

Tuberías plásticas en edificación

Manual técnico

Tuberías plásticas en edificación

Manual técnico

Albert Soriano Rull



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE TUBOS Y ACCESORIOS PLÁSTICOS

AENOR**ediciones**

Título: *Tuberías plásticas en edificación. Manual técnico*

Autor: Albert Soriano Rull

Coordinación y revisión de contenidos: Comité de Edificación de AseTUB

© AseTUB, 2011

© de esta edición, AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2011

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial en cualquier soporte, sin la previa autorización escrita de AENOR

© de las ilustraciones: Albert Soriano Rull, AseTUB, AENOR, Canal de Isabel II, Junkers/Grupo Bosch, Georg Fischer, Grupo Plásticos Ferro, Grupo Plomyplas, Uponor Hispania, Uralita Adequa

AseTUB: Coslada, 18. 28028 Madrid

Tel.: 91 355 60 56

Fax: 91 356 56 28

info@asetub.es

www.asetub.es

ISBN: 978-84-8143-700-3

Depósito Legal: M-5408-2011

Impreso en España - *Printed in Spain*

Edita: AENOR

Maqueta y diseño de cubierta: AENOR

Imprime: DIN Impresores

Nota: AENOR no se hace responsable de las opiniones expresadas por el autor en esta obra

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6. 28004 Madrid • Tel.: 902 102 201 • Fax: 913 103 695
comercial@aenor.es • www.aenor.es

Índice

Prólogo	13
1. Introducción	15
1.1. Objeto y alcance del manual	15
1.2. Evolución de los materiales plásticos para conducción de fluidos a lo largo de la historia	16
1.3. Tipología de los materiales plásticos	17
1.3.1. Termoplásticos	17
1.3.2. Termoestables	18
1.4. Aplicaciones de las tuberías plásticas en nuestros días	18
1.5. Sostenibilidad y eficiencia energética	19
1.6. Parámetros comunes en el estudio de características de las tuberías plásticas	20
1.6.1. Resistencia: tensión tangencial de trabajo	20
1.6.2. Curva de regresión de la tubería	21
1.6.3. Parámetros clasificatorios	23
1.7. Comportamiento de las tuberías en condiciones de trabajo	28
1.7.1. Resistencia al “golpe de ariete”	28
1.7.2. Conductividad térmica	29
1.7.3. Dilatación	33
1.7.4. Condensación	39
1.7.5. Contacto con agua de consumo humano	39
1.7.6. Comportamiento en exteriores	41
1.7.7. Corrosión	42
1.7.8. Comportamiento acústico. Fonoabsorbencia	43
1.7.9. Comportamiento frente al fuego	44
1.8. Accesorios y sistemas de unión	45

1.9.	Control de calidad	47
1.9.1.	Certificación de calidad de producto	47
1.9.2.	Sistemas de gestión de la calidad en la fabricación	51
1.10.	Capacitación y cualificación profesional de instaladores	52
1.11.	Transporte, manipulación y acopio de tuberías plásticas	53
1.11.1.	Transporte y descarga	54
1.11.2.	Almacenamiento	55
1.11.3.	Manipulación	55

Parte I. MATERIALES

	Introducción	57
	Características generales de las tuberías plásticas	58
2.	Tuberías de polietileno reticulado (PE-X)	61
2.1.	Características generales	61
2.2.	Características físico-químicas	63
2.2.1.	Densidad	63
2.2.2.	Suministro	63
2.2.3.	Color	64
2.3.	Comportamiento frente a la temperatura	65
2.3.1.	Dilataciones	66
2.4.	Características mecánicas	69
2.4.1.	Resistencia a la tracción	69
2.4.2.	Módulo de elasticidad, flexión y flexibilidad	70
2.5.	Características hidráulicas	71
2.5.1.	Resistencia a la presión hidráulica	71
2.6.	Características dimensionales	72
2.7.	Sistemas de unión con tuberías de PE-X	73
2.7.1.	Unión por expansión-contracción y anillo compresor	74
2.7.2.	Unión por casquillo deslizante	74
2.7.3.	Unión prensada (<i>press-fitting</i>)	75
2.7.4.	Unión de enchufe rápido (<i>push-fitting</i>)	75
2.7.5.	Unión por compresión mecánica tradicional	75
2.8.	Normativa específica sobre tuberías de PE-X	75
2.9.	Marcado de la tubería y trazabilidad	76
2.10.	Curva de regresión para tuberías de PE-X	77
3.	Tuberías de polibutileno (PB)	79
3.1.	Características generales	79

3.2.	Características físico-químicas	79
3.2.1.	Densidad	80
3.2.2.	Suministro	80
3.2.3.	Color	82
3.3.	Comportamiento frente a la temperatura	82
3.3.1.	Dilataciones	83
3.4.	Características mecánicas	85
3.4.1.	Resistencia a la tracción	85
3.4.2.	Módulo de elasticidad, flexión y flexibilidad	85
3.5.	Características hidráulicas	87
3.5.1.	Resistencia a la presión hidráulica	87
3.6.	Características dimensionales	87
3.7.	Sistemas de unión con tuberías de PB	89
3.7.1.	Uniones de enchufe rápido (<i>push-fitting</i>)	89
3.7.2.	Unión electrosoldable	90
3.7.3.	Unión <i>socket</i> (por termofusión)	90
3.7.4.	Unión por soldadura a tope	90
3.7.5.	Unión mecánica tradicional (accesorios de compresión)	91
3.8.	Normativa específica sobre tuberías de PB	91
3.9.	Marcado de la tubería y trazabilidad	91
3.10.	Curva de regresión para tuberías de PB	92
4.	Tuberías multicapa	93
4.1.	Características generales	93
4.2.	Características físico-químicas	96
4.2.1.	Densidad	96
4.2.2.	Suministro	97
4.2.3.	Color	97
4.3.	Comportamiento frente a la temperatura	98
4.3.1.	Dilataciones	98
4.4.	Características mecánicas	101
4.4.1.	Resistencia a la tracción	101
4.4.2.	Capa intermedia de aluminio	101
4.4.3.	Flexibilidad y curvado de la tubería	101
4.5.	Características hidráulicas	103
4.5.1.	Resistencia a la presión hidráulica	103
4.6.	Características dimensionales	103
4.7.	Sistemas de unión con tuberías multicapa	104
4.7.1.	Uniones mecánicas por prensado (<i>press-fitting</i>)	104

4.7.2.	Uniones mecánicas por casquillo deslizante	106
4.7.3.	Uniones mecánicas mediante accesorios de unión rápida . .	106
4.8.	Normativa específica sobre tuberías multicapa	107
4.9.	Marcado de la tubería y trazabilidad	108
4.10.	Curva de regresión para tuberías multicapa	109
5.	Tuberías de polipropileno (PP)	111
5.1.	Características generales	111
5.2.	Características físico-químicas	114
5.2.1.	Densidad	115
5.2.2.	Suministro	115
5.2.3.	Color	116
5.3.	Comportamiento frente a la temperatura	117
5.3.1.	Dilataciones	118
5.4.	Características mecánicas	120
5.4.1.	Resistencia a la tracción	120
5.4.2.	Módulo de elasticidad, flexión y flexibilidad	120
5.5.	Características hidráulicas	121
5.5.1.	Resistencia a la presión hidráulica	121
5.6.	Características dimensionales para el PP-R	122
5.7.	Características dimensionales para el PP-H	123
5.8.	Sistemas de unión de tuberías de PP-R (suministro de agua)	124
5.8.1.	Unión por termofusión	124
5.8.2.	Unión por electrofusión	125
5.9.	Sistemas de unión de tuberías de PP-H (evacuación de aguas)	126
5.10.	Normativa específica sobre tuberías de PP	126
5.11.	Marcado de la tubería y trazabilidad	128
5.12.	Curva de regresión para tuberías de PP	129
6.	Tuberías de policloruro de vinilo (PVC)	131
6.1.	Características generales	131
6.2.	Características físico-químicas	132
6.2.1.	Densidad	132
6.2.2.	Suministro	133
6.2.3.	Color	133
6.3.	Comportamiento frente a la temperatura	135
6.3.1.	Dilataciones	136
6.4.	Características mecánicas	138
6.4.1.	Resistencia al impacto	138

6.4.2.	Elasticidad y flexibilidad	139
6.5.	Características hidráulicas	139
6.5.1.	Resistencia a la presión hidráulica	139
6.6.	Características dimensionales	141
6.7.	Sistemas de unión con tuberías de PVC	146
6.7.1.	Unión por encolado	146
6.7.2.	Unión por junta elástica	147
6.8.	Normativa específica sobre tuberías de PVC	148
6.9.	Marcado de la tubería y trazabilidad	149
6.10.	Curva de regresión para tuberías de PVC	150
7.	Tuberías de polietileno (PE)	153
7.1.	Características generales	153
7.2.	Características físico-químicas	153
7.2.1.	Densidad	154
7.2.2.	Suministro	156
7.2.3.	Color	156
7.3.	Comportamiento frente a la temperatura	156
7.4.	Características mecánicas	157
7.4.1.	Resistencia a la tracción	157
7.4.2.	Módulo de elasticidad, flexión y flexibilidad	158
7.5.	Características hidráulicas	160
7.5.1.	Resistencia a la presión hidráulica	160
7.6.	Características dimensionales	160
7.7.	Sistemas de unión con tuberías de PE	162
7.7.1.	Unión mediante accesorios electrosoldables	162
7.7.2.	Unión por compresión	163
7.8.	Normativa específica sobre tuberías de PE para suministro de agua en edificación	164
7.9.	Marcado de la tubería y trazabilidad	165
7.10.	Curva de regresión para tuberías de PE	166
8.	Tuberías de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	169
8.1.	Características generales	169
8.2.	Características físico-químicas	170
8.2.1.	Suministro	171
8.2.2.	Color	172
8.3.	Comportamiento frente a la temperatura	172
8.3.1.	Dilataciones	174

8.4.	Características mecánicas	175
8.4.1.	Resistencia al impacto	175
8.4.2.	Elasticidad y flexibilidad	176
8.5.	Características hidráulicas	176
8.5.1.	Resistencia a la presión hidráulica	176
8.6.	Características dimensionales	177
8.7.	Sistemas de unión con tuberías de ABS	178
8.8.	Normativa específica sobre tuberías de ABS	180
8.9.	Marcado de la tubería y trazabilidad	181
8.10.	Curva de regresión para tuberías de ABS	182

Parte II. INSTALACIONES

9.	Suministro de agua	185
9.1.	Introducción	185
9.2.	Tipología de las instalaciones de suministro	186
9.2.1.	Instalaciones con contador general	186
9.2.2.	Instalaciones con contadores aislados	187
9.2.3.	Instalaciones con contadores divisionarios o centralizados	188
9.3.	Estructura de la instalación	189
9.4.	Elementos principales de la red de suministro	190
9.4.1.	Acometida	190
9.4.2.	Instalación general	190
9.4.3.	Instalaciones particulares e interiores	194
9.5.	Elementos singulares de la red de suministro	201
9.5.1.	Sistemas de control y regulación de la presión	201
9.5.2.	Válvulas y dispositivos de control	203
9.6.	Prueba de las instalaciones terminadas	207
9.7.	Cálculo de instalaciones de suministro de agua	210
9.7.1.	Procedimiento de cálculo	210
10.	Evacuación de agua	225
10.1.	Introducción	225
10.2.	Tipología de las instalaciones de evacuación	226
10.3.	Estructura de la instalación	230
10.4.	Elementos principales de la red de evacuación	230
10.4.1.	Red de pequeña evacuación	230
10.4.2.	Bajantes	233
10.4.3.	Colectores	236

