



**PERU**

**PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**TUBERÍA EN HIERRO DÚCTIL K9**  
**DN 100-1000 mm**



## ÍNDICE

1.- TUBOS Y ACCESORIOS .....	3
1.1.- NORMATIVA .....	3
1.2.- DESCRIPCIÓN.....	3
1.3.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS MÍNIMAS.....	4
1.4.- PRUEBA DE ESTANQUIDAD .....	4
1.5.- MARCADO .....	4
1.5.1.- De los TUBOS.....	4
1.5.2.- De los ACCESORIOS.....	5
1.6.- REVESTIMIENTOS .....	5
1.6.1.- Revestimiento interno.....	5
1.6.2.- Revestimiento externo.....	6
1.6.3.- Revestimiento de los accesorios.....	6
1.7.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	6
1.8.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS ( CLASE K9 ).....	6
2.- JUNTAS .....	7
2.1.- TUBOS Y ACCESORIOS: " JUNTA AUTOMATICA FLEXIBLE ".....	7
2.2.- OTROS TIPOS DE UNIONES EN TUBOS Y ACCESORIOS.....	8
2.3.- DESVIACIONES .....	8
3.- PRESIONES.....	8
3.1.- Presión de funcionamiento admisible (PFA) .....	8
3.2.- Presión máxima admisible (PMA) .....	9
3.3.- Presión de ensayo admisible (PEA).....	9
3.4.- TABLA DE PRESIONES (CLASE K9).....	9
3.5.- TABLA DE PRESIONES: ACCESORIOS CON UNIÓN A BRIDAS .....	10
4.- ALTURAS DE COBERTURA.....	10

## 1.- TUBOS Y ACCESORIOS

### 1.1.- NORMATIVA

Los productos para sistemas de acueducto, alcantarillado y riego fabricados y de la marca PAM, son conformes con normas internacionales:

ESPECIFICACIONES	NORMA
Especificación técnica general de las canalizaciones de hierro fundido dúctil con presión	ISO 2531 EN 545
Tubos con enchufes	
Tubos con bridas	
Uniones con enchufes	
Uniones con bridas	
Dimensiones y taladrado de las bridas (fijas y orientables)	ISO 7005-2
Anillos de goma. Especificaciones de los materiales	ISO 4633:1996
Revestimiento exterior de zinc. Parte 1. Zinc metálico con capa de acabado	ISO 8179-1
Revestimiento exterior de zinc. Parte 2. Pintura rica en zinc con capa de acabado	ISO 8179-2
Manga de polietileno	ISO 8180
Revestimiento interior de mortero de cemento de los tubos	ISO 4179
Pruebas hidrostáticas después de la instalación	ISO 10802
Método de diseño para tubos de hierro dúctil	ISO 10803
Válvulas metálicas para uso en sistemas de tuberías con bridas. Dimensiones de cara a cara y de centro a cara.	ISO 5752
Válvulas de compuerta de hierro fundido, operadas predominantemente con llave, para uso subterráneo	ISO 7259
Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la fabricación y comercialización.	ISO 9001

### 1.2.- DESCRIPCIÓN

Los tubos son colados por centrifugación en molde metálico y están provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanquidad perfecta en la unión entre tubos.

Este tipo de unión es de un diseño tal que proporciona una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno, etc.

### **1.3.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS MÍNIMAS**

Estas características son comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la normativa citada en el numeral 1.

Tipo de piezas	Resistencia mínima a la tracción ( $R_m$ )	Alargamiento mínimo a la rotura (A)	Dureza Brinell (HB)
	DN 50 a DN 2000	DN 50 a DN 1000	DN 50 a DN 1000
<b>Tubos</b>	420 MPa	10%	$\leq 230$
<b>Accesorios</b>	420 MPa	5%	$\leq 250$

### **1.4.- PRUEBA DE ESTANQUIDAD**

**Todos** los tubos se someten en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no es inferior a 15 seg., de los cuales 10 seg. son a la presión de ensayo.

Dicha prueba consiste en mantener agua en el interior del tubo a la presión indicada en la tabla, no admitiéndose ningún tipo de pérdidas.

DN (mm)	100 – 300	350 - 600	700 – 1000
<b>Presión (bar)</b>	50	40	32

Estos valores de presión correspondientes a la serie K9, son los exigidos por la norma ISO 2531.

**Todas** las piezas especiales se prueban en fábrica a estanquidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consiste en mantener la pieza con aire como mínimo a 1 bar de presión y comprobar la estanquidad con un producto jabonoso.

### **1.5.- MARCADO**

El marcado de los tubos y accesorios es conforme a los requerimientos de la norma ISO 2531.

