

Soluciones de tuberías 1968



Tubería de hormigón
con camisa de chapa y PRFV



www.prefabricadosdelta.com





TUBERIA DE PRFV





INDICE

- DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
- NORMATIVA
- MATERIAS PRIMAS
- SISTEMAS DE UNIÓN
- ESTRUCTURA DEL LAMINADO
- SISTEMAS DE FABRICACIÓN
- PIEZAS ESPECIALES
- CONTROL DE CALIDAD
- DISEÑO
- TRANSPORTE, DESCARGA Y ACOPIO
- MONTAJE
- NOVEDAD: GUIA PRFV CEDEX 2016
- CONCLUSIONES



DESCRIPCION DEL MATERIAL

- ES UN MATERIAL COMPUESTO **“COMPOSITE”**
- TRES CONSTITUYENTES:
 - RESINA
 - FIBRAS DE VIDRIO
 - CARGAS INERTES (ARENA DE SÍLICE)
- LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL COMPUESTO SON SUPERIORES A LAS DE LOS CONSTITUYENTES.
- LAS PROPIEDADES VARIAN CON EL TIEMPO.
- CLASIFICACIÓN: NORMALIZADA (UNE-EN 1796)
 - DN: APROXIMADAMENTE ID
 - PN > DP
 - SN : RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECIFICA A CORTO PLAZO



DESCRIPCION DEL MATERIAL

- CARACTERÍSTICAS:

- GRAN RESISTENCIA A LA CORROSIÓN
- ES UN MATERIAL LIGERO
- LONGITUD HABITUAL DE LOS TUBOS 12 M.
- GRAN RANGO DE DIÁMETROS DISPONIBLES
- TUBOS COMPETITIVOS DIÁMETROS-PRESIONES MEDIAS
- BUEN COMPORTAMIENTO FRENTE A LAS SOBREPRESIONES
- GRAN ADAPTABILIDAD AL TRAZADO: SE PUEDE CORTAR
- NULO MANTENIMIENTO CON UNA CORRECTA FABRICACIÓN E INSTALACIÓN
- FÁCIL REPARACIÓN



NORMATIVA PRFV

Norma de producto:

- **ISO 10639:** Norma internacional para sistemas canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).
- **UNE-EN 1796:** Sistemas canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).
- **AWWA C950:** Norma AWWA para Tubos Reforzados con Fibra de Vidrio con Presión.

- Norma de ensayo:

- **CEN/TS 14632:** Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, saneamiento y drenaje con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP). Guía de evaluación y aseguramiento de la calidad.

-Norma de aplicación y cálculo:

- **Manual AWWA M45:** Diseño de Tuberías de PRFV. Manual de instalación y prácticas para el suministro de agua.
- **UNE CEN/TR 1295-3 IN:** “Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga”.
- **UNE-EN 805:** Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.

¡NUEVA GUIA TECNICA TUBO PRFV CEDEX 2016!



MATERIAS PRIMAS

MATERIAL COMPUESTO (COMPOSITE)

MATRIZ DE RESINA

**Poliéster
Reforzado con
Fibra de
Vidrio**

- OBLIGA A LA FIBRA A TRABAJAR DE FORMA CONJUNTA
- TRANSFIERE ESFUERZOS TRACCIÓN A LAS FIBRAS
- PROTEGE FIBRAS (QUÍMICA, MECÁNICA)

FIBRA VIDRIO

MECÁNICA

ARENA SILÍCEA

- RIGIDEZ
- ESPESOR

Junta de goma ----- Norma EN 681-1



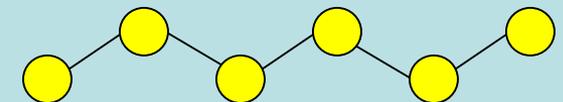
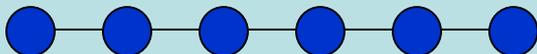
MATERIAS PRIMAS

RESINA POLIÉSTER

- SUSTANCIA QUÍMICA EN ESTADO LÍQUIDO
- AL AÑADIRLE UN AGENTE EXTERNO (CATALIZADOR) SE INICIA UNA REACCIÓN DE ENDURECIMIENTO, QUE DESPRENDE CALOR (EXOTERMICA)
- ¿PORQUÉ ES TERMOESTABLE?:
UNA VEZ ENDURECIDA, NO SE REBLANDECE AL APLICARLE MÁS CALOR → TERMOESTABLE
- AL ENDURECER SE HA FORMADO UNA RED MÁS O MENOS ORDENADA (iso / orto)
- OTRAS RESINAS USO INDUSTRIAL: VINILESTER, BISFELONICA, EPOXI.

