



## POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRA

Protección, Rehabilitación, Reparación y Refuerzo estructural de Tuberías y Depósitos

Materiales y Sistemas FRP según normas AWWA C305 y ASME PCC2/ISO24817

- Industria
- Agua
- Saneamiento y EDAR



## INTRODUCCIÓN

Décadas de servicio continuo de las tuberías, sean enterradas o aéreas, les han llevado a un deterioro que amenaza su funcionamiento eficaz y su integridad estructural. La fiabilidad de estas infraestructuras críticas es una preocupación constante tanto para organismos públicos y privados de gestión de redes de tuberías de agua y saneamiento, como para el sector industrial y de producción de energía.

El desarrollo de nuevos materiales ha marcado el avance de la sociedad a lo largo de la historia. Son necesarias soluciones innovadoras que proporcionen protección contra la corrosión, rehabilitación, refuerzo estructural, recuperación de la estanquidad y extensión significativa de la vida útil, mediante la aplicación de tecnologías eficaces y competitivas y con la ventaja adicional de generar una perturbación mínima durante su instalación.

## PIPELINE INFRASTRUCTURE

Especializada en ingeniería hidráulica e industrial, nuestro máximo exponente es proporcionar soluciones innovadoras, de gran durabilidad y fiabilidad, para la protección, rehabilitación y refuerzo de las estructuras hidráulicas tales como tuberías, depósitos, tanques, etc., mediante la aplicación de sistemas compuestos avanzados FRP (Fiber Reinforced Polymers).

Nos apoyamos en un equipo experimentado de ingenieros expertos en el campo de la ingeniería civil y estructural que nos permite ofrecer soluciones y diseños a medida adaptándonos a las necesidades y exigencias de cada proyecto.

### PIPELINE INFRASTRUCTURE...

*...protege contra la corrosión, rehabilita, refuerza estructuralmente redes de tuberías y depósitos, con una solución innovadora, fiable, flexible y duradera.*

---

## SISTEMAS FRP

4-5 ■ El Producto

6-7 ■ Características y Beneficios

8 ■ Por qué aplicar un sistema plenamente conforme con los estándares normativos

## SECTORES DE APLICACIÓN

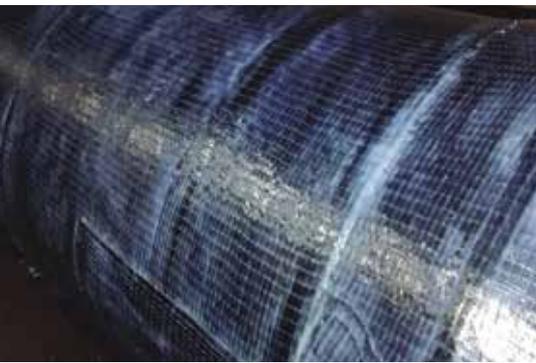
10-11 ■ Industria

12-14 ■ Agua

15 ■ Saneamiento y EDAR



Pi



## ¿QUÉ ES FRP?

### MATERIAL LIGERO DE ALTA RESISTENCIA Y ADHERENCIA ESTRUCTURAL

Los sistemas FRP o polímeros reforzados con fibra (**Fiber Reinforced Polymers**) se definen como refuerzos ligeros de alta resistencia, basados en la aplicación sobre estructuras de materiales constituidos por fibras de refuerzo de carbono o de vidrio, que se combinan en obra con resinas estructurales epoxi de alto rendimiento (material polimérico).

A diferencia de otros sistemas de reparación, los materiales compuestos FRP, cuando son conformes y certificados según normativa, destacan por la asociación única de un material extremadamente fuerte e inamovible que tiene un ratio resistencia/peso incomparable (50 veces superior al acero) con la característica de una adherencia estructural.

En el caso de tuberías, estos laminados de mínimo espesor y de alto rendimiento se pueden aplicar sobre superficie interior —aportando además protección contra efluentes agresivos—, o exterior con la ventaja de poder aplicarse sin parar el servicio.