#### **1.5.1.- De los TUBOS**

- Directo de fundición y localizado en el fondo del enchufe:
  - Identificación del fabricante
  - Diámetro nominal
  - La identificación de fundición dúctil
  - Año de fabricación.

- Marcado con código de 6 o 7 dígitos por pintura en el frontal de la campana:
  - Los dos primeros dígitos indican el mes de producción,
  - los dos siguientes, el día de producción
  - los dos siguientes, el # número del tubo que salió de una misma colada.
- Marcado con pintura en el cuerpo del tubo
  - La marca PAM
  - La referencia a la norma de fabricación ISO 2531.

**1.5.2.- De los ACCESORIOS**

Todas las piezas llevan de origen al menos las siguientes marcas:

- Diámetro nominal
- Año de fabricación
- En el caso de los codos, el ángulo de desviación
- En el caso de las tes, el diámetro de la derivación y PN cuando esta es con brida
- El nombre del fabricante

**1.6.- REVESTIMIENTOS**

**1.6.1.- Revestimiento interno**

Todos los tubos son revestidos internamente con una capa de mortero de cemento de horno alto, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma ISO 4179 .

Los espesores de la capa de mortero una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor de la capa de mortero(mm)	
	Normal	Valor mínimo en un punto
100 – 300	3	2
350 – 600	5	3
700 – 1000	6	3.5

### **1.6.2.- Revestimiento externo**

Los tubos se revisten externamente con dos capas:

A) Una primera con zinc metálico :

Electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 200 g/m<sup>2</sup>.

B) Una segunda de pintura bituminosa :

Pulverización de una capa de espesor medio no inferior a **100 µm**

Antes de la aplicación del zinc, la superficie de los tubos está seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior, es tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección.

La capa de acabado recubre uniformemente la totalidad de la capa de zinc y está exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

### **1.6.3.- Revestimiento de los accesorios**

Las piezas se recubren tanto interior como exteriormente con pintura bituminosa de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 100 µm.

## **1.7.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El proceso de producción es sometido a un sistema de aseguramiento de calidad, conforme a la norma **ISO 9001:2000** y está certificado por un organismo exterior.

## **1.8.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS ( CLASE K9 )**



Diámetro nominal	L	DE	Espesor metal	Espesor mortero	Masa por metro	PFA
(DN)						
mm	M	mm		kg	bar	
100	6	118	6	3,5	18,2	64
150	6	170	6	3,5	27,3	64
200	6	222	6,3	3,5	37,0	62
250	6	274	6,8	3,5	48,3	54
300	6	326	7,2	3,5	60,7	49
350	6	378	7,7	5	80,3	45
400	6	429	8,1	5	95,5	42
450	6	480	8,6	5	112,7	40
500	6	532	9,0	5	130,2	38
600	6	635	9,9	5	169,7	36
700	6	738	10,8	6	216,7	34
800	6	842	11,7	6	266,0	32
900	6	945	12,6	6	319,3	31
1000	6	1048	13,5	6	377,3	30

Todas las piezas especiales tienen como espesores mínimos los de la serie K-12.

## 2.- JUNTAS

### 2.1.- TUBOS Y ACCESORIOS: " JUNTA AUTOMATICA FLEXIBLE "

La estanquidad se consigue por la compresión radial del anillo de elastómero ubicado en su alojamiento del interior de la campana del tubo. La unión se realiza por la simple introducción del extremo liso en el enchufe.

Existen otros tipos de juntas aplicables a casos especiales; favor consultarnos.

## 2.2.- OTROS TIPOS DE UNIONES EN TUBOS Y ACCESORIOS

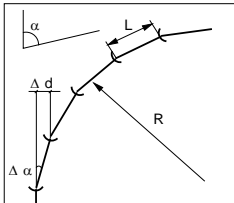
Para ciertos casos la unión de tubos y accesorios podrá ser del tipo express (junta mecánica por contrabrida y pernos)

Cuando las piezas lleven unión con brida, será conforme con la serie ISO y podrán ser móviles.

Para instalaciones donde se requiera tracción en la tubería, los accesorios podrán ser del tipo junta automática acerrojada (consultarnos).