Mejores propiedades mecánicas
Más resistencia química

CADENA POLIÉSTER ISOFTÁLICA



CADENA POLIÉSTER ORTOFTÁLICA



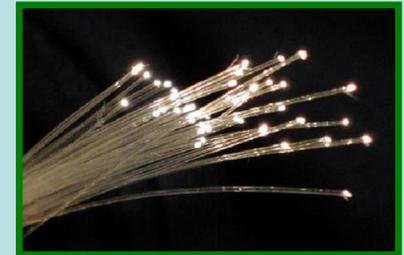
MATERIAS PRIMAS

FIBRA DE VIDRIO

¿QUÉ ES?

VIDRIO FUNDIDO, ESTIRADO EN MICROFILAMENTOS DE VARIAS MICRAS DE DIÁMETRO Y ENFRIADO.

LOS MICROFILAMENTOS SE AGRUPAN Y SON REVESTIDOS CON UNA CAPA DE UNA SUSTANCIA LLAMADA “ENSIMAJE” QUE MEJORA SUS PROPIEDADES



¿TIPOS?

SEGÚN COMPOSICIÓN DEL VIDRIO - TIPOS E, C, ECR (únicos admitidos GUÍA PRFV)

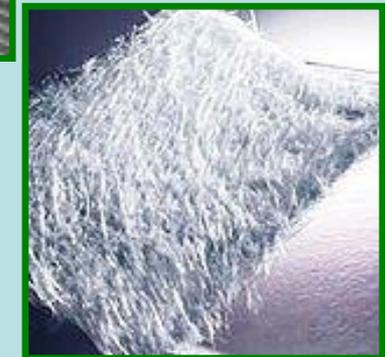
SEGÚN DISTRIBUCIÓN

FIBRA CONTINUA (ROVING)

FIBRA DE CORTE (CHOPPED)

VELO

MAT





MATERIAS PRIMAS

FIBRA DE VIDRIO

DENSIDAD LINEAL → Nº DE TEX = g / km

- 600 tex
- 1200 tex
- 2400 tex
- 4800 tex

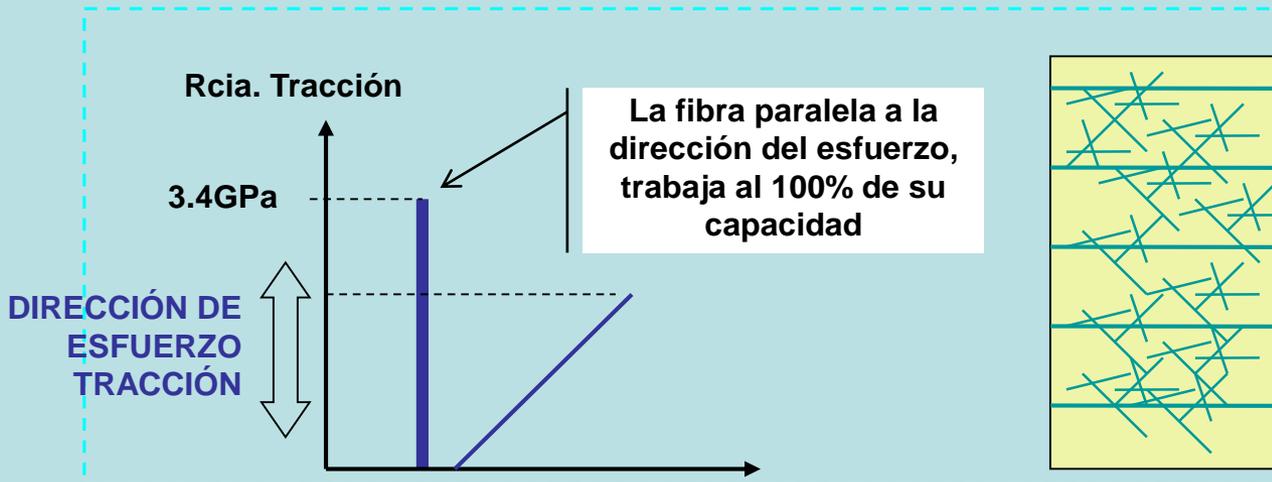


TIPOS SEGÚN DISTRIBUCIÓN

- FIBRA CONTINUA (ROVING)
- FIBRA DE CORTE (CHOPPED)
- VELO
- MAT

• Resistencia máxima a tracción por presión interior

• Rigidez y Flexión
• Resistencia a impacto





MATERIAS PRIMAS

ARENA SILICEA

- FUNCIÓN:
 - AUMENTO ESPESOR → RIGIDEZ
- REQUISITOS:
 - ASEGURAR COMPACIDAD PARED
 - GRANULOMETRIA
 - LIMPIEZA (AUSENCIA DE POLVO) → seguridad
 - AUSENCIA DE HUMEDAD → EL AGUA REPELE LA RESINA