### MATERIALES

El primer componente aplicado es la imprimación epoxi, que asegura una adhesión completa y la transmisión de esfuerzos entre el sistema de reparación FRP y el substrato existente. El segundo componente es el tejido de fibra de carbono y/o de vidrio, que proporciona el refuerzo en las direcciones circunferencial y longitudinal. Es el material no metálico más resistente del mercado. El tercer componente del sistema es la resina epoxi polimérica, que permite una repartición uniforme de las cargas en la fibra. Para aplicaciones con superficies con irregularidades o con agujeros, se aplica previamente un mortero de resina epoxi de alto módulo para nivelar y sellar provisionalmente los huecos existentes.

Estos componentes unidos forman un sistema compuesto **más fuerte que el acero.**



## EXIGENCIAS AWWA C305 SOBRE MATERIALES Y MÉTODO DE EJECUCION PARA APLICACIONES EN CONDUCCIONES DE AGUA POTABLE

### EL PRODUCTO

PIPELINE INFRASTRUCTURE recurre a materiales y métodos de ejecución plenamente conformes con el estándar reconocido AWWA C305.

- Resinas Epoxi termoendurecibles, 100% sólidas, de curado ambiental y sistema compatible VOC (libre de Componentes Volátiles Orgánicos)
- Tejidos de carbono unidireccionales, de espesor nominal entre 1 y 2 mm
- Todos los materiales deben ser provenientes de un mismo proveedor experimentado, y disponer de ensayos independientes y certificados
- Proceso de puesta en obra por método húmedo exclusivamente. El método húmedo, que ha demostrado ser el mas eficaz y seguro, consiste en instalar sobre el substrato el tejido presaturado mecánicamente (saturador) con resina epoxi
- Sistema CRFP validado por ensayos independientes y retorno de experiencia

### VARIEDAD DE MATERIALES Y SOLUCIONES PARA LA INDUSTRIA

Disponemos de una amplia gama de sistemas Composites, los cuales proporcionan una gran variedad de opciones que permiten solucionar los requerimientos particulares de cada proyecto. Los sistemas FRP que aplicamos están diseñados, ensayados y fabricados para ofrecer soluciones durables de alto rendimiento.

Tejidos de fibras de vidrio y carbono unidireccional o bidireccional con diferente densidad de fibra.

Resinas de saturación epoxi bicomponentes de adhesión estructural, resinas específicas: altas temperaturas, ambientes agresivos tipo ácidos, agua potable.

Resinas de imprimación adaptadas a cualquier condición: superficies metálicas, de hormigón, con humedad, etc.

Coating de protección resistente a ambientes químicos agresivos, temperaturas altas, UVA, contacto agua potable, agua salada, etc.

SOLUCIÓN RESISTENTE A CUALQUIER PRESIÓN O CARGA. ADAPTADA A TODAS LAS CONDICIONES, CON CUALQUIER OBJETIVO.

Sistema Estándar

Transporte de agua potable

Alta (hasta 150°C) y Ultra Alta (149°C-232°C) Temperatura

Ambientes agresivos / Alta concentración de químicos

Condición alta humedad / Sumergido



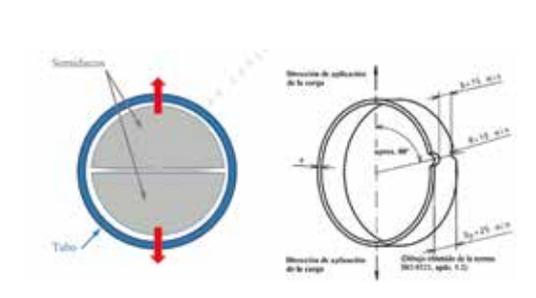
## CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS



Ensayo de tracción unidireccional



Prueba de adherencia



Ensayo de resistencia a la tracción circunferencial (presión de rotura) - laboratorio IETCC (Instituto Eduardo Torroja)

- Aporta resistencia y ductilidad a estructuras **sin añadir peso**.
- Excelentes propiedades de **resistencia** a la tracción que permite soportar presiones muy altas.
- Resistencia a la corrosión (materiales **totalmente anti-corrosivos** y resistentes a ambientes químicamente agresivos, que alargan la vida útil)
- Compatibilidad térmica
- Excelente resistencia a la fatiga
- **Adhesión estructural**
- Mayor **durabilidad**
- Diseño flexible para adaptarse a cualquier necesidad: protección, rehabilitación o refuerzo estructural
- Sistemas fiables, certificados por ensayos independientes y alto retorno de la experiencia
- Acreditado para uso con agua potable
- Se adapta a cualquier sección. Afección mínima en la forma, peso o en la estética de la estructura existente
- Se adapta a cualquier tipo de accesorio (codos, tes, etc.)
- Sin impacto en la capacidad hidráulica: espesor mínimo (en un rango de milímetros) y mejora de la rugosidad gracias al revestimiento polímero
- **Económico**, más aún considerando la solución en su globalidad, por la facilidad de instalación, la durabilidad y la reducción de gastos de mantenimiento asociados. Se aplica de manera precisa en los segmentos de tubería dañados o en las zonas del componente estructural dañado.

