

Tuberías de PVC-O

**Instalación, montaje, uniones, anclajes y reparación
en tuberías de PVC-O**

11 de Abril de 2018

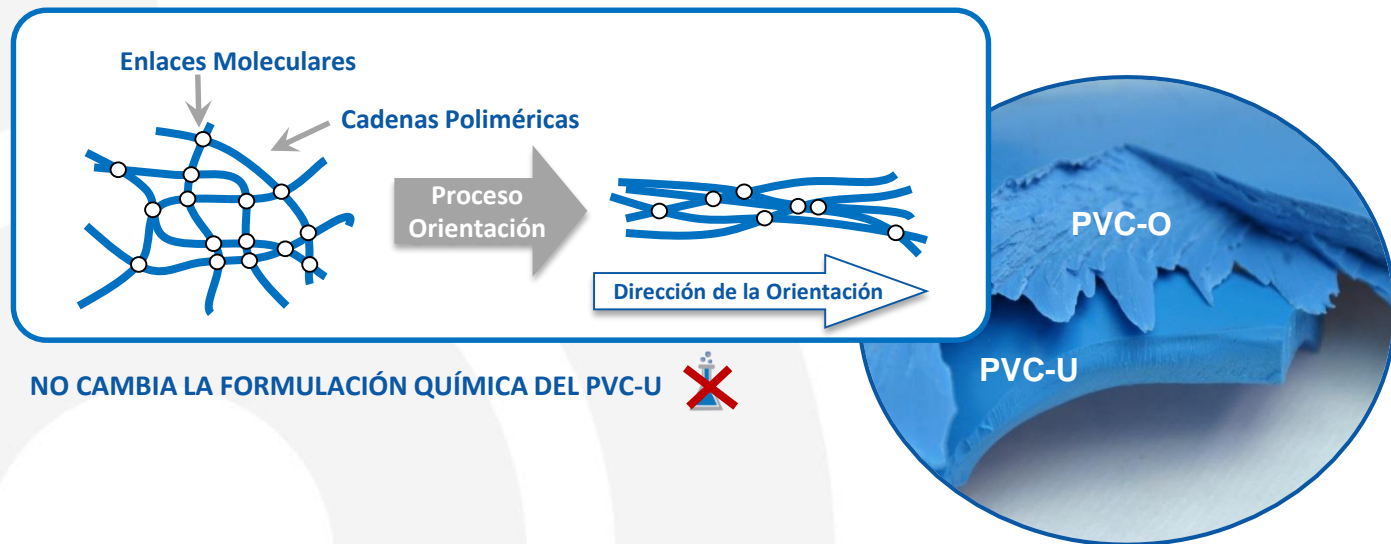


 **#CENTER_REGADIOS**

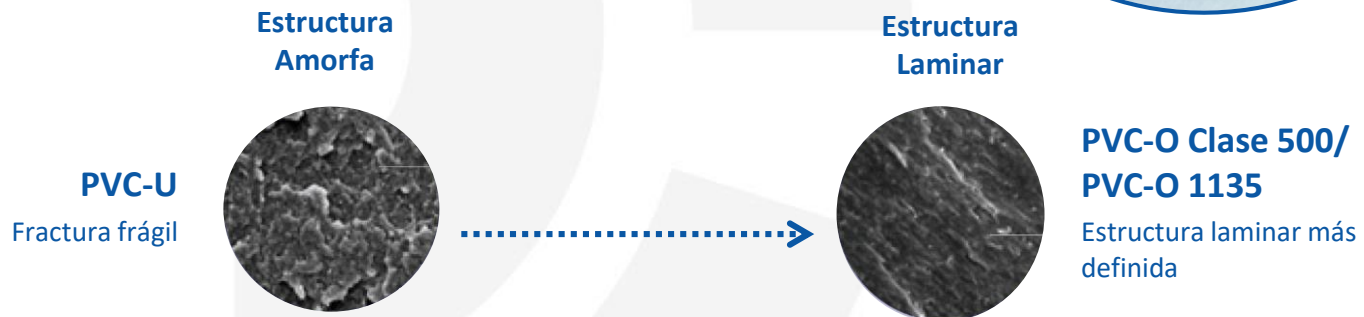
Orientación Molecular. La revolución del PVC

