



# HydroClass

DN 100 a DN 2000

Abastecimiento y distribución  
Agua potable, riego y agua bruta

Soluciones completas de canalizaciones





**PAM** es una marca  
del grupo **SAINT-GOBAIN**



Saint-Gobain, líder mundial del hábitat sostenible, diseña, fabrica y distribuye materiales de construcción y de alto rendimiento, aportando soluciones innovadoras a los retos del crecimiento, del ahorro de energía y de la protección del medio ambiente.



**64** países



**190 000** empleados



**12** centros de investigación



**4** sectores de actividad:



Materiales innovadores (acristalamiento y materiales de alto rendimiento)



Productos para la construcción (canalización, yeso, aislamiento acústico y térmico, revestimiento de fachadas, tejados)



Distribución para la construcción (materiales de construcción)

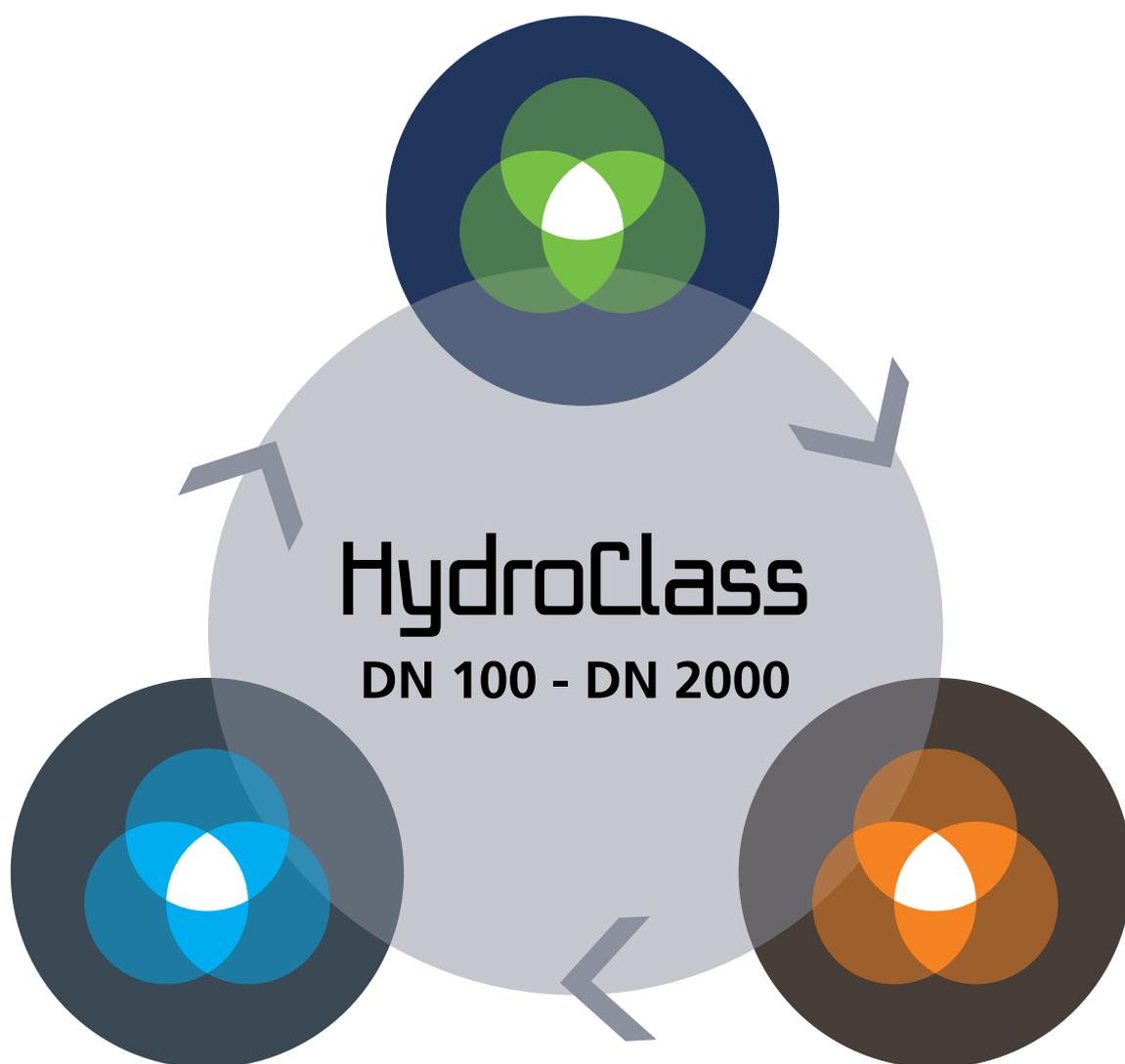


Envasado (botellas y botes de vidrio)

### El hábitat sostenible ocupa un lugar central en la estrategia de Saint-Gobain.

Vidrios autolimpiantes, vidrios que generan energía solar, sistemas inteligentes de aislamiento, abastecimiento de agua y distribución de materiales de construcción: Saint-Gobain innova permanentemente para crear un marco de vida más confortable, económico y sostenible en todo el mundo.

**1**  
**UNA  
MARCA  
ÚNICA**



**3**  
**TECNOLOGÍAS  
CLAVES**

**UNA  
SOLUCIÓN  
IDEAL** **2**

# HydroClass

## **1. UNA MARCA ÚNICA**

- 1.1 LA REFERENCIA
- 1.2 LA COLABORACIÓN
- 1.3 LOS VALORES

## **2. UNA SOLUCIÓN IDEAL**

- 2.1 DISEÑAR FÁCILMENTE
- 2.2 INSTALAR CON RAPIDEZ
- 2.3 EXPLOTAR CON TRANQUILIDAD

## **3. TECNOLOGÍAS CLAVES**

- 3.1 EL HIERRO DÚCTIL
- 3.2 EL REVESTIMIENTO EXTERIOR  
ZINALIUM®
- 3.3 EL CEMENTO INTERIOR
- 3.4 LA JUNTA STANDARD
- 3.5 LA JUNTA STANDARD ACERROJADA

## **4. LA GAMA HYDROCLASS**

- 4.1 TUBOS DN 100 A 2000
- 4.2 ACCESORIOS
- 4.3 JUNTAS
- 4.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS





# UNA MARCA ÚNICA





1.1

**160 AÑOS DE EXPERIENCIA,  
126 PAÍSES**



# LA REFERENCIA

## EXPERIENCIA RECONOCIDA A NIVEL MUNDIAL

Desde 1856, PAM diseña, fabrica y comercializa un conjunto completo de soluciones específicas para el abastecimiento de agua potable, el saneamiento y la evacuación de aguas usadas.

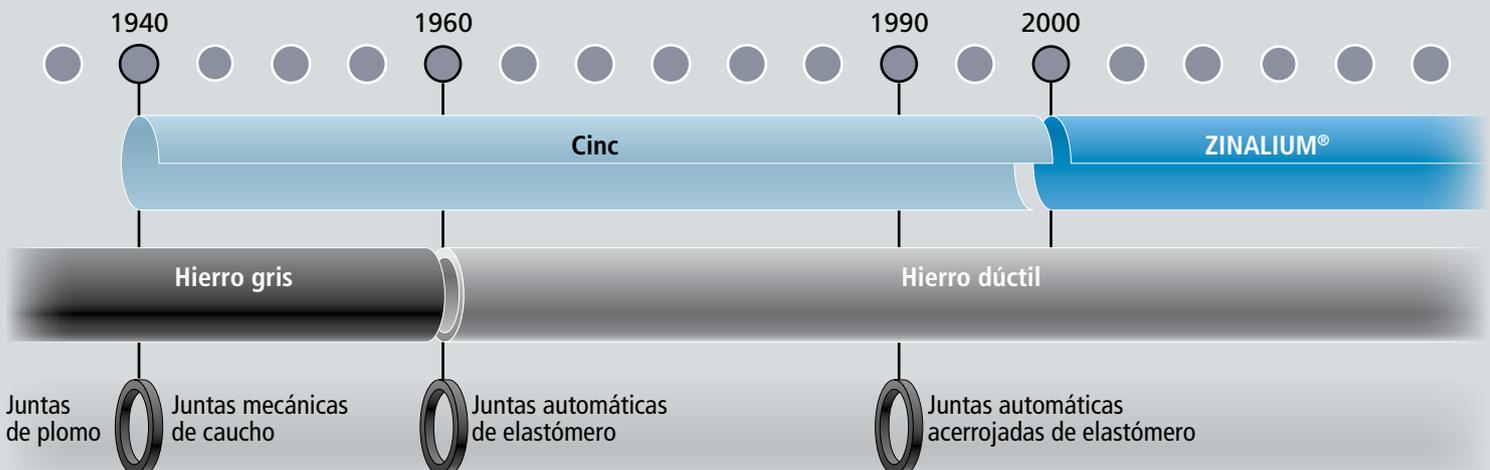


Su reputación en el sector de las canalizaciones se basa en su experiencia, la fiabilidad de sus productos, así como en la eficacia de los servicios prestados a sus clientes.

## 110 CAPITALAS Y 40 000 KM DE CANALIZACIONES AL AÑO



## PAM, MOTOR DE LA INNOVACIÓN



PAM mejora constantemente los rendimientos de los materiales, los revestimientos y las uniones. Su equipo de ingenieros e investigadores ha puesto a punto más de 150 invenciones que han generado hasta la fecha 1500 patentes. Al día de hoy, 30% de la cifra de negocios de la empresa se realiza con productos lanzados hace menos de cinco años.



1.2

CON USTED,  
HASTA EL FIN DEL MUNDO



# LA COLABORACIÓN

## LA EFICACIA DE UNA RED MUNDIAL

PAM dispone de una red mundial organizada a través un servicio de proximidad para las administraciones públicas, los operadores públicos o privados, los proyectistas y las empresas de instalación.

PAM se esfuerza continuamente en compartir con sus clientes y socios comerciales la valiosa experiencia que obtiene gracias a sus numerosos contactos en todo el mundo.

## CADA ETAPA DEL PROYECTO CON TOTAL CONFIANZA

Los equipos locales de PAM, con el apoyo de sus expertos en análisis de suelos, aguas, cálculos hidráulicos e ingeniería civil, están presentes a lo largo de toda la elaboración del proyecto hasta su perfecta finalización.



Estudio de suelos y análisis de aguas



Selección de la gama de productos



Apoyo ingeniería



Ejecución y formación



Asesoramiento explotación



BE A PAM PARTNER

## UNA LOGÍSTICA INTERCONTINENTAL

PAM interviene tanto en grandes proyectos de abastecimiento, riego y saneamiento a escala nacional, como en las obras a escala de una ciudad. Los operadores logísticos de

PAM tienen la capacidad para asumir toda la cadena logística, desde la fábrica hasta la obra, fletar camiones y trenes, cargar buques y gestionar contenedores, con el

mejor coste y las mejores condiciones de seguridad.





1.3

## AGUA, TIERRA, FUEGO... Y HIERRO DÚCTIL



# LOS VALORES MEDIO AMBIENTALES

## LA HUELLA ECOLÓGICA CON TOTAL TRANSPARENCIA

El software profesional PAM LCA calculator ha sido diseñado para evaluar la huella medioambiental. Analiza el ciclo de vida (LCA) desde la fabricación, el transporte, la instalación y la explotación hasta el reciclaje. En conformidad con la norma EN 14044, este software profesional permite evaluar un proyecto definido:

- las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub> equivalente),
- el consumo de energía fósil (M julios)
- el volumen de agua extraído de la naturaleza (m<sup>3</sup>)



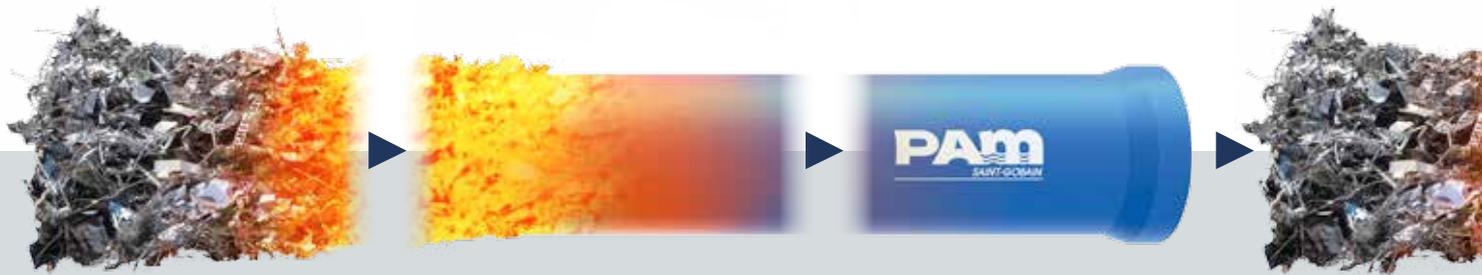
Todas las fábricas de PAM producen bajo el control ISO 14001, con objeto de minimizar los impactos ecológicos, prevenir los incidentes de contaminación, controlar la gestión de residuos y el consumo de agua.

Gracias a sus nuevos procedimientos industriales, PAM ha reducido en un promedio del 30% sus necesidades energéticas para fabricar un tubo de idéntico diámetro.

Más información disponible en el capítulo "características técnicas" con 2 ejemplos de cálculo.

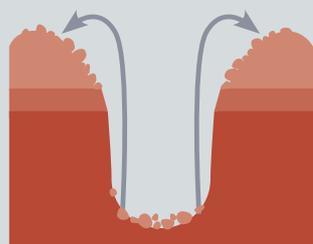


## 100% RECICLABLE E INDEFINIDAMENTE

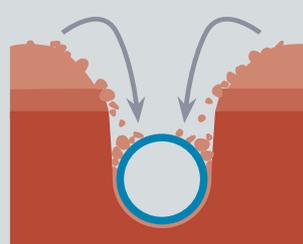


El hierro dúctil, procedente en mayor parte de la chatarra de desmantelamiento de construcciones, es reciclable al 100%, indefinida y fácilmente, gracias a la proximidad de las filiales de recuperación de metales.

