



PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
TUBERÍA EN HIERRO DÚCTIL
ISO2531:2009

HydroClass

DN 80 - 2000 mm

The logo icon consists of a stylized grey archway with five vertical lines underneath it, resembling a bridge or a classical architectural element.

SAINT-GOBAIN

PAM COLOMBIA

Í N D I C E

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.- DIMENSIONES (CLASES DE PRESIÓN PREFERIDAS)	7
2.- JUNTAS.....	8
2.1.- TUBOS Y ACCESORIOS: " JUNTA AUTOMATICA FLEXIBLE "	8
2.2.- OTROS TIPOS DE UNIONES EN TUBOS Y ACCESORIOS.....	8
2.3.- DESVIACIONES	9
3.- PRESIONES	9
3.1.- PRESIONES ADMISIBLES CLASES DE PRESIÓN PREFERIDAS	10
3.2.- TABLA DE PRESIONES: ACCESORIOS CON UNIÓN A BRIDAS.....	11
4.- ALTURAS DE COBERTURA	11

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 2531:2009
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
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.

Resistencia mínima a la tracción (R_m)	Alargamiento mínimo a la rotura (A)			Dureza Brinell (HB)	
	TUBOS	TUBOS	ACCESORIOS	TUBOS	ACCESORIOS
DN 60 a 2000	DN 60 a 1000	DN 1100 a 2000	DN 60 a 2000	DN 60 a 2000	DN 60 a 2000
420 MPa	10 %	7 %	5 %	≤ 230	≤ 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 aumentar la presión interior de los tubos hasta alcanzar la presión de prueba que es igual a la respectiva clase de presión del tubo.

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.- MARCADO¹

1.5.1.- De los TUBOS

- Directo de fundición y localizado en el fondo del enchufe:
 - Nombre del fabricante y/o marca comercial.

¹ Algunos detalles del marcado pueden variar dependiendo de la fábrica de origen; en todo caso se cumplen los requisitos mínimos de la norma ISO 2531.

- Diámetro nominal del tubo
- Un identificativo de que el material del tubo es 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 clase de presión del tubo
 - La referencia a la norma de fabricación ISO 2531:2009.

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
80 a 300	3	2
350 a 600	5	3
700 a 1200	6	3.5
1400 a 2000	9	6

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 gr/m².

B) Una segunda de pintura bituminosa :

Pulverización de una capa de espesor medio no inferior a **70 μ**.

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

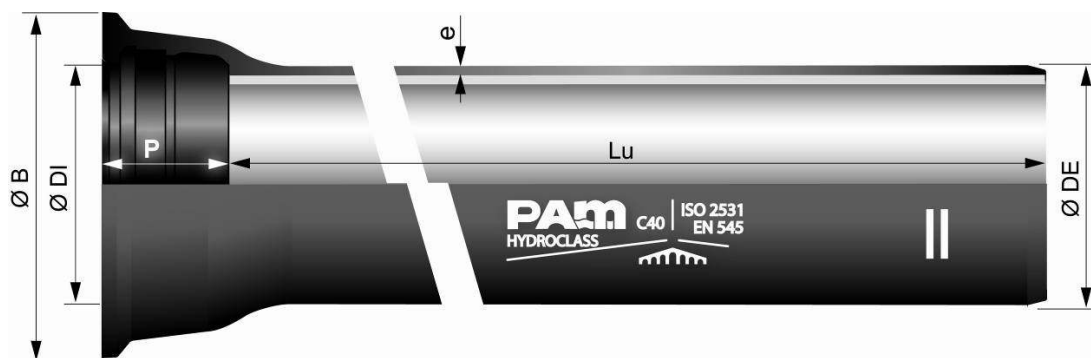
Las piezas se recubren tanto interior como exteriormente con pintura bituminosa de forma que el espesor mínimo medio de la capa no sea inferior a 70 μm.

1.7.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El proceso de producción es sometido a un sistema de aseguramiento de calidad, conforme a la norma **ISO 9001:2008** y está certificado por un organismo exterior.