10.4.4. Evacuación insonorizada	239
10.4.5. Comportamiento frente al fuego	241
10.5. Elementos singulares de la red de evacuación	241
10.5.1. Arquetas y registros	241
10.5.2. Cierres hidráulicos, sifones y botes sifónicos	244
10.5.3. Redes de ventilación	246
10.5.4. Grupos de presión para evacuación forzada	250
10.6. Prueba de las instalaciones terminadas	253
10.6.1. Pruebas parciales	254
10.6.2. Pruebas totales	254
10.6.3. Otras pruebas	255
10.7. Cálculo de instalaciones de evacuación	256
10.7.1. Procedimiento de cálculo	256
11. Agua caliente sanitaria (ACS)	273
11.1. Introducción	273
11.2. Tipología de las instalaciones de ACS	274
11.2.1. Sistemas instantáneos	274
11.2.2. Sistemas de semiacumulación	275
11.2.3. Sistemas de acumulación total	276
11.2.4. Producción de ACS mediante energía solar térmica	278
11.3. Estructura de la instalación	281
11.4. Criterios de diseño según el CTE	281
11.4.1. Distribución (impulso y retorno)	281
11.4.2. Regulación y control	282
11.5. Criterios de dimensionado y cálculo	283
11.5.1. Caudales de diseño y diámetros de la red	284
11.5.2. Temperaturas de preparación y uso	286
11.5.3. Consumos medios diarios	287
11.6. Prueba de las instalaciones terminadas	293
11.6.1. Pruebas según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)	294
11.6.2. Prueba preliminar de estanquidad	294
11.6.3. Prueba de resistencia mecánica	295
11.6.4. Pruebas de dilatación de las tuberías	295
12. Sistemas de climatización	297
12.1. Instalaciones de calefacción	297
12.1.1. Sistemas de calefacción a alta temperatura	298
12.1.2. Sistemas de calefacción por suelo radiante	303

12.2.	Climatización por suelo o techo refrescante	309
12.2.1.	Condiciones de trabajo y equipo necesario	311
12.2.2.	Consideraciones de diseño	313
12.3.	Ventajas del sistema de climatización invisible (superficies radiantes/refrescantes)	313
12.4.	Criterios generales de dimensionado y cálculo	314
12.4.1.	Cálculo de la demanda energética	315
12.4.2.	Dimensionado con radiadores	319
12.4.3.	Dimensionado con superficies radiantes y/o refrescantes . . .	321
12.4.4.	Criterios de diseño según el RITE	327
12.5.	Prueba de las instalaciones terminadas	330
12.5.1.	Prueba preliminar de estanquidad	331
12.5.2.	Prueba de resistencia mecánica	331
12.5.3.	Pruebas de dilatación de las tuberías	331

APÉNDICES

Apéndice A.	Tablas de utilidad	335
Apéndice B.	Esquemas	351
Apéndice C.	Terminología	355
Apéndice D.	Normativa y bibliografía	367

Prólogo

El encargo, por parte de AseTUB, de confeccionar un manual técnico de tuberías plásticas en edificación, ha significado no solo una satisfacción a nivel personal, sino también un reto a nivel profesional, ya que representaba la oportunidad de ofrecer a un gran número de profesionales de nuestro sector un documento que sintetizara lo más esencial sobre un segmento de las instalaciones de conducción de agua en edificación, como son las canalizaciones en materiales plásticos, cada vez más consolidado en nuestro país y que constituye un sector en constante desarrollo y evolución técnica.

La gran diversidad de tuberías plásticas existentes, sus aplicaciones y los diferentes sistemas de trabajo con los que puede ejecutarse el montaje de una instalación, unido a una profusa normativa nacional al respecto, obligaba a concebir una obra tan ambiciosa como rigurosa en su contenido.

La exposición de las principales características técnicas y operativas con los diversos sistemas de tuberías plásticas planteaba, igualmente, la necesidad de caracterizar, al mismo tiempo, los aspectos más importantes a nivel descriptivo y conceptual de las instalaciones donde quedan alojadas dichas tuberías. Por ello, se ha incluido en el presente manual un capítulo dedicado a estas instalaciones, en el que se reflejan los principales aspectos técnicos y normativos a considerar en los siguientes ámbitos:

- Instalaciones de suministro de agua.
- Instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales.
- Instalaciones de agua caliente sanitaria.
- Instalaciones de calefacción y climatización.

Evidentemente, cada uno de ellos se ha tratado desde un punto de vista genérico, con el propósito de ofrecer una visión global de la estructura, los componentes y

dispositivos principales que configuran las instalaciones incluidas, así como del procedimiento de cálculo y dimensionado de cada una de estas instalaciones, siguiendo los patrones de las actuales normativas al respecto, en especial lo señalado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), con constantes referencias a las diversas normas UNE que complementan a cada uno de estos documentos normativos.

En esta publicación se han procurado exponer, con la justa extensión, cada uno de los aspectos técnicos relativos tanto al conocimiento intrínseco del material en condiciones de trabajo, como en sus diferentes posibilidades de instalación, tratando de acompañar el texto con la inserción de diversas tablas, gráficos, fotografías, etc., con el claro objetivo de ofrecer a técnicos y profesionales del sector una herramienta de consulta sencilla, útil y a la vez polivalente.

Gran parte de este trabajo no hubiera sido posible sin la lógica implicación de las empresas del Comité de Edificación de AseTUB: Adequa Uralita (Miguel Ángel Monge), Georg Fischer (Rufino Martín), IPS-Grupo Plomyplas (Ana Aguilera), Pipelife Hispania (Joaquín Lahoz), Grupo Plásticos Ferro (Enrique Méndez) y Uponor Hispania (Luis Delgado y Sergio Toribio), quienes han aportado numerosa documentación y material gráfico para su incorporación en este manual; su papel asesor ha sido de vital importancia en las diversas fases de revisión de contenidos, y por esta razón espero que el resultado final esté a la altura de la calidad de los productos que todas ellas fabrican.

Por último, deseo expresar mi reconocimiento a la labor de dirección y coordinación de dos personas a las que aprecio de forma especial como son Blanca de Arteche y Mónica de la Cruz, como Directora General y Directora Técnica de AseTUB respectivamente, las cuales han realizado la encomiable tarea de reunir y entusiasmar, con su capacidad y talante, a todos los agentes implicados en la realización de esta y otras publicaciones, que con el tiempo se han convertido, o esperan convertirse, como en el caso de la presente obra, en auténticas referencias bibliográficas del sector.

Albert Soriano Rull

Técnico en instalaciones hidrosanitarias
Profesor y Jefe de Estudios
de l'Escola Gremial d'Instal·ladors de BCN
Gremio de Instaladores de Barcelona
Miembro del equipo docente en cursos
de Postgrado y Máster de la UPC

1

Introducción

1.1. Objeto y alcance del manual

El presente manual tiene por objeto recoger y poner a disposición de los proyectistas de redes, técnicos y otros profesionales vinculados al sector de las instalaciones interiores y comunes en edificios, los conocimientos adecuados sobre el diseño, instalación y tratamiento de los diversos tipos de tuberías plásticas utilizadas para la conducción de agua, en instalaciones de suministro hidrosanitario, evacuación, calefacción, climatización, etc.

Estos conocimientos técnicos, desarrollados durante años por los productores de materia prima, fabricantes de producto acabado, laboratorios, departamentos de investigación y organismos de normalización y certificación, abarcan entre otros, los siguientes aspectos:

- Características técnicas de los diferentes sistemas de tuberías (tubos, accesorios, etc.).
- Sistemas de unión.
- Criterios de diseño de las instalaciones referidas.
- Pautas para la correcta instalación.
- Normativa y reglamentación.
- Aseguramiento de la calidad y de la sostenibilidad en su producción y uso.

De forma complementaria al desarrollo técnico de cada capítulo, se han adjuntado numerosas tablas y diagramas, que ayudan a entender su contenido de la mejor manera posible. Del mismo modo, y con la idea de que el manual sea lo más práctico

posible, así como para facilitar al máximo su utilización, se han incluido también numerosas fotografías, gráficos e ilustraciones, relacionados con el tema expuesto en cada momento.

Para la caracterización de todo lo anterior, se han tenido en cuenta de manera especial las especificaciones incluidas en las diferentes normativas y reglamentos vigentes españoles (CTE, RITE, normas UNE) y europeos al respecto. De forma paralela, se ha trabajado, como no podía ser de otra forma, con abundante documentación técnica de producto de las empresas integrantes de AseTUB, quienes han colaborado activamente en la confección y revisión de la presente obra.

1.2. Evolución de los materiales plásticos para conducción de fluidos a lo largo de la historia

Bajo el nombre común de “plásticos”, y técnicamente de “polímeros”, se agrupa un conjunto de materiales de alta tecnología en cuya investigación y desarrollo se han invertido altos recursos, tanto financieros como humanos, en las últimas décadas.

Los polímeros tienen su origen en los descubrimientos realizados en 1800, investigando con celulosas así como en las aplicaciones del caucho.

En la investigación sobre el petróleo se descubrió que mediante un proceso de destilación, llamado *cracking*, se podían obtener diversos grupos de productos, entre ellos las gasolinas, gasóleo, fuel, querosenos, aceites, asfalto y gases de refinería.

La primera utilización de estos para la fabricación de tuberías data de principios de la década de 1930. En los años cuarenta se produjo un gran desarrollo de la industria de tuberías plásticas, las cuales fueron sustituyendo a las de otros materiales (tuberías metálicas) debido a la escasez de dichos materiales provocada por la Segunda Guerra Mundial y a su gran ventaja de ausencia de corrosión.

Ya en los años cincuenta aparecen las primeras normas de producto donde se recogen las especificaciones que deben cumplir los tubos y accesorios para una aplicación determinada, y será a finales de esa década cuando se empiecen a utilizar en España algunas de estas “tuberías plásticas”.

Los trabajos realizados en los años cincuenta por el profesor Ziegler –en Alemania– y por el profesor Natta –en Italia– en el desarrollo de métodos de polimerización les valieron en 1963 el premio Nobel de Química.

A lo largo de la segunda mitad del siglo XX se produce una vertiginosa revolución en la investigación para la mejora de los materiales plásticos existentes, así como

para el desarrollo de nuevos materiales aptos para la conducción de fluidos diversos, entre ellos, agua para uso hidrosanitario en la edificación.

1.3. Tipología de los materiales plásticos

Los materiales plásticos, también llamados polímeros, son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. La síntesis de los materiales plásticos se produce a través de un proceso de polimerización.

Los materiales plásticos pueden dividirse en 3 tipos:

- **Termoplásticos:** son aquellos polímeros que, a temperatura ambiente, son plásticos o deformables, se funden cuando se calientan y se endurecen en un estado vítreo cuando se enfrían lo suficiente.
- **Termoestables:** son polímeros infusibles e insolubles. La razón de tal comportamiento estriba en que las cadenas de estos materiales forman una red tridimensional.
- **Elastómeros:** son aquellos polímeros que muestran un comportamiento elástico.

1.3.1. Termoplásticos

Los materiales termoplásticos están formados por cadenas moleculares lineales o ramificadas. Una característica destacable de los mismos es que pueden cambiar su forma una o varias veces por la acción combinada de temperatura y presión (de forma que cuando la temperatura se eleva se reblandece, y al enfriar se endurece).