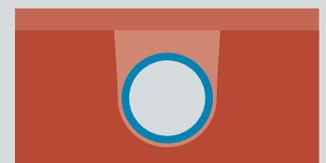
## LOS SUELOS NATURALES PRESERVADOS



Excavar los suelos nativos



Reutilizar los suelos nativos



Restaurar

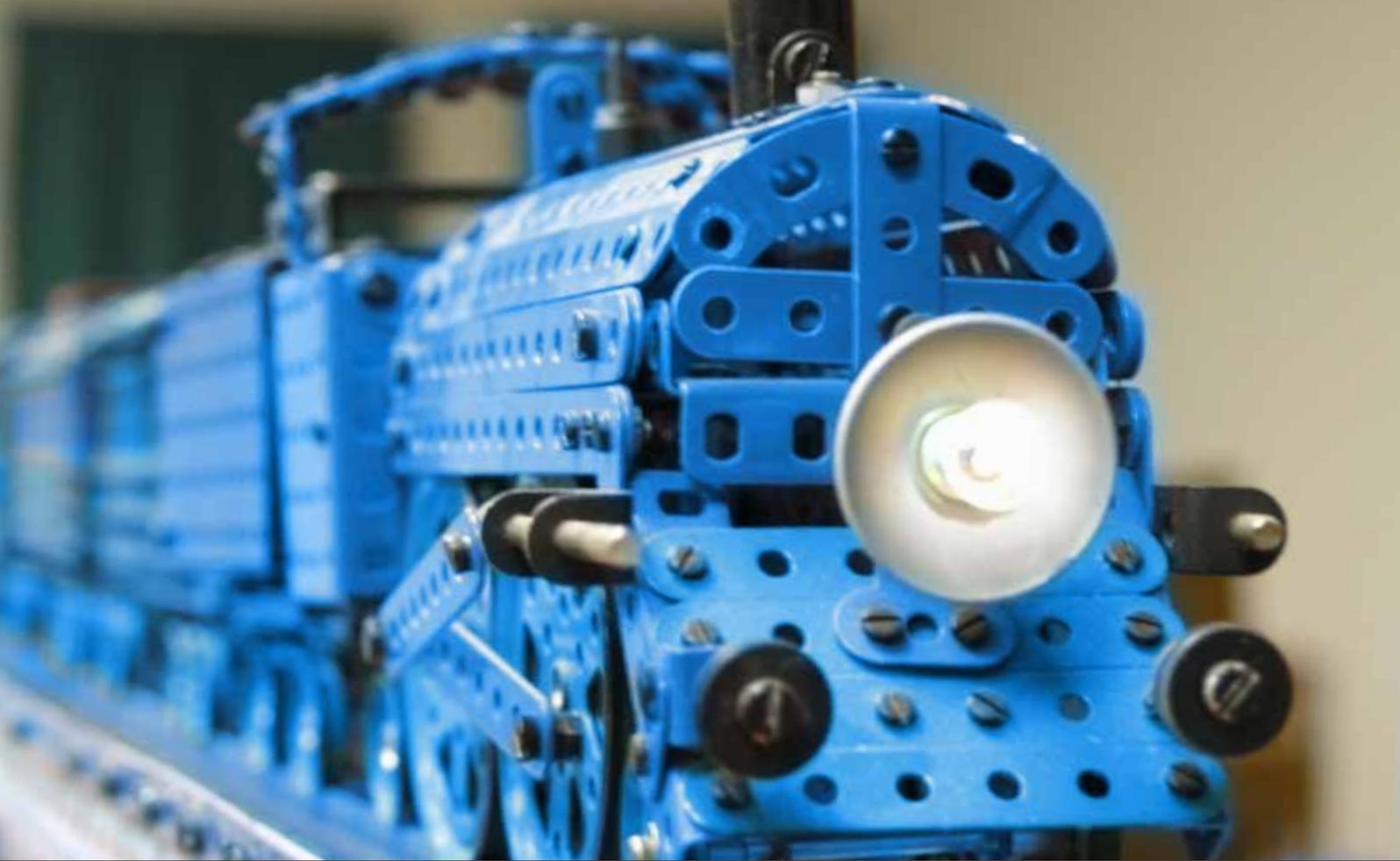
Las canalizaciones en hierro dúctil son rígidas y robustas y no requieren índices de compactación excesivos cuando se instalan en la zanja. Permiten la reutilización de rellenos nativos en lugar de

materiales importados de canteras alejadas. Esta buena práctica contribuye a la preservación de los suelos en su estado natural a la par que reduce los costes y la huella ecológica de la obra.



# LA SOLUCIÓN IDEAL





## 2.1

## INGENIOSO Y SENCILLO



# DISEÑAR FÁCILMENTE

## UNA GAMA COMPLETA Y COHERENTE

Con más de 50 000 referencias, del DN 60 al DN 2000, la oferta de accesorios de PAM permite diseñar redes, de todos los tamaños, con cualquier grado de complejidad y en cualquier situación. Con todos los componentes estandarizados y los ensamblajes totalmente compatibles, el catálogo PAM constituye la herramienta de ayuda perfecta para el diseño de las oficinas de proyectos. PAM pone a disposición una biblioteca de imágenes digitales

PAMCAD que se integra en los softwares profesionales específicos para los proyectistas.

Gracias a su experiencia y a la de sus clientes, PAM ofrece igualmente soluciones de montaje predimensionadas, probadas y de fácil aplicación.



## CERTIFICADA Y POR ENCIMA DE LAS NORMAS

Todos los productos PAM cumplen las normas europeas (EN) e internacionales (ISO) vigentes.

Gracias a los trabajos del centro de investigación PAM sobre el conocimiento de los fenómenos de corrosión en los suelos, las canalizaciones PAM disponen de la última tecnología en revestimientos y están a menudo por encima de los mínimos requeridos por las normas estándar.

En este mismo centro, las juntas se ponen a punto y se prueban en las condiciones más extremas.



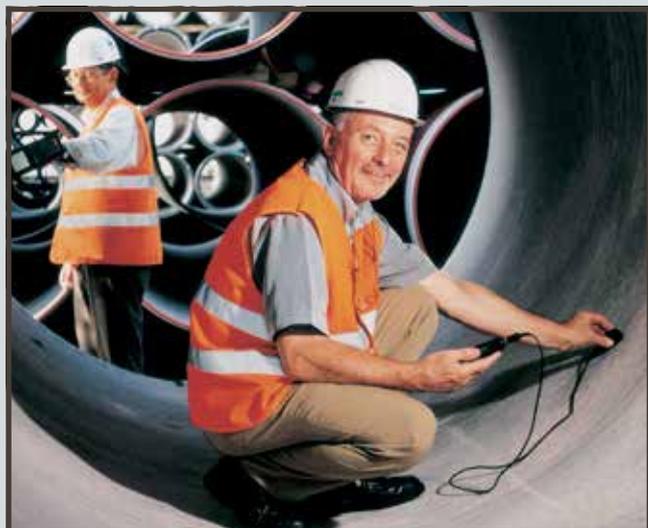
## BE A PAM DESIGNER

## LA GARANTÍA DE CALIDAD PAM

La gestión de la calidad es un concepto claro y operativo en PAM que diseña, fabrica y comercializa sus productos en conformidad con los requisitos del sistema de garantía de calidad ISO 9001.

El proceso de control de la calidad es auditado periódicamente por organismos externos independientes los cuales extienden los certificados de conformidad.

*Más información disponible en el capítulo "características técnicas" sobre las normas y certificados.*





## 2.2

## EL TIEMPO ES ORO



# INSTALAR CON RAPIDEZ

## COMPONENTES ROBUSTOS

PAM diseña piezas eficientes y robustas, compatibles con las condiciones de transporte por camión, ferrocarril o barco, aptas para soportar los apilamientos durante el tiempo de almacenaje y las manipulaciones bruscas en las obras.

### RITMOS ELEVADOS



1. Excavar



2. Colocar



3. Ensamblar



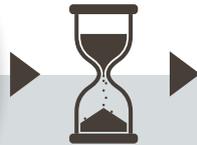
4. Rellenar

Colocar, alinear, conectar. Sin necesidad de soldar *in situ*, ni de reparar el revestimiento, sin control por ultrasonidos ni

rayos X: ningún otro material igualará el ritmo de instalación de los tubos en hierro dúctil con enchufes. No es necesario inmovilizar la maquinaria especializada y tampoco se pierde tiempo esperando el secado o enfriamiento de los ensamblajes. Nada iguala la flexibilidad en la gestión de

tiempo durante las paradas, la retoma de la instalación y el avance continuo de la obra con la tecnología PAM.

*Más información disponible en el capítulo "características técnicas" acerca del tiempo de instalación.*



## BE A PAM PRO

vídeos de instalación



## CON CUALQUIER TIEMPO, CON CUALQUIER TERRENO

Desiertos o bosques, terrenos pantanosos o montañosos, sol o nieve: los productos, sus protecciones y sus ensamblajes están diseñados para todos los climas y todas las situaciones. Una pala excava-

dora para las líneas rectas para un ritmo rápido o simples sistemas de poleas para el fondo de las zanjas inaccesibles. Ningún tiempo de espera, independientemente de la temperatura y del nivel hu-

medad que hayan. Las longitudes cortas de los tubos (6 m y 8 m) facilitan el acceso con las máquinas de tamaño estándar y limitan eficazmente la zona ocupada por la obra.





# 2.3

## AGUA POTABLE 24 HORAS AL DÍA Y 7 DIAS A LA SEMANA



# EXPLOTAR CON TRANQUILIDAD

## ESTANQUEIDAD, FIABILIDAD, SEGURIDAD

La misión de los operadores es suministrar agua con calidad, cantidad y continuamente a los consumidores. Los productos PAM les ayudan a alcanzar sus objetivos:

- El hierro dúctil es un material robusto que resiste a las presiones elevadas de servicio y a los accidentes mecánicos externos. Es impermeable a las contaminaciones de los suelos.
- Los enchufes con juntas flexibles garantizan la estanqueidad.
- Los revestimientos ofrecen una protección duradera contra la corrosión exterior y preservan la calidad del agua.

## SISTEMA PERENNE, EVOLUTIVO, EXTENSIBLE

Las estadísticas internacionales muestran que las canalizaciones en hierro dúctil tienen una duración de explotación superior a 100 años.

Las redes deben adaptarse continuamente a las evoluciones urbanas, industriales, agrícolas y turísticas. Las canalizaciones PAM están diseñadas con un margen de seguridad que permite de manera totalmente fiable los aumentos de caudal y de presión. De igual manera soportan el incremento de cargas en superficie (carreteras, edificios, etc.).

PAM ofrece una solución completa con tubos, juntas y accesorios que garantizan una perfecta compatibilidad de los montajes.



## BE A PAM USER

## INVERTIR PARA GASTAR MENOS

Invertir hoy en una canalización de calidad representa gastar menos mañana.

Los costes de bombeo y de pérdidas de agua durante la vida de funcionamiento de una canalización son considerablemente superiores al coste de compra inicial.

El software profesional PAM LCA calculator ha sido diseñado para evaluar el coste total de posesión. Valoriza los costes inmediatos del inversor y los costes diferidos del operador. El método de cálculo toma en consideración:

- Los costes de adquisición (tubos, instalación, préstamos, etc.),
- Los costes de explotación (mantenimiento, pérdidas de agua, energía de bombeo)
- Los costes de fin de vida (desmontaje, reciclaje)

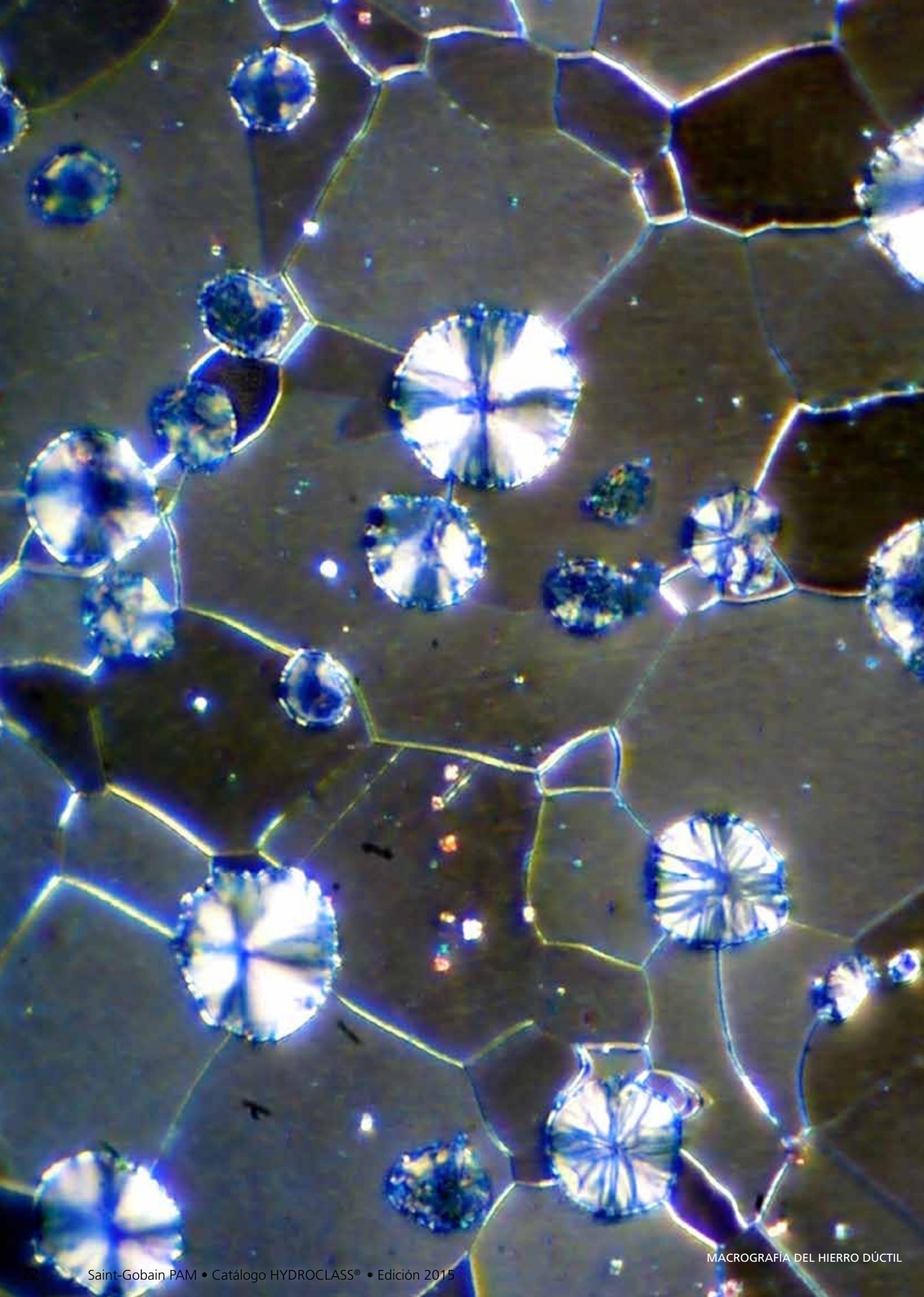
*Más información disponible en el capítulo "características técnicas" con 2 ejemplos de cálculo.*