## 2.3.- DESVIACIONES

Las desviaciones máximas admisibles que permiten las diferentes juntas son:



Radio de curvatura	Nº de tubos para un cambio de dirección
$R = \frac{L}{2 \cdot \text{Sen} \frac{\Delta\alpha}{2}}$ <p>α = Ángulo del cambio de dirección Δα = Desviación máxima admisible .</p>	$N = \frac{\alpha}{\Delta\alpha}$ <p>L = Longitud del tubo. Δδ = Desplazamiento máximo. C = Longitud del cambio de dirección: C = N · L</p>

DN (mm)	Δα (Grados)	L (m)	R (m)	Desplazamiento Δδ (cm)
100 – 150	5°	6	69	52
200 - 300	4°	6	86	42
350 - 600	3°	6	115	32
700 - 800	2°	7	200	25
900 - 1000	1,5°	7	267	19

Para otros tipos de junta consultar a SAINT-GOBAIN PERU S.A.

## 3.- PRESIONES

### 3.1.- Presión de funcionamiento admisible (PFA)

Presión interior en bares que un componente de la canalización puede soportar con toda seguridad de forma continua en régimen hidráulico permanente.

$$PFA = \frac{20 \cdot e \cdot R_t}{C \cdot D}$$



PFA = Presión de funcionamiento admisible. (Con un máximo de 64 bar)	$R_t$ = Resistencia mínima a la tracción = 420 MPa.
$e$ = Espesor mínimo de la pared del tubo = $e_n - T$	$C$ = Coeficiente de seguridad = 3.
$e_n$ = Espesor nominal = $K(0,5 + 0,001DN)$ . (Con un mínimo de 8 mm)	$D$ = Diámetro medio = $D_{ext} - e$ .
$T$ = Tolerancia máxima = $(1,3 + 0,001 DN)$ .	$D_{ext}$ = Diámetro exterior.

### **3.2.- Presión máxima admisible (PMA)**

Presión hidrostática máxima en bares (incluyendo el golpe de ariete) que es capaz de soportar un componente de la canalización en régimen de sobrepresión transitoria.

La forma de cálculo de esta presión es igual que la expresión (1), pero utilizando un coeficiente de seguridad  $C = 2,5$ .

### **3.3.- Presión de ensayo admisible (PEA)**

Presión hidrostática máxima de prueba en zanja a la cual es capaz de resistir un componente de la canalización durante un tiempo relativamente corto con el fin de asegurar la integridad y estanquidad de la misma.

$$PEA = 5 + PMA$$

### **3.4.- TABLA DE PRESIONES (CLASE K9)**

DN	DE	PFA	PMA	PEA
		bar		
100	118	64	77	82
150	170	64	77	82
200	222	62	74	79
250	274	54	65	70
300	326	49	59	64
350	378	45	54	59
400	429	42	51	56
450	480	40	48	53
500	532	38	46	51
600	635	36	43	48
700	738	34	41	46
800	842	32	39	44
900	945	31	37	42
1 000	1 048	30	36	41

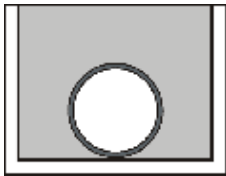
### 3.5.- TABLA DE PRESIONES: ACCESORIOS CON UNIÓN A BRIDAS

DN	PN 10			PN 16			PN 25			PN 40		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
	Bar			bar			bar			Bar		
100 a 150	Ver PN 16			16	<b>20</b>	25	25	<b>30</b>	35	40	<b>48</b>	53
200 a 300	10	<b>12</b>	17	16	<b>20</b>	25	25	<b>30</b>	35	40	<b>48</b>	53
350 a 1200	10	<b>12</b>	17	16	<b>20</b>	25	25	<b>30</b>	35	--	--	--

### 4.- ALTURAS DE COBERTURA

Las alturas de cobertura recomendadas están limitadas por los criterios de porcentaje de ovalización y tensión máxima que se producen en la pared del tubo definidos en la norma ANSI/AWWA C150/A21.50-96 y dependen tanto de las características del tubo como del tipo de instalación escogido.

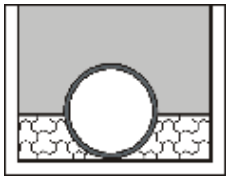
La misma norma ANSI/AWWA C150/A21.50-96, define 5 tipos de colocación:



#### TIPO 1

Fondo de excavación nivelado en tierra sin remover.

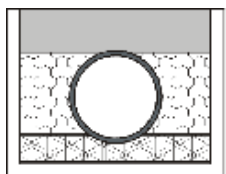
Relleno sin necesidad de compactación.



#### TIPO 2

Fondo de la excavación nivelado.

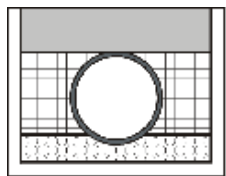
Relleno ligeramente consolidado hasta 1/2 altura del tubo.