El proceso de reblandecimiento de los termoplásticos comienza a temperaturas relativamente bajas (60 a 120 °C), lo cual introduce restricciones en determinadas aplicaciones.

A los termoplásticos utilizados para la fabricación de tuberías se les añaden pequeñas cantidades de sustancias adicionales (aditivos), tales como: estabilizantes, lubricantes, colorantes, modificadores de impacto u otros.

De los materiales plásticos empleados en tuberías para el transporte de agua son termoplásticos, entre otros, el PVC-U, el PP y el PE.

1.3.2. Termoestables

Los materiales termoestables están formados por redes moleculares tridimensionales. A diferencia de los termoplásticos, durante la fabricación de los termoestables, se opera una reacción química irreversible que impide cambiar de forma las piezas producidas con ellos.

Los polímeros termoestables tienen, en general, mejores propiedades mecánicas a elevadas temperaturas que los termoplásticos.

Uno de los plásticos termoestables empleados para el transporte de agua a presión es el polietileno reticulado (PE-X), material comúnmente utilizado en instalaciones interiores para suministro interior de agua fría y caliente.

1.4. Aplicaciones de las tuberías plásticas en nuestros días

Actualmente la tecnología existente para el desarrollo de tuberías plásticas ha avanzado hasta el punto de que se dispone de una amplia variedad de materiales que permiten cubrir un gran campo de aplicaciones, tanto industriales como de ámbito terciario y doméstico.

Los principales tipos de materiales plásticos utilizados para la producción de tuberías y accesorios, son:

- Polietilenos.
- Polipropilenos.
- Polibutilenos.
- Policloruros de vinilo.

De esta forma, las aplicaciones más comunes de estos materiales dentro del ámbito de la edificación son (véase la tabla 1.1):

- Instalaciones de suministro de agua sanitaria (fría y caliente).
- Instalaciones de calefacción.
- Instalaciones de climatización.
- Instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales.

Tabla 1.1. Resumen de aplicaciones de las tuberías plásticas en edificación

Edificación	Agua fría, agua caliente (ACS) y climatización	Polietileno reticulado (PE-X)
		Polibutileno (PB)
		Polipropileno copolímero random (PP-R)
		Tuberías multicapa
		Policloruro de vinilo (clorado) (PVC-C)
		Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)
	Suministro de agua fría y evacuación	Polietileno (PE)
		Polipropileno homopolímero (PP-H)
		Policloruro de vinilo (no plastificado) (PVC-U)
		Policloruro de vinilo (clorado) (PVC-C)
		Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)

1.5. Sostenibilidad y eficiencia energética

Desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades. Este desarrollo no puede suponer un perjuicio sobre los recursos naturales de la Tierra.

El desarrollo sostenible requiere soluciones adecuadas y seguras en todos los aspectos de la conducción de agua; en este sentido, la utilización de tuberías plásticas contribuye de una forma activa a mantener los parámetros de sostenibilidad y eco-eficiencia, ya que de forma general, pueden destacarse las siguientes ventajas en su utilización:

- La fabricación y transformación de tuberías plásticas consume menos recursos agotables y energía que otros materiales alternativos.
- En su proceso de producción se emplean las más modernas y mejores técnicas disponibles.
- Su utilización supone un ahorro energético y un menor nivel de emisiones de CO₂ en comparación con materiales alternativos.
- Las tuberías plásticas tienen una larga vida útil (superior a 50 años).
- Ofrecen altas prestaciones junto con una excelente relación calidad-precio.
- Son reciclables, pudiendo volver a utilizarse en nuevas aplicaciones.

1.6. Parámetros comunes en el estudio de características de las tuberías plásticas

1.6.1. Resistencia: tensión tangencial de trabajo

Para calcular la vida útil de un determinado tipo de tubería se requerirá, entre otros aspectos, saber su comportamiento en diversas condiciones de presión y temperatura del fluido transportado. Para ello será necesario averiguar el esfuerzo que será capaz de soportar la tubería ante tensiones de origen tangencial para unos valores concretos de presión (véase el ejemplo gráfico de la figura 1.1).

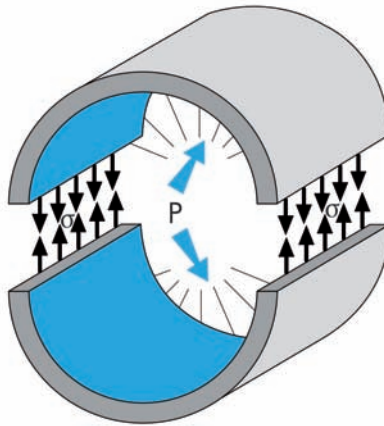


Figura 1.1. Ejemplo gráfico del efecto causado por la tensión tangencial en una tubería

Este parámetro puede calcularse mediante la fórmula de Lamé:

$$\sigma = \frac{P \times (D - e)}{2 \times e}$$

donde:

- σ : tensión tangencial en la pared de la tubería (kg/mm^2)
- P : presión de trabajo (kg/mm^2)
- D : diámetro exterior (mm)
- e : espesor (mm)

Una vez calculada la tensión tangencial para cada diámetro y condiciones de trabajo de la tubería, habrá que aplicar unos factores de corrección o coeficientes de seguridad (f), propios para cada tipo de tubería y ámbito de instalación, con valores comprendidos entre 1,25 y 2,5; por lo que, en realidad, la tensión tangencial de trabajo será la resultante de aplicar:

$$\sigma_t = \sigma \times f$$

1.6.2. Curva de regresión de la tubería

Una vez calculada la tensión tangencial para cada diámetro y condiciones de la tubería, es posible calcular la duración técnica de la misma (T) mediante la curva de regresión, que expresará su vida útil para unas determinadas condiciones de presión y temperatura (véase la figura 1.2).

Ejemplo

¿Cuál será la presión de trabajo continuo que puede soportar una tubería de PE-X de la serie 5 trabajando continuamente a 60 °C durante 50 años?

- Serie: 5
- Temperatura de trabajo: 60 °C
- Durabilidad estimada: 50 años

En el gráfico de la figura 1.3 buscamos la recta de 60 °C. Para 50 años:

1) Tensión tangencial según curva de regresión PE-X:

$$\sigma = 6 \text{ Mpa}$$

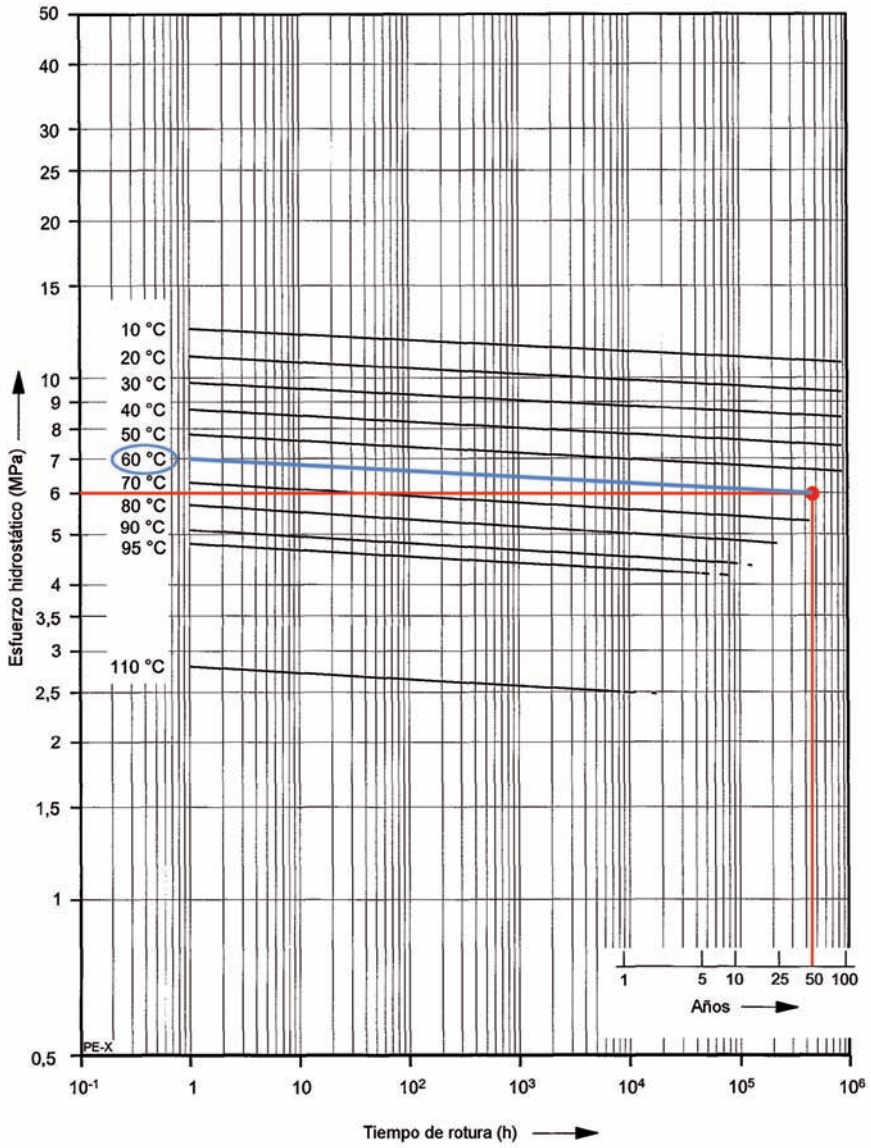
2) La presión de trabajo en continuo para las condiciones reflejadas, será:

$$P_t = \sigma / S = 6/5 = 1,2 \text{ MPa} = 12 \text{ kg/cm}^2$$

Luego la tubería podrá trabajar a 12 kg/cm² y 60 °C durante 50 años

Conclusiones

La presión de trabajo variará para cada temperatura de trabajo y “serie” de tubería. Del mismo modo, podrá calcularse la presión de trabajo en continuo para un diámetro y “serie” de tubería concretos, conociendo su espesor y coeficiente de seguridad correspondiente, mediante las expresiones señaladas anteriormente.



Fuente: Norma UNE-EN ISO 15875-2.

Figura 1.2. Ejemplo de curva de regresión para tubería PE-X

1.6.3. Parámetros clasificatorios

1.6.3.1. Clase de aplicación

Se entiende por “clase” la aplicación óptima, que no exclusiva, para la que ha sido diseñada la tubería, bajo una vida útil de 50 años. Un mismo tipo de tubería podrá estar clasificada para diferentes clases aplicativas. Esta clasificación está tomada de la Norma ISO 10508 y los campos de aplicación dados se entenderán como orientativos.

La clasificación es la siguiente:

- Clase 1: tuberías para el suministro de agua caliente sanitaria a 60 °C.
- Clase 2: tuberías para el suministro de agua caliente sanitaria a 70 °C.
- Clase 4: calefacción por suelo radiante y radiadores a baja temperatura.
- Clase 5: tuberías para calefacción por radiadores a alta temperatura.