### LO QUE REVELA EL TCO



### TUBO HYDROCLASS DN 200 DURANTE 100 AÑOS





# TECNOLOGÍAS CLAVE

**HIERRO DÚCTIL**  
PRESIÓN  
CARGA DEL TERRENO

3

**REVESTIMIENTOS**  
CORROSIVIDAD DE LOS SUELOS  
AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS

**JUNTAS**  
ESTANQUEIDAD  
FLEXIBILIDAD



# 3.1

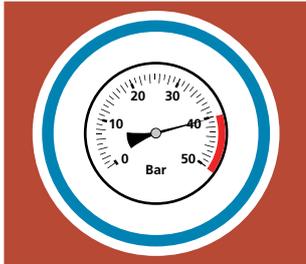
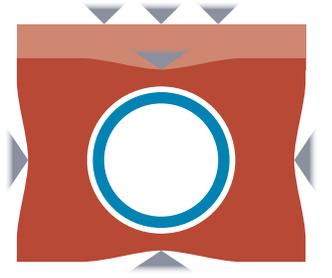
## LA RESISTENCIA EN EL CENTRO DE LA MATERIA



# EL HIERRO DÚCTIL

## SÓLIDO BAJO CARGAS

En condiciones bajo tierra, el tubo en hierro dúctil tiene un comportamiento semi-rígido: ofrece un excelente compromiso entre esfuerzo mecánico en la pared (DN interno) y ovalización (DN externo). Se pueden instalar a alta y baja altura de cobertura, y fácilmente en suelos de baja rigidez. El sistema "suelo/tubo semi-rígido" ofrece una estabilidad mecánica óptima a lo largo del tiempo, sin riesgo de pandeo en DN grande.

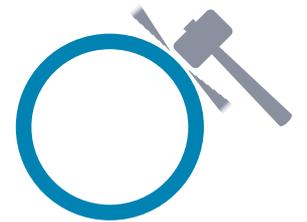


## RESISTENTE EN PRESIÓN

Las canalizaciones PAM están diseñadas para resistir a presiones muy superiores a los valores habitualmente encontrados en las redes. Los espesores de las paredes están calculados con un coeficiente de seguridad de 3 con respecto a la presión máxima de uso. Este margen de seguridad es muy útil frente a los impactos al momento de la instalación, a los excesos de presión accidentales y fatigas mecánicas de explotación.

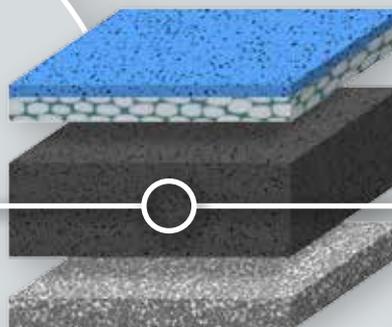
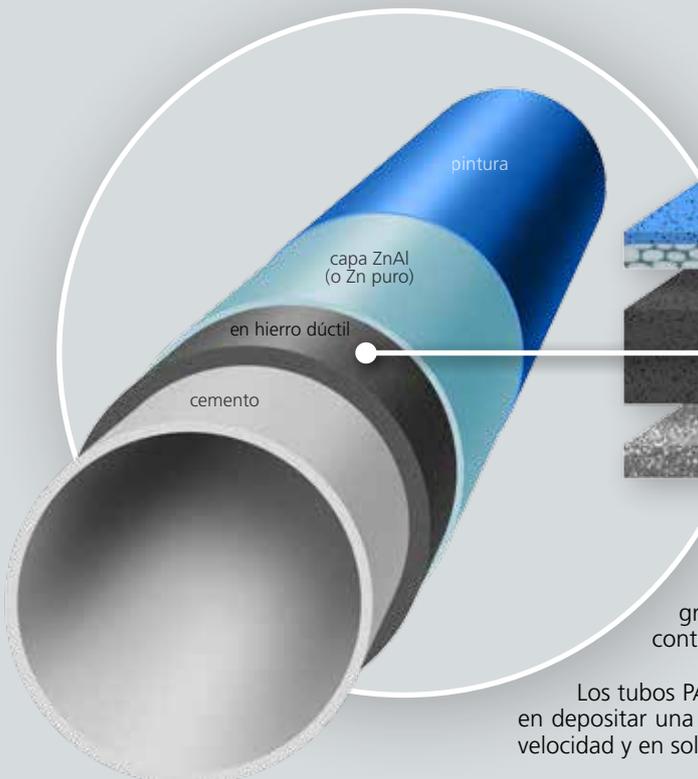
## RESISTENTE A LOS CHOQUES

La estructura del hierro dúctil tiene una gran capacidad de deformación elástica y una fuerte resistencia a la formación de fisuras: de todo ello se obtiene una excelente resistencia al choque. Los tubos en hierro dúctil están perfectamente adaptados a las condiciones de transporte de larga distancia (camión, ferrocarril o barco), a las condiciones de mantenimiento en las obras y a los diferentes tipos de rellenos. Las canalizaciones en hierro dúctil pueden instalarse en todas las zonas difíciles: pendientes rocosas de montaña para estaciones hidroeléctricas, voladizo para cruzar puentes, escollera para cruzados submarinos.



## PAM TECHNOLOGY

SAINT-GOBAIN



La hierro dúctil es una aleación de Hierro-Carbono-Silicio. Debe sus notables características mecánicas a la forma esferoidal del grafito obtenida mediante tratamiento con magnesio. La forma esférica del grafito aporta una excelente resistencia a la formación de fisuras, al contrario de las láminas de grafito en los hierros grises.

Los tubos PAM se fabrican según un procedimiento de centrifugación que consiste en depositar una capa de hierro dúctil líquido en una coquilla cilíndrica que gira a gran velocidad y en solidificar el metal enfriando continuamente la coquilla.

Más información disponible en el capítulo "características técnicas".



3.2

TRIPICLAR LA VIDA ÚTIL  
CON ZINALIUM®



# ZINALIUM®

## EL REVESTIMIENTO EXTERIOR

ZINALIUM® está formado por 2 capas:

- Una capa de aleación de Cinc-Aluminio 85-15, de un espesor mínimo de 400g/m<sup>2</sup>.
- Una capa de pintura sintética azul (semipermeable).

### PROTECCIÓN DE LARGA DURACIÓN

Los tubos HYDROCLASS® están disponibles con ZINALIUM® o con un revestimiento de Cinc puro. En cuanto entra en contacto con el suelo, un revestimiento a base de Cinc genera una capa de protección global que constituye un verdadero caparazón para las canalizaciones en hierro dúctil enterradas. En comparación con el revestimiento de Cinc puro, ZINALIUM® multiplica por 3 la vida útil de la capa de protección.

Además, gracias al poder de corte eléctrico de sus juntas, la canalización en hierro dúctil no necesita protección catódica.

### A PRUEBA DE TRANSPORTES Y DE LA OBRA

Perfectamente adherente a la superficie del tubo en hierro dúctil, la aleación ZnAl 85-15 es así mismo un metal maleable y deformable. El revestimiento ZINALIUM® absorbe los choques durante el transportes o en la obra sin romperse.

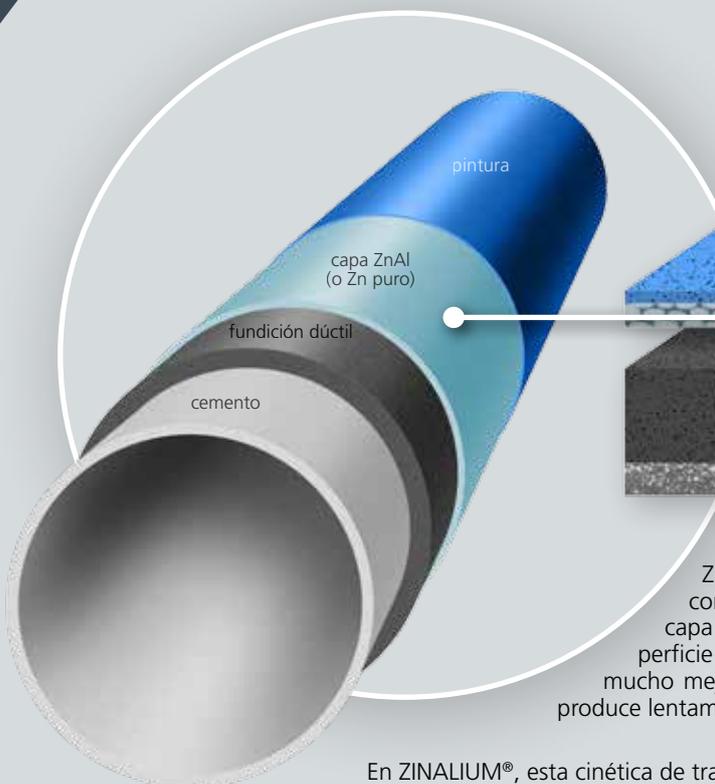
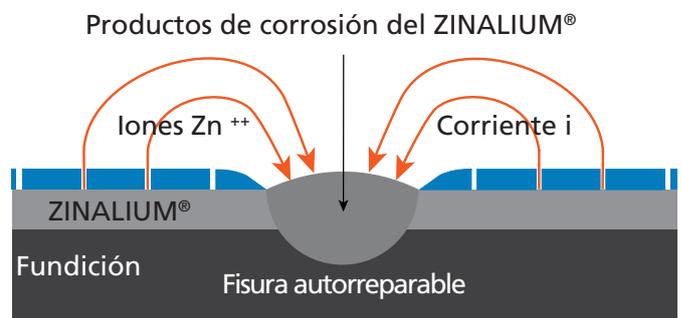
### AUTORREPARABLE

ZINALIUM® restaura la continuidad de la capa de protección en los puntos que hayan sufrido daños limitados, mediante un efecto galvánico entre el hierro dúctil puesto al descubierto y el Cinc a proximidad de la fisura (choques de transporte, rascado de relleno).

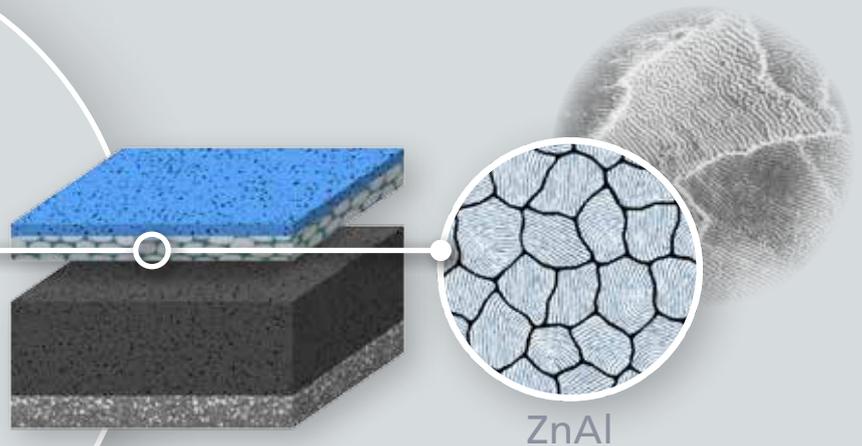
### ADAPTADO A LOS SUELOS MUY CORROSIVOS

Con respecto al Cinc puro, ZINALIUM® amplía considerablemente el ámbito de empleo (o la vida útil) en los suelos muy corrosivos tal como se definen en la norma europea EN 545: 2010 (anexo D.2.2.). Los equipos de PAM realizan los estudios de suelos previa solicitud. Los enchufes y extremos lisos de los tubos son protegidos en fábrica, de manera tal que, después el ensamblaje de las juntas no sea necesaria ninguna reparación de revestimiento en la obra.

Más información disponible en el capítulo "características técnicas" sobre los ámbitos de empleo en los suelos.



**PAM** TECHNOLOGY  
SAINT-GOBAIN



ZINALIUM® es un revestimiento "activo": cuando están en contacto con el suelo, la capa metálica de aleación ZnAl se transforma en una capa de hidróxidos de cinc, adherente y estable, que protege toda la superficie del tubo enterrado. La calidad de esta capa de protección global es mucho mejor puesto que la transformación del Cinc en hidróxidos de Cinc se produce lentamente.

En ZINALIUM®, esta cinética de transformación del Cinc se lleva a cabo por 2 elementos:

- La capa de pintura semipermeable que limita, sin impedirlos, los intercambios con el suelo húmedo circundante;
- La aleación ZnAl 85-15 "aprisiona" la fase rica en Cinc en un esqueleto de aluminio, ralentiza la transformación del Zinc en hidróxidos de Zinc y los confina dentro de la capa metálica.

ZINALIUM® cumple las normas EN 545 e ISO 8179.



