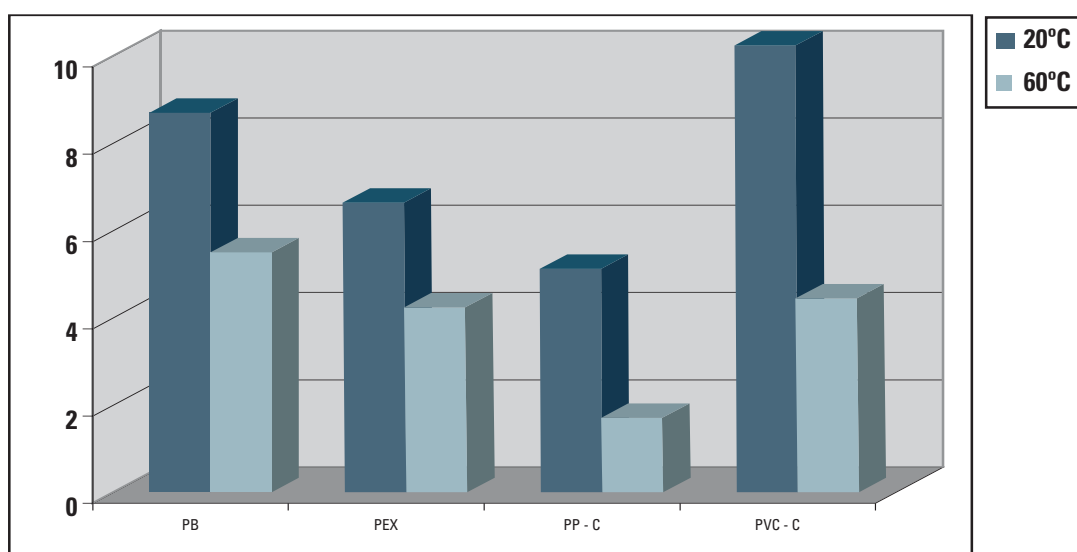
donde **D** es el diámetro exterior medio del tubo, **e** el espesor mínimo de pared σ_R la tensión de rotura a la temperatura y tiempos de estudio y **f** el factor de seguridad aplicable.

Conforme a las normas UNE EN ISO 15874, UNE EN ISO 15875, UNE EN ISO 15876 y UNE EN ISO 15877 para PP-R, PE-X, PB y PVC-C respectivamente, para una duración de 50 años, unas temperaturas de servicio de 20° C y de 60° C, y factores de seguridad de 1.5 para PB, 2.6 para PVC - C, 1.5 para PEX y 1.8 para PP - R, las tensiones son:



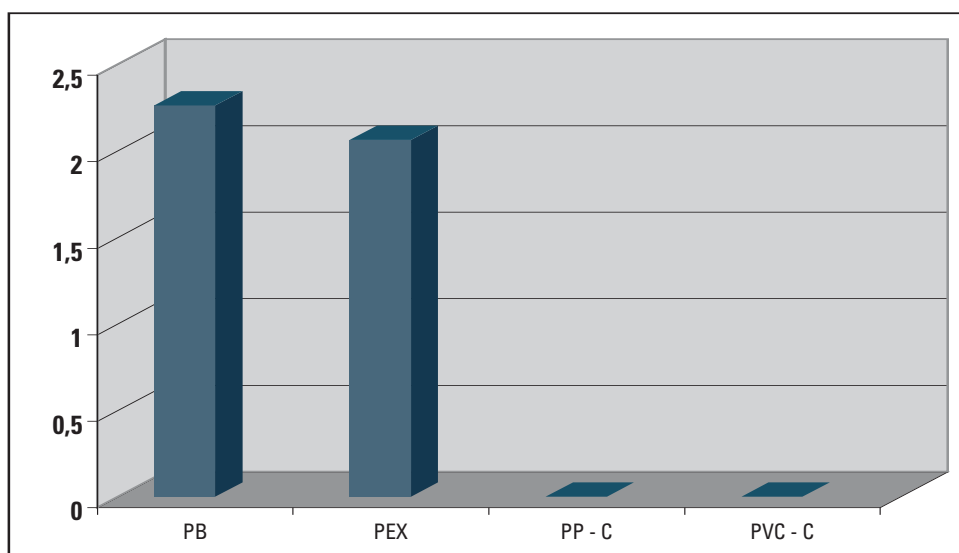
Comparación del PB con otros materiales

MATERIAL	Mpa para 20° C	Mpa para 60° C
PB	8.7	5.50
PEX	6.4	4.00
PP - R	5.0	1.58
PVC - C	10.0	4.20



Conforme a las mismas normas pero para una duración de 25 años y una temperatura de 95° C, con factores de seguridad de 2.0 para PB y 2.0 para PEX las tensiones son:

MATERIAL	Mpa para 95° C
PB	2.2
PEX	2.0
PP - R	No utilizable en esas condiciones
PVC - C	No utilizable en esas condiciones



Comparación del PB con otros materiales

Como se puede observar en las comparaciones anteriores, el material que mantiene su resistencia a largo plazo por encima de la de los demás es el PB.

Esto hace que para condiciones de servicio iguales (presión y temperatura) sea necesario menor espesor del tubo en PB que en el resto. El tubo así dimensionado tiene: menor peso, mayor diámetro interior para la circulación del agua, menor velocidad del agua para un mismo caudal y por tanto menores pérdidas de carga.

De idéntica forma se concluye que para tubos de las mismas dimensiones en el caso del PB se obtengan mayores presiones de servicio; si éstas también fueran iguales el coeficiente de seguridad con el que se estaría trabajando sería mayor en el caso del PB. Así:

MATERIAL	PB		PE-X		PP-R	
Antigua UNE	UNE 53 415		UNE 53 381		UNE 53 380	
Dimensiones	20 X 1.9		20 X 1.9		20 X 1.9	
Temperatura (°C)	Vida Útil (años)	Presión (bar)	Vida Útil (años)	Presión (bar)	Vida Útil (años)	Presión (bar)
20°C	50	17.4	50	12,5	50	10,0
40°C	50	15.0	50	10,5	50	6,6
60°C	50	11,0	50	8,0	50	3,2
80°C	25	6,8	25	5,0	1	3,4
95°C	25	4,4	25	4,0	0	-

3.8. Impacto medioambiental

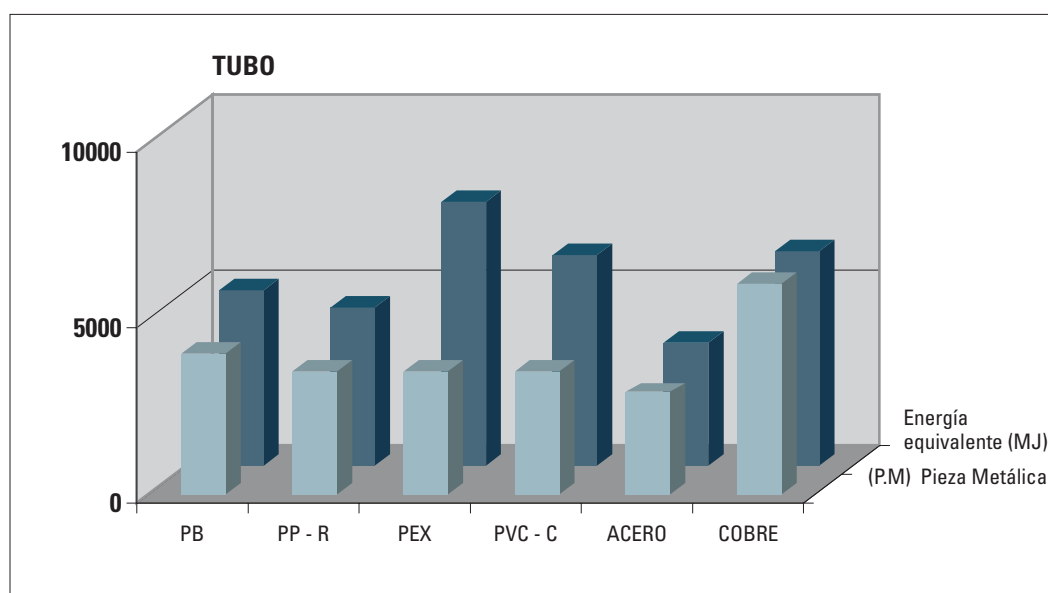
Para poder realizar una comparación objetiva del impacto medioambiental de los sistemas de tuberías, es necesario utilizar un método de evaluación que compare productos de diferente naturaleza pero destinados a la misma aplicación. El departamento de tecnología de los plásticos de la Universidad Técnica de Berlín dirigió un estudio de análisis ambiental de instalaciones de agua potable mediante el desarrollo de un método propio de comparación, denominado VENOB. Con este método realizó un análisis, basado en hechos científicos, que comparó el consumo total de energía y las posibles emisiones al aire, al agua y al terreno, teniendo en cuenta todas las fases que van desde la producción de la materia prima hasta la instalación de los sistemas finales de tuberías, pasando por la propia fabricación de las piezas y de los tubos.

Para el estudio se supuso un edificio de 16 viviendas con sistema de agua caliente central y con una presión de suministro de 4 bar. Se consideraron seis situaciones diferentes, en las que en cada una de ellas la instalación de agua potable de ese edificio estuviera realizada en los siguientes materiales: cobre, acero galvanizado, PE-X, PP-R, PB y PVC-C.

En primer lugar se analizó la energía necesaria para la producción de 1.000 Kg. de tubos y piezas de los seis materiales. La comparación de los resultados obtenidos se muestra en la siguiente gráfica:

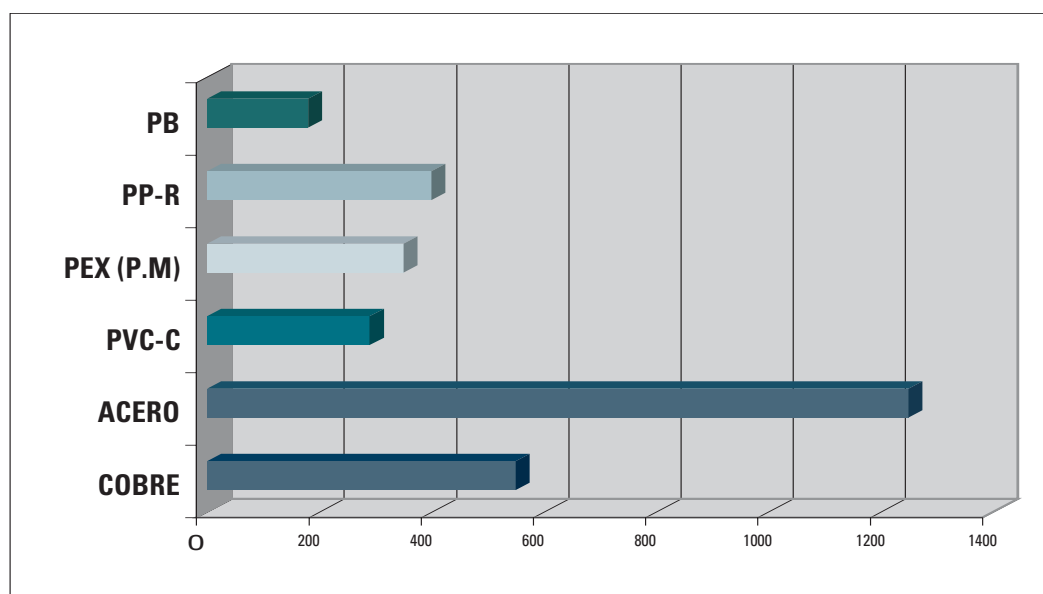


Comparación del PB con otros materiales



Por otro lado se comparó el peso del sistema completo de tubos y piezas empleados de cada uno de los seis materiales indicados, necesarios para la instalación del edificio mencionado.

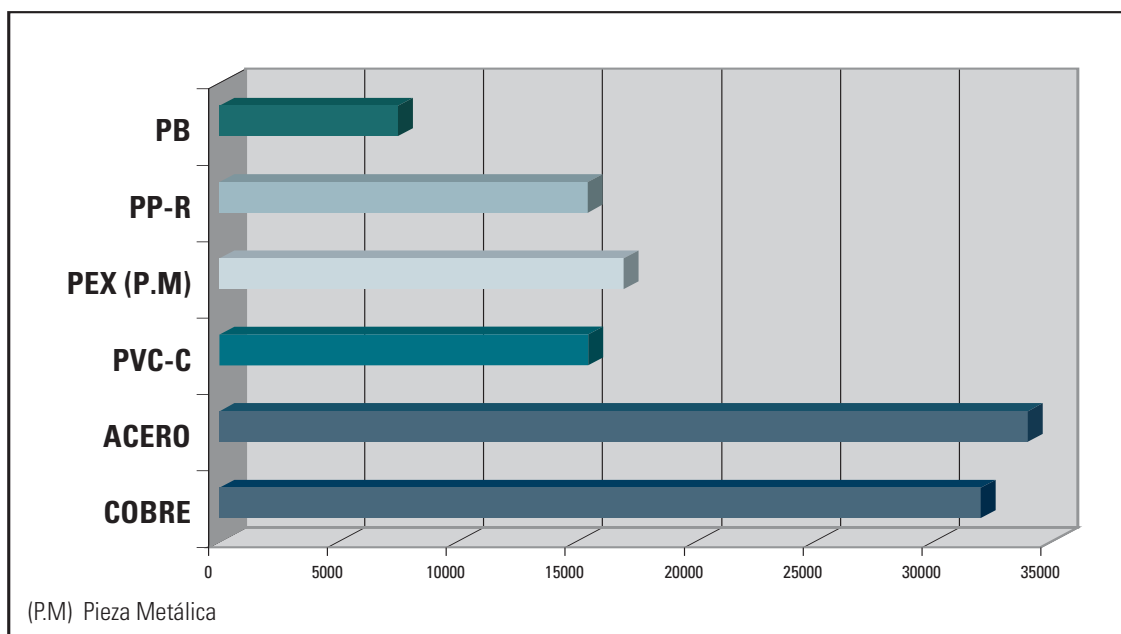
Es importante señalar que, como se ha visto en el anterior apartado 3.7, debido a sus elevadas prestaciones mecánicas, la misma instalación necesita en PB dimensiones menores de tubos que con otros materiales.



(P.M) Pieza Metálica

Utilizando los datos anteriores se obtienen los de la energía equivalente del sistema completo de tuberías para cada material. Estos datos se muestran comparativamente en la siguiente gráfica.

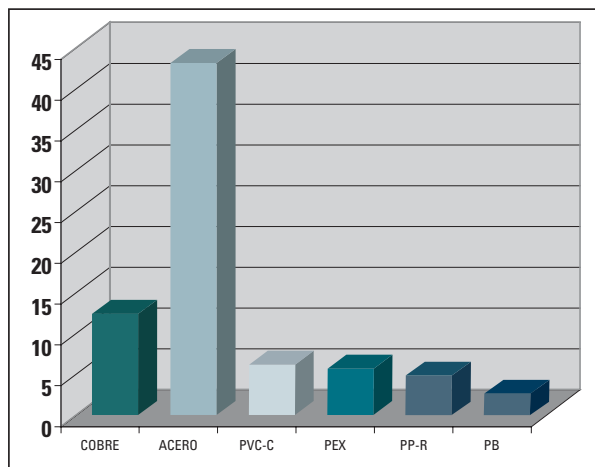
Comparación del PB con otros materiales



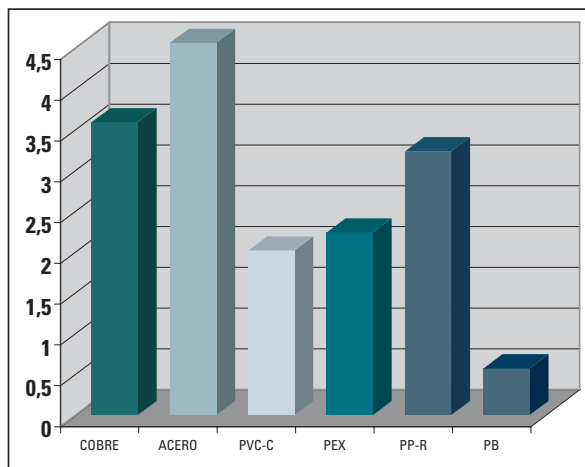
Como se puede comprobar, el menor consumo de energía para una misma instalación se da con la utilización del sistema de polibutileno PB.

Como ya se ha indicado, en el estudio de la Universidad Técnica de Berlín también se compararon las posibles emisiones al aire, al agua y al terreno para cada uno de los seis materiales. Los datos obtenidos se reflejan en las siguientes gráficas:

Comparación del impacto en el medio ambiente por emisiones al terreno



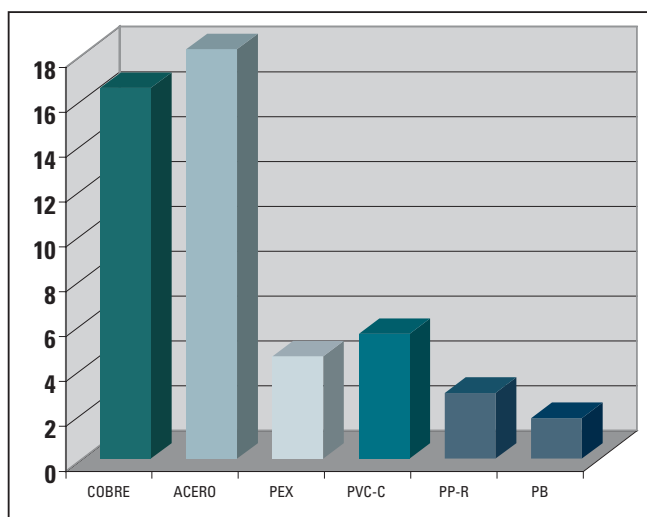
Comparación del impacto en el medio ambiente por emisiones al agua





Comparación del PB con otros materiales

Comparación del impacto en el medio ambiente por emisiones al aire



3.9. Protección contra el ruido

La mejor forma de protegerse contra el ruido de las instalaciones sanitarias se consigue mediante una cuidadosa planificación y diseño. Para optimizar la acústica es necesario tener en cuenta la distribución de las habitaciones, la estructuración de los aparatos sanitarios y los accesorios de la instalación.

La pared donde se realizan las instalaciones, adyacente a una habitación, debe ser construida de una material que absorba el ruido. Dicha pared debería tener una densidad de 220 kg/m².

Así mismo, la capacidad de aislamiento sonoro, del material utilizado en la instalación, es un factor importante. Esto está relacionado con el módulo elástico y la densidad del material.

En tuberías de plástico, el aislamiento sonoro es alto; es por ello que las tuberías de POLIBUTILENO son excelentes para la prevención del ruido en las instalaciones de agua, como se puede observar en la tabla adjunta:

	DENSIDAD gr/cm ³	MÓDULO DE ELASTICIDAD MPA	VELOCIDAD DEL SONIDO m/s
COBRE	8,89	120.000	3.900
PB	0,93	350	620
PVC-C	1,55	3.500	2.350
PEX	0,94	600	800
GOMA BLANDA	0,90	90	320

Comparación del PB con otros materiales

3.10. Rendimiento de la tubería

Propiedades acústicas

Los ruidos mecánicos que acompañan los ciclos de calefacción y refrigeración de los sistemas de tubería para calefacción fabricados con metales son prácticamente eliminados cuando se emplean sistemas de tuberías de plástico. Las tuberías de plástico reducen y amortiguan la transmisión tanto de ruidos mecánicos como efectos del golpe de ariete.

Ruido mecánico

Para la conducción sonora a través de sólidos, el aislamiento y absorción del material son un criterio importante y éste es función de la densidad y la elasticidad del material. Las propiedades acústicas de los materiales, cuando están expuestos a una extensa gama de frecuencias y temperaturas, son normalmente determinadas por las temperaturas de cristalización de cada material plástico en particular. A temperaturas superiores a la temperatura de cristalización, T_c , la velocidad del sonido se reduce considerablemente y la absorción sonora aumenta enormemente. La T_c de los homopolímeros polibutileno-1 es 18°C. La típica temperatura de uso de una instalación de calefacción ó de agua potable está bien por encima de T_c , por lo que la transmisión del sonido se reduce significativamente. Con metales como el cobre, no existe cristalización, por lo que la transmisión del sonido se mantiene elevada, incluso a temperaturas cercanas al nivel de fusión del material.

Para los materiales, en general, se observa que cuanto más alta es la densidad, mayor es la velocidad del sonido. Los datos que se muestran en la tabla que viene a continuación, muestran claramente esta relación para una selección de materiales comunes en fontanería.