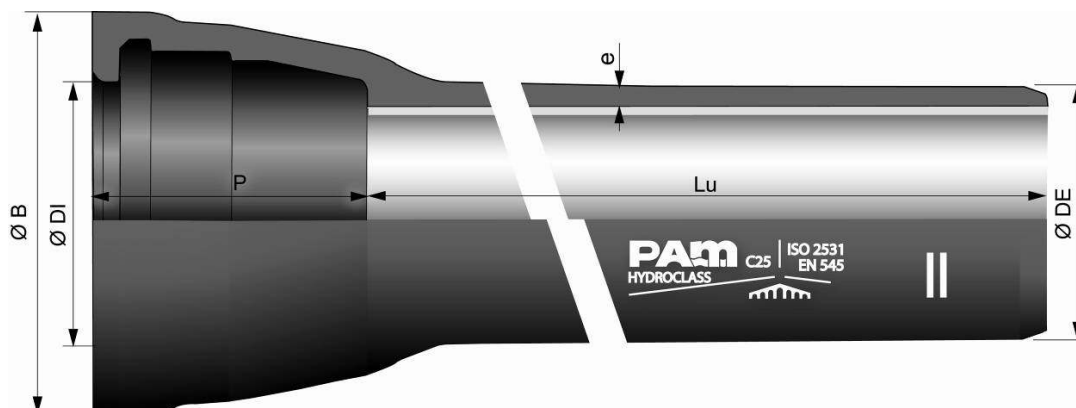
1.8.- DIMENSIONES (CLASES DE PRESIÓN PREFERIDAS)

DN 80 a 1200 mm



DN	Lu	Clase	e	ØDE	ØDI	P	ØB	Masa
mm	m		mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
60	6,00	C40	4,4	77	80	89,5	144	9,4
80	6,00	C40	4,4	98	101	92,5	167	12,2
100	6,00	C40	4,4	118	121	94,5	188	14,9
125	6,00	C40	4,4	144	147	97,5	215	18,3
150	6,00	C40	4,5	170	173	100,5	242	22,2
200	6,00	C40	4,7	222	225	106,5	295	30,2
250	6,00	C40	5,5	274	277	105,5	352	42,2
300	6,00	C40	6,2	326	329	107,5	409	55,5
350	6,00	C30	6,4	378	381	110,5	464	68,8
400	6,00	C30	6,5	429	432	112,5	516	79,4
450	6,00	C30	6,9	480	483	115,5	574	93,8
500	6,00	C30	7,5	532	535	117,5	629	111,1
600	6,00	C30	8,7	635	638	132,5	738,5	150,6
700	6,96	C25	8,8	738	741	192	863	186,2
800	6,95	C25	9,6	842	845	197	974	229,0
900	6,95	C25	10,6	945	948	200	1082	276,2
1000	6,96	C25	11,6	1048	1051	203	1191	330,6
1100	8,19	C25	12,6	1152	1155	225	1300	395,4
1200	8,19	C25	13,6	1255	1258	235	1412,5	461,3

DN 1400 a 2000 mm



DN	Lu	Clase	e	ØDE	ØDI	P	ØB	Masa
mm	m		mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
1400	8,17	C25	15,7	1462	1465	245	1592	634,3
1500	8,16	C25	16,7	1565	1568	265	1710	720,3
1600	8,16	C25	17,7	1668	1671	265	1816	807,5
1800	8,15	C25	19,7	1875	1878	275	2032	995,1
2000	8,13	C25	21,8	2082	2085	290	2259	1210,0

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 permite la junta estándar son:

DN (mm)	$\Delta\alpha$ (Grados)
60 a 150	5°
200 a 300	4°
350 a 600	3°
700	2°
800 a 2000	1.5°

Para otros tipos de junta consultar a PAM COLOMBIA S.A.

3.- PRESIONES

El cálculo de presiones se basa en la Norma ISO 2531:2009. Toma en cuenta la siguiente terminología:

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.