3.3

## EL AGUA ES PRESERVADA POR EL MINERAL



# MORTERO DE CEMENTO

## EL REVESTIMIENTO INTERIOR

El revestimiento interior es un mortero de cemento de alto horno; la mezcla se elabora con cemento, arena y agua potable la cual será aplicada mediante centrifugación a alta velocidad de rotación y a continuación madurará con higrometría controlada.

### APTO PARA EL CONTACTO CON AGUA POTABLE

La gama HYDROCLASS® puede emplearse para transportar cualquier tipo de agua potable en conformidad con la Directiva europea 98/83/CE.

El revestimiento de cemento está en conformidad con las normas EN 545 e ISO 4179 y las normativas nacionales sanitarias aplicables "a los materiales en contacto con aguas potables". Está adaptado igualmente al transporte de determinadas aguas brutas. Consúltenos sobre las aplicaciones particulares.

*Más información disponible en el capítulo "características técnicas" sobre las normas y certificados.*

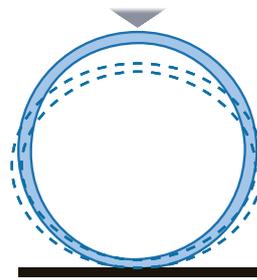
### RESISTENTE A LOS SULFATOS

El revestimiento de cemento de alto horno está clasificado como "resistente a los sulfatos" en la norma EN545. Es conveniente para las aguas tal como se definen en la tabla E.1 del anexo E/ EN 545. Bajo pedido y basándose en una muestra de agua, los laboratorios de PAM pueden comprobar la compatibilidad del cemento con el aguatransportada utilizando los softwares de simulación apropiados.

### CAPACIDAD HIDRÁULICA EXCELENTE

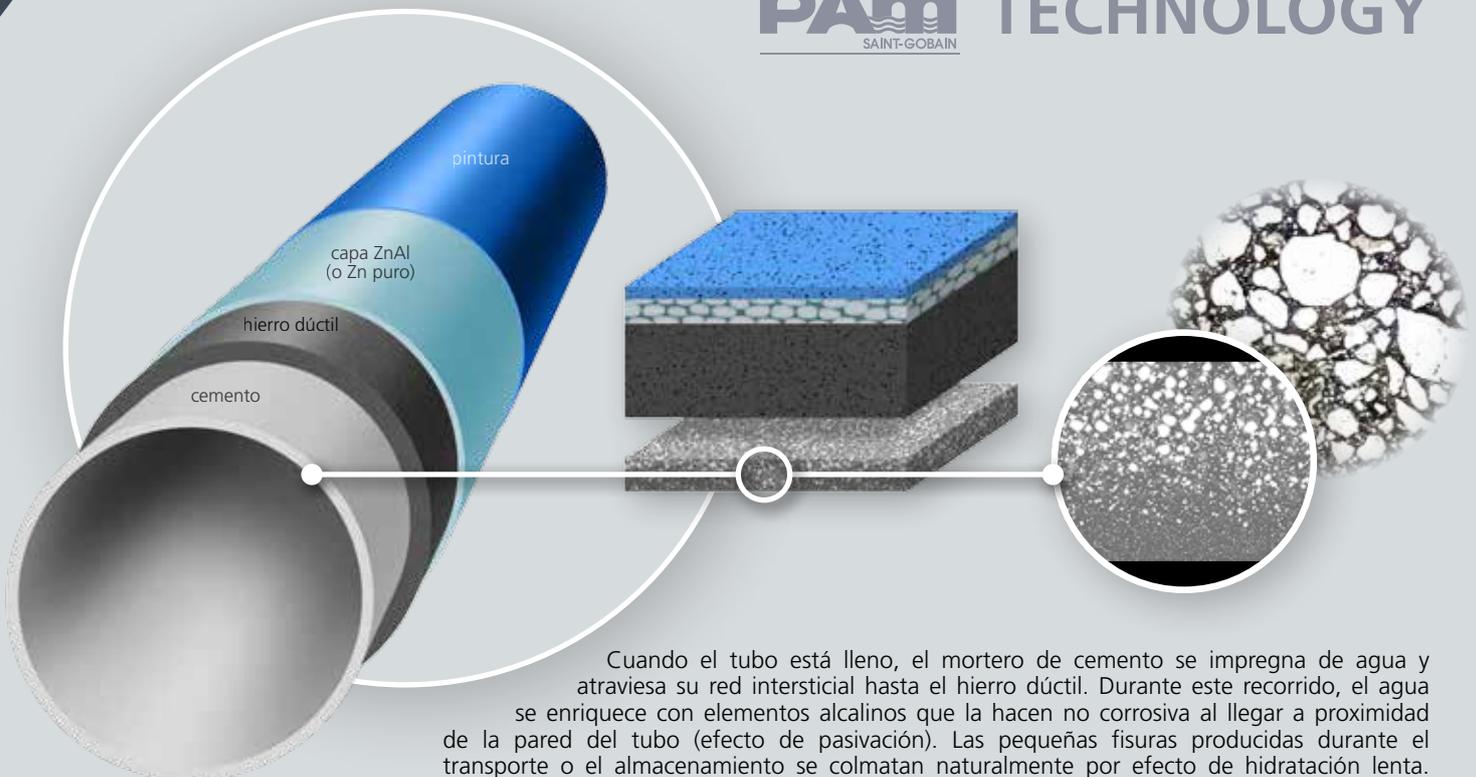
El proceso de centrifugación garantiza una superficie de cemento perfectamente lisa y regular. El coeficiente de rugosidad Colebrook de un tubo aislado es  $k = 0,03$  mm.

PAM recomienda utilizar para el dimensionamiento de redes el valor medio  $k = 0,1$  mm con el fin de tener en cuenta el conjunto de las distintas pérdidas de carga ocasionadas en puntos singulares (tees, codos, válvulas, etc.)



### RESISTENCIA A LA OVALIZACIÓN

El mortero de cemento centrifugado es perfectamente adherente a la pared interior del tubo de hierro dúctil. Se obtiene un excelente comportamiento en flexión y en ovalización y una perfecta resistencia al vacío (por ejemplo, en caso de depresión transitoria).



**PAM** TECHNOLOGY  
SAINT-GOBAIN

Cuando el tubo está lleno, el mortero de cemento se impregna de agua y atraviesa su red intersticial hasta el hierro dúctil. Durante este recorrido, el agua se enriquece con elementos alcalinos que la hacen no corrosiva al llegar a proximidad de la pared del tubo (efecto de pasivación). Las pequeñas fisuras producidas durante el transporte o el almacenamiento se colmatan naturalmente por efecto de hidratación lenta. PAM aplica el mortero fresco mediante centrifugación a gran velocidad con vibración. Este procedimiento produce una capa compacta, homogénea, que presenta en el lado interior una capa delgada y lisa de partículas finas que favorece el flujo.

*Más información disponible en el capítulo "características técnicas" sobre el contacto con las aguas.*



3.4

**CUANTA MÁS PRESIÓN,  
MÁS ESTANQUEIDAD HAY**



# LA JUNTA STANDARD

La Junta STANDARD es el sistema de ensamblaje preferido por los canalizadores desde hace 60 años.

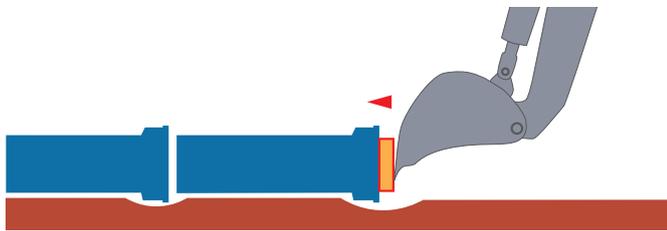
## RÁPIDO Y AUTO-ESTANCO

La estanqueidad de la junta STANDARD resulta de la compresión radial del anillo de junta (1), simplemente mediante la introducción del extremo liso en el enchufe. No depende ni del par de apriete de bulones ni de un procedimiento de soldadura.

La junta STANDARD es perfectamente conveniente para las condiciones de instalación en zanjas y aérea, independientemente de las condiciones climáticas.

## SIN SOLDADURA NI REPRÍS

Sin soldadura in situ ni reparación de los revestimientos. A título de ejemplo, con 8 minutos basta para realizar una unión estanca a 25 bares con un tubo de fundición dúctil en DN 1000.



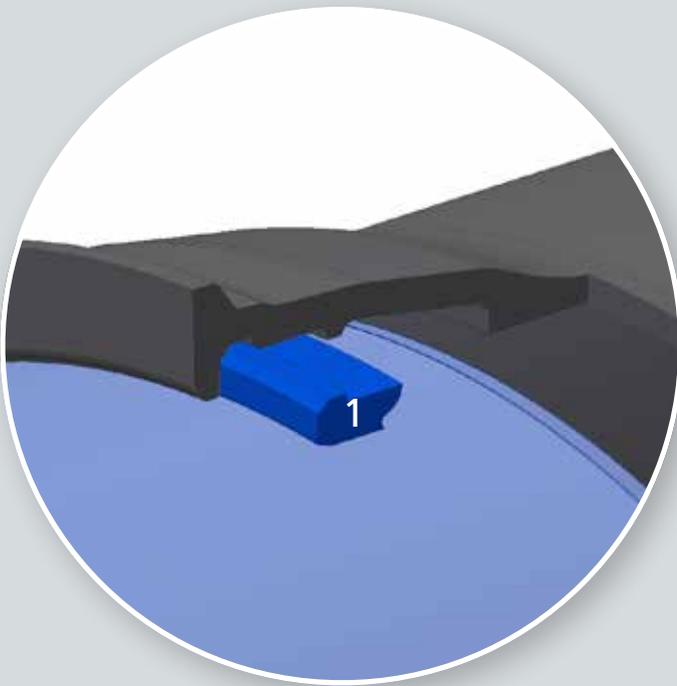
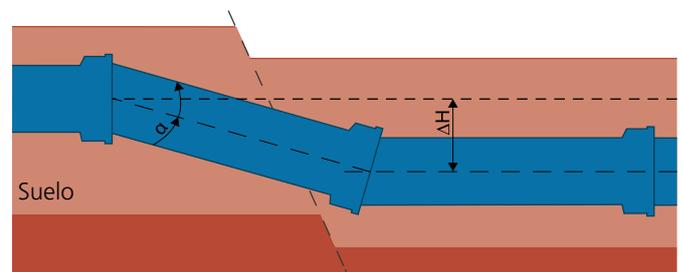
## PROBADO EN SITUACIONES DE PRESIÓN Y DE DEPRESIÓN

Todas las juntas PAM están cualificadas siguiendo las condiciones extremas requeridas en la norma EN 545 (presión, depresión, fatiga y penetración de agua por el exterior).

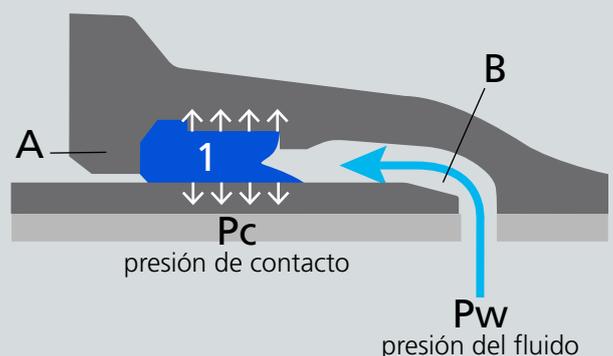
*Más información disponible en el capítulo "características técnicas" sobre las pruebas en condiciones extremas.*

## FLEXIBLE

La capacidad de desviación angular y de desplazamiento axial aporta a la canalización un comportamiento de cadeneta en los terrenos inestables, o permite sencillamente corregir el trazado real en función de los obstáculos encontrados.



**PAM** TECHNOLOGY  
SAINT-GOBAIN



*Más información disponible en el capítulo "características técnicas" sobre los rendimientos de las juntas.*

La junta STANDARD es auto-estanca: cuanto más aumente la presión ( $P_w$ ) del agua, más aumentará la presión de contacto ( $P_c$ ) entre el anillo de elastómero y el metal. Esta propiedad se obtiene gracias a la forma de anillo de junta (1) y a las características físicas del elastómero. El talón (A) de la unión impide la expulsión de la junta, y la cavidad (B) permite la desviación angular, incluso a alta presión. El anillo de junta es un elastómero EPDM. Seleccionado rigurosamente, garantiza el mantenimiento de sus características físico-químicas (fluencia y relajación) a muy largo plazo.



3.5

**ACERROJAR  
ES MEJOR QUE SOLDAR**

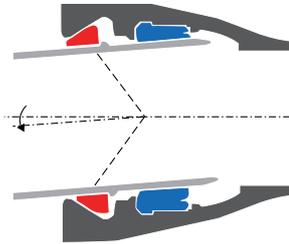


# LA JUNTA STANDARD ACERROJADA

## ALTA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

La junta STANDARD acerrojada permite recuperar las fuerzas hidráulicas axiales conservando a su vez la capacidad de desviación angular.

PAM ofrece varias técnicas de acerrojado, adaptadas a las diferentes presiones de servicio y diámetro de la canalización.