Principio de Orientación Molecular

Proceso físico que modifica la estructura molecular



NO CAMBIA LA FORMULACIÓN QUÍMICA DEL PVC-U ❌



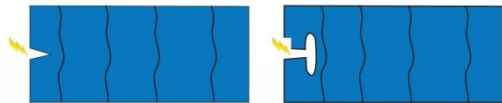
PVC-O

Excepcionales propiedades mecánicas del PVC-O Clase 500

Proceso físico que modifica la estructura molecular

PROPIEDADES MECÁNICAS

EN PVC-O NO SE PRODUCEN GRIETAS POR ALTA CONCENTRACIÓN DE TENSIONES



PVC-O



Resistencia a impacto

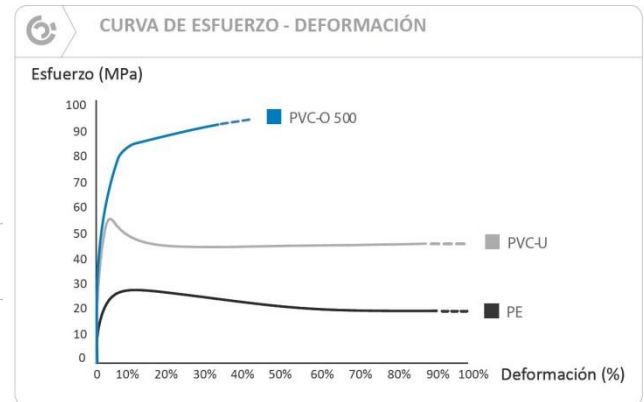
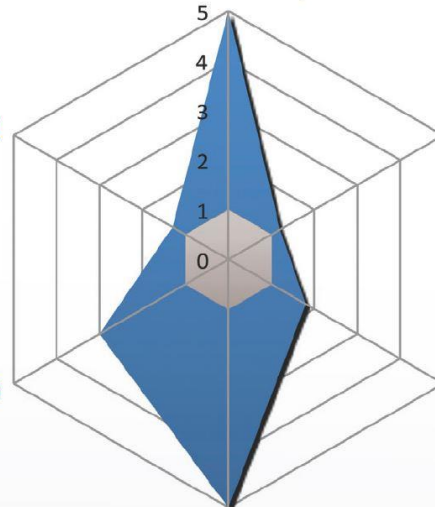
Elasticidad

Módulo de Young

Resistencia a fatiga

Tracción (a corto plazo)