Ligero, de alto comportamiento mecánico, de ejecución ágil y flexible son sólo algunos de los aspectos más destacados que hacen que los **materiales FRP** sean cada vez más populares.



## MÉTODO DE EJECUCIÓN

- Proceso de instalación rápido y seguro
- Disrupción y ruido mínimos
- Instalación en espacios reducidos y estructuras difícilmente accesibles.
- Sin necesidad de interrumpir el servicio en la mayoría de los casos
- No se necesita soldadura ni equipo pesado
- Aplicación por el método húmedo, que permite un mayor control del proceso y garantía de buena ejecución.

## TECNOLOGÍA SIN ZANJA

La aplicación interior en tuberías enterradas visitables se realiza sin necesidad de realizar zanja, entrando por los accesos existentes como pozos de registro o bocas de hombre, con las ventajas asociadas: se permite el tráfico rodado, no se dañan las carreteras u otras infraestructuras, reducción de la polución y de las molestias al ciudadano, mayor seguridad en la obra, reducción de costes...



## NORMATIVAS DE REFERENCIA PARA LOS SISTEMAS FRP

Aunque la tecnología compuesta es ampliamente utilizada y entendida por sectores que incluyen automoción, aeroespacial o ingeniería civil y construcción, su uso para la reparación de tuberías, hasta la publicación de normas ASME e ISO en especial para aplicaciones exteriores en tuberías industriales, y el estándar AWWA C305 para aplicaciones interiores en grandes tuberías se basó en la experimentación más que en el diseño matemático. Estos estándares marcan el grado de exigencia y amparan los sistemas CFRP **permitiendo a los clientes recurrir a estas soluciones innovadoras con seguridad y garantías de fiabilidad y de durabilidad.**

La publicación de estas normas internacionales ha cambiado todo esto, y este sector tecnológico está creciendo rápidamente:

- ISO / TS 24817 - Reparaciones compuestas para tuberías - calificación y diseño, instalación, prueba e inspección; y ASME PCC-2 - Sistemas de reparación de

compuestos no metálicos para tuberías y aplicaciones de alto riesgo (Artículo 4.1) y de bajo riesgo (Artículo 4.2). Las dos normas ASME e ISO son similares y difieren en pocos aspectos, como el tratamiento de la temperatura, las geometrías y la vida útil de la reparación. En la mayoría de los casos, una reparación puede diseñarse para cumplir con ambos estándares.

- AWWA C305 - Renovación y refuerzo estructural de tuberías de hormigón pretensado con sistemas CFRP (Polímeros Reforzados con Fibra de Carbono)

**Actualmente todos los aspectos de las reparaciones con materiales compuestos FRP se rigen por estos estándares, desde la precalificación de materiales y sistemas de reparación y el diseño de una reparación específica hasta los controles de Calidad a aplicar.**

## ¿POR QUÉ SISTEMAS ACREDITADOS CONFORME A LAS NORMAS ASME PCC2?

PIPELINE INFRASTRUCTURE aplica exclusivamente sistemas FRP acreditados, experimentados y de acuerdo a los requisitos de estas normas.

De esta manera se asegura que las reparaciones con Composites en equipos y tuberías se ejecutan según las especificaciones técnicas y proporcionando recomendaciones y exigencias en materia de cualificación, diseño,

instalación inspección y ensayo.

Para nuestros clientes es la mejor garantía de que se reparan sus infraestructuras con materiales composites que han sido ensayados con la mayor exigencia y diseñados correctamente para responder a las necesidades del proyecto, instalados e inspeccionados según los criterios adecuados.