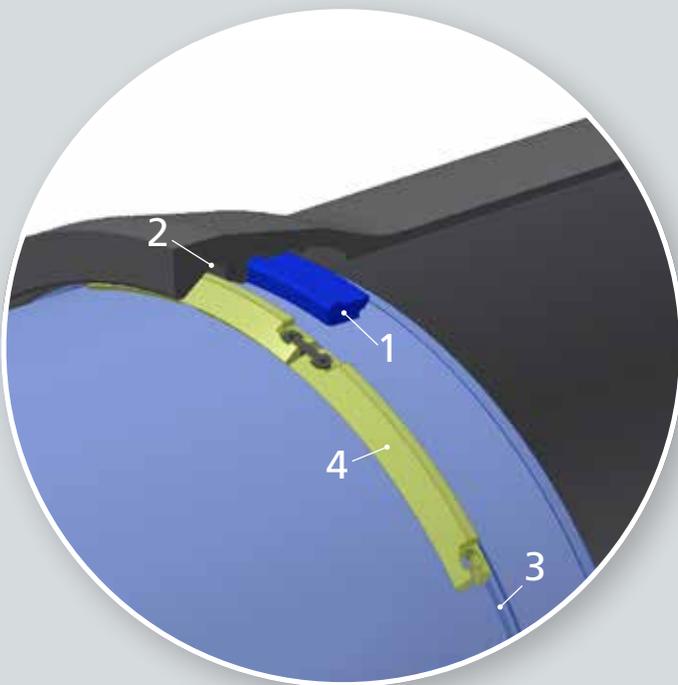


## AVANCE RÁPIDO Y SEGURO

El acerrojado permite liberarse de los macizos de hormigón, voluminosos en las zonas urbanas o costosos en caso de los grandes DN. El acerrojado, particularmente cómodo para reducir las molestias de una obra en zona urbana, permite hacer la prueba de presión in situ rápidamente después del ensamblaje de los tubos y su relleno. En comparación con los procedimientos de soldadura (en tubos de PE o de acero), el acerrojado dispensa al contratista de tener que recurrir a personal certificado y de inmovilizar equipos y fuentes de energía eléctrica especializadas.

## LA MEJOR MANERA PARA TIRAR UNA CADENA DE TUBOS

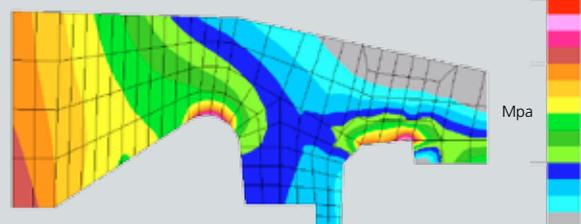
El acerrojado es una solución sencilla y fácil en numerosos casos: instalación en galería bajo carretera, perforación dirigida sin zanja, instalación con fuerte pendiente (caso de microcentrales hidroeléctricas en montaña), protección en terrenos inestables, tirado flotante antes de la inmersión de la canalización, etc.



## PAM TECHNOLOGY

Existen varias técnicas de acerrojado: STANDARD Vi o Ve, UNIVERSAL STD Vi o Ve, PAMLOCK.

MODELIZACIÓN POR ELEMENTOS ACABADOS



En el acerrojado UNI STD Ve (imagen a la izquierda), la estanqueidad se garantiza mediante un anillo de junta STANDARD (1). Los esfuerzos hidráulicos axiales se recuperan mediante un dispositivo que incluye:

- un enchufe UNIVERSAL de doble cámara (2)
- un cordón de soldadura (3) realizado en fábrica y colocado sobre el extremo liso del tubo
- un anillo de acerrojado (4) formado por segmentos con perfil exterior esférico, que se apoya en el cordón de soldadura y la cámara del enchufe.

Los acerrojados de PAM se diseñan tomando en cuenta los cálculos de los componentes finales, completados mediante pruebas de comportamiento en las condiciones más extremas. Soportan la desviación angular y la ovalización del tubo sin reducir en absoluto sus capacidades de resistencia axial.

Más información disponible en el capítulo "características técnicas" sobre los rendimientos de las juntas y la elección de los acerrojados.



**PAM**  
SAINT-GOBAIN

# LA GAMA HYDROCLASS

## 4

- 4.1 TUBOS DN 100 A 2000
- 4.2 ACCESORIOS
- 4.3 JUNTAS
- 4.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

# 4.1 TUBOS

# DN 100 A 2000



PFA: Presión de funcionamiento admisible en el sentido de la EN 545 e ISO 2531

Tubos HYDROCLASS®				no acerrojado		acerrojado					Revestimientos			
DN	Lu	Clase Preferencial (*)	Masa (1) kg/m	STD PFA bar	STD Vi PFA bar	STD Ve PFA bar	Clase	Masa (2) kg/m	UNI STD Vi PFA bar	UNI STD Ve PFA bar	PK PFA bar	INT CHF	EXT Zn   ZnAl	
100	6,00	C40	14,7	40	16									
150	6,00	C40	22,2	40	16									
200	6,00	C40	30,2	40	16									
250	6,00	C40	42,2	40	16									
300	6,00	C40	55,5	40	16	30 <sub>co</sub>								
350	6,00	C30	67,9	30	16	27 <sub>co</sub>	C40	83,5						
400	6,00	C30	79,4	30	16	25	C40	98,2	20 <sub>co</sub>	35 <sub>co</sub>				
450	6,00	C30	93,7	30	13 <sub>co</sub>	23	C40	117,3	16 <sub>co</sub>	32 <sub>co</sub>				
500	6,00	C30	111,1	30	11	22	C40	139,2	16 <sub>co</sub>	30 <sub>co</sub>				
600	6,00	C30	150,6	30	10	20	C40	187,8	16 <sub>co</sub>	30 <sub>co</sub>				
700	6,00	C25	186,2	25		20	C30	227,0		27 <sub>co</sub>				
800	6,00	C25	229,0	25		16/20 <sub>co</sub>	C30	278,0		25 <sub>co</sub>				
900	6,00	C25	276,2	25		16/20 <sub>co</sub>	C30	348,7		25 <sub>co</sub>				
1000	6,00	C25	330,6	25		16/20 <sub>co</sub>	C30	554,1		25 <sub>co</sub>				
1100	8,19	C25	395,4	25		16/20 <sub>co</sub>								co
1200	8,19	C25	461,6	25		16/20 <sub>co</sub>	C30	521,6		25 <sub>co</sub>				co
1400	8,17	C25	632,4	25			C25	632,4		16 <sub>co</sub>	25 <sub>co</sub>			co
1500	8,16	C25	720,3	25			C25	780,6			25 <sub>co</sub>			co
1600	8,16	C25	806,1	25			C25	872,8			25 <sub>co</sub>			co
1800	8,15	C25	995,1	25			C25	1064,7			16 <sub>co</sub>			co
2000	8,13	C25	1210,0	25			C25	1306,7			16 <sub>co</sub>			co

(1) Masa calculada con enchufe STD (2) Masa calculada con enchufe UNI STD Lu: longitud unitaria

(\*): Otras clases de tubos disponibles

- C25 del DN350 a 600 bajo pedido
- C20 del DN 700 a 2000 bajo pedido
- Todas las clases superiores previa consulta

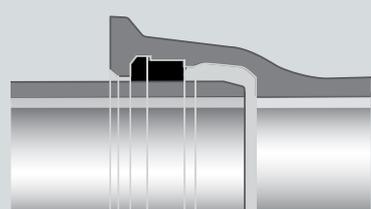
Revestimientos:

- Revestimiento interior: mortero de cemento de alto horno CHF
- Revestimiento exterior: cinc puro 200 g/m<sup>2</sup> + pintura sintética azul
- Revestimiento exterior: aleación Zinalium 400 g/m<sup>2</sup> + pintura sintética azul

STD: junta STANDARD  
 STD Vi: junta STANDARD Vi  
 STD Ve: junta STANDARD Ve  
 UNI STD Vi: junta UNIVERSAL STD Vi  
 UNI STD Ve: junta UNIVERSAL STD Ve  
 PK: junta PAMLOCK

co: consultar

# UNIONES Y ACERROJADOS

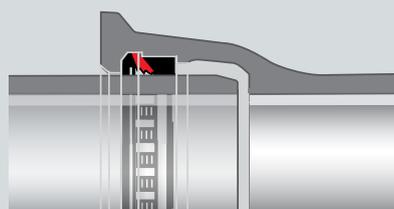


## STANDARD

**DN 100-2000**

Auto-estanco,  
no acerrojado

RÁPIDO PARA TODOS LOS DN

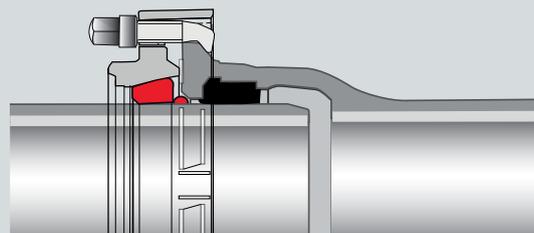


## STANDARD Vi

**DN 100-600**

Anillo de estanqueidad con  
de insertos de acerrojado

MONTAJE DE ÚLTIMO MINUTO

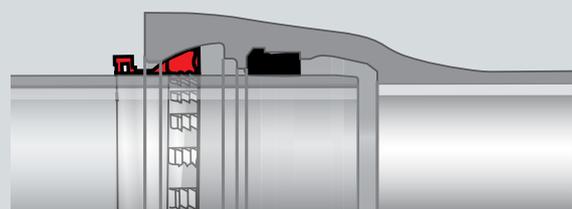


## STANDARD Ve

**DN 350-1200**

Acerrojado con cordón de soldadura mantenido por  
una contrabrida unida

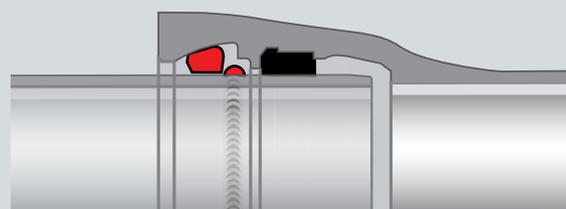
PARA JUNTA STANDARD CON COLLARÍN



## UNIVERSAL STD Vi

**DN 400-600**

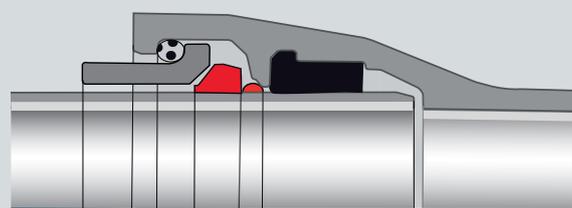
Acerrojado con anillo de insertos instalado en la  
cámara adyacente a la cámara de estanqueidad  
SIN CORDÓN DE SOLDADURA



## UNIVERSAL STD Ve

**DN 400-1400**

Acerrojado con anillo y cordón de soldadura situados  
en una cámara adyacente a la cámara de estanqueidad  
ALTA PRESIÓN, SIN PERNOS



## PAMLOCK

**DN 1400-2000**

Acerrojado con conformador, anillo y cordón de  
soldadura ubicados en una cámara adyacente  
a la cámara de estanqueidad  
ALTA PRESIÓN EN GRANDES DN

VIDEOS DE MONTAJE



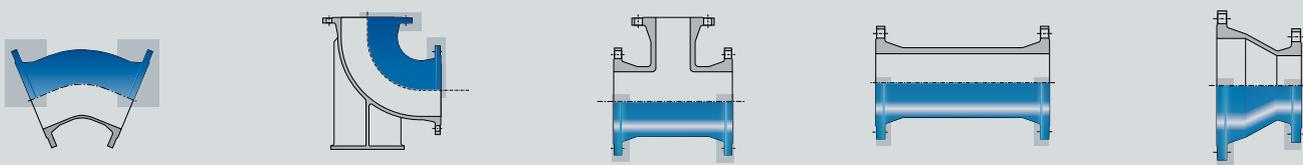
OPCIONES DE ACERROJADOS

Más información disponible en el capítulo  
"características técnicas".



# 4.2 ACCESORIOS

# CON BRIDAS



DN	Codo 2B				Codo con patín	Brida-liso	Cono 2B												Revestimiento							
	11°	22,5°	45°	90°			50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500		600	700	800	900	1000		
80	***	***	***	***	***	***	***	***																		
100	***	***	***	***	***	***	***	***																		
150	***	***	***	***	***	***	***	***																		
200	***	***	***	***	***	***	***	***																		
250	***	***	***	***		***	***	***																		
300	***	***	***	***	o	***	***	***																		
350	***	***	***	***		***	***	***																		
400	***	***	***	***		***	***	***																		
450	***	***	***	***		***	***	***																		
500	***	***	***	***		***	***	***																		
600	***	***	***	***		***	***	***																		
700	***	***	***	***		***	***	***																		
800	o	o	**	**		**	**	**																		
1000	**	**	**	**		**	**	**																		
1200	**	**	**			**	**	**																	**	
1400	**	**	**			**	**	**																		
1600	**	**	**			**	**	**																		
1800								*																		
2000								*																		

DN	Te 3B												Revestimiento														
	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700		800	900	1000	1200										
80	***																										
100	***	***																									
150	***	***	***																								
200	***	***	***	***																							
250	***	***	***	***	***																						
300		***	***	***	***	***																					
350		***	***	***	***	***	***																				
400		***	***	***	***	***	***	***																			
450		***	***	***	***	***	***	***	***																		
500		***	***	***	***	***	***	***	***	***																	
600	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***																
700		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***															
800		***		**	**	**	**	**	**	o	**																
1000				**	co	**	**	**	o	**	o	**															
1200				co	co	co	**	**	o	**	o	**	**														
1400				co	co	**	**	**	o	**	o	**	**	**													
1600				**	**	**	**	**	o	**	o	**	**	**	**												
1800																											
2000																											

### Juntas:

- Junta TYT
- Junta STD
- junta EXP (expres)
- Junta bridas fijas
- Acerrojado STD Ve

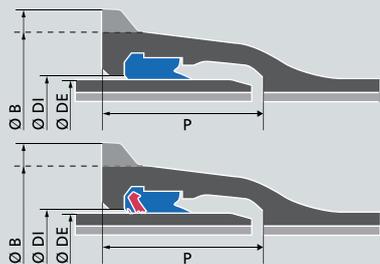
- \* Disponible en PN10
- \*\* Disponible en PN10 y 16
- \*\*\* Disponible en PN10, 16 y 25
- o Disponible en PN16 únicamente
- co consultar

### Revestimientos:

- revestimiento interior/exterior: epoxy 250 micrones azul
- revestimiento interior/exterior: poliuretano 1 mm blanco