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. Es igual a la PFA incrementada en un 20%

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.

$$PEA = 5 + PMA$$

3.1.- PRESIONES ADMISIBLES CLASES DE PRESIÓN PREFERIDAS

Según la norma ISO 2531:2009, las siguientes son las presiones admisibles:

DN	CLASE DE PRESION	PFA	PMA	PEA
		bar		
80 - 300	C40	40	48	53
350 - 600	C30	30	36	41
700 a 2000	C25	25	30	35

Estas presiones corresponden a tubos con junta automática estándar. Para otros tipos de juntas consultar a PAM COLOMBIA S.A.

Adicionalmente la norma define clases de presión adicionales, así:

DN	C20		C25		C30		C40		C50		C64		C100	
	e _{nom}	e _{min}	e _{nom}	e _{min}	e _{nom}	e _{min}	e _{nom}	e _{min}	e _{nom}	e _{min}	e _{nom}	e _{min}	e _{nom}	e _{min}
80							4.4	3.0	4.4	3.0	4.4	3.0	4.8	3.4
100							4.4	3.0	4.4	3.0	4.4	3.0	5.5	4.1
150							4.5	3.1	4.5	3.1	5.3	3.9	7.4	6.0
200							4.7	3.2	5.4	3.9	6.5	5.0	9.2	7.7
250							5.5	4.0	6.4	4.9	7.8	6.3	11.1	9.6
300					5.1	3.5	6.2	4.6	7.4	5.8	8.9	7.3	12.9	11.3
350			5.1	3.5	6.3	4.7	7.1	5.5	8.4	6.8	10.2	8.6	14.8	13.2
400			5.5	3.8	6.5	4.8	7.8	6.1	9.3	7.6	11.3	9.6	16.5	14.8
450			6.1	4.4	6.9	5.2	8.6	6.9	10.3	8.6	12.6	10.9	18.4	16.7
500			6.5	4.7	7.5	5.7	9.3	7.5	11.2	9.4	13.7	11.9	20.2	18.4
600			7.6	5.7	8.7	6.8	10.9	9.0	13.1	11.2	16.1	14.2	23.8	21.9
700	7.3	5.3	8.8	6.8	9.9	7.9	12.4	10.4	15.0	13.0	18.5	16.5	27.5	25.5
800	8.1	6.0	9.6	7.5	11.1	9.0	14.0	11.9	16.9	14.8	21.0	18.9		
900	8.9	6.7	10.6	8.4	12.3	10.1	15.5	13.3	18.8	16.6	23.4	21.2		
1000	9.8	7.5	11.6	9.3	13.4	11.1	17.1	14.8	20.7	18.4				
1100	10.6	8.2	12.6	10.2	14.7	12.3	18.7	16.3	22.7	20.3				
1200	11.4	8.9	13.6	11.1	15.8	13.3	20.2	17.7						
1400	13.1	10.4	15.7	13.0	18.2	15.5								
1500	13.9	11.1	16.7	13.9	19.4	16.6								
1600	14.8	11.9	17.7	14.8	20.6	17.7								
1800	16.4	13.3	19.7	16.6	23.0	19.9								
2000	18.1	14.8	21.8	18.5	25.4	22.1								

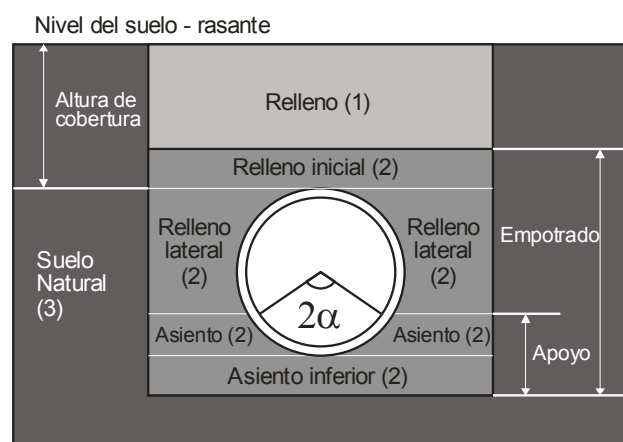
Las zonas resaltadas en gris corresponden a las clases preferidas. Para las zonas en gris oscuro, consultarnos.