La clase 3 no se contempla en esta clasificación; dicha clase está referida únicamente, según la Norma ISO 1059, a las instalaciones de calefacción por suelo radiante a baja temperatura. Por criterios técnicos no se ha incluido nunca en las normas EN, presentándose la clase 4 como clase de aplicación alternativa que cubre, además del suelo radiante, el resto de sistemas de calefacción hidráulica por radiación a baja temperatura, tal y como se aprecia en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Clases de aplicación normalizadas y condiciones de trabajo

Clase	Temp. diseño (°C)	Vida a temp. diseño (años)	Temp. máx. (°C)	Vida a temp. máx. (años)	Temp. de mal func. (°C)	Vida a temp. mal func. (horas)
1	60	49	80	1	95	100
2	70	49	80	1	95	100
4	20	2,5	70	2,5	100	100
	40	20				
	60	25				
5	20	14	90	1	100	100
	60	25				
	80	10				

La clase 3 no se contempla en la legislación española al considerar que bajo esta clase la temperatura de mal funcionamiento solamente puede alcanzar los 65 °C. Cada país puede elegir la clase 1 o la clase 2 de acuerdo con la legislación nacional. Esta clasificación está tomada de la Norma ISO 10508 y los campos de aplicación se dan como orientativos.

1.6.3.2. Serie

Es un parámetro adimensional adoptado de la Norma ISO 4065 que permite clasificar los tubos, reflejando la relación entre la tensión tangencial (σ), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y presión de trabajo a esa misma temperatura.

Es una forma de cuantificar cuánto afecta la presión del fluido a las paredes interiores de la tubería a una temperatura dada. Es decir, una serie 5 estaría más afectada por la presión que una serie 3,2; o lo que es lo mismo, una serie 3,2 es más resistente a la presión, en altas temperaturas, que una serie 5.

Por cada tipo de tubería bajo una clase aplicativa específica se podrán distinguir diferentes series según su resistencia a la presión en función de la temperatura de trabajo. De algún modo, el espesor de pared de la tubería definirá también la serie a la que esta puede pertenecer, estando el espesor (e) implícito en el valor de tensión tangencial.

$$S = \sigma / P$$

en la que:

σ : tensión tangencial del material considerado (tensión de diseño)

P : presión del fluido (presión nominal)

Los valores para las diferentes series de tubería están basados en los valores extraídos de las fórmulas relacionales de Renard, siguiendo el orden siguiente: 1,00 – 1,25 – 1,60 – 2,00 – 2,50 – 3,20 – 4,00 – 5,00 – 6,30 y 8,00.

El concepto de serie viene a sustituir al de presión nominal (PN), término heredado de las tuberías metálicas y utilizado con fines de referencia, en relación con las características mecánicas de estos materiales.

1.6.3.3. Relación de dimensiones normalizada (SDR)

Es un concepto muy generalizado y de claro contenido, aplicado en la normalización para definir clases de tuberías. Su expresión es la relación entre el diámetro exterior de un tubo y su espesor.

$$\text{SDR} = D_e / e$$

en la que:

SDR : relación de dimensiones estándar

D_e : diámetro exterior de la tubería

e : espesor de pared

Los posibles valores normalizados de S y SDR figuran en la Norma ISO 4065:1996 y, de ellos, los principales son los que se indican en la tabla 1.3. De dicha relación, a su vez, solo algunos son utilizados en la normalización de UNE-EN.

Tabla 1.3. Relación entre los valores de serie (S) y SDR

S	20,0	16,0	13,3	12,5	10,5	10,0	8	6,3	5,0	4,0	3,2
SDR	41,0	33,0	27,6	26,0	22,0	21,0	17,0	13,6	11,0	9,0	7,4

1.6.3.4. Presión nominal

Como se ha comentado, aunque este parámetro no forma parte de la terminología relativa a la utilización de tuberías plásticas, puede venir marcado de forma indeleble sobre la superficie de la tubería como simple dato de referencia, existiendo igualmente una estrecha relación entre el espesor de la tubería y la PN de la misma, bajo un mismo rango de temperatura. Por ello, se entenderá como presión nominal el valor de referencia que coincide con la “presión de funcionamiento admisible” (PFA). Es decir, la presión máxima que una tubería o componente es capaz de resistir de forma permanente en servicio.

Normalmente, este valor está referido a la máxima presión de trabajo para unas determinadas características de tubería a una temperatura base de 20 °C; en consecuencia, cuando la temperatura de régimen de la instalación aumente, la PN disminuirá en función de las características del material empleado.

Será conveniente que, en caso de marcar también sobre la superficie de la tubería la presión nominal a 20 °C, se refleje junto a esta la PN resultante a temperatura elevada de utilización (60 °C / 70 °C / 95 °C).

La presión nominal será función de:

$$PN = 2 \sigma \times e / De - e$$

en la que:

PN : presión nominal

σ : tensión circunferencial o tangencial

e : espesor de pared

De : diámetro exterior

1.6.3.5. Coeficiente global de diseño

Las características mecánicas de los materiales termoplásticos dependen de tres parámetros fundamentales:

- Tiempo de permanencia en carga y/o bajo presión.
- Temperatura de ensayo.
- Esfuerzo de trabajo.

En base a esto, el diseño de las tuberías se efectúa aplicando a los materiales unos coeficientes de diseño (servicio o seguridad), con valor superior a la unidad, que permitan absorber la disminución de las propiedades mecánicas a lo largo del tiempo.

El coeficiente global de diseño, con valor superior a la unidad, tiene en cuenta tanto las condiciones de servicio, como las propiedades de los componentes de los sistemas de tuberías, además del límite inferior de confianza (LCL) al 97,5% de la resistencia hidrostática a largo plazo, prevista para agua a 20 °C durante 50 años.

Para cada material se ha asignado un valor mínimo, que está considerado en la Norma UNE-EN 12162, quedando reflejados en la tabla 1.4.

Tabla 1.4. **Valores mínimos de coeficiente global de diseño**

Tipo de tubería – Material	Coeficiente global (mínimo) de diseño
Polietileno (PE)	1,25
Polietileno reticulado (PE-X)	1,25
Polietileno de alta resistencia térmica (PE-RT)	1,25
Polibutileno (PB)	1,25
Polipropileno copolímero (PP-R)	1,60
Polipropileno homopolímero (PP-H)	1,60
Policloruro de vinilo (PVC-U)	1,60
Policloruro de vinilo clorado (PVC-C)	1,60
Tuberías “multicapa” con lámina de aluminio	1,25
Acilonitrilo butadieno estireno (ABS)	1,60

Independientemente de estos valores, pueden tomarse otros en función de las características de la instalación, siendo habitual que los fabricantes de tuberías diseñen algunos de sus sistemas para coeficientes de seguridad mayores, como 2,0; 2,5 e incluso 4,1 para algunas dimensiones estandarizadas (SDR).

1.6.3.6. Marcado y trazabilidad

Sobre el tubo deben ir marcados, de forma fácilmente legible y permanente, los parámetros clasificatorios más significativos e información adicional que lo identifique y permita su trazabilidad. El contenido de este marcado está especificado en la correspondiente norma para cada producto. En el caso de un producto de calidad certificada por un organismo independiente, en el marcado se incluirá el logotipo correspondiente a dicha certificación (véase la figura 1.3).

- Nombre del suministrador, fabricante y/o marca comercial.
- Fecha de fabricación (mes, año y número de lote).
- Tipo de material (PE / PE-X / PB / PP-R / PVC-U...).
- Diámetro nominal, DN (mm).
- Clase de aplicación.
- Serie, S.
- Espesor nominal, e (mm).
- Presión de diseño a 20 °C y opcionalmente presión de diseño a 60 °C.
- Referencia a la norma correspondiente en cada aplicación.
- Marca de calidad (en el caso de producto certificado).

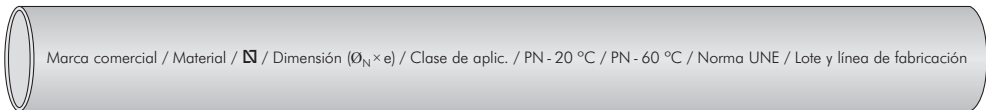


Figura 1.3. Ejemplo del grabado de características sobre la superficie de una tubería plástica

1.7. Comportamiento de las tuberías en condiciones de trabajo

1.7.1. Resistencia al “golpe de ariete”

Se entenderá como “golpe de ariete” la sobrepresión producida sobre los elementos de una instalación (tuberías, accesorios, válvulas, etc.) ante modificaciones súbitas de la velocidad del agua que los atraviesa. Estas sobrepresiones se traducen en un aumento desproporcionado de la energía cinética del agua y pueden originarse por el cierre o apertura rápida de una válvula o grifo, el arranque o parada de una bomba, los ciclos de lavado de un lavavajillas, etc.

El efecto del golpe de ariete se propaga a lo largo de la tubería en forma de ondas de presión que se desplazan a gran velocidad, causando una serie de choques violentos contra las paredes de la misma. Este efecto se traduce también en un intenso martilleo o trepidación, especialmente si la canalización no está adecuadamente sujeta, provocando esfuerzos y fatigas en la tubería, en las uniones, bridas, codos y en los diversos aparatos situados en su recorrido.

El valor del golpe de ariete es, por tanto, proporcional a la energía cinética de la masa de líquido, que depende de su velocidad, del tiempo de cierre y de la longitud de la tubería por una parte, y de las características mecánicas de la tubería y del fluido por otra.

Con relación a esto último, la adecuada selección, instalación y montaje de la tubería serán primordiales para atenuar este efecto; las tuberías plásticas en general, presentan un mejor comportamiento al golpe de ariete, debido en gran parte a su mayor módulo elástico, con lo que se consigue una mejor amortiguación a la sobrepresión provocada por este fenómeno transitorio, que requiere, por otro lado, de unas velocidades de régimen, superiores a 2,5 m/s, poco habituales en las instalaciones interiores de los edificios.

Por todo lo dicho, recordaremos que son cinco los factores que determinan la severidad del golpe de ariete:

1. Velocidad del agua o fluido transportado.
2. Resistencia mecánica y módulo de elasticidad de la tubería.
3. Diámetro interior de la tubería.
4. Espesor de pared de la tubería.
5. Tiempo de cierre de la válvula o dispositivo que provoca la detención brusca del agua en el circuito.

Existen diversas fórmulas o métodos de cálculo para averiguar el valor aproximado de este efecto en una instalación; algunas de ellas son: Michaud, Allievi, Joukowski, Mendiluce y Berguerón, entre otros.

En definitiva, y por uno de los procedimientos de cálculo más utilizados (L. Allievi), se deduce que el golpe de ariete es un fenómeno oscilatorio que se propaga a lo largo de la tubería con una velocidad determinada, y que responde a la expresión:

$$V = \frac{9900}{\sqrt{48 + k_1 \cdot D/c}}$$

donde :

V : velocidad de propagación del agua (m/s)

D : diámetro de la tubería (mm)

e : espesor de la tubería (mm)

k_1 : coeficiente variable dependiente del tipo de tubería, según la expresión:

$$k_1 = \frac{10^{10}}{E}$$

E : coeficiente de elasticidad de la tubería (kg/m^2), valor tabulado para cada material

Otro de los factores determinantes es el cálculo de la sobrepresión producida durante el golpe de ariete, según se detalla a continuación:

$$\Delta P = \rho C \Delta V$$

donde:

ΔP : incremento de presión (Pa)

ρ : densidad del fluido (para el agua = 1)

C : velocidad de la onda de presión

ΔV : incremento de la velocidad del agua al producirse el cambio de régimen de circulación

1.7.2. Conductividad térmica

La baja conductividad térmica de las tuberías plásticas hace que el fluido que circula por la tubería tenga una menor transmisión térmica al exterior a través de las

paredes de las tuberías, por lo que forzosamente se perderá menos energía, en comparación con otros materiales. Esto deriva en una menor pérdida de temperatura desde el generador (caldera, calentador o acumulador) hasta los puntos terminales, por el menor coeficiente de transmisión térmica de los materiales plásticos, lo que se traduce en un menor consumo energético.