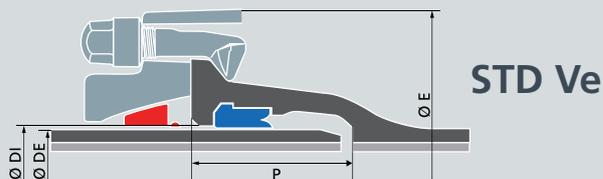
# 4.3 JUNTAS

# CON ENCHUFES



**STD**

**STD Vi**



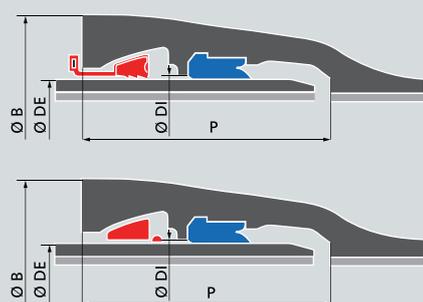
**STD Ve**

DN mm	Ø DE mm	Ø DI mm	P mm	Ø B mm
100	118	121	94,5	170
150	170	173	100,5	224
200	222	225	106,5	277
250	274	277	105,5	334
300	326	329	107,5	393
350	378	381	110,5	464
400	429	432	112,5	516
450	480	483	115,5	574,2
500	532	535	117,5	629
600	635	638	132,5	738,5
700	738	741	192	863
800	842	845	197	974
900	945	948	200	1082
1000	1048	1051	203	1191
1100	1152	1155	225	1300
1200	1255	1258	235	1412
1400	1462	1465	245	1592
1500	1565	1568	265	1710
1600	1668	1671	265	1816
1800	1875	1878	275	2032
2000	2082	2085	290	2259

\*

\* junta STD Vi no disponible para estos DN

DN mm	Ø DE mm	Ø DI mm	P mm	Ø E mm
350	378	381	110,5	570
400	429	432	112,5	618
450	478,6	483	115,5	671
500	532	535	117,5	734
600	635	638	132,5	840
700	738	741	192	958
800	842	845	197	1100
900	945	948	200	1218
1000	1048	1051	203	1306
1100	1152	1155	225	1417
1200	1255	1258	235	1547



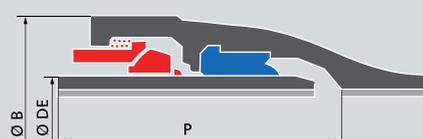
**UNI STD Vi**

**UNI STD Ve**

\*\*

DN mm	Ø DE mm	Ø DI mm	P mm	Ø B mm
400	427,4	431,9	176	510
450	478,6	483,0	190	570
500	530,5	535,0	200	625
600	633,3	638,2	209	740
700	736,6	741,7	250	855
800	840,4	845,8	261	980
900	943,2	948,9	280	1087
1000	1046,0	1052,0	279	1191
1200	1252,3	1260,0	279	1415
1400	1458,9	1468,5	330	1640

\* junta UNI STD Vi no disponible para estos DN

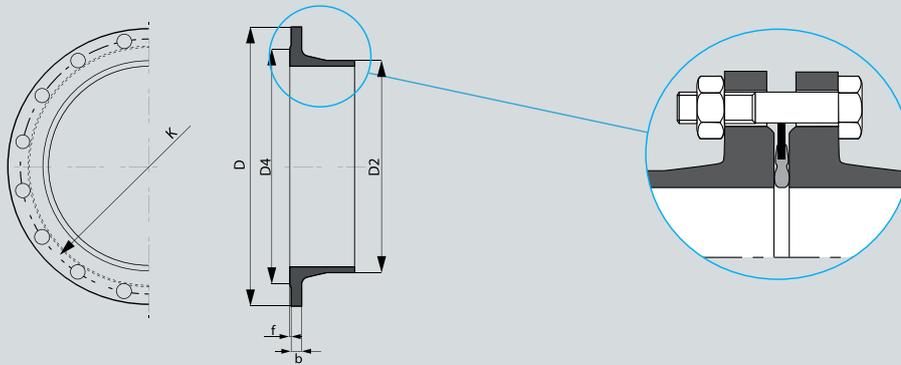


**PAMLOCK**

DN mm	Ø DE mm	Ø DI mm	P mm	Ø B mm
1400	1458,9	1467,9	300	1620,1
1500	1561,7	1571,1	315	1757,3
1600	1664,5	1674,2	325	1868,0
1800	1871,6	1881,5	350	2075,3
2000	2077,7	2088,8	394	2307,0

# 4.3 JUNTAS

# CON BRIDAS



DN mm	PN10						PN 16				PN 25			
	D mm	D2 mm	D4 mm	K mm	b mm	f mm	D4 mm	K mm	b mm	f mm	D4 mm	K mm	b mm	f mm
80	200	98	132	160	16	3	132	160	16	3	132	160	16	3
100	220	118	156	180	16	3	156	180	16	3	156	190	16	3
125	250	144	184	210	16	3	184	210	16	3	184	220	16	3
150	285	170	211	240	16	3	211	240	16	3	211	250	17	3
200	340	222	266	295	17	3	266	295	17	3	274	310	19	3
250	400	274	319	350	19	3	319	355	19	3	330	370	21,5	3
300	455	326	370	400	20,5	4	370	410	20,5	4	389	430	23,5	4
350	505	378	429	460	20,5	4	429	470	22,5	4	448	490	26	4
400	565	429	480	515	20,5	4	480	525	24	4	503	550	28	4
450	615	480	530	565	21,5	4	548	585	26	4	548	600	30,5	4
500	670	532	582	620	22,5	4	609	650	27,5	4	609	660	32,5	4
600	780	635	682	725	25	4	720	770	31	4	720	770	37	4
700	895	738	794	840	27,5	5	794	840	34,5	5				
800	1015	842	901	950	30	5	901	950	38	5				
900	1115	945	1001	1050	32,5	5	1001	1050	41,5	5				
1000	1230	1048	1112	1160	35	5	1112	1170	45	5				
1100	1340	1152	1218	1270	37,5	5	1218	1270	48,5	5				
1200	1455	1255	1328	1380	40	5	1328	1390	52	5				
1400	1675	1462	1530	1590	41	5	1530	1590	55	5				
1500	1785	1565	1640	1700	42,5	5	1640	1710	57,5	5				
1600	1915	1668	1750	1820	44	5	1750	1820	60	5				
1800	2115	1875	1950	2020	47	5								
2000	2325	2082	2150	2230	50	5								

PN 40: consultar

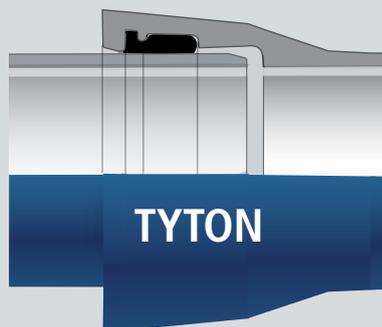
Consultar

Consultar

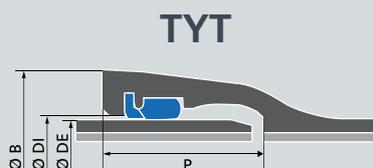
## 4.3 JUNTAS

## TYTON EN ACCESORIOS

**DN 100-700**  
Auto-estanco,  
no acerrojado  
MONTAJE RÁPIDO



DN mm	Lu m	En tubo de clase	TYT PFA bar
100	6,00	C40	64
150	6,00	C40	62
200	6,00	C40	50
250	6,00	C40	43
300	6,00	C40	40
350	6,00	C30	30
400	6,00	C30	30
450	6,00	C30	30
500	6,00	C30	30
600	6,00	C30	30
700	6,96	C25	25



DN mm	Ø DE mm	Ø DI mm	P mm	Ø B mm
100	118	121	88	163
150	170	173	94	217
200	222	225	100	278
250	274	277	105	336
300	326	329	110	393
350	378	381	110	448
400	429	432	110	500
450	480	483	120	540
500	532	535	120	604
600	635	638	120	713
700	738	741	150	824

## 4.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

NORMAS Y CERTIFICADOS  
LA FUNDICIÓN DÚCTIL PAM  
LOS REVESTIMIENTOS PAM  
LAS JUNTAS PAM  
EVALUACIONES TCO-LCA



## 4.4.1 NORMAS Y CERTIFICADOS

Los componentes de la gama HYDROCLASS® cumplen las siguientes normas. Se proporcionarán los certificados de conformidad bajo petición.

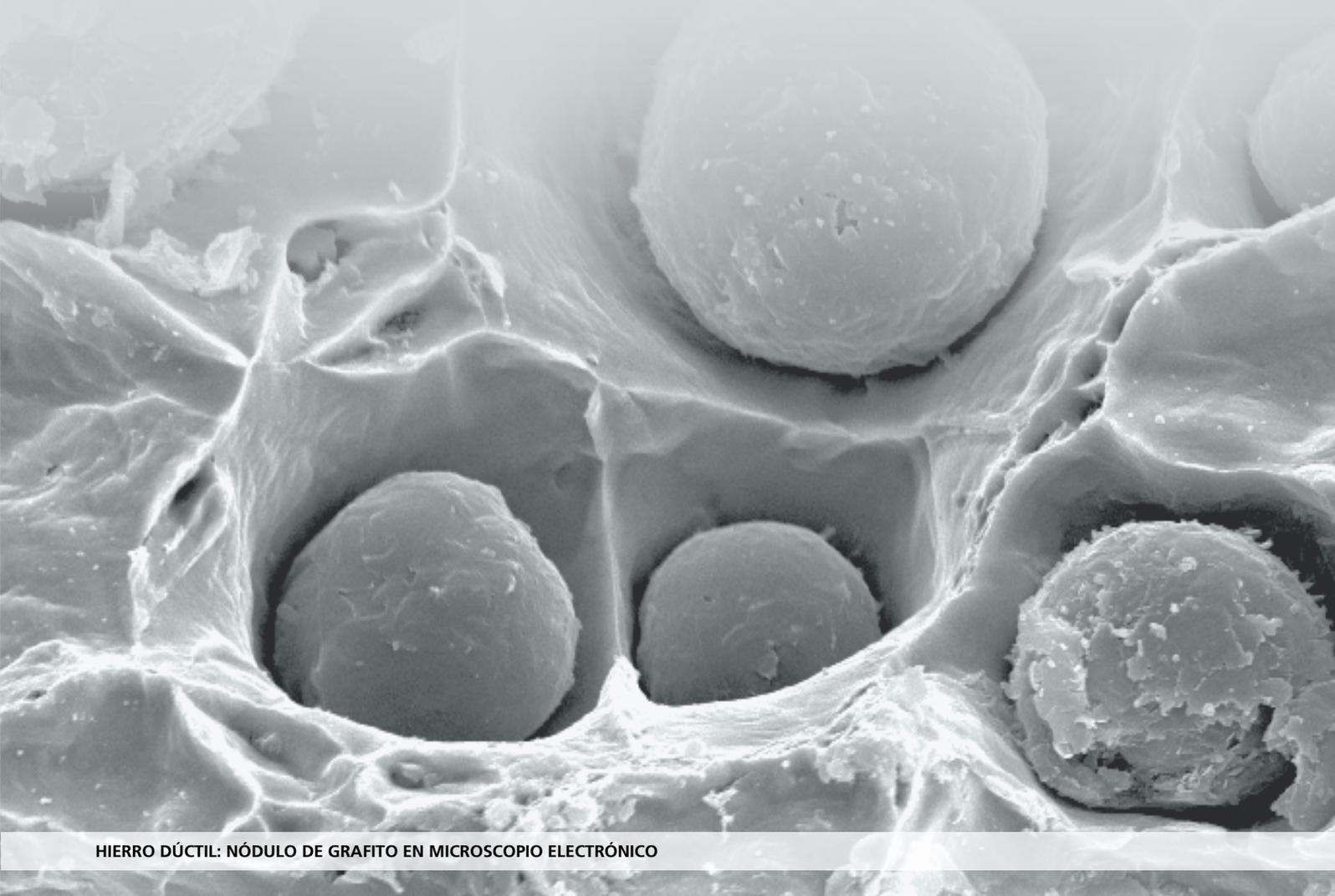
<b>Normas Medio Ambiente y Calidad:</b>	<b>Normas EN</b>	<b>Normas ISO</b>
Sistemas de gestión medioambiental	EN ISO 14 001	ISO 14 001
Sistemas de gestión de la calidad	EN ISO 9001	ISO 9001
Abastecimiento de agua Especificaciones para redes exteriores a los edificios	EN 805	
<b>Normas Productos:</b>	<b>EN</b>	<b>ISO</b>
Especificaciones técnicas de canalizaciones de fundición dúctil	EN 545	ISO 2531
Revestimiento interior de mortero de cemento	EN 545	ISO 4179
Revestimiento exterior de cinc	EN 545	ISO 8179
Revestimiento epoxy alta resistencia para accesorios	EN 14901	
Revestimiento de poliuretano para accesorios	EN 15655	
Manga de polietileno	EN 545	ISO 8180
Anillos de junta. Especificaciones de los materiales	EN 681.1	ISO 4633
Dimensiones de las bridas	EN 1092 - 2	ISO 7005 - 2
<b>Normas de aplicación:</b>	<b>EN</b>	<b>ISO</b>
Métodos de cálculos de instalación de canalizaciones enterradas	EN 545	ISO 10803
Prueba de presión in situ	EN 805	ISO 10802
<b>Certificados de conformidad con las normas:</b>	<b>Expedido por:</b>	
Conformidad con la norma ISO 14 0001	Veritas	
Conformidad con la norma ISO 9001	Veritas	
Conformidad con la norma EN 545	Veritas	
Conformidad gama HYDROCLASS® con la norma ISO 2531	Veritas	
Conformidad con la norma 8179	Veritas	
Conformidad con la norma 14 901	Veritas	
Conformidad con la norma 681-1	Veritas	
<b>Certificados de rendimiento de los ensamblajes:</b>	<b>Expedido por:</b>	
Prueba de rendimiento EN 545 con junta STD	Veritas	
Prueba de rendimiento EN 545 con junta STD Vi	Veritas	
Prueba de rendimiento EN 545 con junta STD Ve	Veritas	
Prueba de rendimiento EN 545 con junta UNI STD Ve	Veritas	
Prueba de rendimiento EN 545 con junta UNI STD Vi	Veritas	
<b>Certificado de aptitud para el contacto con agua potable:</b>	<b>Expedido por:</b>	
Gama HYDROCLASS®	ACS Veritas	
Revestimiento Epoxy	WRAS	
Revestimiento Cemento	WRAS	
Pasta lubricante	WQC	