Velocidad del sonido en los materiales:

	DENSIDAD gr/cm ³	MÓDULO DE ELASTICIDAD MPA	VELOCIDAD DEL SONIDO m/s
COBRE	7,20	110.000	3.900
PB - 1	0,93	350	620
C PVC	1,56	3.500	2.350
PEX	0,95	600	800
GOMA BLANDA	0,90	90	320

Obviamente, el diseño de la instalación es crítico en asegurar el funcionamiento silencioso de un sistema de fontanería. Para lograr los mejores resultados, debería darse la debida consideración a la elección del material de la tubería y piezas, y a la optima distribución del sistema de tuberías en relación a la construcción de edificios.



Comparación del PB con otros materiales

Golpe de ariete

Una columna de agua en movimiento dentro de una tubería contiene energía cinética almacenada, a raíz de su masa y su velocidad. Debido a que el agua esencialmente no absorbe presión, esta energía no puede ser absorbida cuando una válvula es cerrada de forma repentina. El resultado es una elevada sobrepresión instantánea, normalmente conocida como golpe de ariete.

Cinco factores determinan la severidad del golpe de ariete:

1. Velocidad
2. Módulo de elasticidad del material de la tubería
3. Diámetro interno de la tubería
4. Grosor de la pared de la tubería
5. Tiempo de cierre de la válvula

La sobrepresión máxima generada por un golpe de ariete, puede ser calculada usando la ecuación siguiente, procedente del "Manual de Diseño del Sistema de Tuberías de Termoplásticos", de Thomas Sixmith y Reinhard Hanselka, Marcel Dekker Inc., pag. 65-69.

$$P_s = V \left[\frac{(3960 Et)}{(Et + 3 \times 10^5 DI)} \right]^{1/2}$$

Donde:

P_s = presión de levantamiento (psi)

V = velocidad del agua (ft/sec)

DI = diámetro interior de la tubería (in)

E = módulo de elasticidad del material de la tubería (psi)

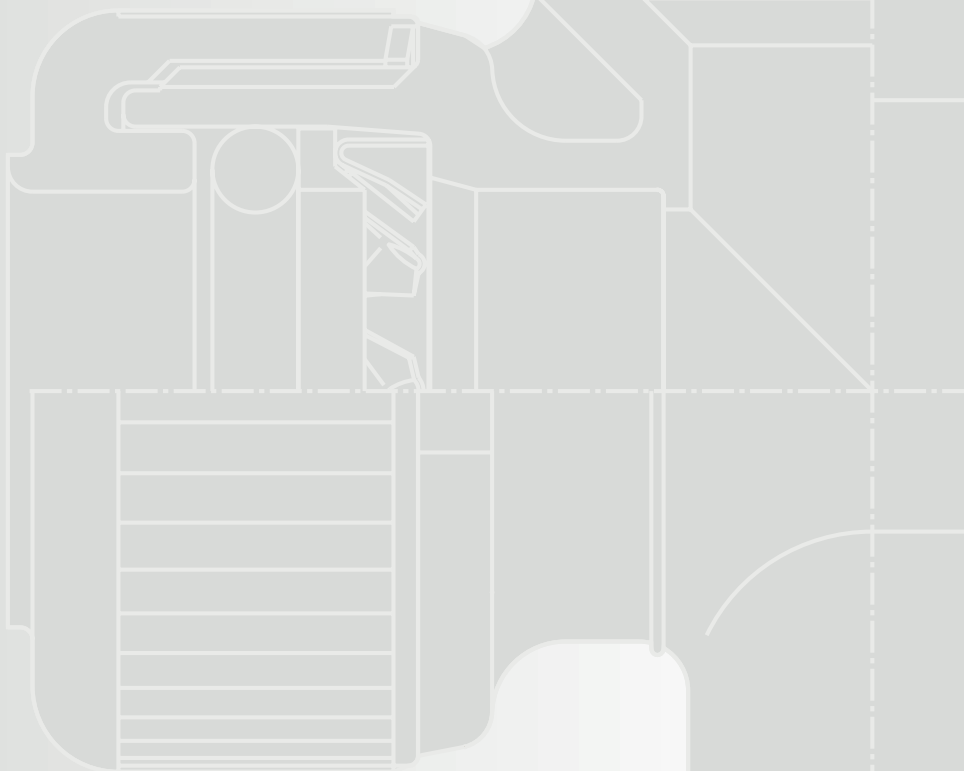
t = grosor de la pared de la tubería (in)

El bajo módulo elástico de Polibutileno-1, combinado con un grosor de pared reducido, da lugar a una baja presión para un OD de tubería y nivel de presión dados. La tabla que viene a continuación compara la máxima sobrepresión para tuberías de 1 1/2" OD de diferentes materiales plásticos, diseñadas para el mismo servicio de presión.

	E	Di	t	V	Ps
PB - 1	38.000	1,28	0,15	5,0	37,5
PEX	100.000	1,14	0,22	5,0	76,7
PP	170.000	1,05	0,26	5,0	111,2
C PVC	420.000	1,22	0,18	5,0	129,3

4. Sistemas de Unión

4.1. Pruebas de estanqueidad en las instalaciones.





Sistemas de Unión

Las características básicas del PB expuestas hasta ahora se refieren al material como tal materia prima y por tanto una transformación correcta del material confiere al producto obtenido dichas características. Sin embargo en la práctica los tubos y los accesorios deben unirse entre sí para formar la instalación final. Independientemente del material, tubos y piezas con elevadas propiedades pero unidos mediante sistemas de unión poco fiables dan como resultado una instalación sin futuro.

Terrain ofrece para sus tubos de PB dos sistemas de unión de comprobada fiabilidad:

- **El sistema de termofusión**, bien conocido y ampliamente utilizado desde hace ya muchos años por otros numerosos materiales (PP, PE, etc ...).
- **El sistema de unión mediante anillo de retención**, un sistema único de unión mecánica que evita sin embargo la compresión que sí utilizan otros sistemas mecánicos para otros materiales.

Este segundo sistema de unión, característico de Terrain, añade a las ventajas del PB como materia prima las siguientes:

1. Facilidad y rapidez de montaje, con el ahorro económico que esto supone.
2. La unión no es rígida y se tiene la posibilidad de girar las uniones, incluso en carga, con lo que se evita tener que calcular o prever las nuevas direcciones y los ángulos en los cambios de dirección.
3. Al contrario que en otras uniones mecánicas el tubo no es comprimido ni por su exterior ni por su interior.



El tubo no es obligado por ningún tipo de útil ni de accesorio a adoptar formas o medidas que no sean las suyas originales y por tanto la resistencia al flujo típica de los materiales plásticos (ver apartado 3.5), es decir, el alargamiento del material en función del tiempo bajo carga constante, no influye en la unión por anillo de retención.

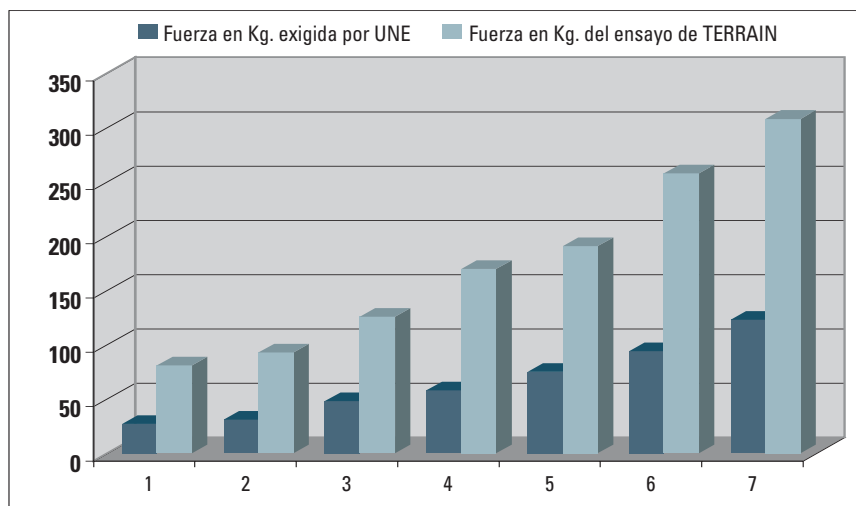
La fiabilidad de la unión viene avalada por numerosos ensayos realizados sobre el sistema de unión llevados a efecto tanto en los laboratorios de Terrain como en otros de carácter independiente (Instituto Eduardo Torroja de la construcción, CEIS, KIWA, WRAS etc...). Como ejemplos de esta fiabilidad podríamos destacar:

1. En todos los ensayos de presión interna que se realizan sobre tubos unidos a piezas, desde 20° C hasta 95° C, los reventamientos provocados siempre se producen en el tubo o en el cuerpo del accesorio pero nunca en la unión entre ambos. Nuestra unión siempre es más resistente que los elementos unidos, no pudiéndose alcanzar nunca la presión de rotura de la unión pues siempre se alcanza antes la del tubo o la del accesorio. Por tanto la instalación final realizada con nuestro sistema de unión mantiene las prestaciones que el PB ofrece como tal material.

Sistemas de Unión

2. Se puede dar una idea de la resistencia de las uniones mediante anillo de retención comentando uno de los ensayos que se realizan como control de calidad: el ensayo de pull - out o de arrancamiento. Este ensayo, normalizado en la norma UNE EN ISO 15876, consiste en someter a la unión entre tubo y pieza a una fuerza determinada para cada diámetro durante 1 hora a una temperatura de 20° C sin que la unión se separe. Esta fuerza puede consistir simplemente en un peso colgando de la unión que se ensaya. En esta norma se exigen unas fuerzas que deben ser soportadas por las uniones, pero Terrain, que lleva realizando este ensayo mucho antes incluso de que se comenzase la preparación de esa norma, somete sus uniones a fuerzas superiores a las exigidas. Así por ejemplo:

DIMENSIONES NOMINALES	FUERZA (Kg.) EXIGIDA POR EN	FUERZA (Kg.) DE ENSAYO DE TERRAIN
(1) 15 x 1.8	27	81
(2) 16 x 1.8	31	93
(3) 20 x 1.9	48	126
(4) 22 x 2	58	170
(5) 25 x 2.3	75	191
(6) 28 x 2.8	94	258
(7) 32 x 2.9	123	308



Como se puede comprobar Terrain ensaya su sistema con unas exigencias del orden de tres veces las contempladas en la norma UNE.

3. En una instalación real la presión no es constante, los tubos "sufren" movimientos debidos a dilataciones y contracciones y se producen sobrepresiones debidas a golpes de ariete. Un ensayo de presión interna se realiza siempre a temperatura y presiones constantes y por tanto no contempla las múltiples vicisitudes de una instalación real. Con objeto de simular todos esos hechos Terrain lleva más de 10 años sometiendo su sistema de unión a golpes de ariete controlados.



Sistemas de Unión

A temperaturas variables entre 20° C y 45° C se hace circular agua con una presión de 7 bar. durante 3 segundos, seguidamente una presión de 0 bar durante 2 segundos para volver a comenzar el ciclo nuevamente con 7 bar. Los cambios de presión se provocan de modo instantáneo, permitiendo a algunas uniones su libre movimiento y restringiendo el de otras. Así por ejemplo tubos, piezas y uniones han sido sometidas durante más de 10 millones de ciclos a las condiciones indicadas, lo que implica más de 13.000 horas de ensayo y más de 20 millones de golpes de ariete sin ninguna incidencia en nuestro sistema de unión. (A modo de anécdota podríamos indicar que durante el ensayo se rompieron 3 manómetros y 2 electroválvulas debido a la dureza de la prueba).

Por último, indicar que para obtener la seguridad y las prestaciones que nuestro sistema ofrece es necesario que las uniones y en general toda la instalación se realicen del modo correcto, sin manipulaciones ni aprovechamiento de elementos reutilizados, siguiendo las instrucciones indicadas por nuestro departamento técnico y realizando las pruebas de instalación que exija en cada momento la reglamentación vigente.

Herramientas necesarias para la instalación:

Salvo la tijera para cortar el tubo, la silicona para lubricarlo y un rotulador para marcar, no son necesarias mas herramientas para la realización de la unión .



Pasos a seguir para su instalación:

- 1 Al mirar el tubo nos damos cuenta que viene marcado por una serie de rayas, que nos van a servir como guía para conocer la longitud del tubo que es necesario introducir en la pieza. Es muy importante tener la seguridad de que el tubo se introduce hasta el fondo de la pieza.
- 2 A continuación se introduce el casquillo (bien sea de plástico o metálico) en el interior del tubo. Es muy importante NO OLVIDARSE de ello, ya que si no el tubo podría salirse de la pieza.



Sistemas de Unión

Pasos a seguir para su instalación:

Los accesorios se suministran montados y no es necesario manipularlos, tal y como se suministran se utilizan. De este modo se evitan posibles errores en ajustes o aprietes. Es perjudicial forzar la pieza tratando de desenroscar la tuerca.

- 3 MARCAR CON ROTULADOR la distancia de penetración del tubo en la pieza con la PLANTILLA gratuita que ofrece Terrain. Es muy IMPORTANTE realizar este proceso de marcado para tener la seguridad de que el montaje se hace correctamente.



- 4 Hay que limpiar y lubricar ligeramente el exterior del tubo o el interior del accesorio (sobre todo la junta tórica) con el fin de facilitar la introducción del tubo en la pieza.



- 5 Una vez realizado este paso, se introduce el tubo en la pieza hasta que el final del mismo coincida con la línea marcada con rotulador. Así sabremos con un simple vistazo y con total seguridad, que la tubería se ha introducido correctamente. De esta forma aseguramos una unión correcta.



Es muy importante tener en cuenta que, una vez introducida la tubería en el accesorio, bajo ningún concepto el anillo de retención debe ser manipulado, es decir, ni modificado de su sitio de origen, ni extraído del tubo, ni reutilizado. Una manipulación modifica los ángulos de los dientes alterando, a su vez, la fuerza de agarre en el tubo con la que fue concebido, pudiendo en este caso provocar la salida del tubo y a su vez originar la fuga de agua. Estudios realizados por Terrain han demostrado que por no poner un diente de retención nuevo, que cuesta 0,09€, pueden crearse problemas, en el mejor de los casos, del orden de 600 €. Es imprescindible, por tanto, que una vez manipulado el anillo de retención, éste sea cambiado por otro nuevo.



Sistemas de Unión

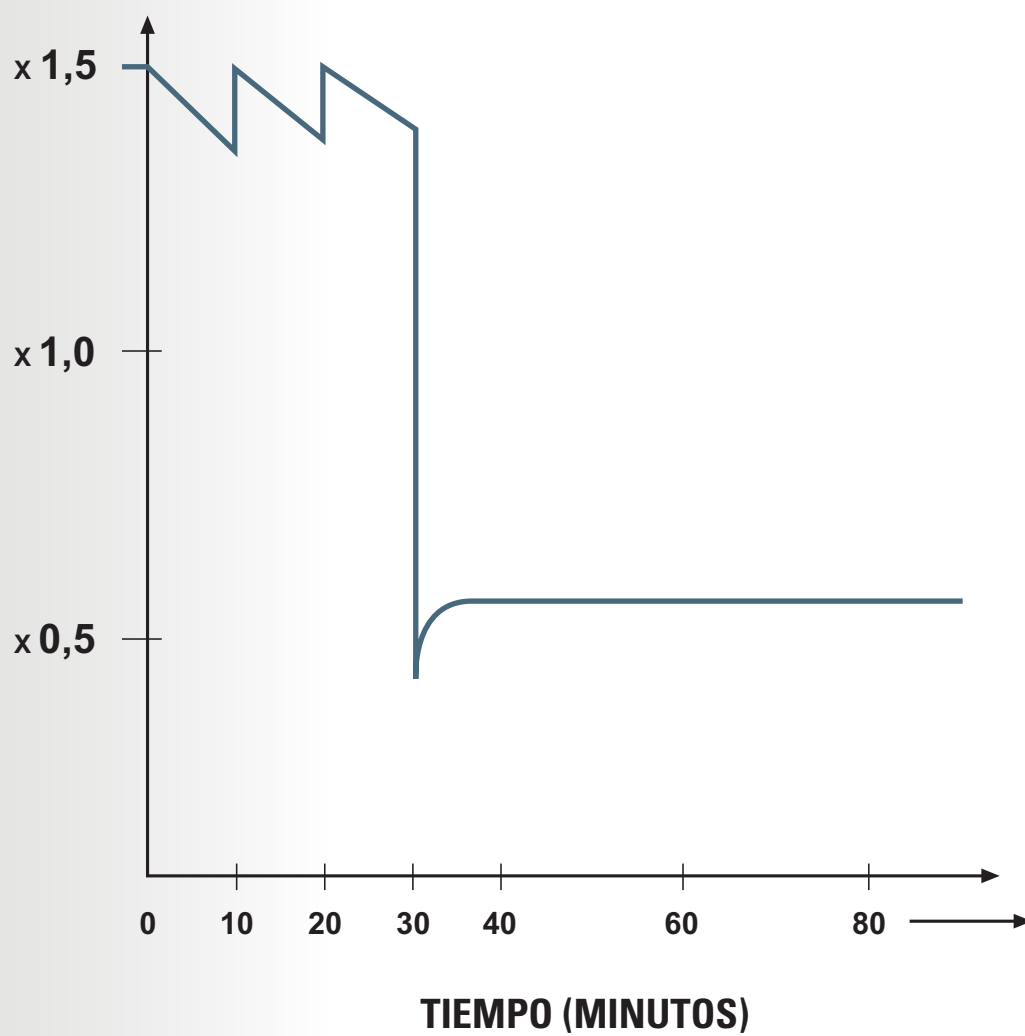
4.1 Pruebas de estanqueidad en las instalaciones.

1. Llenar de agua el circuito.
2. Purgar bien por las zonas altas del circuito.
¿Para qué? Para que no existan burbujas de aire y creen una sobrepresión. ¡ **ATENCIÓN !** Es muy importante sacar todo el aire.
3. Subir la presión a 7 Kgs/cm² durante medio minuto
¿Para qué? Para que el anillo se clave en el tubo de PB.
4. Continuar subiendo la presión hasta llegar a 20 Kgs/cm², dejando esta presión durante 1 hora.
¿Para qué? Para detectar posibles uniones erróneas.
5. Bajar la presión a presión de calle.
¿Para qué? Para comprobar la funcionalidad de la unión en condiciones de trabajo.
6. Si hemos seguido estos pasos, la instalación esta **bien montada**.

Otra forma de probar la presión hidrostática diferente al sistema anterior, se comenta a continuación:

- 1.- Se llena la instalación de agua.
- 2.- Durante el llenado de la instalación se procede a su purga, con objeto de eliminar todo el aire del circuito.
- 3.- Una vez completado el llenado de la instalación y eliminado todo el aire de su interior se cierra la entrada de agua.
- 4.- Aplicamos a la instalación la presión de prueba, que tendrá un valor de vez y media la presión de trabajo. Debido a la elasticidad del material la presión puede disminuir, por ello cada 10 minutos se debe restaurar el valor inicial de la presión de prueba. Esta maniobra se debe repetir tres veces. Durante el total de 30 minutos se lleva a cabo una inspección visual para comprobar la existencia de fugas en la instalación.
- 5.- Transcurridos los 30 minutos reducimos el valor de la presión a la mitad de la presión de trabajo abriendo la llave de vaciado.
- 6.- Durante los 90 minutos siguientes comprobamos posibles fugas en la instalación. Si durante este tiempo la presión disminuyera sería indicativo de la existencia de alguna fuga.

Sistemas de Unión





5. Caudales y pérdidas de carga



Caudales y pérdidas de carga

La circulación de un líquido por una tubería puede ser tal que las trayectorias de sus partículas sigan líneas paralelas al eje del tubo y que además sean inalterables en el transcurso del tiempo. En este caso se dice que el movimiento del líquido corresponde al régimen laminar. En esta situación las velocidades son decrecientes desde el eje del tubo, donde alcanzan los valores máximos, hasta las paredes de aquél, donde la velocidad es nula.

Cuando las trayectorias son erráticas y las partículas que ocupan una misma posición en la tubería en el transcurso del tiempo presentan velocidades variables en dirección y en módulo, existiendo además componentes transversales al eje del tubo, se dice que el régimen es turbulento. Las partículas, consideradas de modo individual, no siguen una ley determinada ni en trayectoria ni en velocidad. Sin embargo, en conjunto, presentan la velocidad máxima en el eje del tubo y la mínima, que ya no es nula, en las paredes.