Aún así, y de acuerdo con la normativa vigente CTE (Código Técnico de Edificación) y RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), las tuberías destinadas a instalaciones de calefacción, climatización y ACS deberán aislarse en determinadas condiciones, con independencia del material con el que estén construidas, en función de su diámetro exterior y de la temperatura del fluido que transportan.

Para superficies de sección circular, con una conductividad térmica distinta a $\lambda_{\text{ref}} = 0,04 \text{ W / (m} \cdot \text{K)}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$, se atenderá a la siguiente expresión:

$$d = \frac{D}{2} \left[\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{\text{ref}}} \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot d_{\text{ref}}}{D} \right) - 1 \right]$$

donde:

- ln : logaritmo neperiano (base 2,7183...)
- D : diámetro interior del material aislante; coincide con el diámetro exterior de tubería
- d : espesor mínimo del material empleado (mm)
- d_{ref} : espesor mínimo de referencia (mm)
- λ : conductividad térmica del material empleado, en $\text{W / (m} \cdot \text{K)}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$
- λ_{ref} : conductividad térmica de referencia, igual a $0,04 \text{ W / (m} \cdot \text{K)}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$
- EXP : número neperiano elevado a la expresión reproducida entre paréntesis

Nota: señalamos que, dadas las características de la mayoría de las tuberías plásticas existentes para instalaciones interiores, debido a su baja pérdida térmica y en algún caso a sus espesores, en muchas ocasiones no sería necesaria la colocación de aislantes térmicos. Aún así, esta medida pasa a ser obligatoria en las condiciones expresadas en el RITE, con el objeto de cumplir con la legislación vigente.

A continuación se muestra el método simplificado para la selección de los espesores de aislamiento térmico necesario en tuberías, válidos para equipos y/o instalaciones con potencias nominales instaladas menores o iguales a 70 kw; estos espesores varían en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido de la red. Son válidos para materiales de aislamiento térmico con una

conductividad de referencia a 10 °C de 0,040 W / (m · K). Si se decide utilizar materiales de aislamiento térmico distintos, se deberán calcular los espesores mínimos aplicando las ecuaciones anteriormente citadas e incluidas también en el RITE para superficies circulares.

- Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan **fluidos calientes** que discurren por el **interior** de los edificios (véase la tabla 1.5).

Tabla 1.5. **Espesores para fluidos calientes en el interior de los edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40 ... 60	> 60 ... 100	> 100 ... 180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	35	40	50
$D > 140$	35	40	50

- Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan **fluidos calientes** que discurren por el **exterior** de los edificios (véase la tabla 1.6).

Tabla 1.6. **Espesores para fluidos calientes en el exterior de los edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40 ... 60	> 60 ... 100	> 100 ... 180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$D > 140$	45	50	60

- Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan **fluidos fríos** que discurren por el **interior** de los edificios (véase la tabla 1.7).

Tabla 1.7. **Espesores para fluidos fríos en el interior de los edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	-10 ... 0	0 ... 10	> 10
$D \leq 35$	30	20	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$D > 140$	50	40	30

- Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan **fluidos fríos** que discurren por el **exterior** de los edificios (véase la tabla 1.8).

Tabla 1.8. **Espesores para fluidos fríos en el exterior de los edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	-10 ... 0	0 ... 10	> 10
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$D > 140$	70	60	50

Nota: en las tablas originales de la IT 1.2.4.2.1 del RITE, existía un error tipográfico en las temperaturas de referencia para las tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos; las tablas reproducidas están corregidas de acuerdo con los datos de referencia adecuados a la situación descrita para cada una de las mismas.

Para aquellas redes de tuberías que tengan un funcionamiento continuo, como es el caso de las redes de agua caliente sanitaria en hoteles y hospitales, se incrementarán los espesores de aislamiento térmico en 5 mm sobre los indicados en las tablas.

- Las redes de retorno deberán aislarse igual que las redes de impulsión.
- Para tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm y de longitud menor que 5 m contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, deberán aislarse con un espesor de 10 mm, evitando, en cualquier caso, la formación de condensaciones.

1.7.3. Dilatación

Los materiales plásticos presentan, como propiedad diferenciadora respecto a otros materiales, un coeficiente de dilatación térmica más alto, lo cual, ante cambios de temperatura elevados y determinadas configuraciones, les hace susceptibles de sufrir tensiones de origen térmico que se traducen, sobre todo en instalaciones vistas, en serpeos debidos a la dilatación de la tubería entre puntos de anclaje.

Por otro lado, la posibilidad de problemas se genera por las fuerzas que la tubería ejerce con los cambios de temperatura; estas fuerzas son considerablemente menores que en los materiales metálicos, hecho que permite adoptar alternativas al control de estas dilataciones, así como utilizar unas fijaciones más ligeras y económicas. Dado que este es un fenómeno de considerable importancia en instalaciones interiores de suministro y distribución de agua fría y caliente, subrayamos la necesidad de observar las instrucciones señaladas en la Norma UNE-ENV 12108 referentes a las medidas para corregir y compensar las posibles dilataciones por efectos de la temperatura.

Los tubos que están sometidos a variaciones de longitud por efecto de la temperatura, requieren de una consideración particular para evitar cualquier daño, principalmente en los tubos rígidos.

La dilatación o contracción térmica de una tubería termoplástica puede calcularse de acuerdo con la ecuación:

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha^{(*)}$$

donde:

ΔL : es la variación de longitud debida a la temperatura (mm)

ΔT : es la diferencia de temperatura (K)

L : es la longitud del tubo (m)

α : es el coeficiente de dilatación térmica (variación de la longitud por efecto de la temperatura), en milímetros por metro y grado centígrado, señalados en la tabla 1.9.

Un método sencillo para compensar dichas dilataciones se basa en una de las propiedades características de los termoplásticos, su bajo módulo elástico, lo que les proporciona una elevada flexibilidad; esta propiedad permite convertir un simple cambio de dirección en el trazado de la red, en una forma eficaz de disipar los esfuerzos de origen térmico.

Tabla 1.9. Dilatación térmica en mm/m °C, para diferentes materiales plásticos

Material	α mm/m °C
Policloruro de vinilo clorado (PVC-C)	0,07
Policloruro de vinilo (no plastificado) (PVC-U)	0,08
Polipropileno copolímero random (PP-R)	0,15
Polietileno reticulado (PE-X)	0,15
Polibutileno (PB)	0,13
Tuberías multicapa (MC) (PE-X / Alu / Pe)	0,02
Acilonitrilo butadieno estireno (ABS)	0,10

Por tanto, la misma configuración de la red, sobre todo en instalaciones vistas, permitirá, en la mayoría de los casos, compensar las posibles dilataciones térmicas mediante los propios accesorios y cambios de dirección del circuito. Se atenderá para ello, y especialmente, a las distancias mínimas entre los soportes utilizados y dichos accesorios, con el fin de no provocar puntos fijos que impidan el desplazamiento natural requerido durante la fase de dilatación.

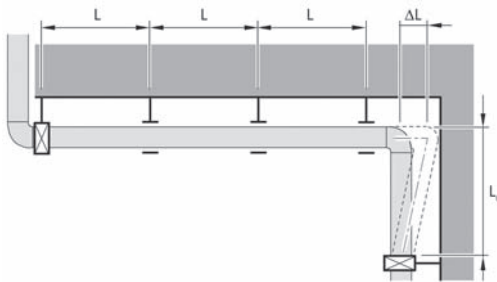
Una correcta disposición de los soportes, sobre todo en instalaciones vistas, define el brazo de flexión necesario para absorber dichos esfuerzos, en función del diámetro de la tubería y de la elongación debida al incremento de temperatura.

Otra de las alternativas, como método para el control de las dilataciones, sería el uso de las llamadas “medias cañas”, soportes semi-circulares que se adaptan al contorno exterior de la tubería y actúan como soporte de las mismas, atenuando las fuerzas y tensiones que se generan durante los fenómenos de dilatación térmica.

Las configuraciones más habituales para compensar las dilataciones mediante el anclaje de la tubería o la realización de determinadas figuras de expansión son:

- Codos y figuras en S.
- Liras de dilatación.
- Distancia entre soportes y/o anclajes de la tubería.
- Utilización de soportes fijos.
- Utilización de medias cañas.

1.7.3.1. Codos y figuras en S

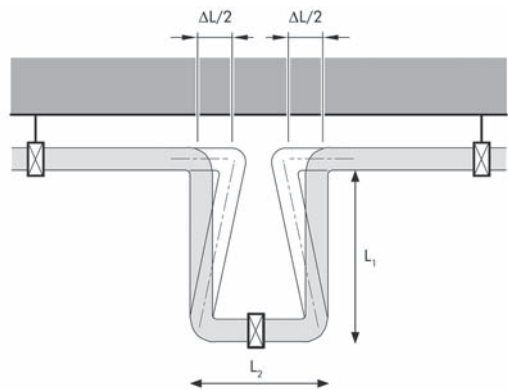


En este caso la expresión para el cálculo del tramo que permitirá compensar la dilatación, será:

$$L_C = C \cdot \sqrt{d \cdot \Delta L}$$

1.7.3.2. Liras de dilatación

- Para el diseño de la lira de dilatación, se recomienda que la longitud L_2 sea la mitad de L_1 .
- En este caso, se aplicará la siguiente fórmula para calcular la longitud total de la lira.



$$L_B = C \cdot \sqrt{d_c \cdot \frac{2\Delta L}{2}} = 2L_1 + L_2$$

ΔL : variación de longitud por efecto de la temperatura (mm)

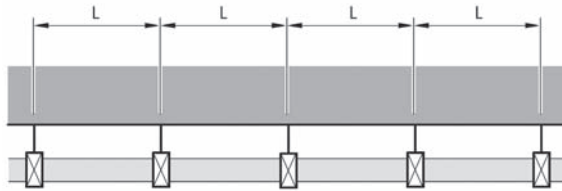
C : constante del material, según tabla

d_c : diámetro exterior (mm)

- L : distancia entre soportes o puntos de anclaje (mm)
- L_1 : longitud del brazo dilatador mayor (mm)
- L_2 : longitud del brazo dilatador menor (mm)
- L_C : longitud total del tramo compensador (mm)

Material	Constante del material (C)
PE-X	12
PB	10
PP-R	20
PVC-C	34

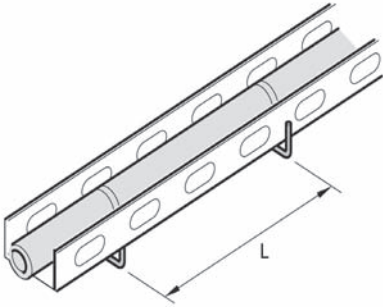
1.7.3.3. Distancia entre soportes y/o anclajes de la tubería



Diámetro exterior del tubo	$L_1^{(1)}$	
	Agua fría	Agua caliente
$d_e \leq 16$	750	400
$16 < d_e \leq 20$	800	500
$20 < d_e \leq 25$	850	600
$25 < d_e \leq 32$	1.000	650
$32 < d_e \leq 40$	1.100	800
$40 < d_e \leq 50$	1.250	1.000
$50 < d_e \leq 63$	1.400	1.200
$63 < d_e \leq 75$	1.500	1.300
$75 < d_e \leq 90$	1.650	1.450
$90 < d_e \leq 110$	1.900	1.600
$110 < d_e \leq 125$	2.100	1.850
$125 < d_e \leq 140$	2.300	2.050
$140 < d_e \leq 160$	2.500	2.300

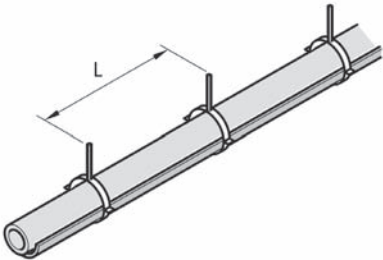
⁽¹⁾ Para tubos verticales, L_1 debería multiplicarse por 1,3.