## 4.4.2 LA FUNDICIÓN DÚCTIL PAM

### ■ CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Límite elástico (*), Rp 0,2	300 MPa
Resistencia a la tracción, Rm	420 MPa
Alargamiento de ruptura, A	10% para DN 60 a 1000, 7% para DN 1100 a 2000
Módulo de elasticidad	$1,7 \times 10^5$ N/mm <sup>3</sup>
Coefficiente de expansión térmica	$1,1 \times 10^{-2}$ mm/m °C
Densidad	7,05 g/cm <sup>3</sup>

(\*) 270 MPa cuando A  $\geq$  12% para DN 40 a 1000 o A  $\geq$  10 % para DN > 1000



HIERRO DÚCTIL: NÓDULO DE GRAFITO EN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO

## 4.4.3 LOS REVESTIMIENTOS PAM

### ■ ZINC Y ZINALIUM®: EMPLEO EN SUELOS

	Cinc tradicional	ZINALIUM®
Rendimientos en suelos:	Cinc puro 200g/m <sup>2</sup> + barniz bituminoso	Aleación ZinAlu 400g/m <sup>2</sup> + pintura sintética
Resistividad superior a (véase norma EN 545:2010 D.2.1): - 2500 ohm.cm bajo capa freática - 750 ohm.cm fuera de capa freática	X	X
Resistividad superior a (véase norma EN 545:2010 D.2.2): 500 ohm.cm bajo capa freática		X
Regeneración de la protección en heridas de revestimiento	X	X

### Ámbito de utilización según norma EN 545

#### Revestimiento básico con Cinc puro

Los tubos en hierro dúctil revestidos con una capa de cinc metálico puro de 200g/m<sup>2</sup> como mínimo y una capa de barniz bituminoso pueden enterrarse en contacto con un gran número de suelos, que pueden identificarse mediante estudios de suelos in situ, excepto\*\*:

- suelos con baja resistividad, de menos de 1.500 Ω.cm por encima del nivel de la capa freática y de menos de 2.500 Ω.cm por debajo;
- suelos mixtos, es decir, formados por dos o varios tipos de suelos;
- suelos con un pH inferior a 6 y una gran reserva de acidez;
- suelos que contengan residuos, cenizas, escorias o contaminados por determinados residuos o efluentes industriales.

#### Revestimiento con aleación de Cinc y Aluminio

Los tubos en hierro dúctil provistos de un revestimiento de aleación de cinc y de aluminio de 400 g/m<sup>2</sup> como mínimo con una capa de acabado pueden enterrarse en contacto con la mayoría de los suelos, excepto\*\*:

- suelos turbosos y ácidos;
- suelos que contengan residuos, cenizas, escorias o contaminados por determinados residuos o efluentes industriales;
- suelos situados bajo el nivel de la capa freática marina con una resistividad inferior a 500 Ω.cm.

(\*\*) En estos suelos identificados por estudios in situ, y en caso de corrientes vagabundas, se recomienda utilizar una protección adicional (como por ejemplo una manga de polietileno) u otros tipos de revestimientos exteriores adaptados (véase EN 545 / D.1, D.2.2 y D.2.3).

## ■ LÍNEAS ELÉCTRICAS Y PROTECCIÓN CATÓDICA

### Proximidad de líneas eléctricas:

"La resistencia eléctrica de cada anillo elastómero es suficiente para considerar que la canalización en hierro dúctil no es una estructura eléctricamente continua. En efecto, el anillo elastómero aísla al tubo y se opone al fenómeno de inducción magnética. Asimismo, en la mayoría de los casos, cuando las canalizaciones están revestidas de cinc metálico y se entierran, pueden considerarse como conectadas "a tierra" en toda su longitud lo que impide cualquier fenómeno de inducción a gran longitud".

Fuente: *Effect of overhead AC power lines paralleling DI pipelines 1996 (R.W. Bonds/DIPRA Research)*

### Protección catódica:

Al contrario que los tubos metálicos soldados y eléctricamente continuos, no es necesaria la protección catódica en las canalizaciones en hierro dúctil ensambladas con anillos de juntas de elastómero y protegidas con revestimientos anticorrosivos adaptados a los suelos que atraviesen.

## ■ MORTERO DE CEMENTO: CONTACTO CON AGUAS

El revestimiento interior de los tubos Hydroclass es un mortero de cemento de alto horno. Este último forma parte de la clase de cementos resistentes a los sulfatos, cuyo ámbito de utilización está definido por la norma EN 545 / Anexo E.

### Ámbito de utilización de los cementos según EN 545

Características de las aguas	Cemento Portland	Cemento de alto horno	
		Cementos resistentes a los sulfatos	Cemento aluminoso
Valor mínimo de pH	6	5,5	4
Contenido máximo (mg/l) de:			
CO <sub>2</sub> agresivo	7	15	No limitado
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	400	3000	No limitado
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	100	500	No limitado
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	30	30	No limitado

## ■ MORTERO DE CEMENTO: ESPESORES

DN	Espesor del revestimiento según EN 545	
	Valor nominal en mm	Diferencia límite* en mm
40 a 300	4	- 1,5
350 a 600	5	- 2,0
700 a 1200	6	- 2,5
1400 a 2000	9	- 3,0

\* Solo se proporciona la diferencia inferior

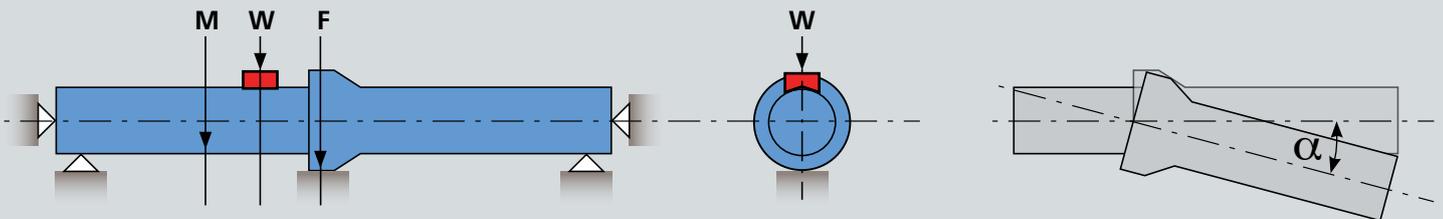
## 4.4.4 LAS JUNTAS PAM

### ■ DESVIACIÓN ANGULAR DE LAS JUNTAS PAM

DN	Mínimo requerido por ISO 2531 en junta no acerrojada	Desviación angular máxima admisible en juntas PAM						
		🔓 no acerrojada		🔒 acerrojada				
		STD	TYT	STD Vi	STD Ve	UNI STD Vi	UNI STD Ve	PAMLOCK
100	3,5	5	5	5				
150		5	5	5				
200		5	4	4				
250		5	4	4				
300		5	4	3	4			
350	2,5	4	3	3	3			
400		4	3	2	3	3	3	
450		4	3	2	3	3	3	
500		4	3	2	3	2	2	
600		4	3	2	3	2	2	
700	1,5	4	2		2		2	
800		4			2		2	
900		4			1,5		1,5	
1000		4			1,5		1,2	
1100		4			1,5			
1200	1,5	4			1,5		1,1	
1400		3					1,1	1
1500		3						1
1600		3						1
1800		2,5						0,8
2000	2						0,8	

### ■ PRUEBAS EN CONDICIONES EXTREMAS

Todas las juntas PAM están cualificadas con las condiciones extremas de presión y de desviación angular recomendadas por la norma EN 545.



Montaje de la prueba de tipo según EN 545

Rendimiento	Presión de prueba	Tensiones sobre junta	Criterios de aceptación
Estanqueidad a la presión (servicio y sobrepresión)	P interna positiva	Desviación máxima $\alpha$ Esfuerzo cortante W Duración 2 horas	1,5 PFA +5 bar
Estanqueidad a la depresión (depresión accidental)	P interna negativa		-0,9 bar (cavitación)
Comportamiento en fatiga (proximidad de las bombas)	P interna cíclica		PMA +/- 5b 24 000 ciclos
Estanqueidad a la penetración de agua por el exterior (conducción vacía)	P externa positiva		2 bar (20 m de agua)

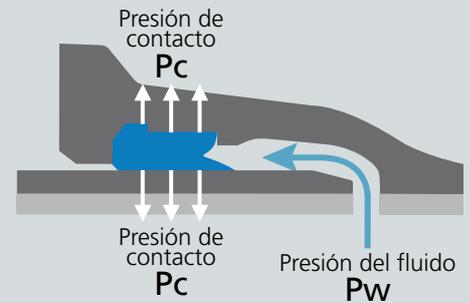
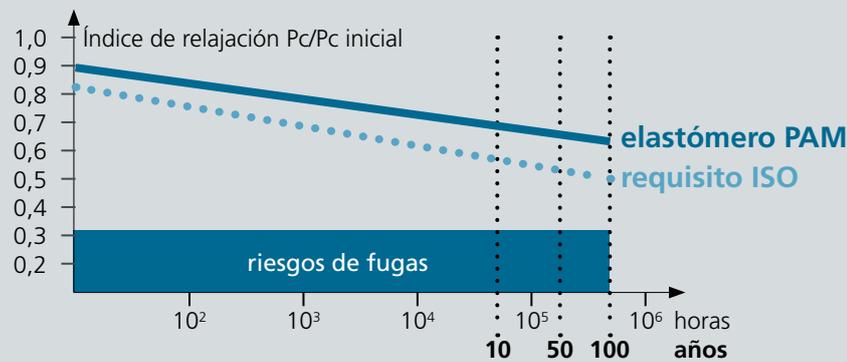
## OPCIONES DE ACERROJADOS

Para determinar las longitudes de canalizaciones que acerojar (en los puntos singulares, pendientes, etc.) y calcular el número de tubos con juntas acerojadas necesarias, consultar con PAM.

Tipología	Gama DN	Gama Presión	Acerrojados	Ventajas	
Redes de agua malladas Distribución urbana	100 - 300	16 bar	STD Vi	Montaje de último momento sin soldadura	
Conducciones de agua Abastecimiento de ciudades	400 - 1000	presión media gran presión	10 - 20 bar 20 - 35 bar	STD Vi, UNI STD Vi STD Ve, UNI STD Ve	Mecánicos, potentes, con o sin perno
Transporte de agua Grandes DN y largas distancias	1200 - 2000	16 - 25 bar	UNI STD Ve, PAMLOCK	Sin maquinaria especializada, rápido, ideal para accesos difíciles	

## RENDIMIENTO DEL ELASTÓMERO PAM

Comportamiento del elastómero PAM a lo largo del tiempo



El índice de relajación bajo esfuerzo ( $P_c/P_c$  inicial) indica la capacidad del elastómero EPDM para resistir a la presión. El gráfico anterior muestra que el anillo de elastómero es apto para cumplir su función de estanqueidad a lo largo de toda la vida útil de la canalización.

## TIEMPO DE ENSAMBLAJE

Tiempo absoluto de ensamblaje de la junta STANDARD	Con pala mecánica		Con cable y tirador manual	
	DN	minutos por junta	DN	minutos por junta
300	300	4	300	7
400	400	4	400	8
600	600	5	600	10
800	800	6	800	14
1000	1000	8	1000	16
1200	1200	12	1200	18
1400	1400	12	1400	20
1600	1600	12	1600	20
1800	1800	12	1800	20

Nota: Los valores anteriores se ofrecen a título informativo para condiciones de instalación normales. No tienen carácter contractual. Corresponde al instalador cualificado adaptarlos en función de su conocimiento exacto de las condiciones de acceso y de ejecución de la obra.

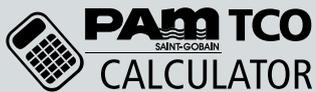
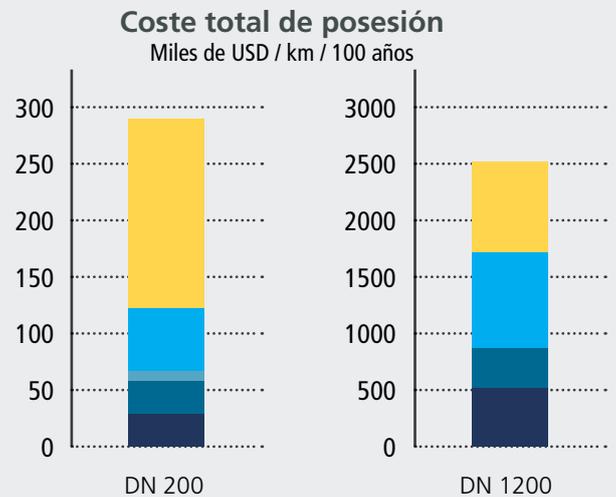
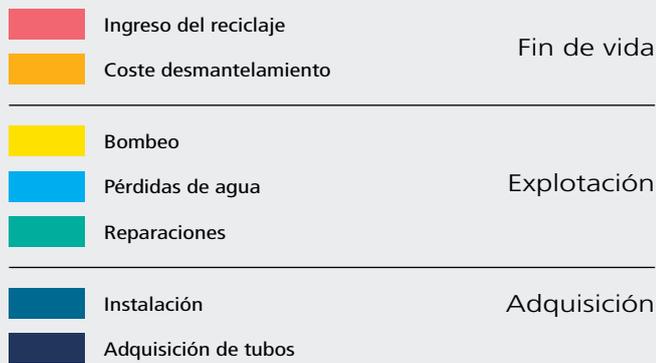
## 4.4.5 EJEMPLOS DE EVALUACIONES TCO-LCA

Hipótesis de cálculos realizados con LCA TCO PAM calculator:

- Para Tubos **HYDROCLASS®** DN 200 y 1200
- Instalados en zanja con condiciones estándar
- Transportados 13 000 km por barco
- Datos técnico-económicos año 2014 zonas Asia/Oriente Medio
- Vida útil 100 años

Los valores a continuación, basados en casos hipotéticos y de datos medios, se ofrecen a título informativo. No tienen carácter contractual.