El que el líquido adopte un régimen u otro depende fundamentalmente de cuatro factores:

- De la velocidad media de circulación del líquido por la tubería.
- Del diámetro interior del tubo.
- De la viscosidad del líquido.
- De la rugosidad de las paredes del tubo.

Los tres primeros factores están ligados entre sí por la fórmula del número de Reynolds que se calcula con la siguiente ecuación:

$$Re = V \times \frac{D}{\nu}$$

donde: **V**: velocidad de circulación en cm./s

D: diámetro interior en cm.

ν: viscosidad cinemática del agua 0.0124 cm²/s

Hasta valores del número de Reynolds de 2.000 el movimiento es laminar. A partir de dicho valor hay una zona de transición y finalmente para valores más elevados el movimiento es turbulento. Ese "momento" en que se entra al régimen turbulento no tiene un valor fijo de Re sino que depende de la rugosidad de la tubería.

Las superficies internas de los tubos presentan irregularidades de diferentes alturas. Se adopta para éstas un valor promedio al que se denomina rugosidad absoluta, K, en unidades de mm. o m. A la relación entre la rugosidad absoluta y el diámetro de la tubería se le denomina rugosidad relativa.

Las pérdidas de carga que tienen lugar al circular un líquido por un tubo se pueden calcular conforme a un sinfín de fórmulas empíricas. De todas estas fórmulas la de carácter más general y aplicable a cualquier tubería y a cualquier régimen hidráulico es la de Darcy - Weisbach:

$$J = \frac{(L \times V^2 \times \lambda)}{(2 \times g \times D)}$$

donde: **J**: pérdida de carga en m.c.a./m.

V: velocidad de circulación del agua en m/s

g: aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

D: diámetro interior del tubo en m.

λ: coeficiente de fricción sin dimensiones



Caudales y pérdidas de carga

El coeficiente de fricción es función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa del material del tubo. Por tanto se puede pensar que, de modo general, depende del régimen hidráulico de circulación (laminar, turbulento o transición) y del carácter liso o rugoso de la superficie interna del tubo. Sin embargo, esta última afirmación no es exacta del todo pues el carácter de tubos mecánicamente lisos o rugosos pierde significado de cara al comportamiento hidráulico. La dependencia de f respecto de Re hace que para determinados valores de Re un tubo sea liso, para otros valores sea semirrugoso e incluso rugoso para otros diferentes y todo ello independientemente de las asperezas de su superficie. De todas formas, una explicación detallada de este fenómeno se sale del ámbito informativo de este manual.

Existen fórmulas para el cálculo del coeficiente de fricción en cada una de las situaciones posibles. Sin embargo, la fórmula general de Colebrook es aplicable a todos los casos:

$$1 / (\lambda^{1/2}) = -2 \times \log \{ 2.51 / (R_e \times (\lambda^{1/2})) + K / (3.71 \times D) \}$$

donde: **R_e** : número de Reynolds
 K : rugosidad absoluta en mm.
 D : diámetro interior en mm.

La mayor dificultad en la aplicación de estas fórmulas viene dada por la de Colebrook que es necesario resolverla en cada caso particular mediante sucesivas iteraciones.

En la gráfica que se da en el anexo 5 se han calculado las pérdidas de carga en tubos de PB tomando para **la rugosidad el valor de 0.0015**.

Como ya se ha dicho, existen numerosas fórmulas empíricas para el cálculo de las pérdidas de carga. Algunas se limitan a determinado tipo de tubo, otras se limitan a determinados regímenes hidráulicos e incluso algunas combinan todos estos factores mediante la aplicación de distintas constantes. Es por ello que se pueden encontrar en la literatura valores ligeramente diferentes de pérdidas de carga para un mismo tubo pero que en el compendio total de una instalación no tienen porqué suponer variaciones substanciales.

Todo lo indicado hasta ahora se refiere a la pérdida de carga que se produce en un tubo cuando por él circula un fluido. Sin embargo, las instalaciones reales no están formadas exclusivamente por tubos, sino también por accesorios (codos, reducciones, manguitos, etc...) y dispositivos de regulación (llaves de corte, válvulas de diferentes tipos, etc ...). A todos estos elementos se les denomina singularidades y el paso del fluido por ellas también provoca pérdidas de carga.

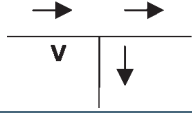
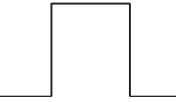
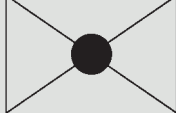
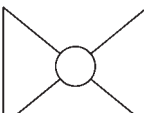
Las pérdidas de carga en las singularidades sólo se pueden determinar de forma empírica, pero las medidas implican una gran dificultad añadida a la gran variedad de accesorios existentes. Por todo ello existen diferentes métodos de cálculo en la literatura técnica. Vamos a ocuparnos exclusivamente de uno de ellos, contemplado en el proyecto de norma europea prEN 806 – 3.

La pérdida de carga en un accesorio se calcula mediante la fórmula:

$$\Delta P_F = \zeta \times \frac{v^2 \times \rho}{2}$$

Caudales y pérdidas de carga

Donde el coeficiente ζ tiene asignado un valor para cada tipo de singularidad conforme a la siguiente tabla:

Accesorio N°	Tipo de accesorio	Coeficiente		Símbolo gráfico
1	T divergente	1,3		
2	T concurrente	0,9		
3	Salida de colector	0,5		
4	Entrada a colector	1,0		
5	Codo o Curva	0,7		
6	Reducción	0,4		
7	Lira de dilatación	1,0		
8	Válvulas de asiento recto	Ø 15 Ø 16 Ø 20 Ø 22	10,0 10,0 8,5 8,0	
9	Válvulas de bola	Ø 15 Ø 22 Ø 25 Ø 28 Ø 32	1,0 0,5 0,5 0,5 0,3	
10	Válvula de escuadra	Ø15	4,0	



Caudales y pérdidas de carga

EJEMPLO 1

Cálculo de pérdidas

Supongamos que tenemos 10 m. de tubo de $\varnothing 32 \times 2,9$ instalado junto a 4 codos de 90° y que por esa instalación circula agua en un caudal de 0,8 l/seg.

1.- Conforme a la gráfica del anexo 5, la pérdida de carga en el tubo es de aproximadamente 0,1 m.c.a/m con una velocidad de circulación del fluido de 1,5 m/seg. Por tanto, la pérdida de carga en los 10 metros de tubo es de aproximadamente de 1 m.c.a (metro columna agua).

2.- Según la tabla anterior para el codo, el coeficiente ζ tiene un valor de 0,7. Adoptando como valor de la densidad $\rho=999,7 \text{ kg/m}^3$ se obtiene en esa pieza y con la velocidad de 1,5 m/seg. una pérdida de carga individualizada de 0,787 kPa. Dado que tenemos 4 piezas, la pérdida de carga en todas las singularidades será de 3,15 kPa, o lo que es lo mismo 0,315 m.c.a.

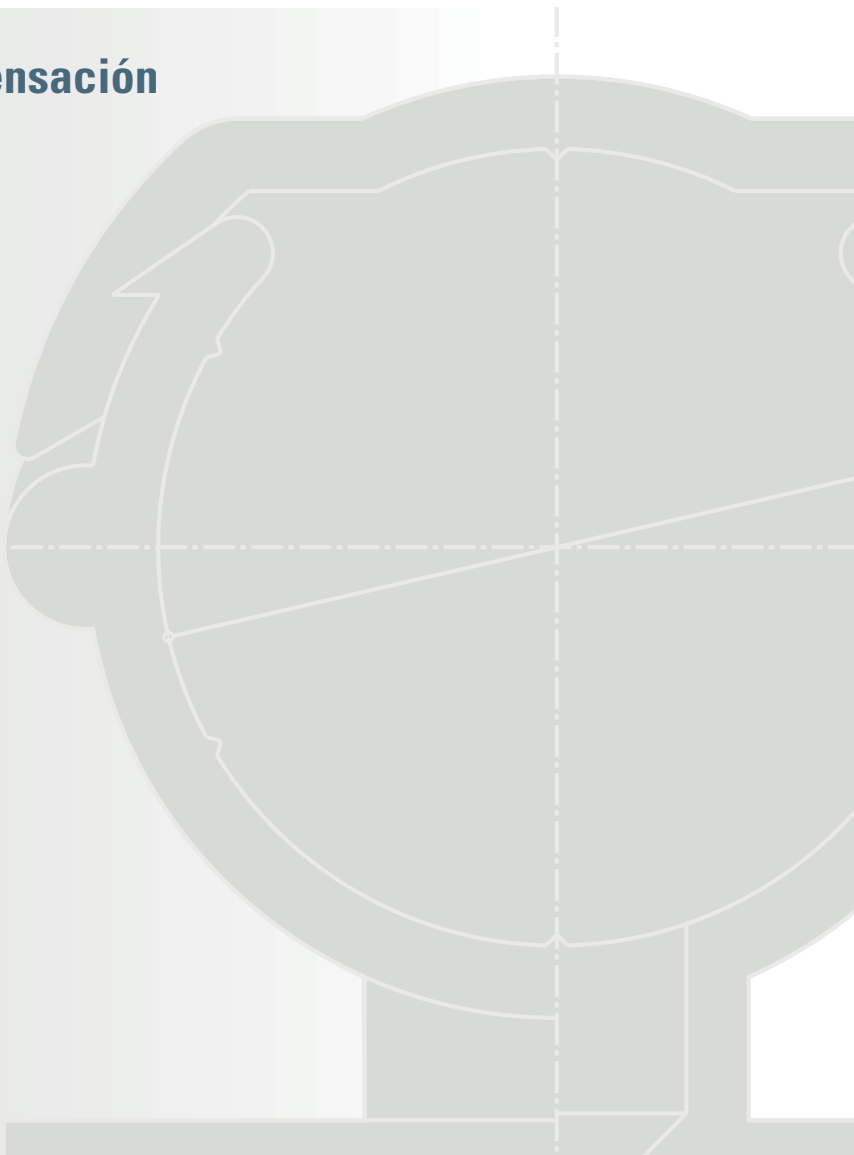
3.- Por tanto la pérdida de carga total en nuestra instalación es de 1,315 m.c.a.,

0,315 m.c.a. debida a las piezas.

1,000 m.c.a. debida al tubo.

6. Dilatación, Compensación y Abrazaderas

- 6.1 Dilatación y Compensación
- 6.2 Abrazaderas
- 6.3 Instalaciones empotradas





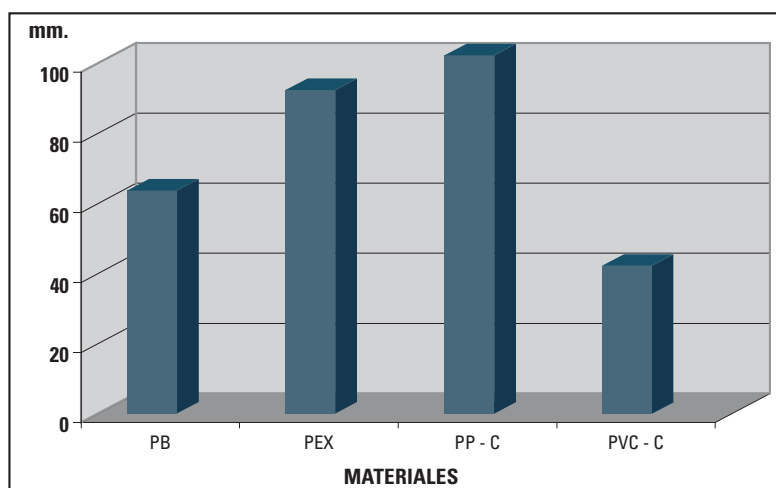
Dilatación, Compensación y Abrazaderas

6.1. Dilatación y Compensación

Una característica general de todos los sólidos es que se dilatan, en mayor o menor cantidad, cuando aumentan su temperatura y se contraen cuando ésta disminuye. Así una barra de cualquier material que tenga una longitud inicial L_0 sufre un alargamiento ΔL al subir su temperatura en ΔT °C. La constante característica de cada material que relaciona esas cantidades es el denominado coeficiente de dilatación térmica lineal, α , de modo que:

$$\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$$

En el apartado 3.3 ya dábamos los valores del coeficiente de dilatación para varios materiales. Teniendo en cuenta esos valores y suponiendo un tubo de 10 m. y un incremento de la temperatura de 50° C, la variación de longitud en función del material del tubo será:



EJEMPLO 2

Cálculo de dilataciones: (Aplicando la fórmula)

Longitud de la tubería $L_0 = 10$ metros

Temperatura ambiente $T_a = 20^\circ\text{C}$

Temperatura de proyecto $T_p = 70^\circ\text{C}$

Incremento de temperatura $\Delta T = 50^\circ\text{C}$

Aplicando la fórmula

$$\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$$

$$\Delta L = 0,13 \times 10 \times 50 = 65 \text{ mm.}$$

Dilatación, Compensación y Abrazaderas

En el anexo - 6 se ofrece un gráfico que permite calcular las variaciones de longitud para los tubos de PB. Estas variaciones, sean de alargamiento o de contracción, además de poder producir un efecto estético negativo pueden tensionar tanto a los propios tubos como a los puntos de anclaje. Así, y a modo de ejemplo, en el anexo - 7 se ofrece un gráfico que permite determinar la fuerza ejercida por un tubo de PB entre dos puntos de anclaje cuando sufre una variación de su temperatura y otro gráfico que compara esa fuerza en tres materiales para un tubo concreto.

En la valoración de esas tensiones interviene, además de la propia variación de longitud, el módulo de elasticidad del material del tubo. Así, por ejemplo, para determinar la longitud de un brazo de flexión se utiliza la fórmula siguiente:

$$BF = C \times (\Delta L \times \varnothing)^{1/2}$$

La constante C depende del material del tubo:

C = 10 para el PB

C = 30 para el PP – R

C = 34 para el PVC - C

C = 12 para el PEX

EJEMPLO 3

Cálculo del brazo de flexión: (Aplicando la fórmula)

Longitud de la tubería $L_0 = 10$ metros

Incremento de temperatura $\Delta T = 50^\circ\text{C}$

$\varnothing$ del tubo..... 40 mm

Incremento de longitud 65 mm.

Aplicando la fórmula $BF = C \times (\Delta L \times \varnothing)^{1/2}$

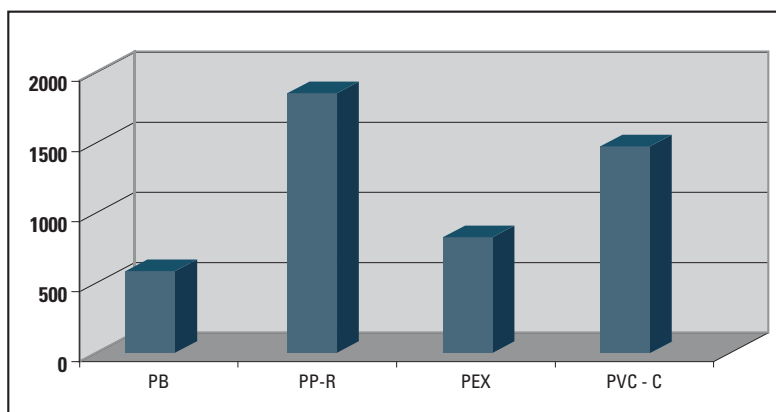
$$BF = 10 \times \sqrt{(65 \times 40)} = 509,90 \Rightarrow 510 \text{ mm.}$$

En el caso anterior de un tubo de 10 m. con un diámetro de 40 mm. y una variación térmica de 50°C los brazos de flexión requeridos para distintos materiales son de:

PB	PP-R	PEX	PVC-C
510 mm.-	1.800 mm.-	760 mm.-	1.360 mm.-



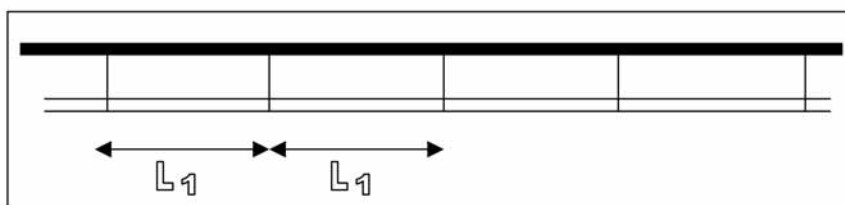
Dilatación, Compensación y Abrazaderas



Como se puede claramente apreciar, los tubos de PB permiten absorber las variaciones de longitud para un mismo cambio térmico mediante brazos de flexión perpendiculares más cortos que en otros materiales. Esta diferencia puede permitir incluso en algunos casos que el brazo de flexión no sea necesario en PB y sí en otros materiales.

6.2. Abrazaderas

Instalación de tuberías con permisibilidad de variación longitudinal térmica mediante abrazadera.



El valor máximo de (L1) recomendado entre puntos de anclaje o abrazaderas se muestra en la siguiente tabla:

Diámetro del tubo	Agua fría (mm.)	Agua caliente (mm.)
$d \leq 16$	750	400
$16 < d \leq 22$	800	500
$22 < d \leq 28$	850	600
$28 < d \leq 32$	1.000	650
$32 < d \leq 40$	1.100	800
$40 < d \leq 50$	1.250	1.000
$50 < d \leq 63$	1.400	1.200
$63 < d \leq 75$	1.600	1.300
$75 < d \leq 90$	1.650	1.450
$90 < d \leq 110$	1.900	1.600

Para instalaciones verticales, L1 deberá ser multiplicado por 1,3.

Dilatación, Compensación y Abrazaderas

6.3. Instalaciones empotradas

Tubos empotrados

Tubos compuestos en el interior de otros tubos o de forro de protección y/o aislamientos. Cuando los forros de protección y/o aislamiento de los tubos están empotrados, es importante asegurarse de que no se produce deformación ni desplazamiento. Cuando se utilizan forros de protección de tubos en un suelo o en un muro de hormigón, debería asegurarse de que el líquido del hormigón no entre en el forro de protección.

La protección de los tubos debería colocarse con un radio de curvatura que no sea inferior a 8 veces el diámetro exterior del tubo que transporte el agua.

NOTA: Este sistema de tubo dentro de tubo se utiliza, frecuentemente, en diámetros inferiores o iguales a 25 mm.

Cuando los tubos están instalados en el interior de forros de protección, es aconsejable fijar el tubo y su forro protector en el punto donde emerge del muro o del suelo.

Tubos desnudos empotrados

Cuando los tubos desnudos están empotrados, por ejemplo en hormigón, deberían instalarse a una profundidad aceptable por debajo de la superficie del muro o del suelo, teniendo en cuenta la dilatación térmica. Para poliolefinas, el radio de curvatura no debería ser inferior a 8 veces el diámetro exterior, si es inferior o igual a 25 mm. y es aconsejable fijar el tubo en la posición deseada antes del empotramiento y en el punto donde emerge del muro o del suelo. Se permiten las uniones no desmontables, las uniones soldadas, encoladas y uniones embutidas; sin embargo, debe tenerse en cuenta las instrucciones del suministrador del sistema, así como las reglamentaciones locales relativas a empotramiento de tubos.

Tubos y forros de protección suspendidos o en bucle libre

El instalador debería conocer si un tubo que transporta agua caliente se dilata con el calor, y por lo tanto debería tomar las medidas necesarias, cuando los tubos están suspendidos o en bucle (lira) libre en las construcciones de muro o del suelo, para fijar los extremos de los tubos en el punto donde emergen de la estructura. En el caso de sistemas colgados o en bucle libre debe solicitarse al suministrador del sistema las recomendaciones de instalación.

7.4. Mercado de las tuberías

[illegible]

Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

7. Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

Se han elaborado un conjunto de normas aplicables, de modo genérico, a sistemas de canalización en materias plásticas para agua caliente y fría. Para cada material (PB, PEX, PP y PVC - C) se ha desarrollado una norma. Cada norma está constituida por cinco partes:

- **Parte 1:** general, donde se definen fundamentalmente las condiciones de servicio de estos sistemas que son las mismas para todos los materiales.
- **Parte 2:** tubos, donde se define el método de cálculo (el mismo en todos los casos), las dimensiones resultantes y las características físicas de los tubos de cada material.
- **Parte 3:** accesorios, donde se define las dimensiones resultantes y las características físicas de los accesorios de cada material.
- **Parte 5:** sistema, donde se definen los ensayos funcionales del sistema completo (tubos más accesorios) de cada material.
- **Parte 7:** certificación, métodos y exigencias para obtener la certificación en cada material.



