



Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV)

El PRFV es un material compuesto formado por dos tipos de materiales básicos: la **fibra de vidrio**, como material resistente a los esfuerzos a los que se someten los tubos, y la **resina**, ya sea de Poliéster, Viniléster o Epoxi, que aporta la resistencia química.

En el interior de la resina polimerizada queda alojada la fibra de vidrio, que puede presentarse en forma continua o cortada. Otra de las materias primas destacables que puede integrarse en la estructura del material compuesto es la arena de sílice.



Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de



Introducción



Gama habitual

DN 200 a 4000
PN 1 a 32
SN 2.500 a 10.000

Las tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), que se emplean desde hace más de 60 años, surgieron para hacer frente a problemas de la industria del petróleo.

Durante los años 50 y principios de los 60, aparecen nuevos fabricantes de tuberías de PRFV y métodos de fabricación, como el enrollamiento en continuo o el cruzado, que se emplearon en grandes conducciones de agua, abastecimientos, regadíos, redes de saneamiento, industrias químicas, desalinizadoras, circuitos de refrigeración, papeleras, etc. En la actualidad estos productos se encuentran en una clara fase de expansión gracias a las ventajas técnicas y económicas que aportan frente a materiales tradicionales como el hormigón, el acero o la fundición.

En España, este tipo de tecnologías de tubería se implementó a finales de los años 80 y principios de los 90, principalmente para abordar grandes proyectos de regadío y conducciones de agua a presión; aunque se han empleado también en los sistemas de saneamiento por gravedad, plantas de tratamiento de aguas residuales y potabilizadoras, desalinizadoras y otros proyectos de carácter más industrial.

Ante la diversidad de tecnologías y procesos de producción de tubos de PRFV, que implicaban tubos fabricados para las mismas necesidades de funcionamiento y aplicación pero con características físicas distintas, en España nace la **“Guía técnica para el diseño, fabricación e instalación de tuberías a presión de Poliéster reforzado con fibra de vidrio PRFV”** publicada por el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas), cuyo fin es unificar las normas de referencia, los criterios de diseño, los controles de calidad y establecer las buenas prácticas para la adecuada instalación y puesta en obra de estas tuberías.



Fabricación

Las tuberías de PRFV se fabrican mediante diversos sistemas de fabricación, siendo el más habitual el de **Enrollamiento de filamentos** (Filament Winding), en sus 2 versiones:

• **Enrollamiento por avance en Continuo**, que consiste en la conformación de un tubo sobre un mandril mecánico móvil sin fin, sobre el que se van aplicando de forma controlada las materias primas (resina, fibra de vidrio cortada, continua y áridos). El sistema va rotando y avanzando, con lo que se va conformando la estructura de la pared del tubo. Con este proceso continuo se pueden fabricar tubos de diámetros entre DN 300 y DN 4000 y de diferentes longitudes, sin necesidad de detener el proceso de fabricación, hasta un máximo de 13 m (límite marcado por imperativo del transporte).



• **Enrollamiento Cruzado** que, a diferencia del sistema anterior, consiste en la conformación de un tubo sobre un mandril mecánico fijo que en un extremo lleva la forma de la campana y sobre el cual se fabrica conjuntamente el tubo y la unión (sistema Campana-Espiga). Se fabrican diámetros desde DN 200 hasta DN 3200 en longitudes útiles desde 1 m hasta 12 m siendo la producción flexible, por tanto, se pueden fabricar varios DN a la vez simplemente cambiando el DN del molde.



Materias Primas

Las tuberías de PRFV están clasificadas como "Composites" (Materiales Compuestos) y sus propiedades finales dependen de la calidad de sus materias primas, así como de la distribución de éstas en la estructura del laminado. Las materias primas que se utilizan en la fabricación de tuberías de PRFV por el sistema de enrollamiento son:

Resinas insaturadas, que pueden ser de diferentes tipos:

- *Tipo Poliéster* (Ortoftálicas e Isoftálicas), para aplicaciones no agresivas.
- *Tipo Viniléster*, para aplicaciones agresivas tanto por corrosión como por temperatura.

La resina más utilizada en la fabricación de este tipo de tuberías es la resina de poliéster.



Fibras de Vidrio, que se presentan en diversas formas:

- *Velo de Superficie* (1), que proporciona una perfecta estanqueidad al tubo y aporta resistencia a la corrosión.
- *Fibra de vidrio continua* [Roving Continuo, (2)], que aporta al tubo la resistencia a la tracción.
- *Fibra de vidrio cortada* [Roving Cortado – Mat (3) y Chop (4)], que aporta resistencia mecánica.



Cargas Inertes, principalmente la arena sílice, que aporta el espesor necesario para conferir la rigidez nominal de las tuberías.



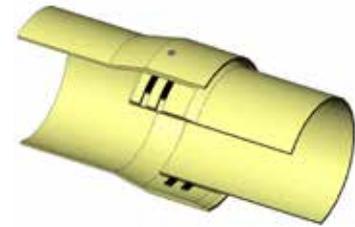
Sistemas de unión

Según la tecnología de fabricación del tubo se emplean diferentes sistemas de unión.