3.2.- 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		
80 a 150	Ver PN 16			16	20	25	25	30	35	40	48	53
200 a 300	10	12	17	16	20	25	25	30	35	40	48	53
350 a 2000	10	12	17	16	20	25	25	30	35	--	--	--

4.- ALTURAS DE COBERTURA

La norma EN 805 y el fascículo 70 (normativa europea) distinguen al nivel de la zanja tres zonas de suelo caracterizadas por diferentes parámetros físicos y mecánicos. Por convención se consideran:



- La zona de relleno propiamente dicha **(1)**.
- La zona de empotrado **(2)** constituida por:
 - + La cama de apoyo, compuesta por el asiento y asiento inferior.
 - + El relleno lateral.
 - + El relleno inicial hasta 0, 10 m por encima de la generatriz superior del tubo.
- El suelo natural **(3)**.

La zona de empotrado **(2)** condiciona la estabilidad y/o la protección de la tubería. Su ejecución debe satisfacer exigencias variables según:

- Las características de la tubería (rígida, semi-rígida o flexible).
- Las cargas exteriores (alturas de cobertura, cargas rodantes o permanentes).
- Las características mecánicas y geotécnicas de los suelos atravesados (heterogeneidad, suelos rocosos, capacidad portante, etc).

La zona de relleno **(1)** varía según el sector atravesado (rural, semi-urbano o urbano) y debe tener en cuenta el caso más desfavorable de estabilidad de la calzada. Otros condicionantes influyen igualmente en las condiciones de instalación:

- La presencia de infiltración de agua o de nivel freático.

- El atravesar zonas de alta seguridad (paso de vías férreas, autopistas,...) que son objeto de disposiciones particulares.

- Las reglamentaciones en vigor y las prescripciones locales relativas al tráfico.

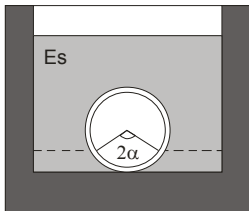
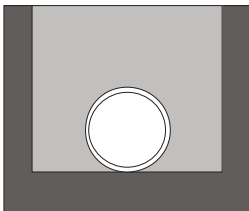
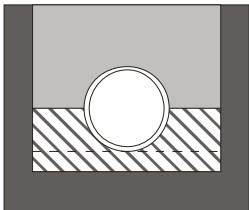
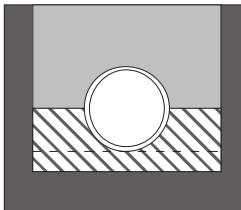
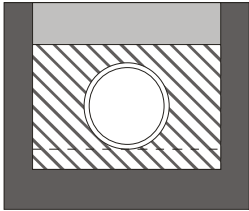
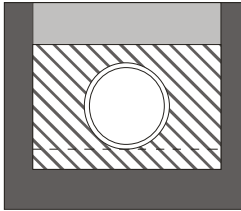
Los gráficos siguientes presentan las alturas de cobertura máximas y mínimas para los tubos de hierro dúctil en las clases base de presión, con o sin cargas rodantes.

Se presentan 4 casos de instalación típicos, que corresponden a la práctica corriente. En todos los otros casos favor consultarnos.

Se han establecido las hipótesis siguientes:

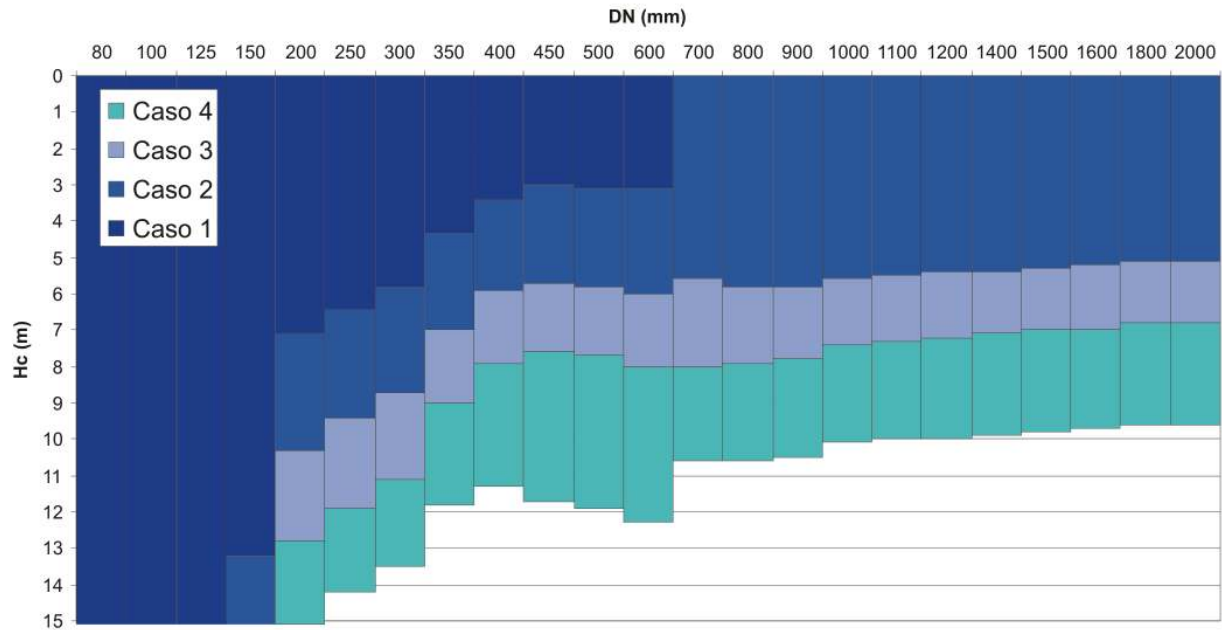
- Criterios de resistencia y de deformación de los tubos según la norma EN 545 (tensión en pared y ovalización vertical),

- Modelo de cálculo según el Fascículo 70 sin capa freática.

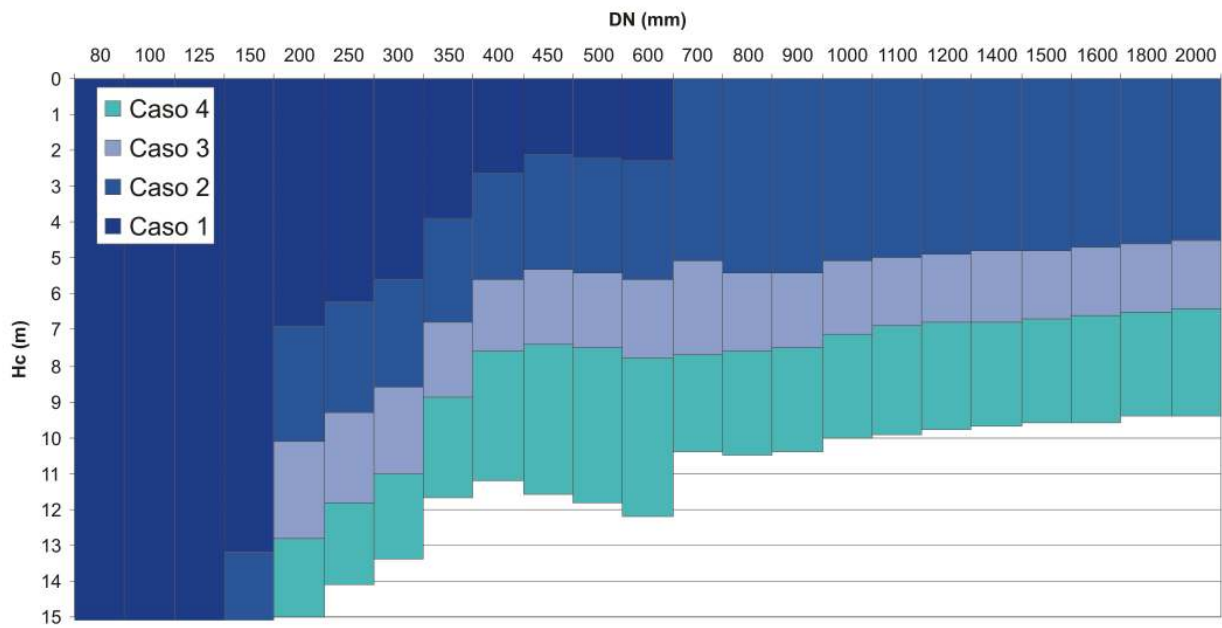
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
			DN ≤ 1400	DN ≤ 600
		DN ≤ 600		
		DN 80 a 2000		
				