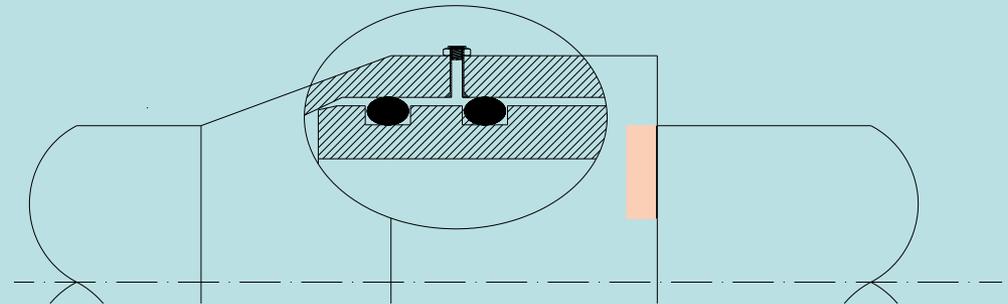
SISTEMA DE UNIÓN

- FLEXIBLES

- MANGUITO



- ESPIGA CAMPANA



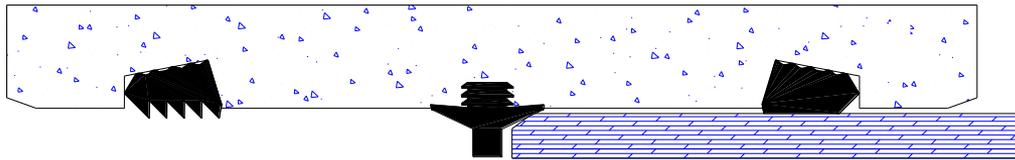
- RIGIDAS



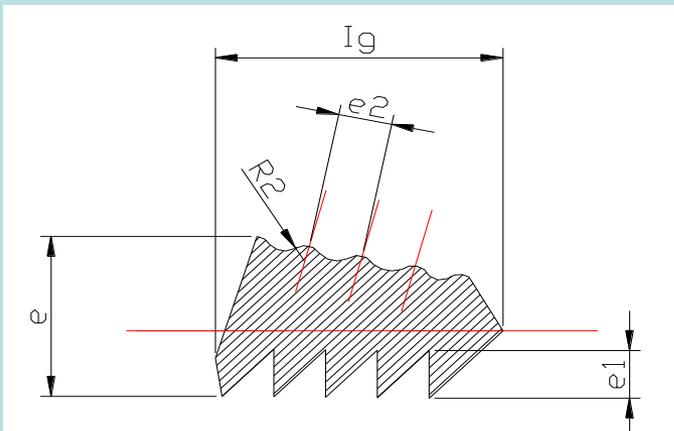
SISTEMA DE UNIÓN

MANGUITOS

Se fabrican a partir de tubos mayor espesor
 Junta REKA y STOPPER
 Unión fácil de montar
 Debido a sus tolerancias: garantía de estanqueidad



Sección del manguito con detalle de la junta elastomérica y el stopper



DEFLEXION PERMITIDA: (normativa)

Diámetro Nominal (mm)	Ángulo de deflexión
$\varnothing \leq 500$	3°
$500 < \varnothing \leq 900$	2°
$900 < \varnothing \leq 1800$	1°
$\varnothing > 1800$	0,5°