#### TIPO 3

Tubo descansando sobre un lecho de tierra blanda con una altura mínima de 0,10 m.

Relleno ligeramente consolidado hasta la clave del tubo.

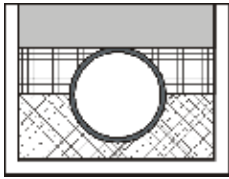


#### TIPO 4

Tubo descansando en un lecho de arena, de grava o de piedras trituradas con un espesor igual a 1/8 del diámetro del tubo con un mínimo de 0,10 m. de altura.

Relleno compactado 80% proctor modificado hasta la clave del tubo.

**TIPO 5**

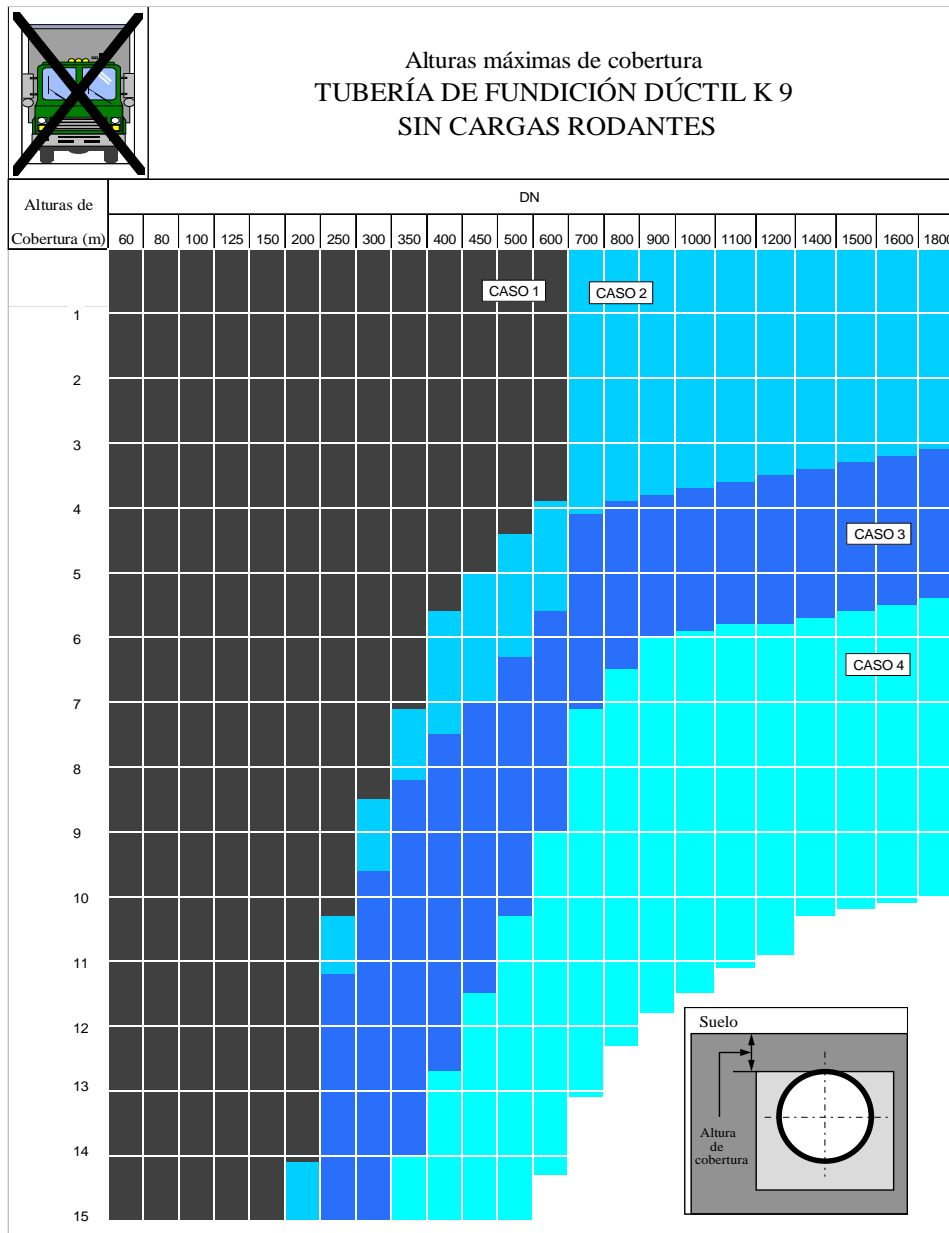


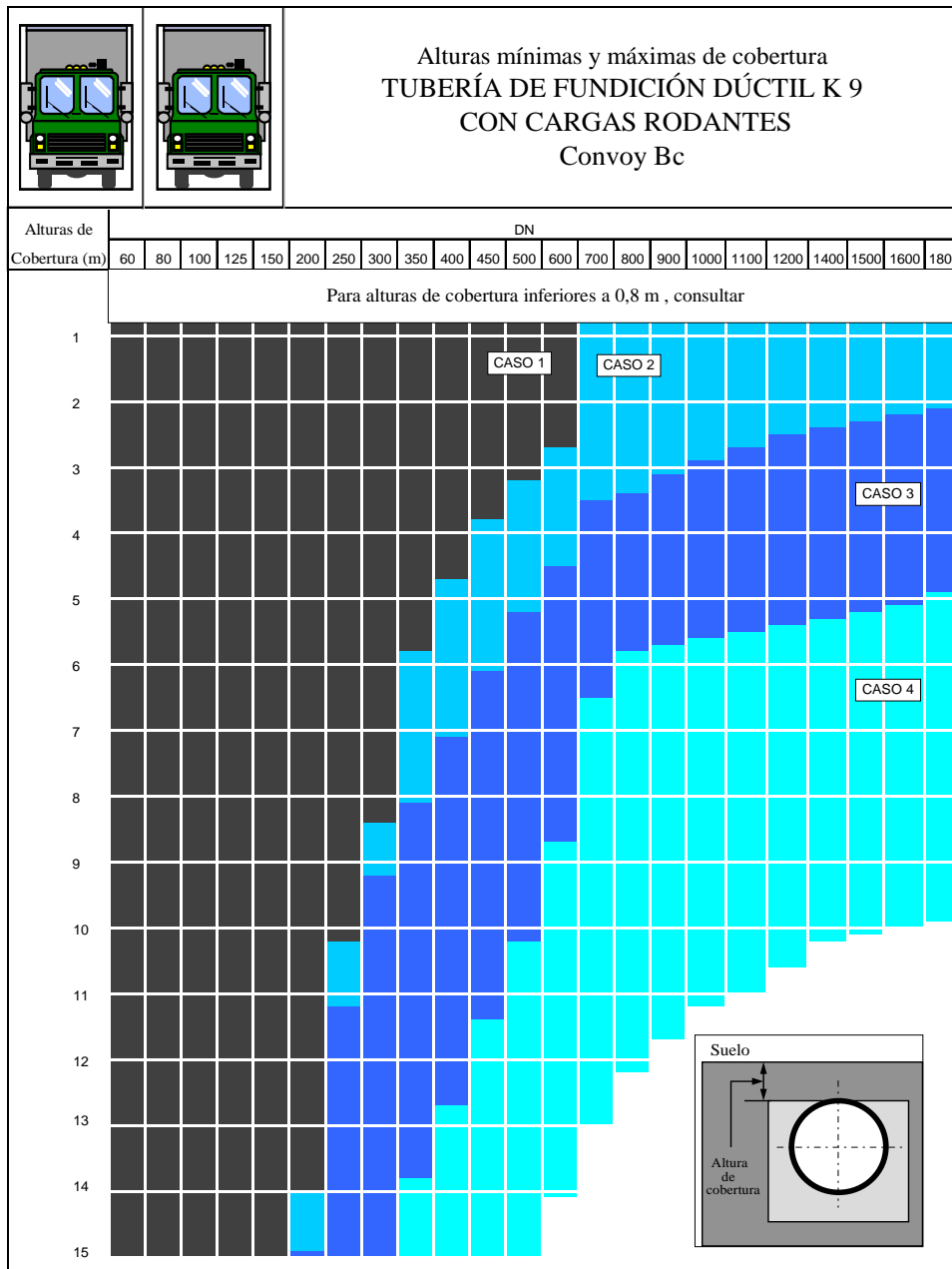
Lecho de apoyo (0,10 m. mínimo) y primer relleno compuesto por materiales granulosos compactados hasta 1/2 altura del tubo.

Segundo relleno compuesto por materiales granulosos o seleccionados, y compactados hasta la clave del tubo a un grado 90 % proctor modificado.

Los materiales de relleno usados (seleccionados o no) directamente en contacto con el tubo deben estar libres de rocas y elementos corrosivos.

Los siguientes gráficos ilustran las alturas de cobertura máximas recomendadas para tubería de hierro dúctil clase K9, tomando un suelo de características mecánicas normales, con y sin el efecto de cargas producidas por tráfico vehicular (cargas rodantes):





Para otros diámetros consultar a SAINT-GOBAIN PERU S.A.