1.7.3.4. Utilización de soportes fijos (canales, bandejas...)



Diámetro exterior del tubo	Distancia máxima entre soportes (L)	
	Agua fría	Agua caliente
$d_e \leq 20$	1.500	1.000
$20 < d_e \leq 40$	1.500	1.200
$40 < d_e \leq 75$	1.500	1.500
$75 < d_e \leq 110$	2.000	2.000
$110 < d_e \leq 125$	2.000	2.000
$125 < d_e \leq 140$	2.500	2.500
$140 < d_e \leq 160$	2.500	2.500

1.7.3.5. Utilización de canaletas semicirculares "medias cañas"

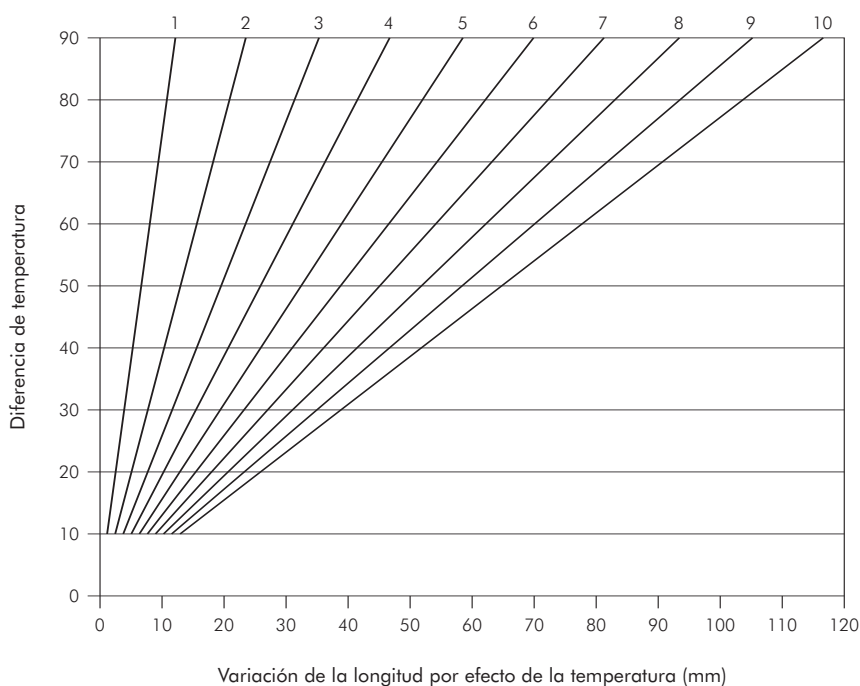


Diámetro exterior del tubo	Distancia máxima entre soportes (L)	
	Agua fría	Agua caliente
$d_e \leq 20$	500	200
$20 < d_e \leq 25$	500	300
$25 < d_e \leq 32$	750	400
$32 < d_e \leq 40$	750	600
$40 < d_e \leq 75$	750	750
$75 < d_e \leq 110$	1.000	1.000
$110 < d_e \leq 125$	1.000	1.000
$125 < d_e \leq 140$	1.250	1.250
$140 < d_e \leq 160$	1.250	1.250

Para el resto de supuestos, puede consultarse la Norma UNE-ENV 12108 en la que se contemplan otros casos menos habituales.

En general, para todos los materiales plásticos pueden obtenerse los ábacos de dilatación lineal, así como gráficos y tablas en las que se aprecian las distancias máximas entre puntos de anclaje para diferentes condiciones de instalación y temperatura de agua, y para diversos diámetros de tubería.

Como ejemplo, se presenta un gráfico de dilatación lineal (véase la figura 1.4) que expresa el aumento de longitud del tramo en estudio, en función del salto térmico de la instalación y de la longitud total del propio tramo.



Fuente: Norma UNE-ENV 12108.

Figura 1.4. **Ejemplo de un gráfico de dilatación lineal por efecto de la temperatura**

No obstante, se señala que cada material plástico dispone de su gráfico de dilatación lineal, reflejado en la Norma UNE-ENV 12108.

En cuanto a las tuberías desnudas que discurren empotradas en el interior de la tabiquería o suelo, deberán instalarse a una profundidad aceptable por debajo de estos. En

estos casos, el recubrimiento de la roza o regata (mortero, hormigón, etc.) provoca un efecto de retroacción, provocando que la dilatación de la tubería se realice de forma interna, sin provocar deformaciones en su recorrido por el interior de la tabiquería.

Del mismo modo, y aunque las tuberías plásticas pueden quedar directamente embebidas en el interior de la tabiquería, es aconsejable protegerlas con un forro de protección (tubo corrugado, coquilla...), evitando que el material de relleno (mortero de cemento, etc.) entre en el interior de dicha cobertura de protección.

1.7.4. Condensación

La aparición de condensaciones sobre las tuberías es un efecto estrechamente relacionado con la conductividad térmica.

Este fenómeno, detectable por la aparición de gotas de agua sobre las paredes externas de las tuberías, es fuente de problemas en las instalaciones. Está causado principalmente por el contacto de la superficie exterior de la tubería, que está a una temperatura baja, con el aire con una alta humedad relativa.

Estas condensaciones inciden también sobre los materiales circundantes, como dispositivos metálicos (accesorios, válvulas, soportes) y se transmiten al resto de materiales en contacto con la canalización (yeso o enlucido de obra, madera, etc.), provocando la oxidación de los materiales metálicos y permitiendo la aparición de hongos y otros microorganismos, en definitiva, deteriorando los materiales.

La aparición de condensaciones en las tuberías plásticas es menos frecuente que en las metálicas, ya que la conductividad térmica en las primeras es en general inferior, por lo cual se requiere de unos contrastes mayores para que la humedad del aire se condense. Aún así, en el RITE se especifica el procedimiento de cálculo para la protección de las tuberías contra la condensación, siendo especialmente importante recordar que este efecto dependerá principalmente de tres parámetros:

- Temperatura exterior del aire.
- Temperatura del agua en el interior de la tubería.
- Humedad relativa del aire (a considerar relevante entre un 60% y un 80%).

1.7.5. Contacto con agua de consumo humano

Todos los materiales plásticos son completamente inocuos, lo que garantiza la calidad del agua transportada, conservando además todas sus propiedades organolépticas, y por tanto, son aptos para el transporte de agua para consumo humano, así

como admitidos también para el transporte de otros líquidos, incluso de carácter alimentario.

El DB HS 4 del CTE especifica que:

- Los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano.
- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Serán resistentes a la corrosión interior.
- No presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí.

Se prestará especial atención en aquellas instalaciones donde el agua pueda contener concentraciones superiores a 0,5 ppm de cloro libre, ya que en esos casos puede llegar a provocar la degradación estructural de la mayoría de tuberías, accesorios y sus uniones.

En relación con este punto, se seguirá con preferencia lo señalado en el RD 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis; en este documento se hace referencia a que los materiales de las tuberías deben ser capaces de resistir una desinfección mediante tratamiento por cloro o por elevación de temperatura, así como que se deben evitar aquellos materiales que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías.

Los sistemas de tuberías plásticas empleados en la conducción de agua caliente sanitaria y agua de consumo humano (PEX, PP, PB, Multicapa,..) soportan con éxito los métodos de desinfección descritos en el mencionado real decreto y no favorecen ni la formación de biocapa ni el crecimiento microbiano.

Del mismo modo, se atenderá a lo señalado en el RD 140/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios de la calidad del agua para consumo humano, donde se destacan entre otras instrucciones:

- El material de construcción, revestimiento, tuberías, soldaduras y accesorios no transmitirán al agua sustancias o propiedades que contaminen o empeoren la calidad del agua procedente de la captación.
- Antes de su puesta en funcionamiento y después de cualquier actividad de mantenimiento o reparación que pueda suponer un riesgo de contaminación del agua de consumo humano, se realizará un lavado y/o desinfección del tramo afectado de tuberías con sustancias que señala el artículo 9, y los productos de construcción de estas deberán cumplir con lo dispuesto en el artículo 14 del mismo real decreto.

1.7.6. Comportamiento en exteriores

Los rayos UV del sol tienen suficiente energía como para romper algunos enlaces $-C-C-$ y $-C-H-$ de los plásticos. El resultado es un envejecimiento prematuro del material, entendido como cristalización.

Esto puede ocasionar que la estructura de la tubería, una vez cristalizada, pueda agrietarse o fisurarse al sufrir determinados impactos, vibraciones, tensiones o cambios bruscos de temperatura, provocando importantes averías en la instalación.

Todo ello, exclusivamente referido a tuberías que permanezcan expuestas al sol, directamente y de una forma continuada. Algunas tuberías, como las de PE, se someten a un proceso de aditivado mediante “negro de carbono”, lo que provoca una resistencia más prolongada a los efectos de la radiación UV del sol.

En otras tuberías de estructura compuesta, las capas exteriores e incluso intermedias de la tubería, están formadas por materiales que presentan un óptimo comportamiento ante la incidencia directa de los rayos solares, por lo que en ellas se mantiene en perfectas condiciones la capa interna o alma de la tubería.

No obstante, es recomendable que toda aquella tubería plástica que tenga que permanecer expuesta de forma directa a la acción de los rayos solares, sea protegida mediante algún tipo de funda, canal, pintura o aislamiento previsto a tal efecto, existiendo múltiples soluciones para ello en el mercado.

- Enfundado en tubo corrugado, disponible en diversos colores (véase la figura 1.5).
- Protección mediante coquilla aislante (térmica, anticondensación, etc.).

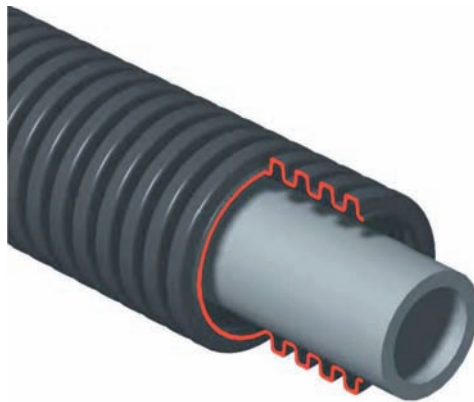


Figura 1.5. Ejemplo de tubería enfundada con tubo corrugado de protección

- Protección mediante canales o molduras.
- Protección mediante pinturas aislantes adecuadas.
- Protección mediante cintas adhesivas de protección, etc.

1.7.7. Corrosión

Otro fenómeno que contribuye al deterioro de las tuberías tradicionales es la corrosión; uno de los fenómenos causantes de corrosión más habituales se produce a través de un mecanismo de naturaleza electroquímica que se caracteriza por la formación de “pilas eléctricas” sobre la superficie interna o externa de las tuberías y accesorios, debido a la reacción entre dos zonas, diferenciadas entre sí, llamadas ánodo y cátodo.