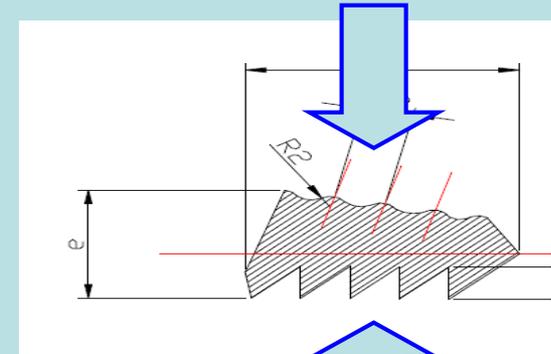
SISTEMA DE UNIÓN

JUNTA ELASTOMÉRICA

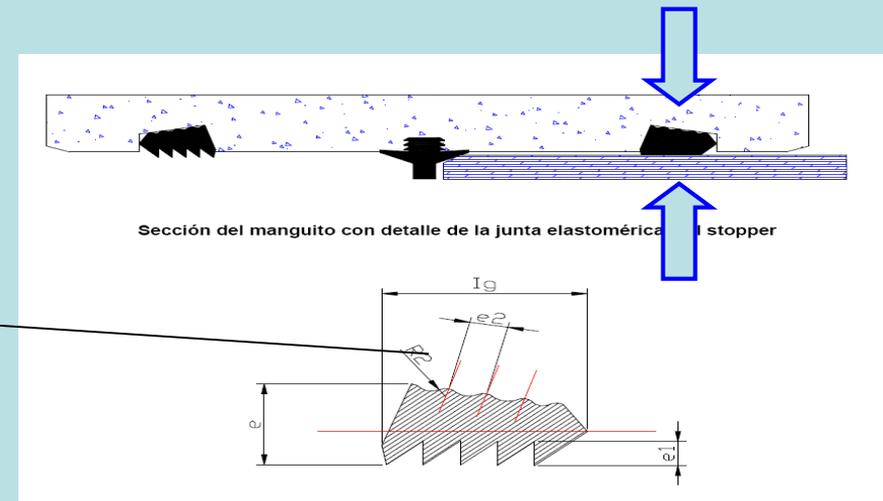
– FUNCIÓN :
ESTANQUEIDAD → TRABAJAN A COMPRESIÓN



**CONTROL DIMENSIONAL:
ESPESOR Y DIÁMETRO
JUNTA**



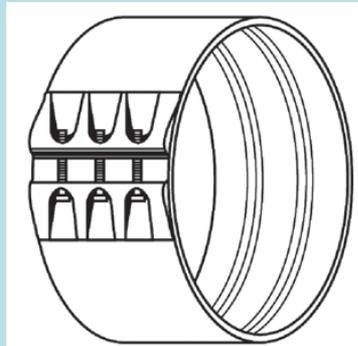
COMPRESIÓN



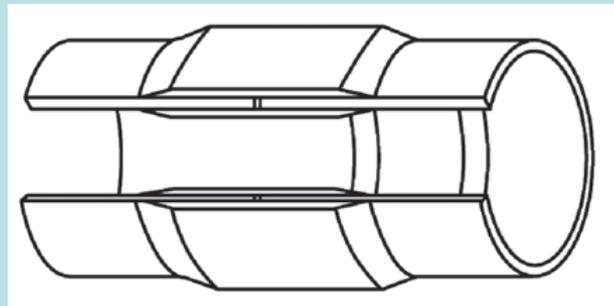


SISTEMA DE UNIÓN

OTROS SISTEMAS DE UNION



MECANICAS



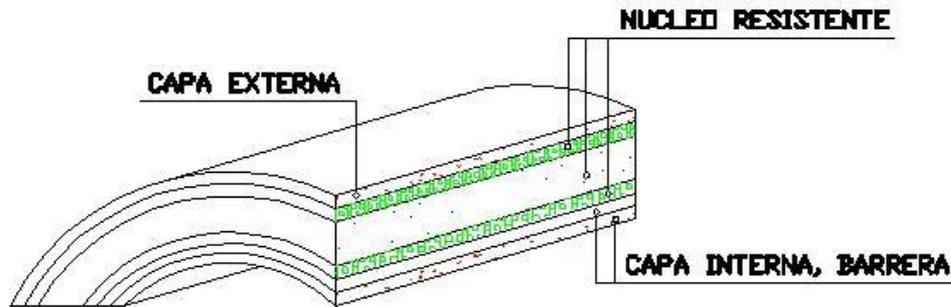
LAMINACION



ESTRUCTURA DEL LAMINADO

• SE DISTINGUEN TRES CAPAS:

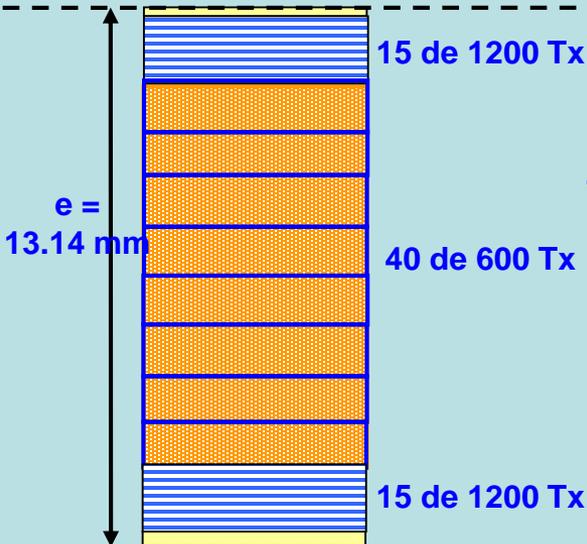
- LINER: CAPA INTERNA-BARRERA
- NUCLEO RESISTENTE
- CAPA EXTERNA



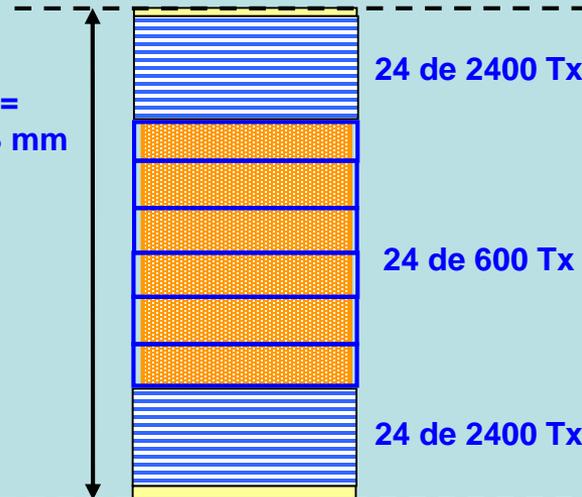
**DN 700
PN 6 SN 5000**

**DN 700
PN 10 SN 5000**

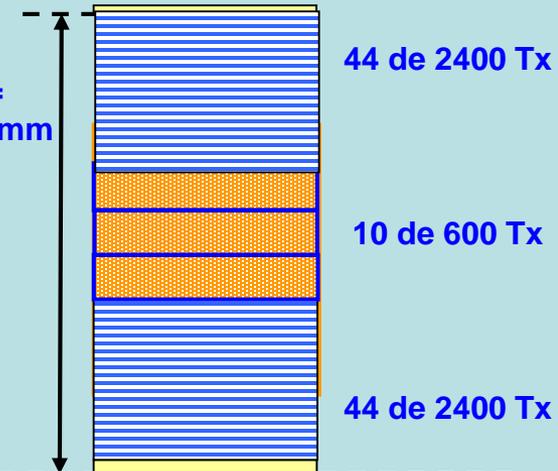
**DN 700
PN 16 SN 5000**



$e = 11.63 \text{ mm}$



$e = 11.18 \text{ mm}$





SISTEMA DE FABRICACIÓN

- METODOS DE FABRICACIÓN.

- ENROLLAMIENTO CONTINUO

- ENROLLAMIENTO HELICOIDAL CRUZADO

- CENTRIFUGACIÓN

- LAMINACIÓN MANUAL



SISTEMA DE FABRICACIÓN

FILAMENT WINDING: ENROLLAMIENTO CONTINUO





PIEZAS ESPECIALES

Se recomiendan en PRFV





PIEZAS ESPECIALES





CONTROL CALIDAD

- Recepción Materias Primas (Resina, Fibra de Vidrio, Arena, Juntas goma)

- Ensayos mecánicos:

Rigidez circunferencial

Deflexión máxima

Tracción circunferencial

Tracción longitudinal

- Ensayos de presión estanqueidad 1,5PN o 2PN (tubería y manguitos)

- Comprobación geométrica de la tubería y juntas

- Ensayos a largo plazo (validar diseño)

HDB --- Presión interior

Rigidez largo plazo

Deflexión largo plazo

Ensayos de corrosión

- Nuevos ensayos: absorción, dureza bárcol, fatiga, impacto



**CERTIFICADO DE PRODUCTO
AENOR: Según Reglamento
ajustado a norma UNE EN 1796 y
Nueva Guía del PRFV**



DISEÑO

ASPECTOS IMPORTANTES PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TUBO PRFV:

1. ESTANQUEIDAD UNIÓN

2. ESTANQUEIDAD PARED

3. FLEXIBILIDAD PARED

4. RESISTENCIA A PRESIÓN INTERIOR

5. RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL





DISEÑO

LOS TUBOS DE PRFV SE CALCULAN COMO TUBOS FLEXIBLES

DEFORMACIÓN POR LAS CARGAS NO SUPERE UN 3 - 5%

PARA GARANTIZAR COMPORTAMIENTO: RELLENO DEL TUBO

EL DIMENSIONAMIENTO MECÁNICO DE LOS TUBOS CONFORME AL MANUAL AWWA M45. TRABAJA CON TENSIONES O DEFORMACIONES.