El proceso de Enrollamiento Continuo basa su sistema de unión en un **Manguito** de PRFV con elementos de estanqueidad multilabiados independientes. Estos manguitos pueden ser montados en cualquier tramo de tubo, lo que permite una máxima flexibilidad en el montaje.



El sistema de Enrollamiento Cruzado basa el suyo en la **Campana y Espiga** -conformada sobre el mismo tubo-, formando una sola pieza, sistema que normalmente va dotado de una válvula de comprobación de la estanqueidad.



Ambos sistemas permiten una **deflexión angular** por junta desde 0,5° a 3°

Pueden presentarse con un sistema de **junta trabada** resistente a la tracción



En función de las necesidades del proyecto, se pueden emplear otros sistemas de unión, como son:

la unión mediante **soldadura química** -la aplicación de laminados de PRFV-, que además de poder emplearse para uniones rectas se utiliza para la conformación de cualquier tipo de accesorio



las **bridas**, fabricadas también en PRFV, que permiten la conexión a cualquier equipo mecánico (válvulas, ventosas, etc)

las **uniones mecánicas** metálicas flexibles.



Normativa de Referencia

Principales Normas de Referencia

Suministro de agua con/sin presión	UNE-EN 1796
	ISO 10639
	ASTM D3517 AWWA C950
Saneamiento con/sin presión	UNE-EN 14634
	ISO 10467
	ASTM D3262

Otros documentos de referencia:

- **UNE-CEN/TS 14362** Guía para la evaluación de la conformidad de tuberías de PRFV
- **Manual AWWA M45** Fiberglass pipe design

Guía Técnica del CEDEX

La *Guía Técnica para el diseño, fabricación e instalación de tubería a presión de poliéster reforzado con fibra de vidrio*, redactada por el CEDEX y publicada en 2016, establece unas frecuencias y criterios de ensayo más restrictivos que los contemplados en las normas de referencia, lo cual supone un paso más para asegurar la calidad de la tubería y su instalación. Además, recoge la realización de otros ensayos que no son normativos y que se han identificado como de I+D+i. Cualquier fabricante que declare trabajar según esta guía, deberá realizar todos estos ensayos.

Garantía de calidad

La Marca N de Calidad de Producto de AENOR de los tubos de PRFV según el Reglamento Particular RP 00.48 (2016), se ha adaptado a los requisitos de la Guía Técnica del CEDEX, fundamentalmente en cuanto a frecuencias, revisión de criterios y nuevos ensayos.

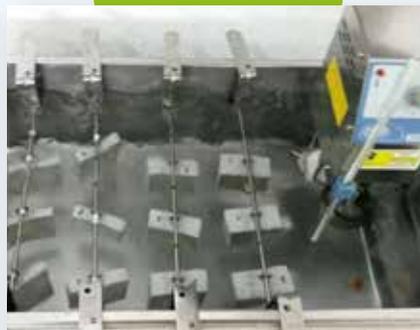


A los ensayos habituales establecidos en las normas de aplicación (unión, rigidez, deflexión, tracción longitudinal y circunferencial) se han incluido estos nuevos ensayos en la Guía Técnica del Cedex:

Fatiga



Absorción de agua



RIGOR
COMPROMISO
CALIDAD

Impacto



Ataque químico



Ensayo deflexión a pH básico y ácido a largo plazo



Aplicaciones

Las principales aplicaciones para las tuberías de PRFV, con y sin presión, son:

- Conducciones de agua para riego
- Conducciones de agua para abastecimiento
- Colectores de saneamiento urbano e industrial
- Colectores de aguas pluviales
- Plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR-ERAR)
- Plantas de tratamiento de agua potable (ETAP)
- Conducciones de agua para minicentrales hidroeléctricas
- Plantas desalinizadoras y desaladoras (IDAM)
- Circuitos de refrigeración y proceso en centrales eléctricas
- Emisarios submarinos
- Plantas químicas
- Colectores de drenaje en puentes
- Sistemas de tanques de tormenta
- Rehabilitación de conducciones
- Conducciones de hinca (con o sin presión)
- Conducciones de ventilación y aireación



Experiencias con tuberías de PRFV

A nivel mundial hay actualmente cientos de miles de km de tubería de PRFV instalada y en funcionamiento. Esto hace que sean numerosas las referencias tanto a nivel nacional como internacional.