Esta corrosión, llamada electroquímica, se origina por:

- Naturaleza del agua (conductividad eléctrica), en la que el agua actúa de electrolito (conductor).
- Características de la instalación y su entorno.
- Condiciones de servicio de la misma.

Las tuberías plásticas, por su naturaleza como aislantes eléctricos, no favorecen el desarrollo de fenómenos de corrosión electrolítica y, por lo tanto, no presentan corrosión.

Algunos factores que pueden favorecer el avance de la corrosión en las instalaciones son, entre otros:

- La penetración de oxígeno en el circuito.
- El aumento de la temperatura del agua en la instalación.
- El aumento de la presión y la velocidad, que puede provocar aumento de las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en el agua.
- La combinación de materiales metálicos de distinta naturaleza en uniones y puntos de transición.

Las empresas fabricantes de tuberías plásticas desarrollan actualmente diversas series de tuberías protegidas con microláminas que actúan como barrera antidifusión de oxígeno, como pueden ser las capas EVOH, formadas por un compuesto de alcohol etileno-vinilo (abreviado también como EVAL). Esto evita que a través

de la tubería penetre oxígeno en los circuitos cerrados termohidráulicos, el cual podría dañar las partes metálicas de la instalación.

Las tuberías plásticas y termoestables no reaccionan con los materiales de construcción comúnmente utilizados (morteros, cementos, cales, yesos, materiales para tabiquería seca), aunque es recomendable su enfundado en instalaciones directamente empotradas, por mera protección mecánica.

1.7.8. Comportamiento acústico. Fonoabsorbencia

Las tuberías plásticas, por su estructura y composición, presentan un bajo nivel de transmisión acústica, aún con velocidades altas de circulación del agua, siendo permitida por el CTE una mayor velocidad de fluido en las tuberías plásticas que en las metálicas.

El DB HR del CTE señala un límite de ruido según uso y estancia del edificio, siendo recomendable para todo tipo de edificaciones, mantener siempre, al caudal máximo de referencia (entre 2 l/s y 4 l/s), niveles inferiores a los 30 Db (véase la tabla 1.10).

Tabla 1.10. Valores recomendados del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $Leq_{A,T}$, para ruidos estacionarios según DB HR del CTE

Uso del edificio	Tipo de recinto	Valor de $Leq_{A,T}$ (dB)
Sanitario	Estancias	35
	Dormitorios y quirófanos	30
	Zonas comunes	40
Residencial	Dormitorios y estancias	30
	Zonas comunes y servicios	50
Administrativo	Despachos profesionales	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
Docente	Aulas	40
	Salas de lecturas y conferencias	35
	Zonas comunes	30

(continúa)

Tabla 1.10. Valores recomendados del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $Leq_{A,T}$, para ruidos estacionarios según DB HR del CTE

(continuación)

Uso del edificio	Tipo de recinto	Valor de $Leq_{A,T}$ (dB)
Cultural	Cines y teatros	30
	Salas de exposiciones	45
Comercial		50

Para conseguir este nivel de ruido es fundamental la capacidad fonoabsorbente de la tubería plástica en las instalaciones de evacuación, jugando un papel muy importante su situación, montaje y tipología de los soportes utilizados en la instalación (abrazaderas isofónicas, trapecios, etc.) siendo necesario que todos los elementos de la instalación minimicen la transmisión sonora.

Actualmente, gracias a la tecnología de vanguardia, existe en el mercado una amplia gama de tuberías y accesorios plásticos diseñados especialmente para garantizar el mínimo ruido en cada instalación, sea vista u oculta, atenuando cualquier tipo de vibración sonora (como, por ejemplo, las provocadas por el choque del agua contra las paredes del tubo, de una curva o de una té).

Existen diversos tipos de tubos para un sistema de evacuación insonorizada (monocapa, bicapa, tricapa, etc.) que permiten cumplir con las exigencias acústicas establecidas en el CTE, teniendo en cuenta las características de la instalación (caudal, velocidad, recorrido, espacios de paso, etc.).

En cualquier caso, debe atenderse siempre a las pautas indicadas en las correspondientes normas y a las recomendaciones de montaje del fabricante.

1.7.9. Comportamiento frente al fuego

El buen comportamiento frente al fuego es de especial relevancia en las tuberías de evacuación que transcurran por espacios ocultos no estancos sin recubrimiento resistente al fuego. Tal y como se indica en el CTE, en ese caso, los tubos han de tener una clasificación mínima de B-s3,d0.

El material más utilizado en las tuberías de evacuación es el PVC, que por su propia naturaleza, no se incendia con facilidad ni produce gotas inflamadas que puedan transmitir el fuego. Esto hace que alcance la mejor clasificación posible para los materiales plásticos (B-s1,d0), superior a la clasificación requerida por el CTE.

Tabla 1.11. Clasificación de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1

Contribución al fuego	B Contribución limitada al fuego		
	Clases de opacidad de humos	s1 Baja cantidad y velocidad de emisión	s2 Cantidad y velocidad de emisión media
Clases de gotas inflamadas	d0 No se producen gotas inflamadas	d1 No hay gotas inflamadas de duración superior a 10 segundos	d2 Productos que no se clasifican ni d0 ni d1

1.8. Accesorios y sistemas de unión

Son los elementos necesarios para dar continuidad, enlazar, direccionar y derivar las tuberías. Los diversos sistemas de tuberías plásticas para instalaciones interiores de suministro y evacuación de agua, presentan no solo una diversa gama en lo referido a materiales, sino también en su función específica.

Los materiales en los que se fabrican los diversos sistemas de accesorios son principalmente:

- Polietileno (PE).
- Polibutileno (PB).
- Polipropileno copolímero random (PP-R).
- Polipropileno homopolímero (PP-H).
- Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U).
- Policloruro de vinilo clorado (PVC-C).
- Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).
- Polifenilsulfona (PPSU).
- Existiendo igualmente accesorios en acero inoxidable, latón...



Del mismo modo, dentro de la diversa gama de accesorios existentes, podemos citar entre los más comunes:

- Manguitos de unión.
- Manguitos de reducción.
- Codos y curvas de 90° y 45° para suministro interior de agua.
- Codos y curvas de 90° y 87° para evacuación.
- Curvas de 45°.
- Tes de derivación.
- Tes de derivación y reducción.
- Canalones para recogida de aguas pluviales.
- Codos roscados para conexión de griferías y otros dispositivos de acople por roscado.
- Colectores.
- Baterías de contadores.
- Válvulas.
- Arquetas.
- Sumideros.
- Sifones y otros cierres hidráulicos.
- Bridas.
- Elementos de fijación (grapaspas, abrazaderas, etc.).



Para cada material pueden existir uno o diversos sistemas de unión en los que se precise o no la utilización de alguna herramienta, equipo o componente para efectuar con garantía dichas uniones. Así, los diferentes sistemas de unión son, entre otros:

- Uniones termofusionadas.
- Uniones electrosoldables.
- Uniones por expansión y contracción del tubo.
- Uniones por casquillo deslizante y uniones prensadas (*press-fitting*).

- Uniones de enchufe rápido (*push-fitting*) y uniones por junta elástica (evacuación).
- Uniones encoladas, también llamadas de fusión fría.
- Uniones por compresión mecánica y uniones embreadadas, etc.


1.9. Control de calidad

La fabricación de tubos y accesorios plásticos es un proceso industrial altamente tecnificado durante el cual se realizan numerosos ensayos de control de calidad encaminados a verificar no solo el aseguramiento de la calidad en la fabricación, sino también que las características técnicas de los tubos y accesorios una vez fabricados, sean conformes a las especificaciones recogidas en la normativa correspondiente.

1.9.1. Certificación de calidad de producto

En el presente apartado se resume el proceso de control de calidad que se realiza habitualmente, conforme a lo especificado por las normas europeas y españolas de producto.

En el caso de la certificación de la calidad de los tubos y accesorios plásticos, AENOR certifica la conformidad con las especificaciones recogidas en las normas correspondientes.

El mejor sistema para demostrar a los clientes y usuarios que los productos que se les suministran cumplen con los requisitos especificados en la norma de aplicación, es mediante la obtención del Certificado AENOR, que permite hacer uso del logotipo de Marca de Calidad  de Producto en el marcado de los tubos (véase la figura 1.6).

Actualmente, los fabricantes de AseTUB tienen certificada la calidad tanto de sus tubos como del sistema tubo-accesorio, con el objetivo de ofrecer y garantizar siempre la máxima calidad de los mismos.



Figura 1.6. Marca AENOR de producto certificado

La certificación de la calidad de un producto conlleva las siguientes actividades:

El fabricante debe tener implantado un sistema de aseguramiento de la calidad de conformidad con la Norma UNE-EN ISO 9001 y debe realizar, con la frecuencia establecida por el Comité de Certificación, los ensayos encaminados a verificar la conformidad del producto.

Con carácter anual, los Servicios Técnicos de AENOR evalúan la conformidad con la Norma UNE-EN ISO 9001 del sistema de aseguramiento de la calidad establecido por el fabricante, y llevan a cabo una inspección de producto donde:

- Se realizan ensayos en fábrica.
- Se verifica el cumplimiento del control interno del fabricante.
- Se seleccionan muestras para enviar a un laboratorio externo independiente.

Este laboratorio independiente ensaya los tubos seleccionados durante la inspección de acuerdo con los requisitos de la norma correspondiente de producto.

Algunos de los ensayos que se efectúan sobre las tuberías en estos laboratorios son, entre otros (véanse las figuras 1.7, 1.8 y 1.9):

- Características dimensionales.
- Resistencia a la presión interna.
- Ensayo de resistencia al desgarro (uniones).
- Presión interna.
- Reticulación.
- Opacidad.
- Impacto Charpy.
- Ensayo de curvatura (uniones).
- Ciclos de temperatura.
- Ciclos de presión.
- Ensayo de vacío.
- Estabilidad térmica.



Figura 1.7. Ensayo mecánico de resistencia al desgarro

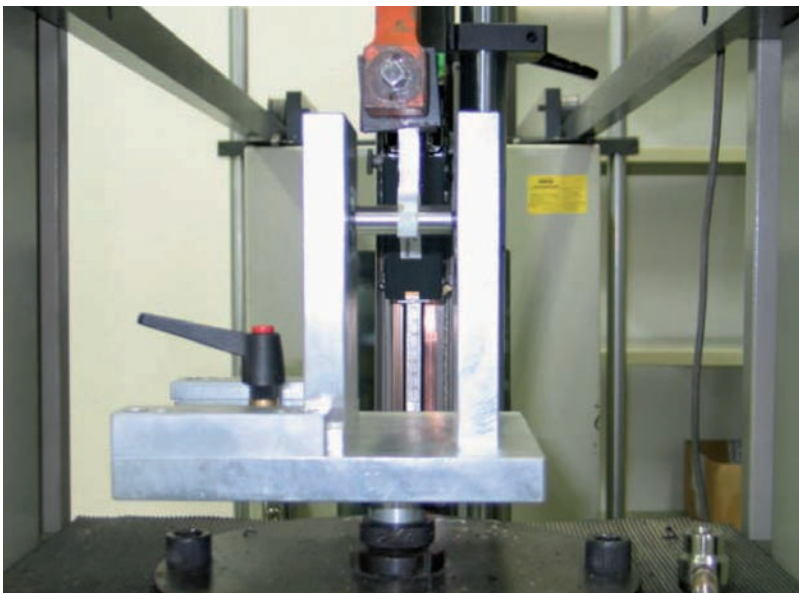


Figura 1.8. Ensayo de adherencia en tubería multicapa



Figura 1.9. Ensayo de estanquidad bajo presión en probeta de PVC

Las características y exigencias que garantizan las óptimas prestaciones y la calidad de estos productos están recogidas en normas nacionales, que a su vez pueden ser adopciones de normas europeas (EN) y/o internacionales (ISO).