SE PARTE DE DOS PARÁMETROS DE DISEÑO OBTENIDOS DE ENSAYOS A LARGO PLAZO:

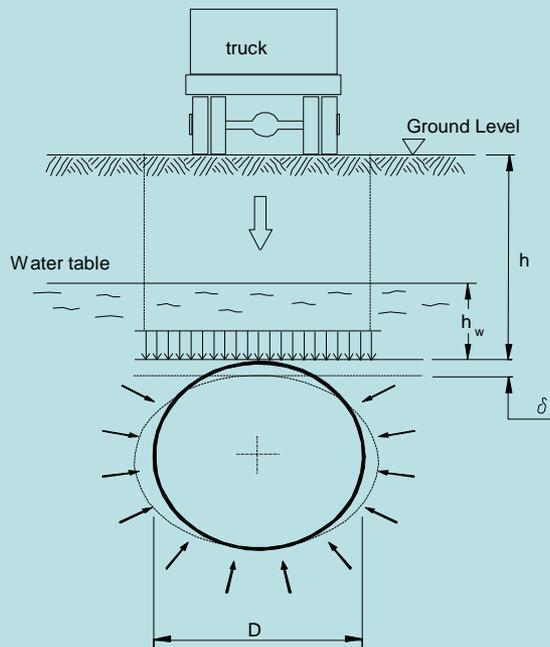
- HDB: DEFORMACIÓN ADMISIBLE A 50 AÑOS BAJO LA ACCION DE LA PRESION INTERIOR UNICAMENTE.**
- S_b : ALARGAMIENTO A FLEXION A LARGO PLAZO DEBIDO A LA ACCION UNICA DE CARGAS EXTERIORES.**



DISEÑO

LAS CARGAS VERTICALES DETERMINAN UNA DEFLEXIÓN QUE DEPENDERÁ DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO ADYACENTE AL TUBO Y DE LA RIGIDEZ DEL ANILLO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TUBO.

LA EVOLUCIÓN DEL SUELO, LA INTERACCIÓN Y LA CONSIGUIENTE DEFLEXIÓN DEL TUBO DEPENDEN DEL TUBO MISMO, DE LA COMPOSICIÓN DEL SUELO Y DEL PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN.



ACLARACION NOTA TÉCNICA



DISEÑO

DIMENSIONAMIENTO: CRITERIOS HIDRÁULICOS

RANGO DE VELOCIDADES: 0,5 – 3 m/sg

PERDIDA DE CARGA:

$$J = \frac{f}{di} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{f}} + \frac{K}{3,71 \cdot di} \right); \quad Re = \frac{v di}{\nu}$$

COLEBROOK :

El valor de K para los tubos de PRFV, es de 0,03 mm.



RECOMENDACIONES DE TRANSPORTE Y MONTAJE



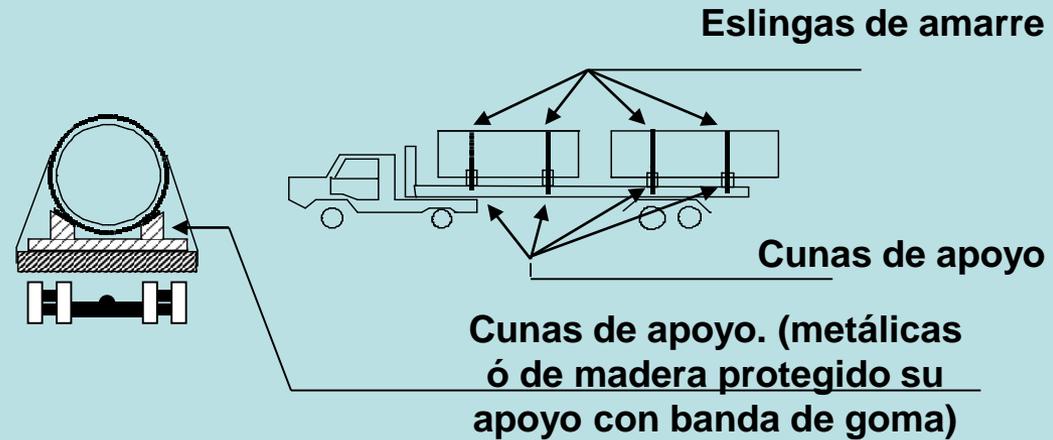
**NUEVA GUIA PRFV
MEJORA PRESTACIONES
DEL TUBO:
fija condiciones de
montaje**

TUBERÍA DE PRFV



TRANSPORTE

Diam (mm)	Peso aprox (Kg) tubo 12m	Número tubos/paquete	Tubos/camión
300	160	6	36
400	200	5	25
500	260	4	16
600	400	3	9
700	700	3	9
800	850	2	4
900	1000	2	4
1000	1250	2	4
1200	1700	1	2
1400	2600	1	1
1600	3200	1	1



NO ANILLAR LA TUBERIA

CONCEPTOS A TENER EN CUENTA: EMBALAJE, AMARRES, CUNAS, PAQUETES, FLEJE

Los tubos son vulnerables a los impactos y, por lo tanto, deben ser adecuadamente protegidos.