Referencias destacadas:

km suministrados por las empresas de AseTUB (en España):

Regadíos:	3.570 km
Saneamiento:	830 km
Abastecimiento:	775 km
Energía/Industria:	145 km
Total:	5.320 km

España

Regadíos del Páramo Alto, Medio y Bajo
DN 300 a 2400
PN 6 a 16
Longitud total: 254 km

Panamá

Centrales Hidroeléctricas de Pando y Monte Lirio
DN 2600 a 2800
PN 10 a 20
Longitud total: 4,2 km

Marruecos

Regadío El Guerdane
DN 400 a 1400
PN 6, 10 y 16
Longitud total: 186 km

Qatar

Sistema de Refrigeración de Ras Laffan
DN 150
PN 6
Longitud total: 105 km

Argentina

Acueducto Rio Colorado, La Pampa
DN 1100
PN 8 a 20
Longitud total: 93 km

Angola

Conducciones de Bombeo del Embalse de Calueque
DN 1600 a 1800
PN 4 a 10
Longitud total: 10 km

Australia

Regadío Lower Lakes
DN 750 a 1000
PN 20
Longitud total: 56 km

Ventajas



Inertes a la corrosión

El material con que se fabrican estos tubos es totalmente inerte a la corrosión.

- ✓ Larga vida útil.
- ✓ No necesita revestimientos ni recubrimientos especiales, protección catódica ni otros medios de protección contra la corrosión.
- ✓ Bajos costes de mantenimiento.



Excelente comportamiento hidráulico

La mínima rugosidad de la superficie interior (coeficiente de Manning $n=0,009$) y la natural resistencia a la adherencia de partículas y sólidos proporciona un excelente comportamiento hidráulico durante su funcionamiento, ya sea por bombeo o gravedad.

- ✓ Bajas pérdidas por fricción interior (menor exigencia de energía de bombeo y menores costes operativos).
- ✓ Menor acumulación y adhesión de lodos, reduciendo los costes de limpieza.
- ✓ Excelente resistencia a la abrasión.
- ✓ Capacidad de absorber golpes de ariete de hasta el 40% de la PN.
- ✓ Valor de celeridad de onda inferior a materiales tradicionales (50% del acero u hormigón).
- ✓ Propiedades hidráulicas que se mantienen constantes en el tiempo.



Garantía de estanqueidad

Todos los sistemas de unión están diseñados para garantizar una completa estanqueidad a lo largo de toda su vida útil en servicio.



Fácil instalación

Son numerosos los aspectos que facilitan el proceso de instalación:

- ✓ Bajo peso, por lo que no requiere costosos equipos de manipulación.
- ✓ Sistemas de uniones flexibles de fácil y rápida conexión.
- ✓ Longitudes estándar más largas (hasta 12 ó 13m).

Ventajas



Gran resistencia mecánica y a elevadas presiones

Los tubos siguen rigurosos ensayos a Largo Plazo (10.000 horas) que validan las propiedades químicas y mecánicas de su diseño.



Amplia gama de accesorios

Gran variedad de accesorios y piezas estándar que permiten adaptarse a cualquiera de las necesidades de la instalación. Además es posible la fabricación de piezas no convencionales y especiales para adaptarse a cualquier requerimiento de diseño de la conducción.



Extensa gama de diámetros normalizados

Una completa normativa internacional - EN, ISO, ASTM, AWWA- regula la más amplia gama de tuberías del mercado, desde DN 25 hasta DN 4000.



Eficiencia energética y medioambiental

- ✓ Reducida Huella de Carbono en comparación con otros materiales en un Análisis del Ciclo de Vida.
- ✓ Gran eficiencia del diseño de los materiales. Mayor rendimiento de sus componentes.
- ✓ Eficiencia en el transporte. Menor peso, menores emisiones de carbono.
- ✓ Menor energía de bombeo gracias a su superficie interior lisa y excelentes características hidráulicas.
- ✓ Reciclables.
- ✓ Bajo consumo de energía en su fabricación.



Gran experiencia y durabilidad

Las tuberías de PRFV, diseñadas, fabricadas y suministradas desde hace más de 60 años en todo el mundo, son aptas para una amplia gama de fluidos: agua potable, agua de riego, agua de mar, agua residual, productos químicos, etc., y aplicaciones tanto enterradas como aéreas o bajo el agua.

Las tuberías de PRFV garantizan un excelente comportamiento a largo plazo con elevados coeficientes de seguridad.

Cualificación de Instaladores

Las empresas de AseTUB recomiendan a sus clientes que el personal que lleve a cabo la instalación de las tuberías de PRFV tenga una formación específica.

A este efecto, AseTUB dispone de un programa de formación de instaladores especialistas en instalación de tuberías plásticas para abastecimiento, riego y saneamiento que da lugar a la obtención del **carné de instalador de AseTUB** que puede complementarse con un **módulo de especialización para montadores y laminadores de tuberías de PRFV**.

La necesidad de contar con esos conocimientos básicos del producto, de sus características y del modo de empleo y manipulación, convierten este tipo de formación en un requisito imprescindible para poder asegurar una buena calidad de la instalación.

Más información en www.asetub.es




AseTUB
Grupo Sectorial Tuberías Plásticas de  ANAIP

Coslada, 18 - 28028 Madrid
Tel. 91 713 08 11
info@asetub.es

www.asetub.es