7.1. Campo de aplicación de los sistemas de PB

La norma se aplica a los sistemas de PB **utilizados en instalaciones de agua caliente y fría dentro de edificios (sistemas domésticos) para el transporte de agua sea o no de consumo humano, y bajo presiones y temperaturas acordes con la clase de aplicación.**

7.2. Clasificación de las condiciones de servicio de los sistemas de PB

La norma define cuatro diferentes clases de servicio siendo cada una de ellas una combinación de temperaturas y duraciones (perfiles de utilización) y no como en el caso de la anterior norma española que se definían presiones de trabajo a cada temperatura determinada.



Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

Cada clase se refiere a una duración de diseño de 50 años. Esta clasificación es única e idéntica para todos los materiales.

Para entender esta clasificación conviene definir unos conceptos que en ellas se utilizan:

- Presión de operación (P_o): presión de uso para la que se ha diseñado el sistema.
- Temperatura de operación (T_{op}): temperatura o combinación de temperaturas de uso del agua para las que se ha diseñado el sistema.
- Máxima temperatura de operación (T_{max}): temperatura más elevada que puede alcanzar la operación pero sólo durante cortos periodos de tiempo.
- Temperatura de malfunción (T_{mal}): temperatura más elevada que puede ser alcanzada si se exceden los límites de control. (El tiempo durante el cual puede darse esta circunstancia se limita a 100 horas sobre un periodo de 50 años)
- Temperatura de agua fría (T_{cold}): temperatura de circulación del agua fría de aproximadamente 20° C.

Clasificación de condiciones de servicio interior de tubo

CLASE DE APLICACIÓN	TOP °C	TIEMPO TOP AÑOS	T Máx °C	TIEMPO T Máx AÑOS	T Mal °C	TIEMPO T Mal HORAS	CAMPO APLICACIÓN
1	60°	49	80°	1	95°	100	Agua Caliente
2	70°	49	80°	1	95°	100	Agua Caliente
4	20°	2,5	70°	2,5	100°	100	Suelo radiante y radiadores de baja temperatura
	40°	20					
	60°	25					
5	20°	14	90°	1	100°	100	Radiadores de alta temperatura
	60°	25					
	80°	10					

1) Cada país puede elegir la clase 1 o la clase 2 de acuerdo con sus reglamentos nacionales.

Exigencias:

- Cada clase se puede combinar con presiones de operación de 4, 6, 8 ó 10 bar. Por tanto y a diferencia de la anterior norma española las presiones de trabajo están ya prefijadas para todos los materiales. Se entiende que dada una instalación, por ejemplo una de agua caliente sanitaria, sus condiciones de trabajo diseñadas son independientes del material de los tubos y éstos tienen que cumplir esas condiciones.
- Todos los sistemas que satisfagan una de esas clases deben también ser útiles para el suministro de agua fría durante 50 años con presión de operación de 10 bar.
- La clase 4 comprende 2.5 años a 20° C, más 20 años a 40° C, más 25 años a 60° C.
- La clase 5 comprende 14 años a 20° C, más 25 años a 60° C, más 10 años a 80° C.

Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

7.3. Método de cálculo para el dimensionado de los tubos

Las curvas de regresión de cada material tienen sus propias ecuaciones matemáticas que son las que realmente se utilizan en el cálculo, en lugar de las propias gráficas.

Empleando esas ecuaciones, teniendo en cuenta las especificaciones de cada clase, aplicando la regla de Miner (ver anexo - 3) y utilizando los coeficientes de servicio (denominados factores de seguridad en la anterior norma española) propios de cada material se obtiene la tensión de diseño para cada clase σ_D (denominada tensión de cálculo en la norma española).

Los coeficientes de servicio para el caso del PB son:

TEMPERATURA	COEFICIENTES DE SERVICIO
T _{0p}	1,50
T _{max}	1,30
T _{mal}	1,00
T _{cold}	1,25

Las tensiones de diseño que se obtienen para los tubos de PB son (ver en anexo- 4 el ejemplo de la aplicación concreta de cálculo para la clase 2):

CLASE	TENSIÓN DE DISEÑO (Mpa)
1	5.73 (σ_D)
2	5.04 (σ_D)
4	5.46 (σ_D)
5	4.31 (σ_D)
20°C - 50 años	0.92 (σ_D cold)

Para una clase dada con una presión de operación dada hay que determinar el valor máximo S_{max} que puede tener la serie S a la que pertenezca el tubo, con objeto de determinar los espesores de cada diámetro.

Dado que el tubo debe resistir las condiciones de duración y de temperatura de la clase, y además ser válido para trabajar a 10 bar durante 50 años a 20º C, el valor de S_{max} será el más pequeño de los dos siguientes:

$$\sigma_D / P_{op} \quad \text{ó} \quad \sigma_{Dcold} / 10.$$

Con esos condicionantes se obtienen los siguientes valores de S_{max} para los tubos de PB:

CLASE	POP 4 bar	POP 6 bar	POP 8 bar	POP 10 bar
1	10.9	9.5	7.1	5.7
2	10.9	8.4	6.3	5.0
4	10.9	9.1	6.8	5.4
5	10.9	7.2	5.4	4.3



Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

Ø Nominal DN/OD	Ø exterior medio		Series					
			S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
	Ø ex,min	Ø ex,min	Espesor de pared					
12	11.9	12.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6
15	14.9	15.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.7	2.0
18	17.9	18.2	1.3	1.3	1.3	1.6	2.0	2.4
22	21.9	22.2	1.3	1.3	1.6	2.0	2.4	3.0
28	27.9	28.2	1.3	1.6	2.0	2.5	3.1	3.8
35	34.9	35.4	1.3	2.0	2.6	3.2	3.9	4.8

Ø Nominal DN/OD	Ø exterior medio		Series					
			S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
	Ø ex,min	Ø ex,min	Espesor de pared					
12	12.0	12.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.7
16	16.0	16.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.8	2.2
20	20.0	20.3	1.3	1.3	1.5	1.9	2.3	2.8
25	25.0	25.3	1.3	1.5	1.9	2.3	2.8	3.5
32	32.0	32.3	1.6	1.9	2.4	2.9	3.6	4.4
40	40.0	40.4	1.9	2.4	3.0	3.7	4.5	5.5
50	50.0	50.5	2.4	3.0	3.7	4.6	5.6	6.9
63	63.0	63.6	3.0	3.8	4.7	5.8	7.1	8.6
75	75.0	75.7	3.6	4.5	5.6	6.8	8.4	10.3
90	90.0	90.9	4.3	5.4	6.7	8.2	10.1	12.3
110	110.0	111.0	5.3	6.6	8.1	10.0	12.3	15.1

Ejemplos de utilización de estos resultados:

- 1- Supongamos un tubo de 20 mm. de diámetro exterior que debe ser utilizado para clase 5 con presión de 10 bar. El máximo valor permitido de S es de 4.3. Hay que elegir el mayor valor normalizado de S que sea más pequeño que 4.3. En este caso ese valor es 4 y por tanto el tubo será de 20 x 2.3, es decir serie 4, D /e = 9.
- 2- Supongamos un tubo de 40 mm. de diámetro exterior que debe ser utilizado para clase 4 con presión de 6 bar. El máximo valor permitido de S es de 9.1. Hay que elegir el mayor valor normalizado de S que sea más pequeño que 9.1. En este caso ese valor es 8 y por tanto el tubo será de 40 x 2.4, es decir serie 8, D /e = 17.
- 3- Supongamos un tubo de 25 mm. de diámetro exterior que debe ser utilizado para clase 2 con presión de 10 bar. El máximo valor permitido de S es de 5. Hay que elegir el mayor valor normalizado de S que sea más pequeño que 5. En este caso ese valor es 5 y por tanto el tubo será de 25 x 2.3, es decir serie 5, D /e = 11.

Aplicando la misma metodología a las ecuaciones de otros materiales, con sus coeficientes de servicio específicos, se obtienen sus propios valores de S_{max}.

Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

Valores de Smax

CLASE - 1							CLASE - 2						
P _{OP}	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC	PR	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC
4	10,9	6,3	4,2	6,9	7,6	10,0	4	10,9	5,0	3,0	5,3	7,6	10,0
6	9,5	4,8	2,8	5,2	6,4	7,3	6	8,4	3,3	2,0	3,6	5,9	6,9
8	7,1	3,6	2,1	3,9	4,8	5,5	8	6,3	2,5	1,5	2,7	4,4	5,2
10	5,7	2,9	1,7	3,1	3,8	4,4	10	5,0	2,0	1,2	2,1	3,5	4,2

CLASE - 4							CLASE - 5						
P _{OP}	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC	PR	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC
4	10,9	6,3	4,9	6,9	7,6		4	10,9	4,6	3,0	4,8	7,6	
6	9,1	5,4	3,3	5,5	6,6		6	7,2	3,0	2,0	3,2	5,4	
8	6,8	4,1	2,4	4,1	5,5		8	5,4	2,3	1,5	2,4	4,0	
10	5,4	3,2	2,0	3,3	4,0		10	4,3	1,8	1,2	1,9	3,2	

Para PVC - C las clases 4 y 5 no son aplicables no pudiéndose utilizar dicho material para esos servicios.

Utilizando los valores anteriores y los valores de S normalizados en cada uno de los documentos de cada material, en las tablas siguiente se indican, a título de ejemplo, los valores necesarios de espesor para un tubo de diámetro exterior 25.

Espesor necesario según normas para un Ø 25 mm, en función del material que utilicemos y la presión que deseemos trabajar:

CLASE - 1							CLASE - 2						
P _{OP}	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC	PR	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC
4	1,3	2,3	3,5	2,3	1,9	1,9	4	1,3	2,3	4,2	2,3	1,9	1,9
6	1,5	3,5	4,2	2,3	1,9	1,9	6	1,5	3,5	5,1	3,5	2,3	1,9
8	1,9	3,5	5,1	3,5	2,8	2,3	8	1,9	4,2		4,2	2,8	2,3
10	2,3	4,2		4,2	3,5	2,8	10	2,3	5,1		5,1	3,5	2,8

CLASE - 4							CLASE - 5						
P _{OP}	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC	PR	PB	PPH	PPB	PPR	PEX	PVCC
4	1,3	2,3	3,5	2,3	1,9		4	1,3	3,5	4,2	3,5	1,9	
6	1,5	2,3	3,5	2,3	1,9		6	1,5	4,2	5,1	3,5	2,3	
8	1,9	3,5	5,1	3,5	2,3		8	2,3	5,1		5,1	2,8	
10	2,3	3,5	5,1	3,5	2,8		10	2,8				3,5	

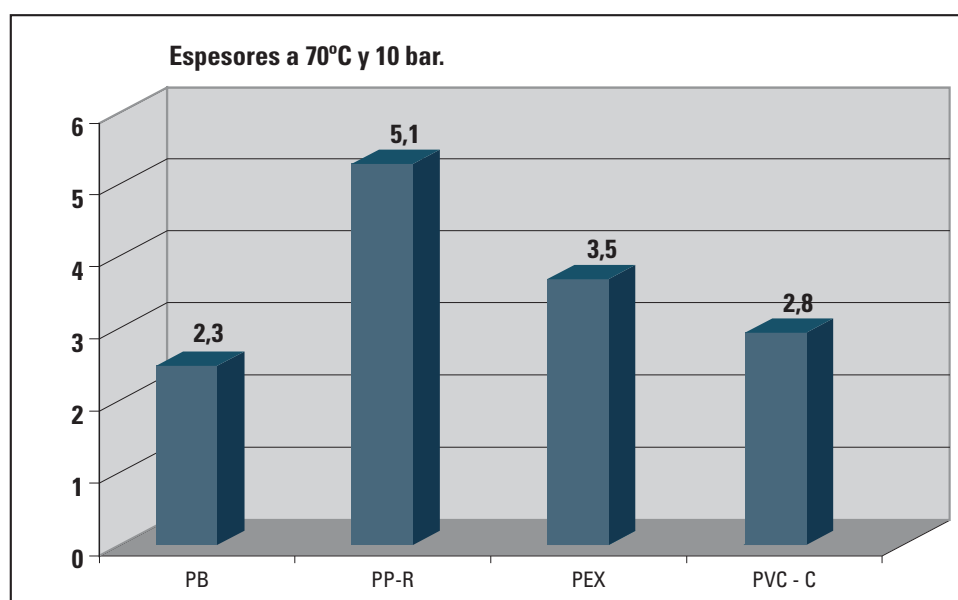


Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

Las celdas vacías indican que no hay en la norma correspondiente al material una serie normalizada que satisfaga el requisito de ser inferior a la máxima serie permitida. Por tanto no hay un tubo de 25 mm. de diámetro exterior que satisfaga esa aplicación.

Como se puede comprobar, **para un mismo diámetro exterior y para una misma aplicación el espesor que exigen las normas europeas a un tubo de PB es inferior al que le exigen a un tubo de cualquier otro material.**

A título de ejemplo podemos considerar una instalación de agua caliente a 70° C, es decir una aplicación de clase 2, que va a operar a 10 bar. Si el material elegido fuera el PB sería necesario un espesor de 2.3 mm., si el material fuese el PP - H el espesor sería de 5.1 mm., si es PP - B no se podrá utilizar, si es PP - R el espesor deberá ser de 5.1 mm., si es PEX deberá ser de 3.5 mm. y por último si es PVC - C el espesor deberá ser de 2.8 mm.



Estas diferencias implican que el diámetro interior de paso de caudal es un 27 % inferior en PP - H y PP - R que en PB; un 12 % inferior en PEX que en PB y un 5 % inferior en PVC - C. Como ya se indicó en el apartado 3.7 estas diferencias implican que si el tubo elegido es el de PB, éste tendrá menor peso que el resto de opciones, para un mismo caudal necesario de suministro ofrecerá menor velocidad del agua y como consecuencia menor pérdida de carga. Así por ejemplo:

	PB 25 x 2,3	PPH 25 x 5,1	PPR 25 x 5,1	PEX 25 x 3,5	PVC-C 25 x 2,8	UNIDADES
Peso ca da 10 m.	1,50	2,90	2,90	2,20	3,00	Kg.
Velocidad para 0,1 l/s	0,31	0,58	0,58	0,39	0,34	m/s
Velocidad para 0,5 l/s	1,53	2,91	2,91	1,96	1,69	m/s
Pérdidas para 0,1 l/s	9,00	40,00	40,00	16,00	11,00	mm.c.a./m
Pérdidas para 0,5 l/s	144,00	670,00	670,00	262,00	189,00	mm.c.a./m

Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

Inciendo en lo anteriormente expuesto y a título de ejemplo comparativo, en el anexo - 2 se dan las curvas de regresión del PB, PEX, PP – R, para una temperatura de 80° C.

En la anterior norma española se utilizaba el concepto de presión nominal como presión de trabajo a 20°C y se manejaban valores, por ejemplo, de 16 bar y 20 bar. Sin embargo en la actual norma este concepto ya no se utiliza y las presiones de operación que se manejan para todos los materiales son de 4, 6, 8 y 10 bar. ¿ Esto significa que al cambiar la norma, los tubos de PB ya no resisten presiones superiores a 10 bar. a 20° C ? . Evidentemente la respuesta es que no, los tubos siguen teniendo para una duración de 50 años a una temperatura de 20° C unas presiones máximas de servicio superiores a 10 bar. Lo que cambia no es la resistencia del material sino la filosofía y los conceptos de la norma y por tanto cualquier otra interpretación es errónea.

La presión máxima de servicio a una temperatura y a una duración dadas, se calcula mediante la aplicación directa de la fórmula:

$$P_{max} = \sigma / S \times C$$

Donde:

P es la presión máxima de servicio en las condiciones definidas.

σ es la tensión hidrostática para las condiciones definidas, obtenida de la curva de regresión o mediante cálculo de las ecuaciones de dicha curva.

S es la serie a la que pertenece el tubo.

C es el coeficiente de servicio (factor de seguridad) a la temperatura definida.

Realizando estos cálculos para la temperatura de 20°C se obtienen los resultados siguientes:

Presión máxima de servicio (bar)

T	C	t	σ	S-10	S-8	S-6,3	S-5	S-4	S-3,15
20°C	1,25	1	14,51	11,6	14,5	18,4	23,2	29,0	36,9
20°C	1,25	5	14,34	11,5	14,3	18,2	22,9	28,7	36,4
20°C	1,25	10	14,24	11,4	14,2	18,1	22,8	28,5	36,2
20°C	1,25	25	13,91	11,1	13,9	17,7	22,2	27,5	35,3
20°C	1,25	50	13,66	10,9	13,7	17,3	21,9	27,3	34,7

Por tanto un tubo por ejemplo de Ø 25x2,3, que pertenece a la serie 5, tiene una presión máxima de servicio a 20°C y 50 años de 21,9 bar; un tubo de Ø 22x2,4, que pertenece a la serie 4, tiene una presión máxima de servicio a 20°C y 50 años de 27,3 bar.

Evidentemente estos mismos cálculos se pueden realizar para otras temperaturas y para otras duraciones.

7.4. Marcado de las tuberías

Todas las tuberías del mercado están grabadas con una serie de textos a los que generalmente no se les da la importancia que realmente tienen: esta grabación es la que define todas las características del tubo. Las normas exigen una información mínima así como unos requisitos generales que debe tener la calidad del grabado. La norma UNE EN ISO 15876 no es una excepción y las tuberías de PB de Nueva Terrain satisfacen ampliamente las exigencias.



Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

Requisitos Generales

- El marcado se imprime directamente en el tubo al menos una vez por metro, y de tal forma que tras el almacenamiento, la manipulación y la instalación se mantienen legibles.
- El color de la tinta empleada difiere claramente del color del tubo de modo que se garantiza su legibilidad.
- El tamaño del grabado es lo suficientemente grande como para que sea legible sin emplear aumentos.
- El marcado se realiza sin contacto físico de ningún mecanismo con el tubo y por tanto no daña la superficie y no causa inicios de fisuras o cualquier otro tipo de defectos.

Marcado mínimo requerido en la tubería

Veamos con un ejemplo concreto el significado de toda la grabación:

TERRAIN SDP PB 22 x 2,0 – DIMENSION B1 – CLASE 2/P10 BAR Opaco
UNE EN ISO 15876. AENOR – N – 001/168 (ó AENOR – N – 001/474) Día, Hora y Línea

- 1.- TERRAIN SDP: es nuestra marca comercial y nos identifica como fabricantes.
- 2.- PB: material de que esta fabricado el tubo, en este caso polibutileno.
- 3.- 22 x 2,0: dimensiones nominales. Diámetro exterior 22 y espesor 2,0.
- 4.- Dimensión B1: La norma establece diferentes clases o tipos de dimensiones: A para las métricas y B1 y B2 para las dimensiones basadas en tubo de cobre. En este ejemplo el diámetro 22 pertenece a la clase de dimensión B1.
- 5.- Clase 2/P 10 bar. Clase de aplicación y presión de trabajo para la que esta diseñado el tubo. En este caso es apto una presión de 10 bar.
- 6.- Opaco. El tubo se define como opaco porque no transmite más del 0,20 % de la luz visible cuando se ensaya de acuerdo a la norma UNE EN 578. Esta característica implica que los microorganismos y algas que necesita la luz para proliferar no se crearán en el interior del tubo garantizando de este modo su inocuidad sanitaria.
- 7.- UNE EN ISO 15876 Norma conforme a la cual se ha fabricado el tubo y por tanto todas las características requerida en ella son plenamente satisfechas.
- 8.- AENOR – N – 001/168. El cumplimiento total de la norma está garantizado por AENOR y ello nos permite grabar la N de marca de calidad. El número no es sino el contrato firmado entre AENOR y Nueva Terrain y que regula la certificación.
- 9.- Con objeto de garantizar una completa trazabilidad los tubos de PB de Nueva Terrain llevan grabada la fecha, la hora y el minuto en que se ha fabricado, así como la línea de extrusión en que se ha producido.