Propagación de grietas

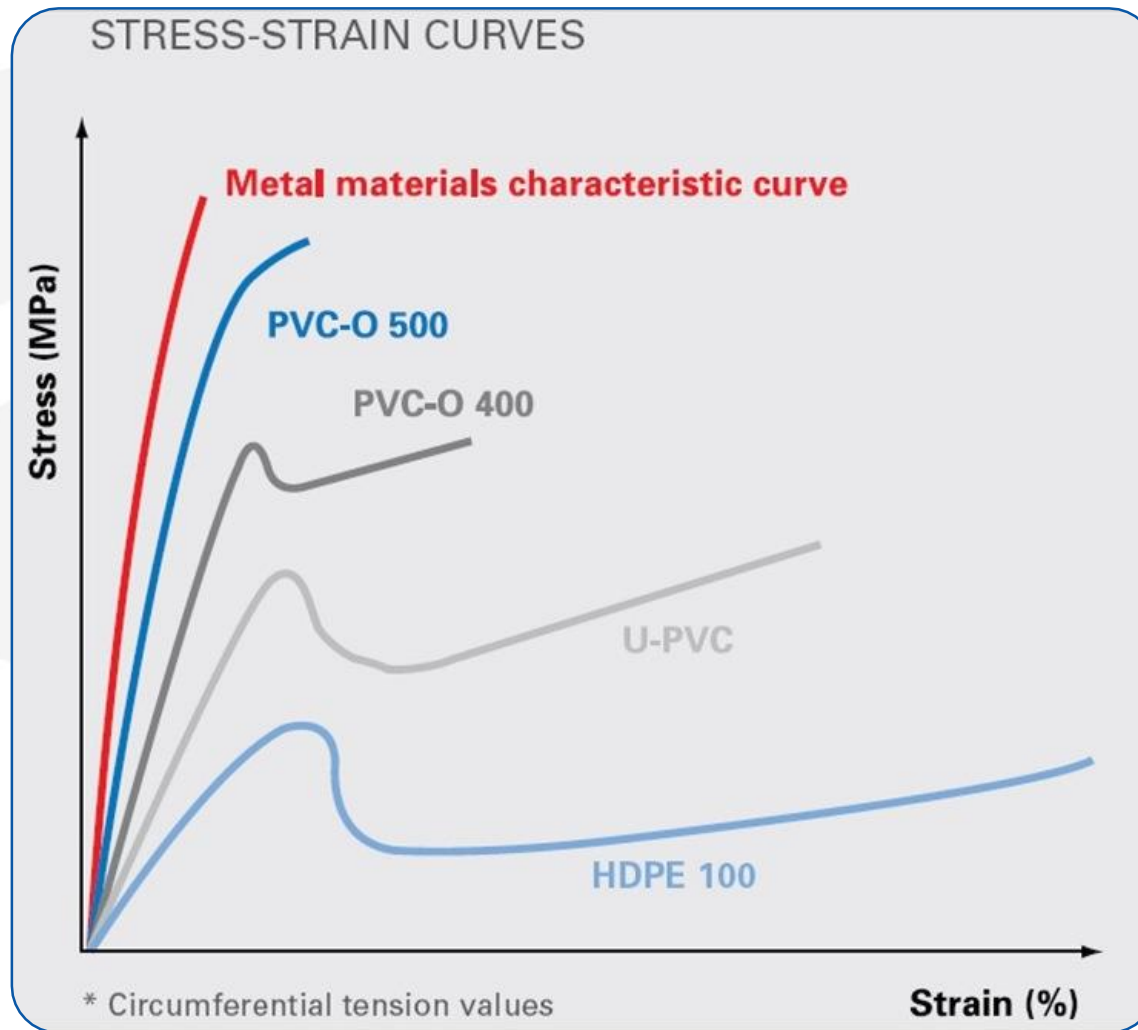


* Valores de tensión circunferenciales

■ PVC-O 500
■ PVC-U



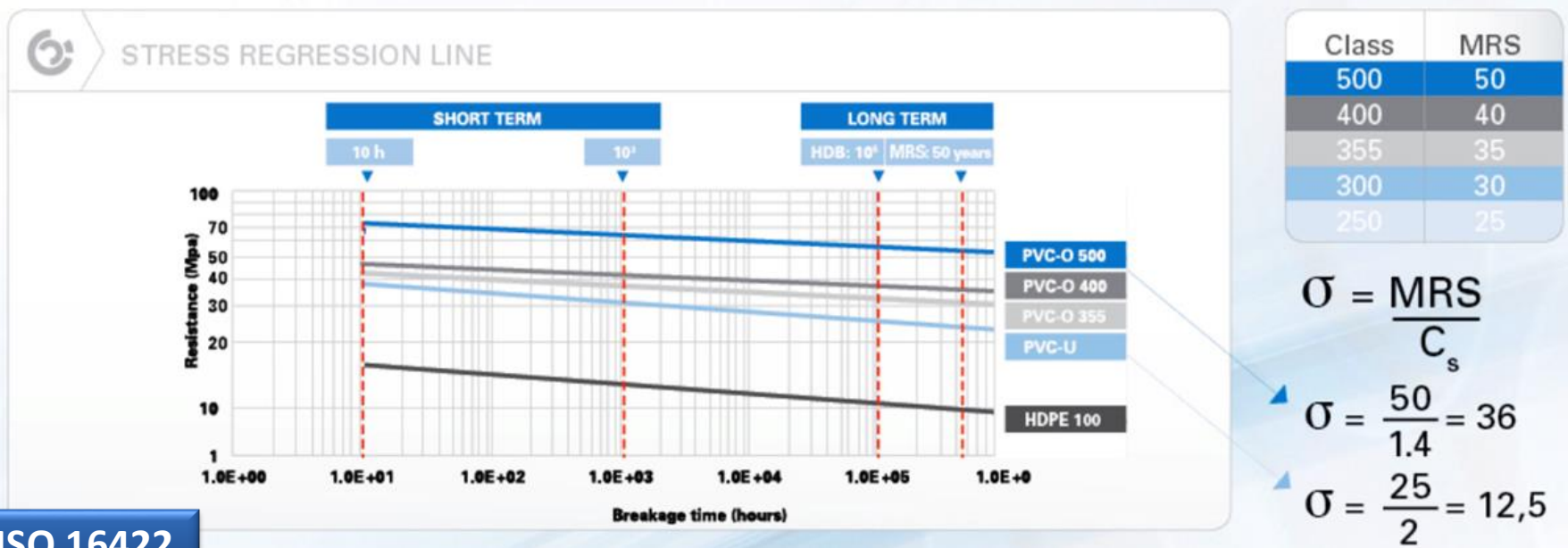
PVC-O. Propiedades Mecánicas



PVC-O. Curva de regresión

Comportamiento del material a largo plazo y criterio de diseño de la tubería

- La resistencia mecánica del PVC-O comparada con la del PVC-U es dos veces mayor



ISO 16422

Tabla 1 – Clasificación del material

Número de clasificación del material del tubo	315		355		400		450			500		
MRS MPa ^a	31,5	35,5	40	45	50							
C	1,6	2	1,6	2	1,6	2	1,4	1,6	2	1,4	1,6	2
σ _s MPa	20	16	22	18	25	20	32	28	23	36	32	25

^a Se pueden escoger clases de MRS más altas, siempre que sigan la serie R20 de la Norma ISO 3:1973.

MRS	Coefficiente diseño	Esfuerzo de diseño
50 MPa	1.4	36 MPa

Capacidad hidráulica

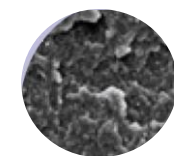
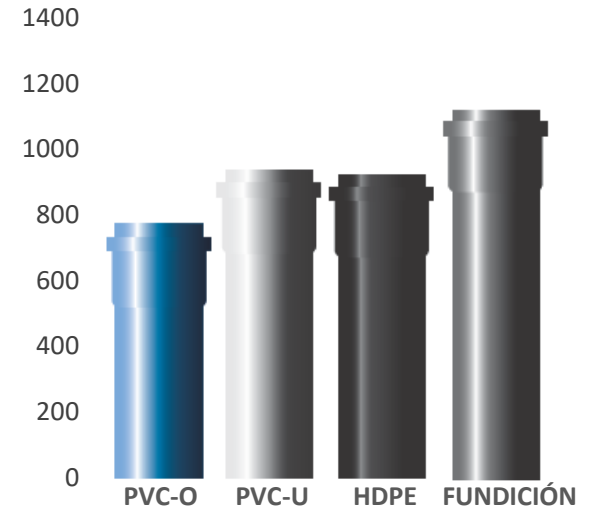