Por tanto, la publicación de normas UNE-EN ISO supone la unificación y armonización a nivel nacional, europeo e internacional de las exigencias y especificaciones recogidas en las normas de producto. Las normas UNE-EN ISO dan respuesta al reto de las nuevas tecnologías y al vertiginoso desarrollo tecnológico de la industria de los plásticos.

Por todo lo comentado, recordaremos que la confección, publicación y cumplimiento de las normas UNE se realiza de acuerdo con tres modelos de adaptación:

- UNE: norma definitiva de aplicación nacional, aprobada por AENOR, con total vigencia de contenidos y ámbito exclusivamente nacional.
- UNE-EN: norma definitiva de aplicación nacional con total coincidencia, por adopción (traducción) o ejecución propia, con las normas europeas (EN).
- UNE-EN-ISO: norma definitiva que sigue los mismos patrones que la citada anteriormente y que además, su texto es idéntico al de la norma internacional ISO correspondiente.

1.9.2. Sistemas de gestión de la calidad en la fabricación

El sistema de gestión de la calidad viene asociado a los parámetros seguidos por los fabricantes durante el proceso de producción de cada uno de los sistemas, siguiendo por lo general, los principios establecidos en la Norma UNE-EN ISO 9001. Este sistema consiste en inspecciones periódicas, procedimientos y ensayos o evaluaciones de control, tanto a la materia prima como a los equipos, componentes, procesos de producción y producto.

Todos los elementos, requisitos y soluciones adoptadas por el fabricante, deben estar de manera sistemática documentados por escrito, en políticas y procedimientos de la calidad.

El control de producción ofrece, por tanto, técnicas operativas y todas las medidas que permiten el mantenimiento y el control de la conformidad de los componentes con sus especificaciones técnicas. Su implementación implica controles y ensayos de la materia prima y otros componentes, a los procesos, equipos de fabricación y productos finales.

La implementación de un sistema de gestión de la calidad en fábrica requiere acciones, entre otras, sobre:

- Personal (formación, habilidades, experiencia...).
- Equipos de peso, de medida, de ensayos, de fabricación (calibración, verificación...).
- Proceso de diseño.
- Materia prima y componentes (verificación de las especificaciones).
- Control en proceso (producción bajo condiciones controladas).
- Trazabilidad y marcado (identificación de producto y de lotes).
- Productos no conformes (tratamiento de las no conformidades).
- Acciones correctivas.
- Manejo, almacenaje y embalaje.

Existen organismos que certifican el cumplimiento con los requisitos de la UNE-EN ISO 9001, y, por tanto, la implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad.

Esta certificación por parte de AENOR da lugar a la obtención por parte del fabricante de la marca AENOR de empresa registrada.



Con esta marca se da a entender que el sistema de gestión de la calidad de la empresa a la que se concede es objeto de las auditorías y controles establecidos en el sistema de certificación y que AENOR ha obtenido la adecuada confianza en su conformidad con la Norma UNE-EN ISO 9001.



Adicionalmente, AENOR entrega, junto con el certificado de registro de empresa, el certificado IQNet que facilita el reconocimiento internacional del certificado de AENOR.

1.10. Capacitación y cualificación profesional de instaladores

La responsabilidad sobre la correcta ejecución y funcionamiento de las instalaciones interiores en los edificios reside, por lo que a su montaje se refiere, en la figura de la empresa instaladora, y especialmente en el profesional que asumirá la máxima responsabilidad sobre ella ante la Administración Pública, al avalar dicho compromiso mediante el denominado **Carné de Instalador Autorizado**.

El Carné de Instalador Autorizado es, por tanto, el documento que la Administración Pública (estatal o autonómica) otorga a los profesionales de las empresas instaladoras, una vez acreditado su conocimiento sobre la normativa específica relativa a cada especialidad profesional (calefacción y climatización, fontanería, gas, etc.), con el objeto de asumir la responsabilidad derivada del montaje, funcionamiento y/o mantenimiento posterior de la instalación realizada, bajo los parámetros señalados en la/s normativa/s e instrucciones técnicas correspondientes a cada especialidad.

Para la obtención y tramitación de dicho carné se deberán cumplir, entre otras, las siguientes exigencias administrativas y profesionales:

- Tener una edad mínima de 18 años.
- Estar en posesión del título académico oficial requerido por la Administración Pública o Reglamento/Normativa específica, en cada caso, o bien, superar una prueba en la que se evalúen los conocimientos teóricos o teórico-prácticos sobre la profesión y la reglamentación aplicables al carné solicitado.
- Acreditar, mediante los documentos requeridos en cada caso, la actividad profesional realizada, bien por cuenta propia (autónomos) o ajena (como integrante de la plantilla de una empresa).

- Acreditar, en algunos casos, una experiencia mínima en el desarrollo de la actividad profesional.
- Cumplir con las exigencias administrativas marcadas para cada especialidad, como por ejemplo: cumplimentación de solicitudes, liquidación de tasas y seguros, etc.

Dicho documento deberá ser renovado periódicamente y a petición de la administración pública estatal o autonómica correspondiente; para dicha renovación, en algunos casos se deberá acreditar la ejecución de un número anual mínimo de instalaciones.

Es posible que en el futuro, siguiendo directrices europeas, dicha acreditación sea sustituida por algún otro requisito o cualificación profesional que avale los conocimientos y experiencia de los instaladores y técnicos que deben responsabilizarse del montaje, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones.

Consciente de la importancia de la correcta instalación de las tuberías de materiales plásticos en las instalaciones, tanto en interior como en exterior de edificaciones, así como en el ámbito de la obra pública, la **Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos (AseTUB)** recomienda siempre que la instalación sea realizada por profesionales cualificados.

Precisamente, y ante la ausencia de capacitación profesional oficial en el ámbito de la canalización de fluidos para abastecimiento de agua y saneamiento en obra pública y civil, AseTUB puso en marcha en el año 2004 la realización de cursos teórico-prácticos, dirigidos a la formación de instaladores de tuberías plásticas (PVC, PE, PP y PRFV) en redes de abastecimiento, riego y saneamiento.

Una vez finalizado el curso, los instaladores adquieren un perfecto conocimiento de las características de las tuberías plásticas para las aplicaciones señaladas, así como todo lo concerniente a su manejo e instalación. El **Carné de Especialista en Instalación de Tuberías Plásticas de AseTUB** se otorga a aquellos instaladores que superan con éxito las pruebas de examen final. AseTUB lleva un Registro de carnés emitidos, en vigencia y anulados, que puede consultarse en la web de la asociación.

1.11. Transporte, manipulación y acopio de tuberías plásticas

En la carga, transporte y descarga de los tubos y accesorios se utilizarán los medios adecuados y se tomarán las precauciones necesarias para evitar daños y degradación de los mismos.

1.11.1. Transporte y descarga

Los tubos son suministrados habitualmente de forma paletizada en barras o rollos (véase la figura 1.10).

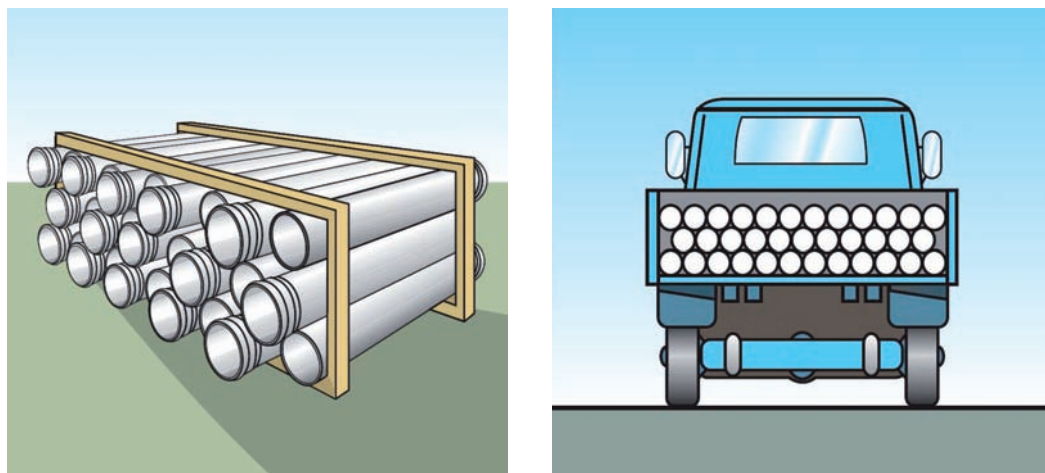


Figura 1.10. Ejemplo de embalaje y colocación correcta de tubería para su almacenamiento y transporte

Para su transporte se deben tomar las precauciones que a continuación se relacionan:

- Los vehículos deben estar provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos u otros elementos que puedan dañar las tuberías. Los tubos sueltos deben apoyarse en toda su longitud para un mejor reparto de las cargas.
- Se debe evitar que los tubos sobresalgan de la plataforma del camión quedando un extremo en voladizo.
- Los tubos con alta rigidez deberán situarse en la parte inferior de la carga y los de baja rigidez en la parte superior.
- Cuando se realiza la carga de tubos con embocadura, estos deberán apilarse en el vehículo de forma que las embocaduras no estén sometidas a excesiva carga.
- La carga se asegurará sobre los vehículos sin usar elementos (cadenas, cables) en contacto con los tubos que puedan dañarlos. Se recomienda el empleo de bandas o cintas evitando el apriete excesivo.

- La descarga de los tubos y accesorios debe realizarse ordenadamente, evitando arrojarlos desde el camión al suelo, o golpearlos violentamente.

1.11.2. Almacenamiento

El lugar destinado para colocar los tubos debe estar nivelado y plano, con el fin de evitar deformaciones, que podrían llegar a ser permanentes. Igualmente debe estar exento de objetos duros y cortantes.

Cuando los tubos se almacenen sin paletizar, la altura de apilado no excederá de 1,5 metros. El apilado de los tubos con embocadura debe realizarse alternando las embocaduras y dejándolas sobresalir para que los tubos se apoyen a lo largo de toda su generatriz.

Por precaución, todas las tuberías plásticas se resguardarán de la incidencia directa de los rayos solares, siendo esto particularmente importante en las épocas de mayor radiación solar o cuando se prevean largos periodos de almacenamiento. En estos casos se recomienda una protección adecuada por medio de una cubierta opaca con libre circulación de aire (tipo lona).

Los tubos almacenados deben estar situados de forma tal que combustibles, disolventes, adhesivos, pinturas agresivas, etc., no entren en contacto con los mismos. No debe permitirse el almacenaje de tuberías en zonas donde puedan tener contacto con otras conducciones de vapor o agua caliente, asegurándose de que la temperatura de la superficie exterior de la tubería no alcance 45 °C.

1.11.3. Manipulación

Para evitar riesgos de deterioro y de incidentes posteriores, al trasladar los tubos para su instalación definitiva se llevarán sin arrastrarlos por el suelo ni golpearlos contra objetos duros.

Con temperaturas extremadamente frías se deben tomar precauciones para evitar golpes fuertes que pudieran dañar la tubería. Si debido al manejo o almacenaje defectuoso resultase dañado un tubo, la longitud afectada debe ser suprimida completamente.