8. Control de Calidad de Terrain para su Sistema de PB

- 8.1. Certificación AENOR para los tubos de PB.**
- 8.2. Certificación AENOR para las piezas de PB.**
- 8.3. Certificación AENOR del sistema completo de PB.**

Nº 001/00234561 Nº001/003001 Nº002/004003 Nº 001/00234561
 Nº 001/00234562 Nº001/003002 Nº002/004004 Nº 001/00234562
 Nº 001/00234563 Nº001/003003 Nº002/004005 Nº 001/00234563
 Nº 001/00234564 Nº001/003004 Nº002/004006 Nº 001/00234564
 Nº 001/00234565 Nº001/003005 Nº002/004007 Nº 001/00234565
 Nº 001/00234566 Nº001/003006 Nº002/004008 Nº 001/00234566
 Nº 001/00234567 Nº001/003007 Nº002/004009 Nº 001/00234567
 Nº 001/00234568 Nº001/003008 Nº002/004010 Nº 001/00234568
 Nº 001/00234569 Nº001/003009 Nº002/004011 Nº 001/00234569





Control de Calidad de Terrain para su Sistema de PB

Desde el comienzo de la historia de Terrain siempre ha sido su objetivo ofrecer a sus clientes un producto diferente del que éstos pudieran encontrar en el mercado: versátil, flexible a los problemas de cada instalación particular, duradero, funcional y satisfactorio para nuestros clientes y para los usuarios finales de nuestros productos.

Cuando las palabras “norma” y “calidad” eran todavía conceptos extraños para los clientes del mercado español, Terrain ya los utilizaba como guías para la consecución de su objetivo.

Para conseguir productos de calidad no basta con declarar dicha calidad, es necesario que exista un patrón de contraste. Dicho patrón, que marca las exigencias que deben de cumplir los productos, es la norma. El cumplimiento de estas exigencias marca la calidad pero la garantía máxima que puede tener un cliente es que un organismo independiente certifique ese cumplimiento.

8.1. Certificación AENOR para los tubos de PB

Terrain, en su desarrollo continuo de productos, procesos y controles, se prepara continuamente para el futuro. Desde el comienzo de la elaboración de las normas europeas participó en los foros internacionales de normalización. Esto nos permitió conocer desde el primer día las exigencias que Europa iba a plantear y adecuar todos nuestros productos para cumplir la actual norma española.



Los tubos de PB fabricados por Terrain cumplen la norma española UNE EN ISO 15876. Este cumplimiento no está sólo garantizado por Nueva Terrain sino también por AENOR, organismo independiente de normalización y certificación. Para ello nos sometemos a auditorias del sistema de calidad y controles periódicos de los tubos realizados por los servicios técnicos de AENOR. Todo esto permite a Terrain grabar en los tubos la marca de calidad española N.

Para conseguir y garantizar esta marca de calidad Terrain desarrolla un plan de control diferenciado en tres apartados generales: control de la materia prima, control durante la fabricación y control final del producto acabado.

- Toda la materia prima se recibe identificada por lotes, con certificado de calidad para cada lote expedido por el fabricante. Cada lote recepcionado es sometido, antes de su paso al consumo en serie, a ensayos como por ejemplo los de índice de fluidez MFI.

Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

- Durante la fabricación se realiza, además de un control y registro de los parámetros de producción, un control dimensional exhaustivo del tubo que comprende:
 - Control en continuo, mediante técnicas de láser, de diámetros mínimos, máximos y medios.
 - Control y registro de los mismos diámetros cada media hora de fabricación.
 - Control y registro de los espesores mínimos y máximos cada media hora de fabricación.
 - Control y registro de longitudes, aspecto y conformidad de grabación cada media hora de fabricación.
- Posteriormente a la fabricación se vuelven a medir y a registrar las mismas muestras controladas durante la fabricación, realizándose este control por personal diferente al que lo realizó durante la producción.
- Diariamente se realizan ensayos de comportamiento al calor, ensayos de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura, ensayos de presión interna a 20° C durante una hora y ensayos de presión interna a 95° C durante 22 horas.

El cumplimiento estricto de todos los pasos anteriores y sólo si sus resultados son conformes a norma permite disponer del producto fabricado para su paso al almacén. Todo el control es realizado y supervisado por personal ajeno a la fabricación y dependiente exclusivamente de la dirección de la empresa.

Con objeto de garantizar el mantenimiento adecuado de los niveles de calidad, se realizan además ensayos de presión interna a 95° C durante 170 horas y 1000 horas y durante 8.760 horas a 110° C. Estos ensayos se llevan a cabo de manera continuada a lo largo de todo el año.

Los controles indicados se realizan con una periodicidad y un grado de exigencia muy superior a la indicada por el propio organismo de certificación, AENOR.

8.2 Certificación AENOR para las piezas de PB.

Todas las piezas de PB fabricadas por Terrain cumplen la norma española UNE EN ISO 15876. Al igual que en los tubos, este cumplimiento no está sólo garantizado por Nueva Terrain sino también por AENOR. Para ello nos sometemos a auditorias del sistema de calidad y controles periódicos de todos los accesorios realizados por los servicios técnicos de AENOR. Todo esto permite a Terrain grabar en sus piezas la marca de calidad española N.

Para conseguir y garantizar esta marca de calidad, Terrain desarrolla un plan de control diferenciado en tres apartados generales: control de la materia prima, control durante la fabricación y control final del producto acabado.

- Toda la materia prima se recibe identificada por lotes, con certificado de calidad para cada lote expedido por el fabricante. Cada lote recepcionado es sometido antes de su paso al consumo en serie a ensayos como por ejemplo los de índice de fluidez MFI.
- Durante la fabricación se realiza, además, un control y registro de los parámetros de producción y un estricto control de pesos.
- Posteriormente a la fabricación se miden muestras seleccionadas de cada cavidad cada ocho horas, lo que implica un control dimensional diario de más de 100 unidades. Este control es realizado por personal diferente al que lo realizó durante la producción y con técnicas de medición por coordenadas.
- Diariamente se realizan ensayos de presión interna a 20° C durante una hora y ensayos de presión interna a 95° C durante 22 horas.



Normativa europea para sistemas de PB: UNE EN ISO 15876

El cumplimiento estricto de todos los pasos anteriores y sólo si sus resultados son conformes a norma permite disponer del producto fabricado para su paso a montaje.

Todo el control es realizado y supervisado por personal ajeno a la fabricación y dependiente exclusivamente de la dirección de la empresa.

- Con objeto de garantizar el mantenimiento adecuado de los niveles de calidad, se realizan además ensayos de presión interna a 95° C durante 170 horas y 1000 horas. Estos ensayos se llevan a cabo de manera continuada a lo largo de todo el año.

Los controles indicados son realizados con una periodicidad y un grado de exigencia muy superior a la indicada por el propio organismo de certificación, AENOR.

8.3. Certificación AENOR del sistema completo de PB.

Como ya hemos indicado en el capítulo 4, tubos y piezas con elevadas propiedades pero unidos entre sí mediante sistemas de unión poco fiables dan como resultado instalaciones sin futuro. La garantía de la fiabilidad de nuestros sistemas de unión viene nuevamente avalada por AENOR al cumplir todo nuestro sistema la norma UNE EN ISO 15876.

Las uniones de nuestro sistema son sometidas por nosotros y por laboratorios independientes elegidos por AENOR a los siguientes ensayos:

- Resistencia a la presión interna a 20° C durante una hora, a 95° C durante 22 horas, 170 horas y 1000 horas y a 110° C durante 8760 horas.
- Ensayos de arrancamiento a carga constante a 20° C y 90° C.
- Estanqueidad de las uniones bajo curvatura de los tubos.
- Estanqueidad de las uniones en ciclos térmicos de más de tres meses de duración.
- Estanqueidad de las uniones a ciclos de presión.
- Estanqueidad de las uniones al vacío interior.

Todo este control es realizado y supervisado por personal ajeno a la fabricación y dependiente exclusivamente de la dirección de la empresa y se realizan con una periodicidad y un grado de exigencia muy superior a la indicada por el propio organismo de certificación, AENOR.

9. ANEXOS

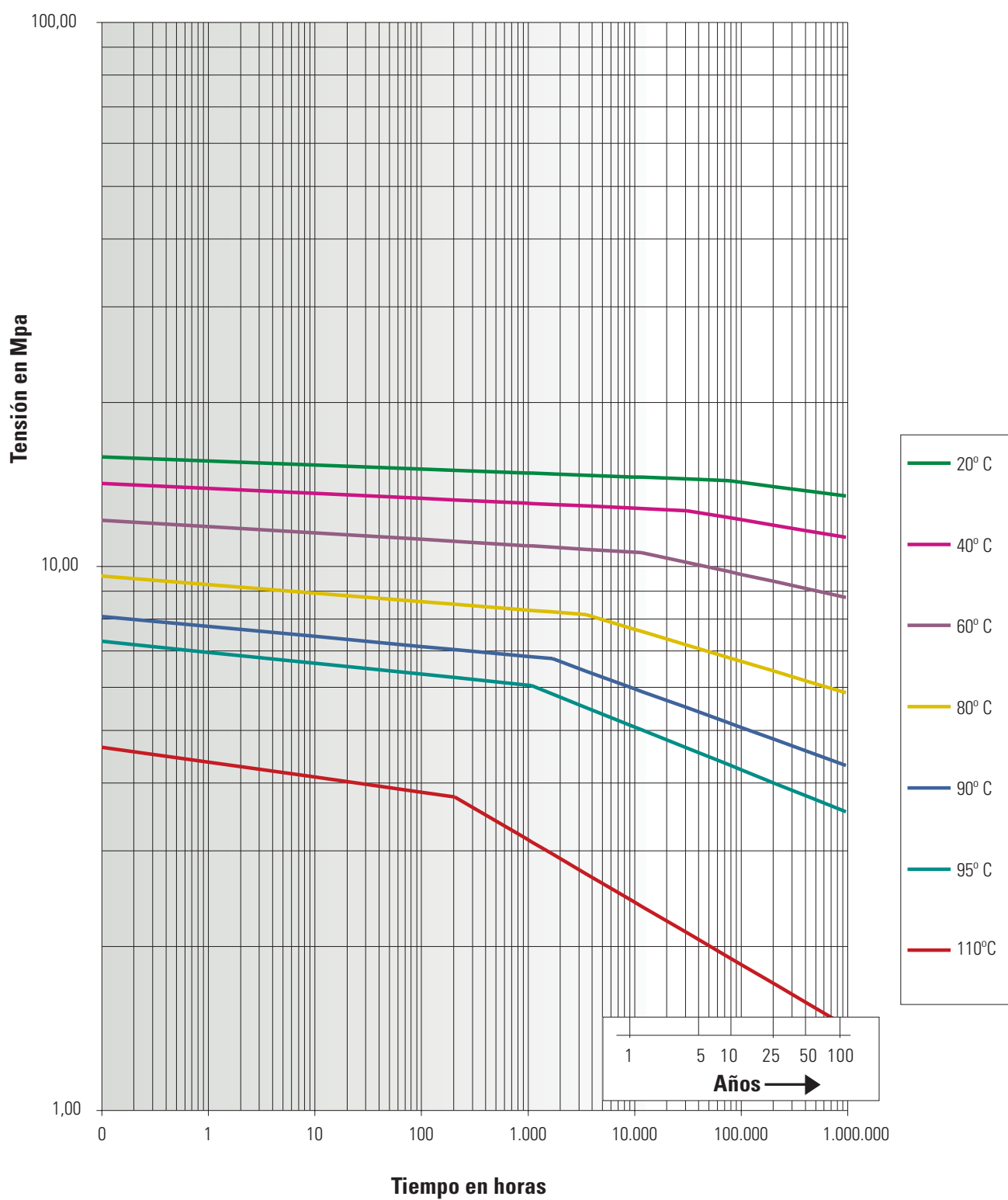
- 9.1 ANEXO - 1. Curva de regresión del PB-4237
- 9.2 ANEXO - 2. Curvas de regresión de varios materiales a 80°
- 9.3 ANEXO - 3. Regla de Miner
- 9.4 ANEXO - 4. Cálculo de la tensión de diseño para la clase 2 en tubos de PB
- 9.5 ANEXO - 5. Pérdidas de carga en tubos de PB
- 9.6 ANEXO - 6. Gráfico para el cálculo de la dilatación en tubos de PB
- 9.7 ANEXO - 7. Gráfico para determinar la fuerza de la dilatación en tubos de PB
- 9.8 ANEXO - 8. Tabla de resistencia a agentes químicos



Anexos

9.1 ANEXO - 1.

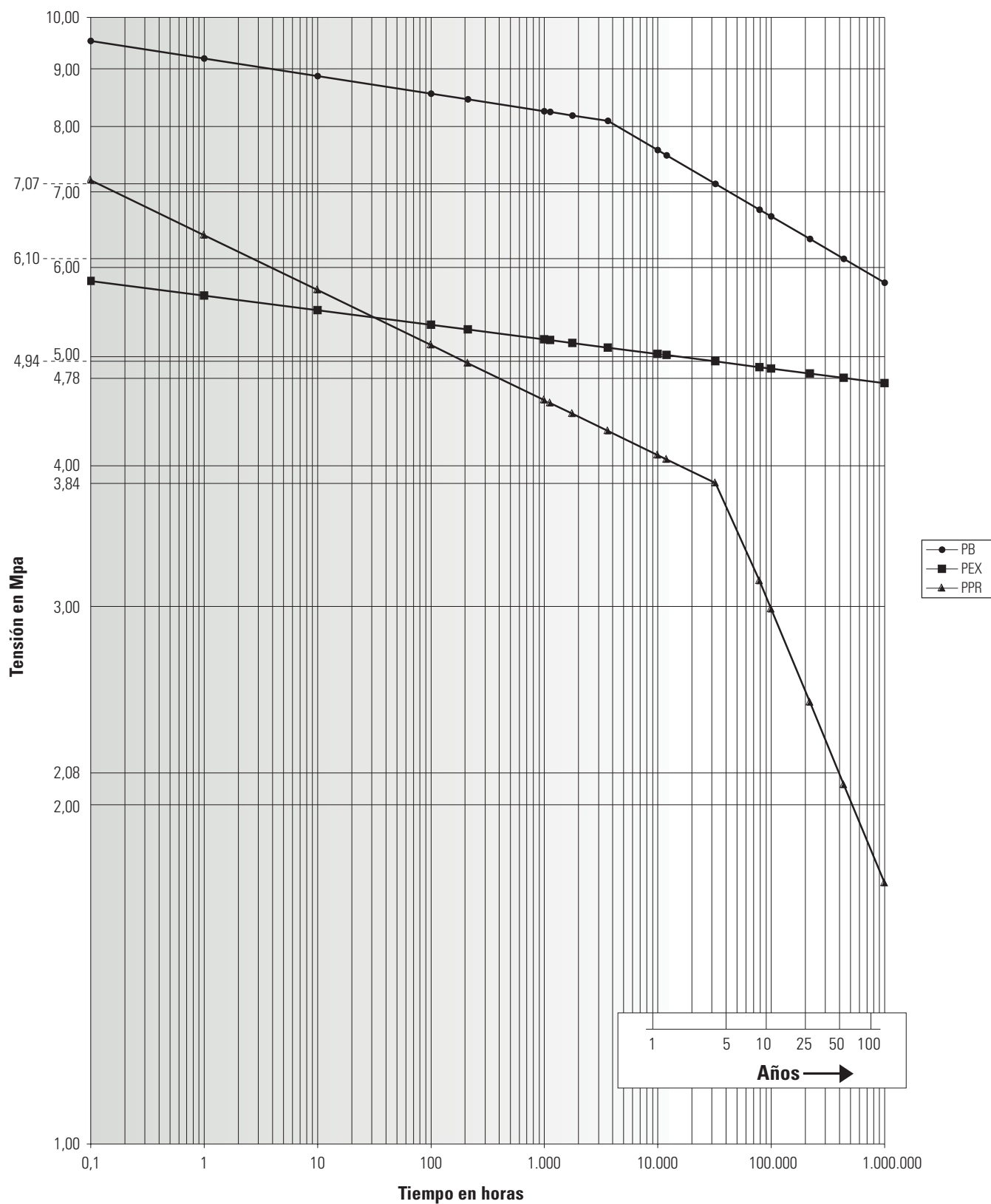
Curva de regresion del Polibutileno



Anexos

9.2 ANEXO - 2.

Curvas de regresión de varios materiales a 80° C





Anexos

9.3 ANEXO - 3.

Regla de Miner

Se conoce por regla de Miner el método para calcular la máxima tensión permisible aplicable a un tubo expuesto a presiones y temperaturas variables a lo largo de su vida.

Es un método de “daño acumulativo” normalizado en ISO 13760.

El método se basa en las siguientes premisas:

- El daño total que un material (en este caso un tubo) puede sufrir durante un tiempo dado de ataque es constante (100 %).
- Bajo condiciones constantes el daño producido es proporcional a la duración del ataque. El material resistirá hasta que se alcance el 100 % de nivel de daño. Si denominamos a este tiempo t_i (en años) la cantidad de daño ocasionado por año transcurrido es de $100 \% / t_i$. Esta premisa no es sino una regla de proporcionalidad.
- Si el material está expuesto a las condiciones de daño sólo durante una parte del año (por ejemplo un $a_i \%$ de año, en lugar del 100 % del año) el daño anual ya no será $100 \% / t_i$ sino $a_i \% / t_i$.
- Con cantidades de daño de la misma naturaleza pero en condiciones variables (diferentes presiones, temperaturas,...), una detrás de otra, la cantidad total de daño anual será el efecto combinado de las condiciones variables. La regla aditiva presume que las cantidades individuales de daño pueden ser sumadas. Este resultado no es sino daño acumulativo bajo condiciones variables.

Según lo anterior el daño total por año transcurrido será $TDY = \sum a_i / t_i$, expresado como porcentaje del total de daño permitido. Una vez obtenida esta cifra se calcula el máximo tiempo de vida o de uso como $100 / TDY$, en años.

9.4 ANEXO - 4.

Cálculo de la tensión de diseño para la clase 2 en tubos de PB

Las condiciones de servicio de la clase 2 son:

- 49 años (sobre un total de 50) a 70°C , es decir un 98 % del total de vida.
- 1 año (sobre un total de 50) a 80°C , es decir un 2 % del total de vida.
- 100 horas (sobre un total de 50 años) a 95°C , es decir un 0.0228 % del total de vida.

Anexos

Los pasos a seguir son:

- Se comienza por suponer una tensión inicial de cálculo, por ejemplo 5 Mpa.
- Se aplican a dicha tensión los coeficientes de servicio propios del material:

TEMPERATURA	COEFICIENTES DE SERVICIO	TENSIÓN
Top = 70°C	1.5	5 x 1.5 = 7.5
Tmax = 80°C	1.3	5 x 1.3 = 6.5
Tmal = 95°C	1.0	5 x 1.0 = 5.0

- Se calcula la vida a cada una de esas tensiones bien sobre la gráfica de la curva de regresión o mejor, con objeto de realizar cálculos reiterados, en las ecuaciones de dichas curvas:

TENSIÓN	VIDA
7.5	5.5 x 10 ⁵
6.5	1.4 x 10 ⁵
5.0	10.5 x 10 ³

- Se aplica el porcentaje de utilización a cada una de esas duraciones:

TENSIÓN	a i / t i
7.5	1.8 x 10 ⁻⁴
6.5	1.4 x 10 ⁻⁵
5.0	2.2 x 10 ⁻⁶

- Se calcula el valor de TDY como suma de todos los anteriores resultados:

$$TDY = 1.9 \times 10^{-4}$$

- Finalmente se calcula la vida con la tensión supuesta de 5.0 Mpa:

$$t = 100 / 1.9 \times 10^{-4} = 526316 \text{ horas} = 60 \text{ años.}$$

- Como el resultado es superior a los 50 años de diseño, se debe recalcular pero con un valor de tensión algo superior. Si el resultado es inferior a los 50 años, el nuevo cálculo se realizará con una tensión superior.