TRANSPORTE





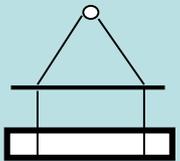
DESCARGA Y ACOPIO

DESCARGA DE LA TUBERÍA EN PAQUETES O TUBO A TUBO, MEDIOS CON SEGURIDAD SUFICIENTE

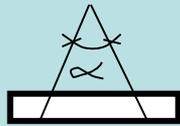
DESCARGA CON GRUAS O ELEMENTOS ADECUADOS AL PESO DEL TUBO Ó PAQUETE, EMPLEANDO BANDA TEXTIL PARA EVITAR DAÑOS

ZONA DE ACOPIO LO MÁS CERCANA POSIBLE A LA DE MONTAJE

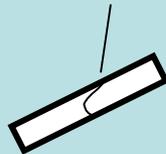
NO DEJAR CAER, GOLPEAR O HACER CHOCAR LOS TUBOS



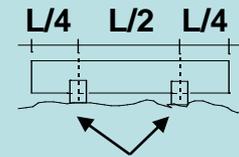
Con Palonier. SI



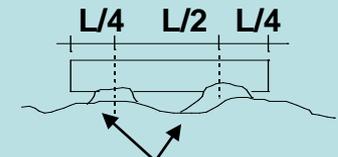
Con Eslinga . SI



AHORCADO. NUNCA



Cuna de madera



Apoyo granular



DESCARGA Y ACOPIO





RECOMENDACIONES DE MONTAJE

TUBERÍA FLEXIBLE → DEPENDE DEL COMPORTAMIENTO DEL TERRENO QUE LE RODEA

REALIZAR MONTAJE ACORDE A LOS PARAMETROS DE CÁLCULO

POR TANTO HAY QUE CUIDAR AL MÁXIMO SU PUESTA EN OBRA Y COMPROBAR CONDICIONES

UN BUEN MONTAJE: CONVERTIRÁ A LA TUBERÍA DE PRFV EN UN SISTEMA FIABLE QUE NO NECESITARÁ MANTENIMIENTO POR MUCHOS AÑOS



MONTAJE

HAY QUE TENER EN CUENTA

- TIPO DE TUBO: Flexible
- TIPO DE JUNTA: - Elástica



DIMENSIONES

ESTABILIDAD

RENDIMIENTOS

PRESENCIA AGUA

BLANDONES: aporte de material

ROCA: evitar punzonamiento

RASANTEO FONDO DE ZANJA

APORTE GRANULAR

PRESOLERA DE HORMIGÓN

JUNTA ELÁSTICA

UTILES DE MONTAJE

MATERIAL SELECCIONADO

COMPACTACIÓN MEDIOS LIGEROS



MONTAJE

CONDICIONES DE CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE PRFV

	HT max	Rigidez	Tipo de Relleno	Grado Compactación Proctor
MÍNIMA	1,0 (m)	SN 5000-100000	Con contenido de finos entre un 70 y un 12 % (Clase III)	95 %
			Con contenido de finos entre un 5 y un 12 % (Clase II)	90 %
			Con contenido de finos menor del 5% (Clase I)	Sin compactar
MÁXIMA	5,0 (m)	SN5000	Con contenido de finos entre un 70 y un 12 % (Clase III)	Mayor de 95 %
			Con contenido de finos entre un 5 y un 12 % (Clase II)	95 %
			Con contenido de finos menor del 5% (Clase I)	85 %
MÁXIMA	7,0 (m)	SN10000	Con contenido de finos entre un 70 y un 12 % (Clase III)	Mayor de 95 %
			Con contenido de finos entre un 5 y un 12 % (Clase II)	95 %
			Con contenido de finos menor del 5% (Clase I)	85 %

CATEGORIA DE RIGIDEZ DEL SUELO	CONTENIDO MAXIMO DE GRANO FINO	
Clase I	5%	↓ Material seleccionado ↓ Material inadecuado
Clase II	12%	
Clase III (a)	50%	
Clase III (b)	70%	
Clase IV	100%	

Clase I y Clase II suelos recomendables, son suelos de grano grueso con poco material fino.

Clase III son suelos de grano grueso con material fino. Menos recomendable

Clase IV son suelos de grano fino cuya plasticidad varía entre media y nula. No son recomendables

Nota: terrenos plásticos no se deben utilizar nunca para tapar la tubería.