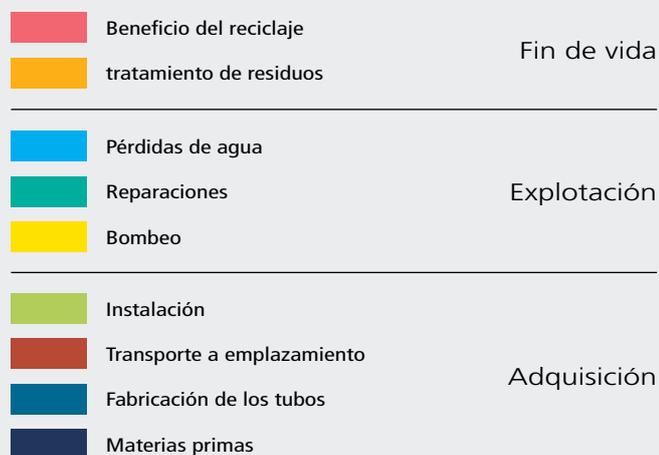
### ■ ANÁLISIS TCO (COSTE TOTAL DE ADQUISICIÓN)



Consultar con PAM para evaluar su proyecto.

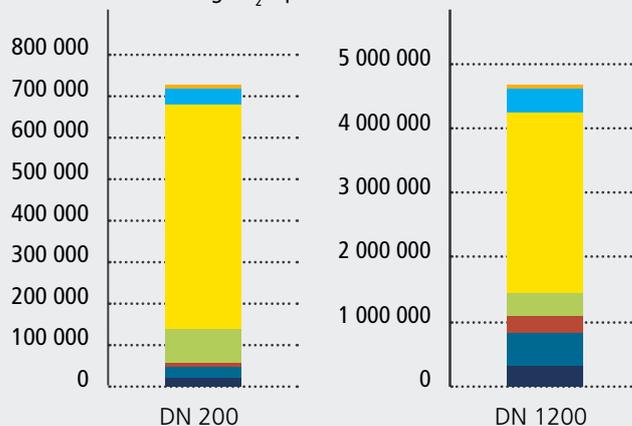


## ANÁLISIS LCA (CICLO DE VIDA)



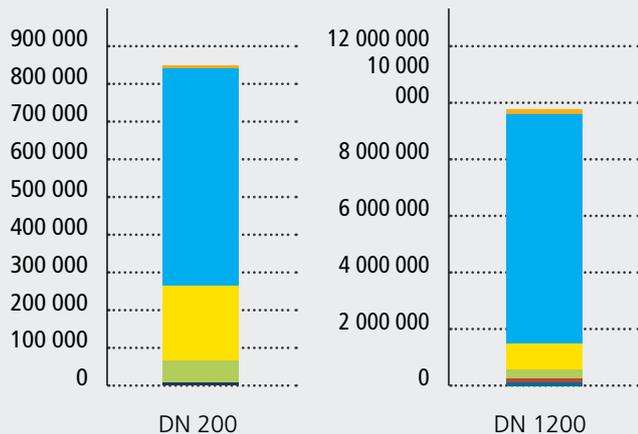
### Huella de carbono

Kg CO<sub>2</sub> eq / km / 100 años



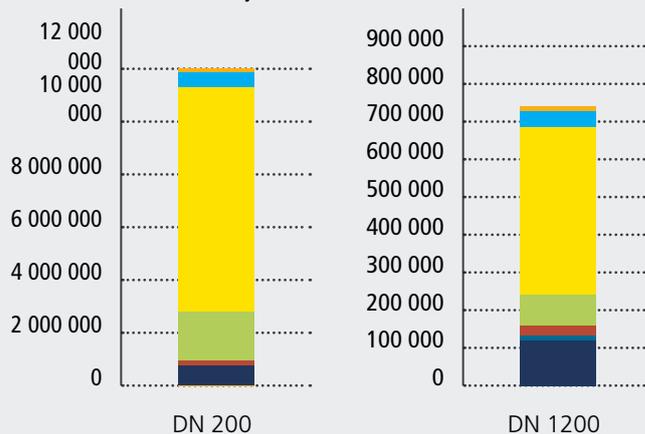
### Extracción de agua

m<sup>3</sup> / km / 100 años



### Extracción de energía fósil

M julios / km / 100 años



# SAINT-GOBAIN PAM en el mundo

## SUDÁFRICA

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS  
PAM BUSINESS UNIT  
N1 Business Park  
Corner Olievenhoutbosch Road & Old Johannes-  
burg Road Samrand - PO BOX 700  
GERMISTON - Sudáfrica 1400  
Tel.: +27 12 657 2800

## ARGELIA

SAINT-GOBAIN PAM ALGERIE  
Z.I. Sidi Abdelkader-Ben Boulaid - BP 538  
09000 - BLIDA - Argelia  
Tel.: + 213 (0) 25 36 00 60

## ALEMANIA

SAINT-GOBAIN PAM DEUTSCHLAND  
Saarbrucker Strasse 51  
66130 - SAARBRUCKEN - Alemania  
Tel.: + 49 681 87 010

## ARGENTINA

SAINT-GOBAIN PAM ARGENTINA  
Bouchard y Enz  
1836 - LLAVALLOL - BUENOS AIRES - Argentina  
Tel.: + 54 11 42 98 9600

## AUSTRALIA

SAINT-GOBAIN PAM  
15 Edgars Road  
THOMASTOWN VIC 3074 - Australia  
Tel.: + 61 (0) 3 9358 6122

## AUSTRIA

SAINT-GOBAIN GUSSROHRVERTRIEB  
ÖSTERREICH GMBH  
Archenweg, 52  
A-6020 - INNSBRUCK - Austria  
Tel.: + 43 512 341 717-0

## BÉLGICA

SAINT-GOBAIN PIPE SYSTEMS  
Raatshovenstraat, n°2  
B-3400 - LANDEN - Bélgica  
Tel.: + 32 11 88 01 20

## BRASIL

SAINT-GOBAIN CANALIZACAO LTDA  
Praia de Botafogo 440 7° andar  
22250-040 - RIO DE JANEIRO - RJ - Brasil  
Tel.: + 55 21 2128 1677

## CHILE

SAINT-GOBAIN PAM CHILE  
Antillanca Norte 600  
Parque Industrial Vespucio, Comuna de  
Pudahuel  
SANTIAGO DE CHILE - Chile  
Tel.: + 562 444 13 00

## CHINA

SAINT-GOBAIN PAM CHINA (SHANGHAI)  
7th Floor, Office Tower  
Bund Center - 222 Yan'an Road (East)  
200002 - SHANGHAI - China  
Tel.: + 86 21 6361 2142

## SAINT-GOBAIN PAM CHINA (XUZHOU)

Dong Jiao Yangzhuang  
PC 221004 - XUZHOU - Provincia de Jiangsu -  
China  
Tel.: + 86 516 8787 8107

## SAINT-GOBAIN PAM CHINA (MAANSHAN)

Hua Gong Road Cihu  
PC 243052 - MAANSHAN Provincia de Anhui -  
China  
Tel.: + 86 555 350 8040

## COLOMBIA

SAINT-GOBAIN PAM COLOMBIA  
Terminal terrestre de carga de Bogotá  
Etapa 1, Bodega 9, Módulo 3  
Km 3,5 costado sur autopista - Medellín  
COTA CUNDINAMARCA - Colombia  
Tel.: + 57 (1) 841 5832

## EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

SAINT-GOBAIN PAM GULF  
Jebel Ali Free Zone, Plot S10817  
POBOX 261484  
Dubái - Emiratos Árabes Unidos  
Tel.: + 971 4 8011 800

## ESPAÑA

SAINT-GOBAIN PAM ESPAÑA  
C/ Príncipe de Vergara, 132 planta 7  
28002 - Madrid  
Tel.: + 34 913 97 20 00

## FINLANDIA

SAINT-GOBAIN PIPE SYSTEMS OY  
Nuijamiestentie 3A  
FIN-00400 - HELSINKI - Finlandia  
Tel.: + 358 207 424 600

## FRANCIA Y DOM-TOM

SAINT-GOBAIN PAM (DOMICILIO SOCIAL)  
21, avenue Camille Cavallier  
54705 PONT-A-MOUSSON CEDEX - Francia  
Tel.: +33 3 83 80 73 50

## SAINT-GOBAIN PAM

(Dirección comercial Francia)  
CRD - Chemin de Blénod - B.P. 109  
54704 PONT-A-MOUSSON CEDEX - Francia  
Tel.: +33 3 83 80 73 00

## SAINT-GOBAIN PAM

(Direcciones comerciales Europa e Internacional)  
21 avenue Camille Cavallier  
54705 PONT-A-MOUSSON CEDEX - Francia  
Tel.: + 33 3 83 80 67 89

## SAINT-GOBAIN PAM

(Agencia regional Antillas)  
Rue Alfred Lumière - ZI de Jarry - BP 2104  
97122 - BAIE MAHAULT - Guadalupe  
Tel.: + 33.590 26 71 46

## GRECIA

SAINT-GOBAIN SOLINOURGEIA  
5 Klissouras Str.  
GR 14482 - METAMORFOSI - ATENAS - Grecia  
Tel.: + 30 210 28 31 804

## HONG KONG

SAINT-GOBAIN PIPELINES  
H15/F Hermes Commercial Centre - 4-4A  
Hillwood Road  
TSIM SHA TSUI - KOWLOON - Hong Kong  
Tel.: + 852 27 35 78 26

## INDIA

SAINT-GOBAIN PAM  
Grindwell Norton Ltd  
5th Level, Leela Business Park - Andheri-Kurla  
Road  
MUMBAI - 400059 - India  
Tel.: + 91 22 402 12 121

## ITALIA

SAINT-GOBAIN PAM ITALIA SPA  
Via Romagnoli n°6  
I-20146 - MILÁN - Italia  
Tel.: + 39 02 42 431

## JORDANIA

SAINT-GOBAIN PAM REGIONAL OFFICE  
Abu Zaid Center - Office # 8  
35 Saad Bin Abi Waqqas St, - PO BOX 831000  
11183 AMMAN - Jordania  
Tel.: + 962 6 551 4438

## KENIA

SAINT-GOBAIN DEVELOPMENT EAST AFRICA LTD  
83, Muthithi Road  
P.O. Box 17915-00500  
Westland Nairobi - Kenia  
Tel.: + 254 7 31 02 12 35

## MARRUECOS

SAINT-GOBAIN DÉVELOPPEMENT MAROC  
2 allée des Figuier, Ain Sebaâ  
CASABLANCA - Marruecos  
Tel.: + 212.522 66 57 31

## MÉXICO

SAINT-GOBAIN PAM MÉXICO  
HORACIO 1855-502 - Colonia Los Morales -  
Polanco  
11510 - MÉXICO D.F. - México  
Tel.: + 52 55 5279 1657

## NORUEGA

SAINT-GOBAIN PAM NORWAY  
Brobekkveien 84  
N-0614 OSLO - Noruega  
Tel.: + 47 23 17 58 60

## PAÍSES BAJOS

SAINT-GOBAIN PIPE SYSTEMS  
Markerkant 10-17  
1316 - AB ALMERE - Países Bajos  
Tel.: + 31 36 53.333 44

## PERÚ

SAINT-GOBAIN PAM PERÚ  
Avenida de los Faisanes N° 157 - Chorillos  
LIMA 09 - Perú  
Tel.: + 511 252 40 34/35

## POLONIA

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS POLSKA  
SP Z.O.O - PAM Business Unit  
Ul. Cybernetyki 21  
PL-02-677 WARSZAWA - Polonia  
Tel.: + 48 22.751 41 72

## PORTUGAL

SAINT-GOBAIN PAM PORTUGAL  
Est. Nac. 10 - Lugar de D. Pedro - Apartado 1708  
P-2690-901 - SANTA IRIA DE AZOIA - Portugal  
Tel.: + 351 218 925 000

## REPÚBLICA CHECA

SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.  
Počernická 272/96  
108 03 Praha 10 - República Checa  
Tel.: + 296 411 746

## RUMANIA

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS  
ROMANIA S.R.L. - PAM Business Unit  
Str. Tipografilor nr. 11-15  
S-Park/Corp - B3 B4 - Sector 1 - Cod 013714  
BUCAREST - Rumania  
Tel.: + 40 21.207 57 37

## REINO UNIDO

SAINT-GOBAIN PAM UK  
Lows Lane - Stanton-by-Dale  
ILKESTON - DERBYSHIRE - DE7 4QU  
Reino Unido  
Tel.: + 44 115 930 5000

## ESLOVAQUIA

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS  
PAM Business Unit  
Stara Vajnorska 139  
83102 - BRATISLAVA - Eslovaquia  
Tel.: + 421.265 45 69 61

## VIETNAM

SAINT-GOBAIN PAM VIETNAM  
IPC TOWER / LEVEL9  
1489 Nguyen Van Linh Street  
District 7  
HO CHI MINH CITY - Vietnam  
Tel.: +84 8 39 30 72 73

[www.pamline.fr](http://www.pamline.fr)

## SAINT-GOBAIN PAM

### Sede social

21, avenue Camille Cavallier  
54705 PONT-A-MOUSSON CEDEX  
FRANCIA

Tel.: 03 83 80 73 50

Fax: +33 (0) 3 83 80 76 60

### Departamento de Marketing -

### Agua - Saneamiento - Tapas de registro

21, avenue Camille Cavallier  
54705 PONT-A-MOUSSON CEDEX  
FRANCIA

Tel.: 03 83 80 67 89