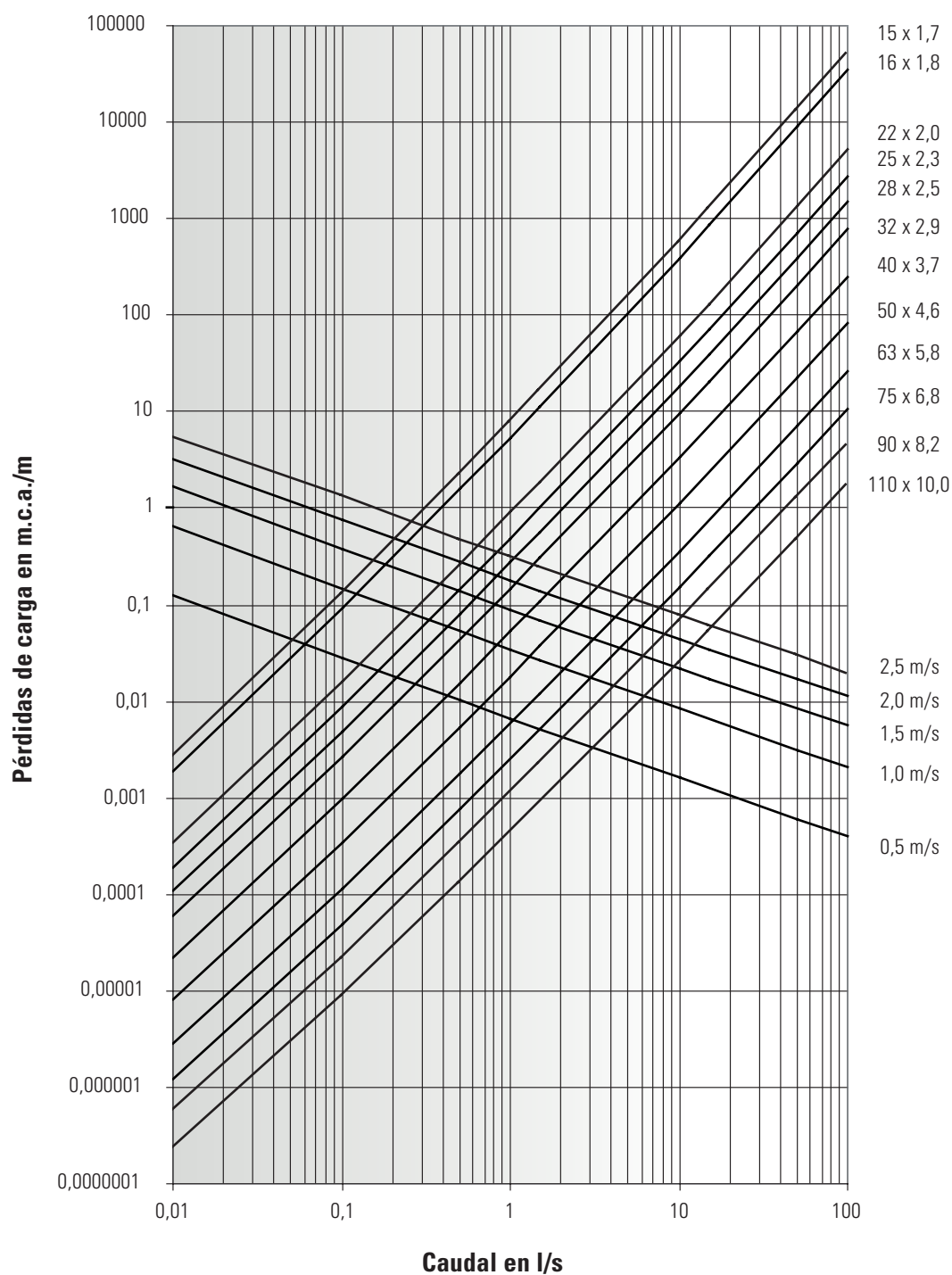
Así por ejemplo si realizamos el cálculo con una tensión de 5.1 Mpa, la vida que resulta es de 40 años. Mediante reiterados cálculos se llega al valor ya indicado en el apartado 5.3 de un valor de la tensión de diseño de 5.04 Mpa, para la cual la vida resultante es de 50 años, tal y como era el objetivo.



Anexos

9.5 ANEXO - 5.

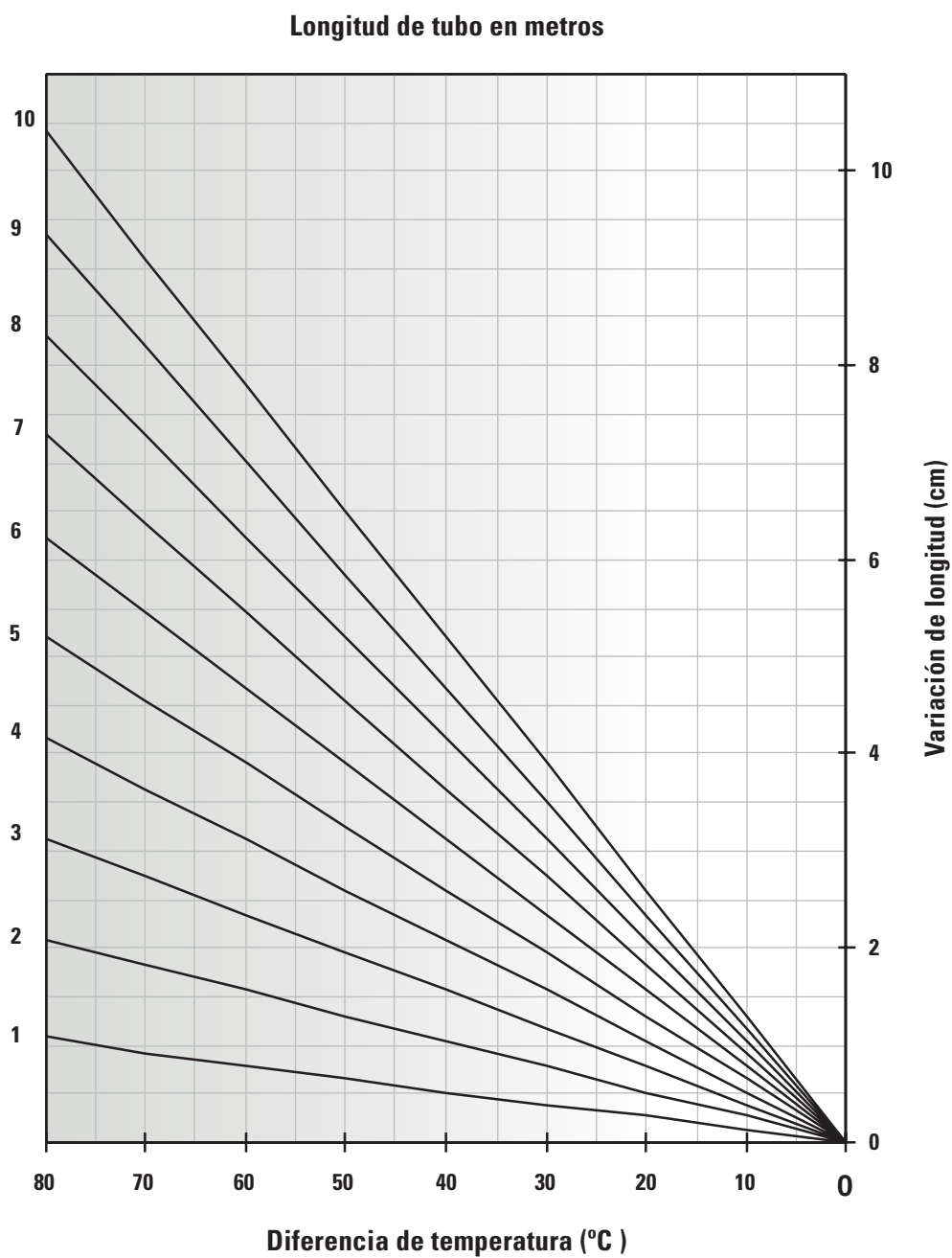
Pérdidas de carga en tubería de PB según Colebrook (valor $K = 0,0015$)



Anexos

9.6 ANEXO - 6.

Gráfico para el cálculo de la dilatación en tubos de PB

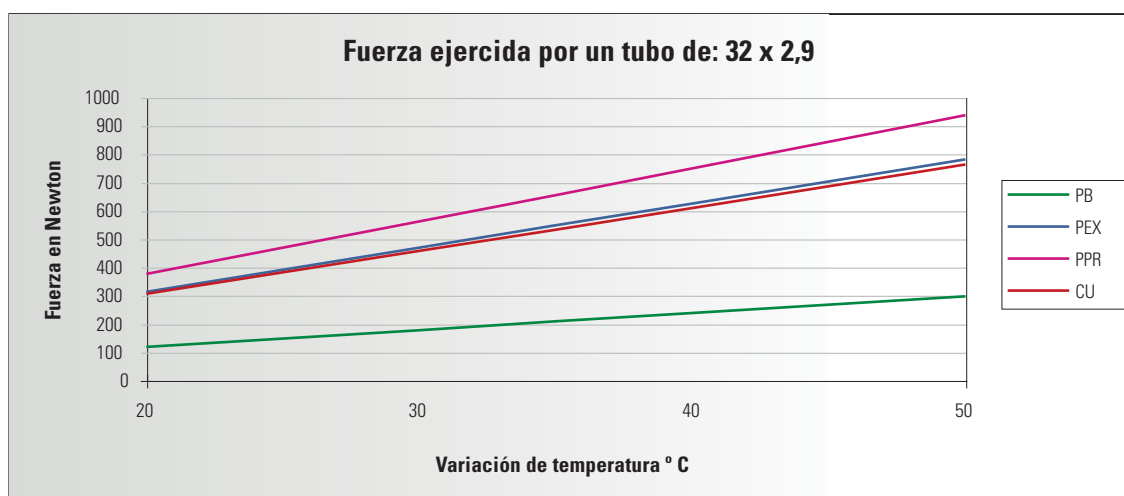
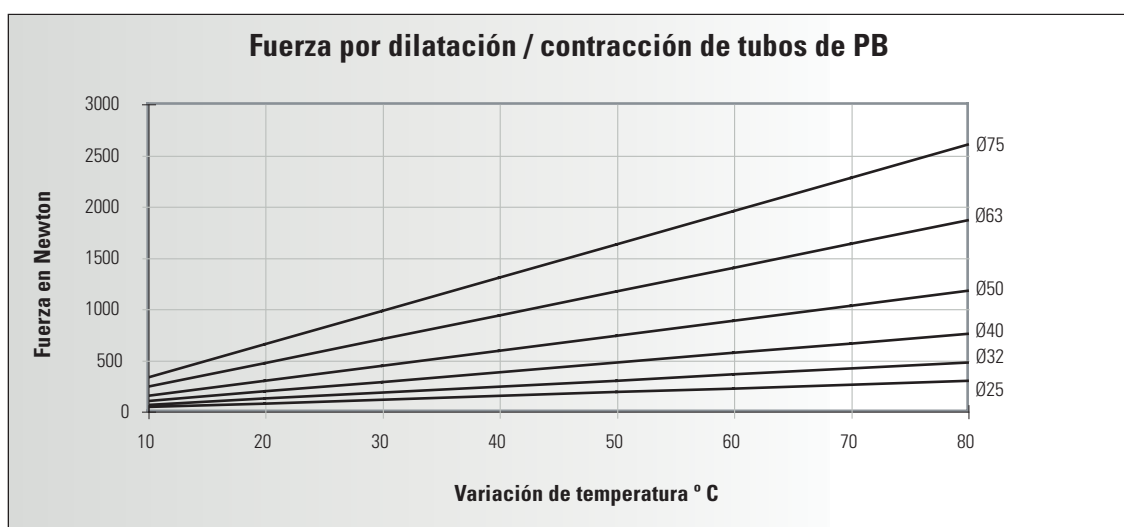




Anexos

9.5 ANEXO - 7.

Gráfico para determinar la fuerza de la dilatación en tubos de PB



Anexos

9.8 ANEXO - 8.

TABLA DE RESISTENCIA A AGENTES QUÍMICOS DEL PB*

ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA		ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA	
	23° C	60° C		23° C	60° C
ACEITE BRUTO.ACIDO	1	0	ÁCIDO CROMICO 30%	2	2
ACEITE BRUTO. DULCE	1	0	ÁCIDO CROMICO 40%	2	-
ACEITE DE COCO	2	2	ÁCIDO CROMICO 50%	2	-
ACEITE DE GRANO DE ALGODÓN	2	2	ÁCIDO DIGLICOLICO	2	2
ACEITE DE HUESO DE FRUTAS	2	2	ÁCIDO ESTEARICO	2	2
ACEITE DE LINAZA	2	2	ÁCIDO FLUORBORICO	2	2
ACEITE DE MANTECA	2	1	ÁCIDO FLUORHIDRICO 4%	2	2
ACEITE DE RICINO	2	2	ÁCIDO FLUORHIDRICO 10%	2	2
ACEITES DE ENGRASE	2	2	ÁCIDO FLUORHIDRICO 48%	2	2
ACEITES MINERALES	1	0	ÁCIDO FLUORHIDRICO 60%	2	2
ACEITES Y GRASAS	2	2	ÁCIDO FLUORSILICICO	2	2
ACETALDEHIDO	1	0	ÁCIDO FÓRMICO	2	2
ACETATO DE AMILO	2	-	ÁCIDO FOSFÓRICO 0-25%	2	2
ACETATO DE BUTILO	1	0	ÁCIDO FOSFÓRICO 25-50%	2	2
ACETATO DE ETILO	1	0	ÁCIDO FOSFÓRICO 50-75%	2	1
ACETATO DE NÍQUEL	2	2	ÁCIDO GALICO	2	2
ACETATO DE PLOMO	2	2	ÁCIDO GLICOLICO	2	2
ACETATO DE SODIO	2	2	ÁCIDO HIDRO FLUOSILICICO	2	2
ACETILENO	1	0	ÁCIDO HIPOCLOROSO	2	2
ACETONA	2	2	ÁCIDO LÁCTICO 28%	2	2
ÁCIDO ACÉTICO 0-10%	2	2	ÁCIDO LINOLEICO	2	1
ÁCIDO ACÉTICO 10-20%	2	2	ÁCIDO MALEICO	2	2
ÁCIDO ACÉTICO 20-30%	2	2	ÁCIDO MALICO	2	2
ÁCIDO ACÉTICO 30-60%	2	1	ÁCIDO METILSULFURICO	2	2
ÁCIDO ACÉTICO 80%	2	-	ÁCIDO NICOTINICO	2	2
ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL	1	0	ÁCIDO NÍTRICO 10%	1	0
ÁCIDO ACÉTICO VAPORES	2	1	ÁCIDO NÍTRICO 20%	0	0
ÁCIDO ADIPICO	2	1	ÁCIDO NÍTRICO 35%	0	0
ÁCIDO ANTRAQUINON SULFONICO	1	0	ÁCIDO NÍTRICO 40%	0	0
ÁCIDO ARSÉNICO	2	2	ÁCIDO NÍTRICO 60%	0	0
ÁCIDO BENZOICO	2	2	ÁCIDO NÍTRICO 68%	0	0
ÁCIDO BORICO	2	2	ÁCIDO NÍTRICO ANHIDRO	0	0
ÁCIDO BROMHIDRICO 20%	2	2	ÁCIDO OXALICO	2	2
ÁCIDO BROMICO	2	2	ÁCIDO PERCLORICO 10%	1	0
ÁCIDO BUTIRICO	2	1	ÁCIDO PERCLORICO 70%	0	0
ÁCIDO CARBONICO	2	2	ÁCIDO PÍCRICO	2	1
ÁCIDO CIANHIDRICO			ÁCIDO SELENICO	2	2
O CIANURO DE HIDROGENO	2	2	ÁCIDOS SILICICO	2	2
ÁCIDO CÍTRICO	2	2	ÁCIDO SULFÚRICO 0-10%	2	2
ÁCIDO CLORHÍDRICO 0-25%	2	2	ÁCIDO SULFÚRICO 10-30%	2	2
ÁCIDO CLORHÍDRICO 25-40%	2	2	ÁCIDO SULFÚRICO 30-50%	2	2
ÁCIDO CLORACETICO	0	0	ÁCIDO SULFÚRICO 50-75%	1	0
ÁCIDO CLOROSULFONICO	-	0	ÁCIDO SULFÚRICO 75-90%	1	0
ÁCIDO CRESILICO 50%	0	0	ÁCIDO SULFÚRICO 95%	0	0
ÁCIDO CROMICO 10%	2	2	ÁCIDO SULFUROSO	2	2
ÁCIDO CROMICO 25%	2	2	ÁCIDO TÁNICO	2	2

CLAVE DE RESISTENCIA

0 = NO RECOMENDABLE USAR. Efectos severos

1 = RESISTENCIA LIMITADA. Efectos notables aunque no indica, necesariamente, la disminución de la vida útil.

2 = USO SATISFACTORIO. Ningún efecto.

*Tabla exclusivamente válida para el Polibutileno. (para otro material consultar)



Anexos

9.8 ANEXO - 8.

TABLA DE RESISTENCIA A AGENTES QUÍMICOS DEL PB*

ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA		ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA	
	23° C	60° C		23° C	60° C
ÁCIDO TARTARICO	2	2	BENZOATO DE SODIO	2	2
ÁCIDOS GRASOS	2	2	BENZOL	0	0
AGUA DE BROMO	1	0	BICARBONATO DE POSTASIO	2	2
AGUA DE CLORO	2	2	BICARBONATO DE SODIO	2	2
AGUA DESMINERALIZADA	2	2	BICROMATO DE POTASIO	1	0
AGUA DESTILADA	2	2	BIFLUORURO DE AMONIO	2	2
AGUA FRESCA	2	2	BISULFATO DE SODIO	2	2
AGUA OXIGENADA 30%	2	2	BISULFATO DE CALCIO	2	2
AGUA OXIGENADA 50%	0	0	BISULFATO DE CARBONO	0	0
AGUA OXIGENADA 90%	0	0	BISULFATO DE SODIO	2	2
AGUA REGIA	0	0	BORATO DE POTASIO 1%	2	2
AGUA SALADA	2	2	BÓRAX	2	2
AGUARRÁS	0	0	BROMATO DE POTASIO 10%	2	2
ALCOHOL (ver clase)			BROMO LIQUIDO	0	0
ALCOHOL ALILICO	2	2	BROMURO DE ETILENO	0	0
ALCOHOL BUTILICO	2	2	BROMURO DE POTASIO	2	2
ALCOHOL DE AMILO	2	2	BROMURO DE SODIO	2	2
ALCOHOL DE ETILO 0-50%	2	2	BUTANO	0	0
ALCOHOL DE ETILO 50-98%	2	2	BUTANOL PRIMARIO	2	-
ALCOHOL ISOPROPILICO	2	2	BUTANOL SECUNDARIO	2	-
ALCOHOL METÁLICO	2	2	CARBONATO DE AMONIO	2	2
ALCOHOL PROPILICO	2	2	CARBONATO DE BARIO	2	2
ALIMENTOS EN BOLAS PARA			CARBONATO DE BISMUTO	2	2
GANADO-DERIV. DE PESCADO	2	2	CARBONATO DE CALCIO	2	2
ALUMBRE	1	0	CARBONATO DE MAGNESIO	2	2
ALUMBRE DE CROMO	2	2	CARBONATO DE POTASIO	2	2
AMONIAO (GAS SECO)	2	2	CARBONATO DE SODIO		
AMONIAO (LIQUIDO)	2	1	(CENIZAS DE SOSA)	2	2
ANHÍDRIDO ACÉTICO	0	0	CASEINA	2	2
ANHÍDRIDO CARBONICO			CELLOSOLVE	2	2
(GAS HÚMEDO)	2	2	CERVEZA	2	2
ANHÍDRIDO CARBONICO			CIANURO DE COBRE	2	2
(SOLUCIÓN ACUOSA)	2	2	CIANURO DE MERCURIO	2	2
ANHÍDRIDO SULFÚRICO			CIANURO DE PLATA	2	2
(GAS HÚMEDO)	2	1	CIANURO DE POTASIO	2	2
ANILINA	1	1	CIANURO DE SODIO	2	2
ANTIMONIATO DE SODIO	2	2	CIANURO DE ZINC	2	2
ANTRAQUINONA	1	0	CICLOHEXANONA	0	0
ARSÉNICO DE SODIO	2	2	CLORATO DE CALCIO	2	2
ASFALTO	2	2	CLORATO DE POTASIO	2	2
AZUFRE DE CAL	2	2	CLORATO DE SODIO	2	2
AZUFRE	2	2	CLOHIDRATO DE ANILINA	0	0
BAÑO DE COAGULACIÓN			CLORHÍDRICA DE ETILENO	0	0
DEL RAYÓN	2	2	CLOROBENCENO	0	0
BENCENO	0	0	CLOROFORMO	1	0
BENZALDEHIDO	1	0	CLORURO DE ALILO	2	2

CLAVE DE RESISTENCIA

0 = NO RECOMENDABLE USAR. Efectos severos

1 = RESISTENCIA LIMITADA. Efectos notables aunque no indica, necesariamente, la disminución de la vida útil.

2 = USO SATISFACTORIO. Ningún efecto.