Aplicar un sistema CFRP que satisface los requisitos normativos es la garantía de una reparación DURADERA, EFICAZ y SEGURA.



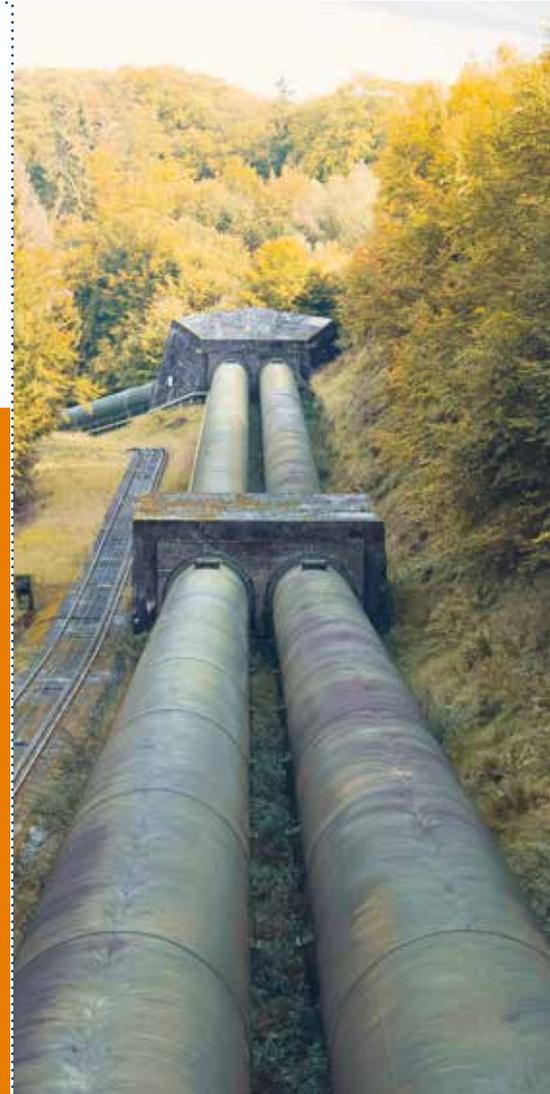
## ESPECIALIZACIÓN EN APLICACIONES PARA TUBERÍAS DE TODO TIPO

Los materiales compuestos tienen tradicionalmente un desarrollo importante en los sectores aeronáutico y de automoción, y más recientemente en la ingeniería civil, para aplicaciones que requieren altos ratios de resistencia/peso y rigidez.

En PIPELINE INFRASTRUCTURE somos especialistas en aplicaciones FRP relacionadas con tuberías y recipientes a presión (depósitos, tanques), tanto en Complejos industriales del sector de la Petroquímica, Minería, producción de Gas y Energía, Papeleras, Industria alimentaria, así como en el sector del Agua y el Saneamiento.

## PROBLEMAS QUE SOLUCIONAMOS

- Recuperación estructural por corrosión, erosión, etc.
- Reparación de daños estructurales (generales o localizados)
- Protección contra la corrosión
- Protección frente a ambientes agresivos (químicos,  $H_2S$ , altas temperaturas)
- Aumento de cargas (presión interna, golpes de ariete o cargas externas)
- Rehabilitación de redes de alta presión interna
- Eliminación de fugas e impermeabilización
- Reparación y refuerzo de estructuras de almacenamiento de líquidos (muros y losas de depósito), pozos de registro, cámaras, estaciones de bombeo, etc.
- Actualización sísmica
- Reparaciones de emergencia



## APLICACIONES INDUSTRIALES



Reparación estructural interior de tubería de acero DN1800. Sistema de refrigeración Central térmica de gas EDF (Francia)

Instalaciones industriales como refinerías, de procesos químicos, papeleras, centrales de energía térmica y nuclear, estaciones de tratamiento de agua, minería, o del sector alimentario presentan muchos desafíos específicos como ambientes químicamente agresivos, temperaturas y presiones altas.