MONTAJE

1° APOYO GRANULAR EN SOLERA DE ZANJA





MONTAJE

JUNTA ELÁSTICA





MONTAJE

UTILES DE MONTAJE





MONTAJE

RELLENO Y TAPADO



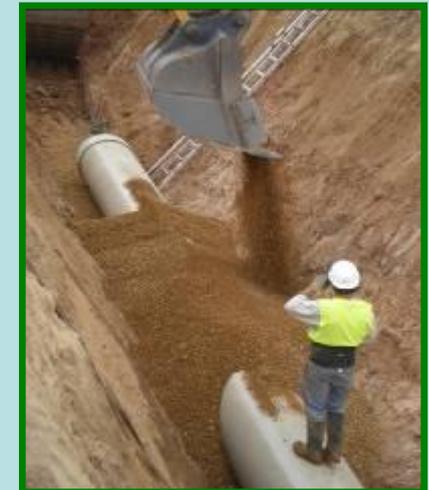


MONTAJE

RELLENO Y TAPADO

PROBLEMAS 1

PROBLEMAS 2





NOVEDAD: GUIA PRFV 2016

- Mayores requerimientos a ensayos existentes en la norma: destacar tracción longitudinal y circunferencial, dureza barcol.
- Nuevos ensayos: impacto, fatiga, absorción de agua a largo plazo, resistencia química PH básico y ácido, barcol a largo plazo.
- La norma UNE EN 1796 no tenía frecuencias ni requisitos a cumplir, la Guía nos lo define claramente.
- Fijar propiedades de las materias primas y criterios de aceptación que la norma no comentaba nada. Hay que homologar a los proveedores con ensayos reducidos de 2000 h.
- Apartado de “Consideraciones Constructivas” muy completo:
 - Acopio: fijar tiempos exposición U.V. y condiciones
 - Transporte: Condiciones y no se pueden anillar los tubos
 - Montaje: se definen rellenos recomendable y buenas prácticas.
 - Multitud de esquemas, croquis y detalles de montaje elementos singulares.
- Sellado de los cantos y alojamientos de los manguitos con pintura de poliuretano.
- Gestión de Calidad: unificar los criterios para todos los fabricantes donde se definen ensayos, frecuencias y lotes de fabricación.
- Piezas especiales: fijar requisitos mediante unos ensayos como tracción del laminado, declarar nº de capas y material, así como de diseño (Pruebas presión a 2,5 o 3PN de laminados, Tes y Bidas).
- Fija el tubo de ajuste y que frecuencia.
- Se fijan los diámetros exteriores a la serie de fabricación B1.
- Apartado de Mantenimiento y Reparación que no había nada dentro del sector.
- Ensayo estanqueidad obligatorio mínimo 1 cada 250 mts a 2PN.
- Destacar la importancia de los ensayos de largo plazo 10000 h. y diseño. Se aumenta en algún caso su frecuencia y en el de deflexión se debe hacer con ph ácido y básico.
- Cálculo mecánico se ha hecho una comparativa entre la norma europea EN1295 y la AWWA M45 y son compatibles.

[VER](#)



CONCLUSIONES

- EL POLIESTER ES UN MATERIAL PLÁSTICO CUYAS CARACTERÍSTICAS VARIAN CON EL TIEMPO: EL DISEÑO DEBE SER EL CORRECTO Y BASADO EN ENSAYOS A LARGO PLAZO.
- NO SUPERAR EL RANGO DE UTILIZACIÓN
- IMPORTANTE: TUBERIA DONDE HAY QUE CUIDAR LA MANIPULACIÓN E INSTALACIÓN.
- LA TUBERÍA ES FLEXIBLE Y COMO TAL SE CALCULA: DEPENDE DEL COMPORTAMIENTO DEL TERRENO QUE LA RODEA.
- GUÍA PRFV DEL CEDEX (JUNIO 2016).
- SISTEMA FIABLE: 700 Km INSTALADOS DESDE 2004



CONCLUSIONES

- UN CORRECTO MONTAJE ES PRIMORDIAL

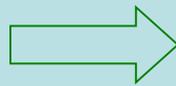
- FUNDAMENTAL:

- RELLENO



MATERIAL
GRANULAR

- UNIONES



INSTALADORES
EXPERIMENTADOS

- POR SUPUESTO:

VERIFICAR CONDICIONES DEL PROYECTO





TUBERIA PRFV



MUCHAS GRACIAS

Juan Pablo Guerrero Pasquau

Email: pdelta@prefabricadosdelta.com