*Tabla exclusivamente válida para el Polibutileno. (para otro material consultar)

Anexos

9.8 ANEXO - 8.

TABLA DE RESISTENCIA A AGENTES QUÍMICOS DEL PB*

ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA		ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA	
	23° C	60° C		23° C	60° C
CLORURO DE ALUMINIO	2	2	FOSFATO DE AMONIO (AMONIACAL)	2	2
CLORURO DE AMILO	1	1	FOSFATO DE AMONIO (NEUTRO)	2	2
CLORURO DE AMONIO	2	2	FOSFATO DISODICO	2	2
CLORURO DE BARIO	2	2	FOSFATO TRISODICO	2	2
CLORURO DE CALCIO	2	2	FOSFURO DE HIDROGENO	2	2
CLORURO DE COBRE	2	2	FREON 12	2	2
CLORURO DE LADRILLO	2	1	FRUCTOSA	2	2
CLORURO DE MAGNESIO	2	2	FTALATO DE DIOCTILO	1	0
CLORURO DE MERCURIO	2	2	FUEL OIL (CONTENIDO H ₂ SO ₄)	0	0
CLORURO DE METILENO	2	1	GAS CIUDAD	2	1
CLORURO DE METILENO	0	0	GAS DE CLORO (HÚMEDO)	0	0
CLORURO DE NÍQUEL	2	2	GAS DE CLORO (SECO)	0	0
CLORURO DE POTASIO	2	2	GAS DE HORNO COK	2	1
CLORURO DE SODIO	2	2	GAS NATURAL (HÚMEDO)	2	1
CLORURO DE TIONILO	2	2	GAS NATURAL (SECO)	2	1
CLORURO ESTAÑOSO	2	2	GASOLINA (BRUTA)	0	0
CLORURO ESTANNICO	2	2	GASOLINA (REFINADA)	0	0
CLORURO FÉRRICO	2	2	GASOLINA BLANCA	0	0
CLORURO FERROSO	2	2	GELATINA	2	2
COMESTIBLES TALES COMO LECHE	2	2	GLICERINA (GLICEROL)	2	2
MELAZA, ACEITES DE ENSALADA	2	2	GLICOL	2	2
CRESOL	0	0	GLICOL DE ETILENO	2	2
CROMATO DE POTASIO 40%	2	2	GLUCOSA	2	2
CROMATO DE ZINC	2	2	HEPTANO	0	0
CUPROCIANUROS DE POTASIO	2	2	HEXANO	0	0
DEXTRINA	2	2	HEXANOL TERCIARIO	2	2
DEXTROSA	2	2	HIDREATO DE CLORAL	0	0
DICLOROETILENO	2	2	HIDROCLORURO DE ANILINA	0	0
DICROMATO DE POTASIO 40%	2	2	HIDROGENO	2	2
DICROMATO DE SODIO	2	2	HIDROQUINONA	2	2
DIMETILAMINA	0	0	HIDROXIDO DE ALUMINIO	2	2
ETER ETILICO	1	0	HIDROXIDO DE AMONIO 28%	2	2
ÉTERES	0	0	HIDROXIDO DE BARIO	2	2
FENOL	2	1	HIDROXIDO DE CALCIO	2	2
FERRICIANURO DE POTASIO	2	2	HIDROXIDO DE MAGNESIO	2	2
FERRICIANURO DE SODIO	2	2	HIDROXIDO DE POTASIO 10%	2	2
FERROCIANURO DE SODIO	2	2	HIDROXIDO DE POTASIO 20%	2	2
FLÚOR GASEOSO-HUMEDO	1	0	HIDROXIDO DE SODIO 10%	2	2
FLÚOR GASEOSA- SECO	1	0	HIDROXIDO DE SODIO 35%	2	2
FLUORURO DE ALUMINIO	2	2	HIDROXIDO DE SODIO SATURADO	2	2
FLORURO DE AMONIO 25%	2	1	HIPOCLORITO DE CALCIO	2	2
FLORURO DE COBRE 2%	2	2	HIPOCLORITO DE SODIO	2	2
FLORURO DE POTASIO	2	2	JABONES	2	2
FLORURO DE SODIO	2	2	KEROSENO	1	0
FORMALDEHIDO	2	2	LECHE	2	2
FOSFATO ÁCIDO DE SODIO	2	2	LEJIA-CACTIVO 12,5%	2	2

CLAVE DE RESISTENCIA

0 = NO RECOMENDABLE USAR. Efectos severos

1 = RESISTENCIA LIMITADA. Efectos notables aunque no indica, necesariamente, la disminución de la vida útil.

2 = USO SATISFACTORIO. Ningún efecto.

*Tabla exclusivamente válida para el Polibutileno. (para otro material consultar)



Anexos

9.8 ANEXO - 8.

TABLA DE RESISTENCIA A AGENTES QUÍMICOS DEL PB*

ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA		ELEMENTO QUÍMICO	A TEMPERATURA	
	23° C	60° C		23° C	60° C
LICOR DE KRAFT			SOLUCIONES DE PLATA	2	2
(INDUSTRIA DEL PAPEL)	2	2	SOLVENTE DE STODDARD	2	2
LICOR NEGRO			SOLVENTES DE ACETATOS-CRUDO	2	1
(INDUSTRIA DEL PAPEL)	2	2	SOSA CAUSTICA	2	1
LICOR PARA CURTIR PIELS	2	2	SULFATO DE ÁCIDO DE POTASIO	2	2
LICOR VERDE			SULFATO DE ÁCIDO DE SODIO	2	2
(INDUSTRIA DEL PAPEL)	2	2	SULFATO DE ALUMINIO	1	0
LICORES (BEBIDAS)	2	2	SULFATO DE AMONIO	1	0
LICORES DE AZÚCAR DE CAÑA	2	2	SULFATO DE BARIO	2	2
MELAZAS	2	2	SULFATO DE CALCIO	2	2
MERCURIO	2	2	SULFATO DE COBRE	2	2
METAFOSFATO DE AMONIO	2	2	SULFATO DE MAGNESIO	2	2
METILETILCETONA	2	1	SULFATO DE NÍQUEL	2	2
NAFTALENO	1	0	SULFATO DE POTASIO	2	2
NICOTINA	2	2	SULFATO DE SODIO	2	2
NITRATO DE ALUMINIO	2	2	SULFATO DE ZINC	2	2
NITRATO DE AMONIO	2	2	SULFATO FÉRRICO	2	2
NITRATO DE CALCIO	2	2	SULFATO FERROSA	2	2
NITRATO DE COBRE	2	2	SULFATO DE AMONIO	2	2
NITRATO DE MAGNESIO	2	2	SULFATO DE BARIO	2	2
NITRATO DE MERCURIO	2	2	SULFATO DE HIDROGENO		
NITRATO DE NÍQUEL	2	2	(SOLUCION ACUOSA)	2	2
NITRATO DE PLATA	1	0	SULFATO DE HIDROGENO-SECO	2	2
NITRATO DE POTASIO	2	2	SULFATO DE POTASIO	2	2
NITRATO DE SODIO	2	2	SULFATO DE SOCIO	2	2
NITRATO DE ZINC	2	2	SULFURO DE SODIO	2	2
NITRATO FÉRRICO	2	2	TETRACLORURO DE CARBONO	0	0
NITRITO DE SODIO	2	2	TETRAHIDROFURANO	1	0
OLEUM	0	0	TIOCINATO DE AMONIO	2	2
ORINA	2	2	TIOSULFATO DE POTASIO	2	2
OXICLORURO DE ALUMINIO	2	2	TIOSULFATO DE SODIO (HIPO)	2	2
OXIDO DE CARBONATO	2	2	TOLUOL O TOLUENO	0	0
PERBORATO DE POTASIO	2	2	TRICLOROETILENO	0	0
PERCLORURO DE POTASIO	2	2	TRICLORURO DE ANTIMONIO	2	2
PERMANGANATO DE POTASIO 10%	2	2	TRITANOLAMINA	2	1
PERSULFATO DE AMONIO	2	2	TRIFLUORURO DE BORO	2	2
PERSULFATO DE POTASIO	2	2	TRIOXIDO DE AZUFRE	1	0
POTASA CÁUSTICA	2	1	UREA	2	2
PROPANO	2	-	VINAGRE	2	2
PULPA Y JUGO DE FRUTOS	2	2	VINOS	2	2
QUÍMICOS FOTOGRAFICOS	2	2	WHISKY	2	2
REMOLACHA (LICOR AZUCARADO)	2	2	XILENO O XIOL	0	0
SALES DE DIAZOTACION	2	2	YODO (EN ALCOHOL)	0	0
SALMUERA	2	2			
SILICATO DE SODIO	2	2			
SOLUBLES DE PESCADO	2	2			

CLAVE DE RESISTENCIA

0 = NO RECOMENDABLE USAR. Efectos severos

1 = RESISTENCIA LIMITADA. Efectos notables aunque no indica, necesariamente, la disminución de la vida útil.

2 = USO SATISFACTORIO. Ningún efecto.

*Tabla exclusivamente válida para el Polibutileno. (para otro material consultar)



AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 001 / 003002
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**TUBOS DE POLIBUTILENO (PB) PARA INSTALACIONES
DE AGUA A PRESIÓN FRÍA Y CALIENTE**

POLYBUTYLENE (PB) PIPES FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS

MARCA COMERCIAL: SCP
TRADEMARK:

SERIE	DIÁMETROS (mm)	CLASE DE APLICACIÓN / PRESIÓN DE DISEÑO (bar)	OPACIDAD
SERIE	DIAMETERS (mm)	APPLICATION CLASS / DESIGN PRESSURE (bar)	OPACITY
3.15	16	1/10 ; 2/10 ; 4/10 ; 5/10	SI
4.0	15 - 16 - 20 - 22	1/10 ; 2/10 ; 4/10 ; 5/10	SI
5.0	22 - 26 - 28 - 32 - 40 - 50 - 63 - 75	1/10 ; 2/10 ; 4/10 ; 5/8	SI

suministrado por

supplied by

NUEVA TERRAIN, S.L.
CL. PADULETA, 2 01195 VITORIA (Alava - ESPAÑA)

y elaborado en

and manufactured in

PI JUNDIZ "E" - CL. PADULETA, 2
01195 VITORIA (Alava - ESPAÑA)

es conforme con

complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-2:2004

Para conceder este Certificado, AENOR ha sometido el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.52.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.52.

Fecha de concesión: **2004-07-27**
First issued on:

Fecha de renovación: **2006-01-19**
Renewal on:

Fecha de caducidad: **2011-01-19**
Expires on:



No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Ginebra, 6 - 20004 MAIRÓS - Teléfono: 914 32 60 00 - Telefax: 913 10 46 83



AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 001 / 003597
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**SISTEMA DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA
INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE Y FRÍA. POLIBUTILENO (PB)**

PLASTICS PIPING SYSTEM FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS. POLYBUTYLENE (PB)

MARCA COMERCIAL: SISTEMA SCP
TRADEMARK:

PRODUCTO	FABRICANTE	LOCALIDAD	CERTIFICADO AENOR
PRODUCT	MANUFACTURER	FACTORY SITE	AENOR CERTIFICATE
Tubos PB	NUEVA TERRAIN, S.L.	VITORIA (ÁLAVA)	001003002
Accesorios PB	NUEVA TERRAIN, S.L.	VITORIA (ÁLAVA)	001003208
Tubos PB	NUEVA TERRAIN, S.L.	LOGROÑO (LA RIOJA)	001003587

suministrado por

supplied by

NUEVA TERRAIN, S.L.
CL. PADULETA, 2 01195 VITORIA (Alava - ESPAÑA)

y elaborado en

and manufactured in

PI JUNDIZ "E" - CL. PADULETA, 2
01195 VITORIA (Alava - ESPAÑA)

es conforme con

complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-5:2004

Para conceder este Certificado, AENOR ha sometido el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.52.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.52.

Fecha de concesión: **2006-01-23**
First issued on:

Fecha de caducidad: **2010-04-20**
Expires on:



Este certificado está sujeto a auditorías de certificación ISO 9001:2008, de fecha 2006-01-07.
This certificate is subject to certification audits ISO 9001:2008, dated 2006-01-07.

This certificate supersedes certificate 001001218, dated 2004-01-03.
The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Ginebra, 6 - 20004 MAIRÓS - Teléfono: 914 32 60 00 - Telefax: 913 10 46 83



AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO N° 001 / 003587
AENOR PRODUCT CERTIFICATE N°

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**TUBOS DE POLIBUTILENO (PB) PARA INSTALACIONES DE AGUA A PRESIÓN FRÍA
Y CALIENTE**

POLYBUTYLENE (PB) PIPES FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS

MARCA COMERCIAL: SCP
TRADEMARK:

SERIE	DIÁMETROS (mm)	CLASE DE APLICACIÓN / PRESIÓN DE DISEÑO (bar)	OPACIDAD
SERIE	DIAMETERS (mm)	APPLICATION CLASS / DESIGN PRESSURE (bar)	OPACITY
4.0	15	1/10 ; 2/10 ; 4/10 ; 5/10	SI
5.0	22 - 25	1/10 ; 2/10 ; 4/10 ; 5/8	SI

suministrado por

supplied by

NUEVA TERRAIN, S.L.
CL. PADULETA, 2 01195 VITORIA (Alava - ESPAÑA)

y elaborado en

and manufactured in

PI EL SEQUERO, AV. DEL RÍO EBRO, S/N
26509 LOGROÑO (La Rioja - ESPAÑA)

es conforme con

complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-2:2004

Para conceder este Certificado, AENOR ha sometido el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.52.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.52.

Fecha de concesión: **2006-01-03**
First issued on:

Fecha de caducidad: **2010-04-20**
Expires on:



Este certificado está sujeto a auditorías de certificación ISO 9001:2008, de fecha 2005-04-05.
This certificate is subject to certification audits ISO 9001:2008, dated 2005-04-05.

This certificate supersedes certificate 001001218, dated 2004-01-03.
The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Ginebra, 6 - 20004 MAIRÓS - Teléfono: 914 32 60 00 - Telefax: 913 10 46 83



AENOR

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto
The Spanish Association for Standardization and Certification (AENOR) certifies that the product

ACCESORIOS PARA TUBOS DE POLIBUTILENO (PB) PARA INSTALACIONES DE
AGUA CALIENTE Y FRÍA

FITTINGS FOR POLYBUTYLENE (PB) PIPES FOR HOT AND COLD WATER INSTALLATIONS

detallado en la(s) página(s) siguiente(s).

detailed in the following page(s).

suministrado por

supplied by

NUEVA TERRAIN, S.L.
CL PADULETA, 2 01195 VITORIA (Alava - ESPAÑA)

y elaborado en

and manufactured in

PI JUNDIZ "E" - CL PADULETA, 2
01195 VITORIA (Alava - ESPAÑA)

es conforme con

complies with

UNE-EN ISO 15876-1:2004
UNE-EN ISO 15876-3:2004

Para conceder este Certificado, AENOR ha auditado el producto y ha comprobado el sistema de calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.02.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the regulations of the Specific Rules RP 01.02.

Fecha de emisión: 2004-07-27
First issued on:

Fecha de renovación: 2006-01-03
Renewed on:

Fecha de caducidad: 2011-01-03
Expires on:



No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Ginebra, 6 - 28004 MADRID - Teléfono: 914 32 60 00 - Telefax: 913 10 46 83



MARCA COMERCIAL: SDP
TRADEMARK:

REFERENCIA	FIGURA	DIÁMETROS (mm)	CLASE DE APLICACIÓN / PRESIÓN DE DISEÑO (bar)	OPACIDAD	TIPO DE UNIÓN	MATERIAL
REFERENCE	FIGURE	DIAMETERS (mm)	APPLICATION CLASS / DESIGN PRESSURE (bar)	OPACITY	TYPE OF JOINT	MATERIAL
FC XX.XX / FC XX.XX.XX	Colector	22 x 15 x 15 x 22; 22 x 16 x 16 x 22; 22 x 15 x 15 x 15 x 22; 22 x 15 x 15 x 15 x 22; 25 x 15 x 15 x 25; 25 x 15 x 15 x 15 x 25; 25 x 16 x 16 x 25	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Mechánica	Polibutireno (PB)
FC XX.XX / FC XX.XX.XX	Ta reducida	20 x 20 x 15; 20 x 22 x 15; 20 x 25 x 15; 20 x 25 x 15; 20 x 25 x 15; 20 x 18 x 20; 20 x 18 x 22; 25 x 15 x 25; 25 x 16 x 25; 25 x 22 x 25; 28 x 15 x 28; 32 x 22 x 32; 32 x 25 x 32; 32 x 28 x 32; 20 x 16 x 16; 22 x 15 x 15; 25 x 15 x 15; 25 x 16 x 16; 25 x 20 x 20; 25 x 22 x 22; 25 x 25 x 20; 25 x 25 x 25	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Mechánica	Polibutireno (PB)
FC 1.XX	Manguito	15; 16; 20; 22; 25; 28; 32	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Mechánica	Polibutireno (PB)
FC 10.XX	Ta boca igual	15 x 15; 16 x 16; 20 x 20; 22 x 22; 25 x 25; 28 x 28; 32 x 32	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Mechánica	Polibutireno (PB)
FC 2.XX / FC 2.XX.XX	Reductor Macho-Hembra	15 M x 16 H; 20 M x 16 H; 22 M x 20 H; 22 M x 15 H; 25 M x 20 H; 25 M x 22 H; 25 M x 28 H; 22 M x 25 H; 28 M x 25 H; 25 M x 22 H; 32 M x 25 H; 32 M x 28 H	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Mechánica	Polibutireno (PB)
FC 3.32.25	Reductor Macho-Macho	22 M x 28 M	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Mechánica	Polibutireno (PB)
FC 4001.XX	Manguito	16 x 16; 20 x 20; 25 x 25; 32 x 32; 40 x 40; 50 x 50; 63 x 63	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Ginebra, 6 - 28004 MADRID - Teléfono: 914 32 60 00 - Telefax: 913 10 46 83



MARCA COMERCIAL: SDP
TRADEMARK:

REFERENCIA	FIGURA	DIÁMETROS (mm)	CLASE DE APLICACIÓN / PRESIÓN DE DISEÑO (bar)	OPACIDAD	TIPO DE UNIÓN	MATERIAL
REFERENCE	FIGURE	DIAMETERS (mm)	APPLICATION CLASS / DESIGN PRESSURE (bar)	OPACITY	TYPE OF JOINT	MATERIAL
FC 4002.XX.XX	Reductor Macho-Hembra	20 M x 16 H; 25 M x 16 H; 25 M x 20 H; 32 M x 25 H; 40 M x 32 H; 50 M x 40 H; 63 M x 50 H	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4005.XX.90	Codo a 90°	15 x 16; 20 x 20; 25 x 25; 32 x 32; 40 x 40; 50 x 50; 63 x 63	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4010.XX	Ta boca igual	15 x 15 x 16; 20 x 20 x 20; 25 x 25 x 25; 32 x 32 x 32; 40 x 40 x 40; 50 x 50 x 50; 63 x 63 x 63	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4013.XX.XX	Ta reducida	20 x 16 x 20; 25 x 16 x 25; 25 x 20 x 25; 32 x 16 x 32; 32 x 20 x 32; 32 x 25 x 32; 40 x 25 x 40; 50 x 25 x 50; 63 x 25 x 63	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4015.25.16	Colector dos derivaciones	25 x 16 x 16 x 25 M - 20 H	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4017.25.16	Colector tres derivaciones	25 x 16 x 16 x 16 x 25 M - 20 H	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4018.XX.16	Colector cuatro derivaciones	25 x 16 x 16 x 16 x 16 x 25 M - 20 H; 32 x 16 x 16 x 16 x 32 M - 25 H	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4029.XX.XX	Adaptador a unión mecánica	H 1/4; 16 x 16 mm; 18; H 1/2; 20 x 20 mm; 22	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4030.XX / FC 4011.XX	Transición a roscas	16 M x 1/2" H; 20 M x 1/2" H; 25 M x 3/4" H; 16 M x 1/2" M; 20 M x 1/2" M; 25 M x 3/4" M	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 4041.XX	Tapones	16 H; 20 H; 25 H; 32 H; 40 H; 50; 63	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Termofusión	Polibutireno (PB)
FC 5.XX	Codo a 90°	15 x 15; 16 x 16; 20 x 20; 22 x 22; 25 x 25; 28 x 28; 32 x 32	1/10; 2/10; 4/10; 5/8	SI	Mechánica	Polibutireno (PB)

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Ginebra, 6 - 28004 MADRID - Teléfono: 914 32 60 00 - Telefax: 913 10 46 83

Number: K24321/01 Revision:
Issued: 2004-03-01 Date:

Product certificate
PB fittings

Based on pre-certification tests as well as periodic inspections by Kiwa, the products referred to in this certificate and marked with the Kiwa-mark as indicated under 'marking', manufactured by

Nueva Terrain, S.L.

may, on delivery, be relied upon to comply with the Kiwa evaluation guideline BRL-K 0.30 part C "Plastics piping systems of PB, intended for the transport of cold and heated drinking water".