La corrosión, la erosión y el daño estructural son preocupaciones constantes para los ingenieros y responsables de mantenimiento de redes de tuberías. Durante años, las únicas soluciones reconocidas para las tuberías dañadas consistían en soldar chapas metálicas con el riesgo final de aumentar la velocidad de desarrollo de la corrosión o cortar la sección y reemplazarla por secciones nuevas, por lo general deteniendo el servicio de la red y la producción. Además, el trabajo con aportación significativa de calor complica o impide su uso en muchos entornos sensibles y resultan en una solución costosa y complicada. En la situación actual, es imprescindible complementar el mantenimiento tradicional con la búsqueda de nuevas soluciones basadas en la innovación y la especialización, aportando así valor añadido.



Rehabilitación y Protección contra la Corrosión de tubería de acero (DN500 a DN1000) de red de refrigeración en la Industria Química. Aplicación con tubería en funcionamiento sin interrupción del servicio.

## EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL SISTEMA FRP EN LA INDUSTRIA

- Aumento de la resistencia a la tracción circunferencial [aumentando la capacidad de presión interna]
- Protección contra la corrosión y recuperación de la resistencia perdida debida a la corrosión
- Sellado y prevención de fugas
- Actualizaciones sísmicas
- Reparaciones de emergencia

Los sistemas composites FRP que desarrollamos en PIPELINE INFRASTRUCTURE representan una solución perfectamente adaptada para la reparación de tuberías y estructuras de recipientes a presión en la industria, por su excelente ratio resistencia-peso y su facilidad de instalación. El portfolio de materiales con los que trabajamos nos permite diseñar la mejor solución para una gran variedad de condiciones de carga y exposición.

La aplicación se realiza en general sin necesidad de hacer paradas en la línea, es ágil, flexible, rápida y genera mínimas molestias y ocupación.

El principal freno a la introducción de materiales FRP en la industria lo constituía la ausencia de normativa al respecto. Con la aparición en 2006 de las normas ASME PCC2 e ISO/TS 24817 se abre la posibilidad de efectuar este tipo de reparaciones mediante procedimientos fiables y trazables.

#### BENEFICIOS QUE APORTAN LOS SISTEMAS FRP-ASME:

- Resistencia excepcional a la erosión, corrosión, cavitación y ataque químico.
- Reparación rápida y de gran durabilidad
- Tuberías de alta presión
- Flexibilidad. Codos, tes, etc. Para cualquier tamaño de tubería
- Resistencia a altas temperaturas y a ambientes agresivos de todo tipo
- Mejora de la eficiencia, con el consecuente ahorro en consumo energético y mejora del rendimiento

Rehabilitación y Protección contra la Corrosión de tubería de acero (DN1200) en red de extracción de gas rico en Industria Química. Aplicación con tubería en funcionamiento sin interrupción del servicio



Reparación estructural interior de tubería Bonna DN2100. Sistema de refrigeración de Central térmica EDF (Francia)

REDES DE AGUA



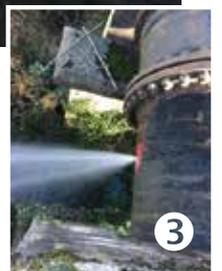
Reparación estructural de rotura en tubería de fundición dúctil DN 900 en red de abastecimiento (a 15 bares)



1



2



3

Figs. 1, 2 & 3 - Aplicación Externa de CFRP-ASME PCC2 para la Rehabilitación de Tubería de Acero DN1200

## PROBLEMAS ESPECÍFICOS RELACIONADOS CON EL AGUA

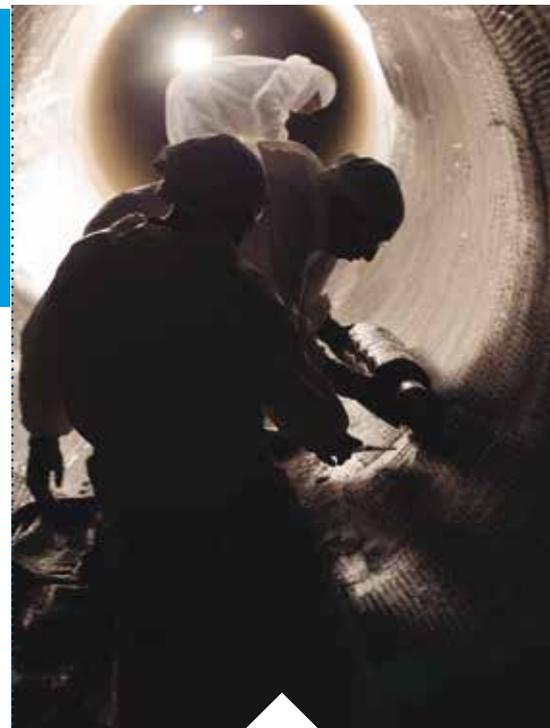
- Daños estructurales
- Agrietamiento
- Degradación del hormigón
- Desgaste o rotura de armaduras
- Corrosión del cilindro metálico
- Juntas defectuosas, en particular antiguas juntas emplomadas
- Fugas