			DN > 1400	DN > 600
				
Cama de apoyo	Fondo de zanja nivelado	Fondo de zanja nivelado	Lecho en materiales seleccionados y apropiados	Lecho en materiales seleccionados y apropiados
Zona de empotrado Grupo de suelo* Compactado Modulo Es (MPa) Ángulo apoyo (2α)	4 No compactado <0,3 60°	3 Compactado controlado 1 90°	2 Compactado controlado 1,2 90°	1 Compactado controlado 2 90°
Elección de materiales	Los materiales utilizados dentro de la zona de empotrado (seleccionados o no) directamente en contacto con la tuberías deben estar exentos de elementos rocosos o corrosivos.			

*Ver la tabla 1 - definición de grupos de suelos. Los casos definidos se entienden sin capa freática ni entibado de zanja. Para otros casos (colocación especial, entibado,etc), favor consultarnos.

Alturas de cobertura, clases base sin cargas rodantes



Alturas de cobertura, clases base con cargas rodantes



El modelo de cálculo utilizado tiene en cuenta:

- 6 grupos de suelo, ver tabla 1.
- 3 niveles de calidad del compactado, ver tabla 2 y (si se da el caso) de la influencia:
 - + de la capa freática sobre los parámetros del suelo,
 - + de las condiciones de retirada del entibado en función de la anchura de la zanja,
 - + de las cargas rodantes (sistema Bc: cruce de dos camiones, de 30 toneladas cada uno sobre 3 ejes).

Tabla 1	
Grupo de suelo	Descripción somera
1	Arenas y gravas limpias o ligeramente limosas (elementos inferiores a 50 mm)
2	Arena, gravas, limosas o medianamente arcillosas
3	Arcillas de sílex y de pedernal. Coluviones. Morrenas, rocas alteradas, aluviones bastos con porcentaje de finos elevado
4	Limos, arenas finas, arcillas, margas más o menos plásticas ($I_p < 50$)
5 a (*)	Arcillas y margas muy plásticas ($I_p > 50$). Materiales orgánicos, solubles o contaminantes
5 b (**)	Rocas evolutivas: creta, gres, pizarras, etc.. Suelos compuestos (arcillas de cantera y de sílex, coluviones, morrenas, rocas alteradas, aluviones bastos, con elementos que puedan sobrepasar 250 mm). Gravas limpias, rocas no evolutivas con elementos > 50 mm.

(*) Estos materiales no son utilizables en la zona de empotrado (2) ni en la zona de relleno (1).

(**) Estos materiales no utilizables en la zona de empotrado (2) pueden algunas veces ser utilizados en la zona de relleno (1).

Tabla 2						
Grupo de suelo	No compactado		Compactado controlado		Compactado controlado y verificado	
	Es	2α	Es	2α	Es	2α
	Mpa	Grados	Mpa	Grados	Mpa	Grados
1 (+)	0.7	60	2	90	5	120
2 (+)	0.6	60	1.2	90	3	120
3 (+)	0.5	60	1	90	2.5	120
4 (+)	<0.3	60	0.6	60	0.6	60
5b (++)	0.7	-	2	-	5	-

(+) Zona de empotrado (2) o zona de relleno (1)

(++) Únicamente para la zona de relleno (1)