Kiwa N.V.

B. Meekma

ing. B. Meekma
Director
Certification and Inspection

This certificate is issued in accordance with the Kiwa Regulations for Product Certification and consists of 3 pages.
Publication of the certificate is not allowed.
*) This is a translation. Only the Dutch text is legally binding.

Kiwa N.V.
Certification and Inspection
So 101 Churchilllaan 273
P.O. Box 10
2200 AB Rijswijk
The Netherlands
Telephone: +31 70 41 44 420
Telefax: +31 70 41 44 420
Internet: www.kiwa.nl



Company
Nueva Terrain, S.L.
Pabellón 2
Avenida 444
01190 Viana
Spain
Telephone: +34 945200000
Telefax: +34 945200024

Certificate

Page: 2 Number: K24321/01 Revision:
Issued: 2004-03-01 Date:

PB fittings

PRODUCT SPECIFICATION

General
Fittings of PB intended for the transport of cold and heated drinking water according to BRL-K 0.30, part C.

Detailed specification
The diameters and wall thicknesses indicated in the table below, belong to this product certificate.

Normal outside diameter in mm	Wall thickness in mm
16	1.7
18	1.8
20	2.3
22	2.0
23	2.4
25	2.3
28	2.5
32	2.8

The fittings make use of an insert system.

Colour: grey.

APPLICATION AND USE

The piping systems are intended to be used for the construction of household installations for the transport of cold and heated drinking water and are suitable for variable temperatures with an operating temperature of maximum 70 °C and an allowable working pressure of maximum 1.0 MPa.

MARKING

The products are marked with the Kiwa-mark.

Place of the mark: on each fitting.

The method of marking is as follows: non-erasable imprint.

Technological requirements

Application:

The product fulfils the requirements as laid down in the Ministerial Regulation 'Materials and chemicals drinking water supplies'.

ATA criteria:

The ATA product certification is based upon two main criteria.

The following shall be permanently complied with:

- approved product conception during the application procedure (see annex 1 of the agreement). Alterations are only allowed after successful completion of the applicable application procedure.
- specific ATA product requirements.

ATA product requirements:

During the third period of the 'retained migration test', the global migration may not be more than 3 mg/l.

For the specific migration: see annex 1 of the agreement.

Logistics

Production and assembly of the system are laid down in the annexes of the product certification agreement(s).

Compulsory specifications:

- word mark Kiwa or KK;
- manufacturer's name, trade name or logo;
- the nominal outside diameter and the wall thickness of the accompanying pipe in mm;
- the production code;
- the name under which the system is put on the market.

Page: 3 Number: K24321/01 Revision:
Issued: 2004-03-01 Date:

PB fittings

RECOMMENDATIONS FOR CUSTOMERS

- Check at the time of delivery whether:
 - the delivery is in accordance with the agreement;
 - the mark and the marking method are correct;
 - the products show no visible defects as a result of e.g. transport.
- If you should reject a product on the basis of the above, please contact:
 - Nueva Terrain, S.L. and, if necessary,
 - Kiwa N.V.
- Consult the manufacturer's processing guidelines for the proper methods for storage and transport.

Number K26320/01 Replaces:
Issued 2004-03-01 Dated

Product certificate PB pipes

Based on pre-certification tests as well as periodic inspections by Kiwa, the products referred to in this Technical approval-with-product certificate and marked with the Kiwa-mark as indicated under 'Marking', manufactured by

Nueva terrain, S.L.

may, on delivery, be relied upon to comply with the Kiwa evaluation guideline BRL-K 536 Part C: "Plastics piping systems of PB for the transport of cold and hot drinking water".

Kiwa N.V.

B. Meekma

ing. B. Meekma
Director
Certification and Inspection

This certificate is issued in accordance with the Kiwa-Regulations for Product Certification and consists of 3 pages.
Publication of the certificate is allowed.
*) This is a translation. Only the Dutch text is legally binding.

Kiwa N.V.
Certification and Inspection
St. W. Churchplein 273
Postbus 70
NL-2280 AB Rijswijk
The Netherlands
Telephone +31 70 41 44 400
Telefax +31 70 41 44 420
Internet: www.kiwa.nl



Company

Nueva Terrain, S.L.
Paseo 2
Apdo 684
01190 Vilanova
Telephone: 94700001
Telefax: 94700002

Page 2 Number K26320/01 Replaces
Issued 2004-03-01 Dated

PB pipes

PRODUCT SPECIFICATION

General
Pipes of PB for the transport of cold and hot drinking water according evaluation guideline BRL-K 536 Part C.

Specification
The diameters and thicknesses of the pipes complying to this product certification are given in the table below.

Nominal outside diameter in mm	Wall thickness in mm
16	1,7
18	1,8
20	2,3
22	2,0
25	2,4
28	2,3
32	2,8

Color: grey

APPLICATION AND USE

The products are designed for installations inside buildings for the transport of cold and hot drinking water and are designed for thermal cycling temperatures with a maximum operating temperature of 70 °C and a maximum operating pressure of 1,0 MPa.

Technological aspects

The product complies with the requirements as stated in the "Minimum standard for quality of materials and chemicals for drinking water systems".

The Kiwa-ATA product certification is based on two main criteria. It should be permanently comply with the:

- product recipe approved during the assessment procedure. This recipe is not to be changed without prior approval by Kiwa following the Kiwa-ATA approval procedure.
- specific product requirements

ATA product specifications:

During the first period of the "standard migration test" the total migration may not exceed 3 mg/l.

Logistics

Production and assembling of the system is recorded in the appendix(es) with the certification agreement.

Page 3 Number K26320/01 Replaces
Issued 2004-03-01 Dated

PB pipes

MARKING

The pipe are marked with the Kiwa-mark.

Place of the mark: on each pipe at intervals of not more than 2 m.

Compulsory specifications for PB pipes:

- word mark Kiwa;
- name of the manufacturer or registered trade name;
- PB;
- operating temperature (°C);
- nominal operating pressure (10 bar);
- nominal system pressure (10 bar);
- nominal wall thickness in mm;
- production code.

Method of marking: indelible imprint.

RECOMMENDATIONS FOR CUSTOMERS:

- Check at the time of delivery whether:
 - the producer has delivery in accordance with the agreement;
 - the mark and the marking method are correct;
 - the products show no visible defects as a result of transport etc.
- If you should reject a product on the basis of the above, please contact:
 - Nueva Terrain, S.L., and, if necessary,
 - Kiwa N.V.
- Consult the producer's processing guidelines for the proper storage and transport methods.

Certificate



kiwa
Partner for progress

Number: K24323/01

Issue: 2004-03-01

Revision:

Date:

Technical approval-with-product certificate

PB piping system

Based on pre-certification tests as well as periodic inspections by Kiwa, the products referred to in this certificate and marked with the Kiwa-mark as indicated under 'marking', manufactured by

Nueva Terrain, S.L.

may, on delivery, be relied upon to comply with the Kiwa evaluation guideline BRL-K536/03, part C "Plastics piping systems of PB, intended for the transport of cold and heated drinking water".

Kiwa N.V.



ing. B. Meekma
Director
Certification and Inspection

This certificate is issued in accordance with the Kiwa Regulations for Product Certification and consists of 3 pages.
Publication of the certificate is allowed.
*J This is a translation. Only the Dutch text is legally binding.

Kiwa N.V.
Certification and Inspection
St W. Churchill-laan 273
P.O. Box 70
2280 AA Rijswijk
The Netherlands
Telephone: +31 70 41 44 400
Telefax: +31 70 41 44 420
Internet: www.kiwa.nl



Company
Nueva Terrain, S.L.
Pabellón 2
Avenida 444
91095 Yuste
Spain
Telephone: +34 915290010
Telefax: +34 915290014

Page: 2

Number: K24323/01

Revision:

Issue: 2004-03-01

Date:

PB piping system

PRODUCT SPECIFICATION

Plastics piping systems of PB intended for the transport of cold and heated drinking water according to BRL-K536/03, part C.

The piping system consists of the following parts:

- pipes;
- mechanical fittings (PB).

Detailed specification

The diameters and wall thicknesses indicated in the table below, belong to this technical approval-with-product certificate.

Nominal outside diameter in mm	Wall thickness in mm
15	1,7
16	1,8
20	2,3
22	2,0
25	2,4
26	2,3
28	2,5
32	2,9

Use is made of PB insert fittings.

Colour: grey.

Technological requirements

The pipes and fittings applied fulfil the technological requirements as laid down in the product certificates concerned.

Chemical composition

The chemical composition is laid down in annex 1 of the product certification agreement.

It is not allowed to alter the chemical composition without prior permission of Kiwa according to the applicable procedure.

Legislation

Production and assembly of the system are laid down in the annex of the technical approval-with-product certification agreement.

APPLICATION AND USE

The piping systems are intended to be used for the construction of household installations for the transport of cold and heated drinking water and are suitable for variable temperatures with an operating temperature of maximum 70 °C and an allowable working pressure of maximum 1,0 MPa.

Page: 3

Number: K24323/01

Revision:

Issue: 2004-03-01

Date:

PB piping system

MARKING

The system parts are marked with the Kiwa-mark.

Pipes:

Place and method of marking: non-erasable imprint on each pipe at intervals of not more than 2 meter:

Compulsory specifications:

- serial mark Kiwa;
- manufacturer's name, trade name, logo or certificate number;
- system name;
- PB;
- the working pressure (1,0 MPa);
- the nominal outside diameter in mm;
- the wall thickness in mm;
- the production code.

Fittings:

Place and method of marking: non-erasable imprint on each fitting.

Compulsory specifications:

- serial mark Kiwa or KE;
- manufacturer's name, trade name, logo or certificate number (identical to the pipe);
- the nominal outside diameter and wall thickness of the accompanying pipe in mm;
- production code.

In case the system name is fully mentioned on the fittings, the trade name may, if desired, be provided with a code or emblem.

RECOMMENDATIONS FOR CUSTOMERS

- Check at the time of delivery whether:
 - the delivery is in accordance with the agreement;
 - the mark and the marking method are correct;
 - the products show no visible defects as a result of e.g. transport.
- If you should reject a product on the basis of the above, please contact:
 - Nueva Terrain, S.L. and, if necessary,
 - Kiwa N.V.
- Consult the manufacturer's processing guidelines for the proper methods for storage and transport.
- Check whether this certificate is still valid by consulting the Kiwa guide.



Rua José Afonso, 9 E - 2810-217 Almada - Portugal
Tel. 351. 21 258 69 40 - Fax 351. 21 258 69 59

Licença para o uso da Marca Produto Certificado



Licença nº TMP - 004/2006 **Data:** 2006-06-05
Licença nº **Date:**

Nome e morada do titular da licença: Nueva Terrain S.L.
Name and address of the licensee: C/ Paduleta, 2
01015 Vitoria - España

Nome e morada do fabricante: Nueva Terrain S.L.
Manufacturer's name and address: C/ Paduleta, 2
01015 Vitoria - España

Produto: Tubos em polibutileno (PB) para instalações de água quente e fria
Product: Polybutylene (PB) pipes for hot and cold water installations

Referências: Em anexo / In annex
Type references:

Marca(s) comercial(is): SDP
Trademark(s):

Características técnicas: Em anexo / In annex
Technical characteristics:

Este produto foi ensaiado e está em conformidade com (norma): EN ISO 15876-1:2003
This product has been tested and is in conformity with (standard): EN ISO 15876-2:2003

Relatórios de ensaios n.º(s) / emitidos por: LMP-0484/2005, LMP-1329/2004 / CEIS, P-03/15 Body Cole
As shown in test report(s) ref. issued by: MAT/LAB 214F / WRO-NSF Ltd

Informação adicional (se existir):
Additional information (if any):

Esta licença é válida até: 2011-06-04
This licence is valid until:
e substitui a licença n.º:
and supersedes the licence n.º:

Francisco Barroca
Director Geral General Manager

Esta licença é constituída por 1 anexo com 1 página
This licence is composed of 1 annex with 1 page

© CERTIF COPYRIGHT - Todos os direitos reservados



Rua José Afonso, 9 E - 2810-217 Almada - Portugal
Tel. 351. 21 258 69 40 - Fax 351. 21 258 69 59

Licença para o uso da Marca Produto Certificado



Licença nº TMP - 005/2006 **Data:** 2006-06-05
Licença nº **Date:**

Nome e morada do titular da licença: Nueva Terrain S.L.
Name and address of the licensee: C/ Paduleta, 2
01015 Vitoria - España

Nome e morada do fabricante: Nueva Terrain S.L.
Manufacturer's name and address: C/ Paduleta, 2
01015 Vitoria - España

Produto: Acessórios em polibutileno (PB) para instalações de água quente e fria
Product: Polybutylene (PB) fittings for hot and cold water installations

Referências: Em anexo / In annex
Type references:

Marca(s) comercial(is): SDP
Trademark(s):

Características técnicas: Em anexo / In annex
Technical characteristics:

Este produto foi ensaiado e está em conformidade com (norma): EN ISO 15876-1:2003
This product has been tested and is in conformity with (standard): EN ISO 15876-3:2003

Relatórios de ensaios n.º(s) / emitidos por: LMP-0073/2005 / CEIS, P-03/15 / Bodycote
As shown in test report(s) ref. issued by: MAT/LAB 209F, MAT/LAB 210F, MAT/LAB 212F, MAT/LAB 213F, MAT/LAB 215F / WRO-NSF Ltd

Informação adicional (se existir):
Additional information (if any):

Esta licença é válida até: 2011-06-04
This licence is valid until:
e substitui a licença n.º:
and supersedes the licence n.º:

Francisco Barroca
Director Geral General Manager

Esta licença é constituída por 1 anexo com 4 páginas
This licence is composed of 1 annex with 4 pages

© CERTIF COPYRIGHT - Todos os direitos reservados



Rua José Afonso, 9 E - 2810-217 Almada - Portugal
Tel. 351. 21 258 69 40 - Fax 351. 21 258 69 59

Licença para o uso da Marca Produto Certificado



Licença nº TMP - 006/2006 **Data:** 2006-06-07
Licença nº **Date:**

Nome e morada do titular da licença: Nueva Terrain S.L.
Name and address of the licensee: C/ Paduleta, 2
01015 Vitoria - España

Nome e morada do fabricante: Nueva Terrain S.L.
Manufacturer's name and address: C/ Paduleta, 2
01015 Vitoria - España

Produto: Sistemas de tubagem em polibutileno (PB) para instalações de água quente e fria /
Product: Polybutylene plastic piping systems for hot and cold water installations

Referências: De acordo com as licenças CERTIF / According CERTIF licenses:
Type references: Tubos / Pipes - TMP - 004/2006
Acessórios / Fittings - TMP - 005/2006

Marca(s) comercial(is): SDP
Trademark(s):

Características técnicas: Tubos - licença nº / licence n.º TMP - 004/2006
Technical characteristics: Acessórios - licença / licence n.º TMP - 005/2006

Este produto foi ensaiado e está em conformidade com (norma): EN ISO 15876-1:2003
This product has been tested and is in conformity with (standard): EN ISO 15876-5:2003

Relatórios de ensaios n.º(s) / emitidos por: LMP - 0073/2005 / CEIS, P-03/15 / Bodycote, 18614 XXIV / Torroja
As shown in test report(s) ref. issued by:

Informação adicional (se existir):
Additional information (if any):

Esta licença é válida até: 2011-06-06
This licence is valid until:
e substitui a licença n.º:
and supersedes the licence n.º:

Francisco Barroca
Director Geral General Manager

© CERTIF COPYRIGHT - Todos os direitos reservados

WRAS

Water Regulations Advisory Scheme

This certifies that
NUEVA TERRAIN SL

has had the undermentioned product examined, tested
and found, when correctly installed, to comply with
the requirements of the United Kingdom Water
Regulations/Byelaws (Scotland).

"NUEVA TERRAIN", RANGE OF FITTINGS & POLYBUTYLENE
PIPE IN SIZES 15MM, 22MM, 28MM, 32MM

The product so mentioned will be listed in the
Water Fittings and Materials Directory
for a period until:

3 SEPTEMBER 2007

0209077

Certificate No.

David A. Barlow

Chairman, Trial and Assessment Group

[Signature]

Secretary

WRAS
APPROVED
PRODUCT



Zertifikat über ein DVGW Prüfzeichen certificate for a DVGW test mark



DW-8501AT2528
Registrierungsnummer
registration number

Anwendungsbereich field of application	Produkte der Wasserversorgung products of water supply
Zertifikatinhaber owner of certificate	Georg Fischer Haustechnik AG Ebnatstraße 111, CH-8201 Schaffhausen
Vertreiber distributor	Georg Fischer Haustechnik AG Ebnatstraße 111, CH-8201 Schaffhausen
Produktart product category	Verbinder und Installationssysteme: Trinkwasserinstallationssystem (B501)
Produktbezeichnung product description	System aus Kunststoffrohren aus PB und Fittings aus PB
Modell model	INSTAFLEX
Prüfberichte test reports	Kontrollprüfung Labor: 94503/0.1/81331 vom 28.08.2003 (SKZ) Kontrollprüfung Labor: 244903/0.1/81334 vom 28.08.2003 (SKZ) Mechanikprüfung: 34824/98-1 vom 19.01.1999 (SKZ) Hygieneprüfung: KR 330A/02+329A/02 vom 24.04.2003 (TZW) DVGW W 534 (01.07.2002)
Prüfgrundlagen basis of type examination	BGA KTW (07.01.1977)

Ablaufdatum / AZ
date of expiry / file no. 11.07.2008 / 03-0397-WNV

[Signature]
21.11.2003
Zürich, Schweiz
Zertifikat über ein DVGW Prüfzeichen
certificate for a DVGW test mark

DVGW Zertifizierungsstelle - vom der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) e.V. akkreditiert für die Konformitätsbewertung von Produkten des Gas- und Wasserfaches
DVGW Certification Body - accredited by Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) e.V. for conformity assessment of products of gas and water supply



DVGW Deutsche Vereinigung
des Gas- und Wasserfaches e.V.
Technisch-wissenschaftlicher
Verein
Zertifizierungsstelle
Jusel-Wörner-Straße 1-2
D-52123 Bonn
Telefon +49 (0)228 91 88 807
Telefax +49 (0)228 91 88 803

SVGW
Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches
Grüßstrasse 44
CH- 8027 Zürich

Zertifizierungsstelle Wasser



ZERTIFIKAT NR. 8703 - 1961

Zertifizierungsantrag vom:	Georg Fischer +GF+ , Haustechnik AG, CH- 8201 Schaffhausen 10.02.1987
Gestützt auf das Prüf- und Zulassungsreglement der Technischen Prüfstelle Wasser (WTPW 101) zertifiziert der SVGW die folgenden Serienprodukte:	
Rubrik:	Trinkwassererwärmungssysteme
Bezeichnung:	INSTAFLEX PB-Rohr
Modelle / Typen:	ø 16 x 2,2, 20 x 2,8, 25 x 2,3, 32 x 3,0, 40 x 3,7, 50 x 4,6, 63 x 5,8, 75 x 6,8, 90 x 8,2, 110 x 10,0 DN 15...100 PN 10 Tmax. = 60 °C
Zertifizierungsgrundlage:	SVGW WTPW 129 (10/99)
Gültigkeit:	31.05.2008
Der Auftraggeber ist berechtigt, die oben erwähnten Produkte als SVGW zertifiziert anzubieten und das SVGW-Konformitätszeichen zu verwenden (Publikation in Zertifizierungsverzeichnis Wasser).	
Bemerkungen:	

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches



Zürich, 2. Juni 2003



Geschäftsleitung



Zertifizierungsstelle Wasser



03/2000/OCT 2006/SCG



NUEVA TERRAIN S.L.

Pol. Ind. Jundiz
C/ Paduleta nº 2
01015 VITORIA - ÁLAVA (ESPAÑA)
Tel. 945 14 11 88 - Fax 945 14 33 36
E-mail: nuevaterrain@nuevaterrain.com
<http://www.nuevaterrain.com>