Las redes de aducción de agua o tuberías de presión de gran diámetro se refuerzan instalando el sistema FRP, ya sea internamente en el caso de tuberías visitables (tecnología sin zanja) o externamente en el caso de tuberías aéreas, por ejemplo, en galería. Kilómetros de tuberías han sido rehabilitadas con éxito por este sistema en todo el mundo.



## NUESTRO OBJETIVO

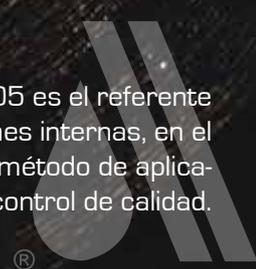
Optimizar presupuestos, alargar la vida útil y garantizar un **funcionamiento seguro y eficaz** de sus redes de transporte de agua.



Reparación estructural interior de tubería de hormigón pretensado DN1600.  
Arteria aducción – Madrid. Diseño y aplicación AWWA C305.



El estándar AWWA C305 es el referente en este tipo de aplicaciones internas, en el que se define el material, método de aplicación, cálculo de diseño y control de calidad.



## DEPÓSITOS - DIGESTORES ANAERÓBICOS

Estas estructuras de hormigón armado están sometidas a agentes agresivos y corrosivos que aceleran el proceso de deterioro (carbonatación del hormigón y corrosión de las armaduras)

En particular, en estructuras como los digestores anaeróbicos con cubierta fija de hormigón, es frecuente el desarrollo de agrietamiento del domo y el deterioro en la junta entre éste y la pared lateral, creando filtraciones que perjudican el rendimiento y comprometen la seguridad del depósito. Las razones son en muchos casos una combinación de varias: presión vertical por sobrecarga accidental en el digestor, ambiente agresivo, problemas constructivos o de diseño.

Los sistemas FRP permiten recuperar las condiciones iniciales de operatividad y resistencia estructural, además de tener la ventaja de poder aplicarse exteriormente, ahorrando el costoso proceso de vaciar el digestor o el depósito.

## POZOS DE REGISTRO

Una reparación con sistemas compuestos FRP consigue el triple objetivo de rehabilitar estructuralmente, proteger contra la corrosión del ácido sulfhídrico u otros agentes agresivos, y garantizar una verdadera durabilidad. Resinas epoxi, parte integral de materiales FRP, han demostrado proporcionar una membrana de protección de alto rendimiento en pozos de registros corroídos.

## COLECTORES VISITABLES DE ALCANTARILLADO

Los colectores visitables de saneamiento están sometidos a un deterioro importante por varias razones: abrasión, presencia de gas sulfhídrico, cargas externas excesivas y a veces no previstas en el diseño inicial, etc. Estas estructuras, en general hechas de hormigón en masa, presentan problemas de estanqueidad, de hidraulicidad, de resistencia mecánica, de contaminación medioambiental al subsuelo, de inestabilidad en el terreno, y no tienen capacidad de funcionar de manera efectiva durante su vida útil prevista. Además se sitúan habitualmente a profundidades importantes y su acceso en zanja es difícil y costoso.

En muchos casos un refuerzo FRP es la respuesta a estos problemas, por la resistencia, estanqueidad y facilidad de aplicación sin apertura de zanja, además de representar una solución rentable y permitir optimizar los presupuestos, ya que se actúa de manera precisa centrando la reparación sobre el defecto a reparar.



Recuperación de la integridad estructural, impermeabilización, mínima reducción de sección, tecnología sin zanja, alta resistencia a corrosión biogénica



**Pi**ipeline Infrastructure  
*solutions*

Calle Téllez, 58  
28007 Madrid (España)  
T +34 915 021 700  
M +34 663 682 378  
info@pipelineinfrastructure.com  
www.pipelineinfrastructure.com