Capacidad hidráulica. Rugosidad en pared

- Las tuberías deberían ser capaces de transportar la máxima cantidad de agua con el menor consumo de energía

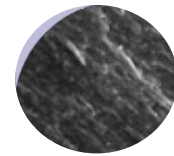
Material	Prandtl-Colebrook		Hazen-Williams		Manning	
	K/ mm		C		N	
	nuevo	servicio	nuevo	servicio	nuevo	servicio
Fundición dúctil	0,030	0,200	130	100	0,012	0,017
HORMIGÓN	0,300	3,000	140	110	0,013	0,017
Acero	0,030	0,100	120	90	0,008	0,011
PEAD	0,005	0,030	150	140	0,007	0,009
PRFV	0,030	0,060	110	100	0,009	0,010
PVC-O	0,030	0,060	150	140	0,009	0,009

NAACYII-2004- Regulation for Water Supply of Isabel II Channel, (Revision 2004)

Energía consumida en el bombeo en 50 años (kWh)



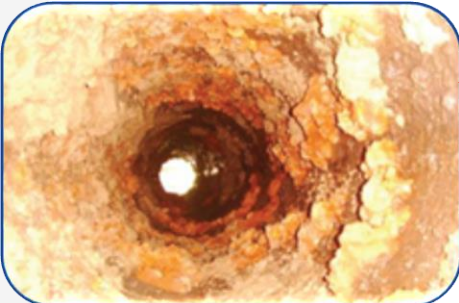
PVC-U



PVC-O

- ⌚ Pérdida de carga
- ⌚ Velocidad del fluido
- ⌚ Energía del bombeo

Tubería de hierro dúctil después de unos años de servicio



Golpe de ariete

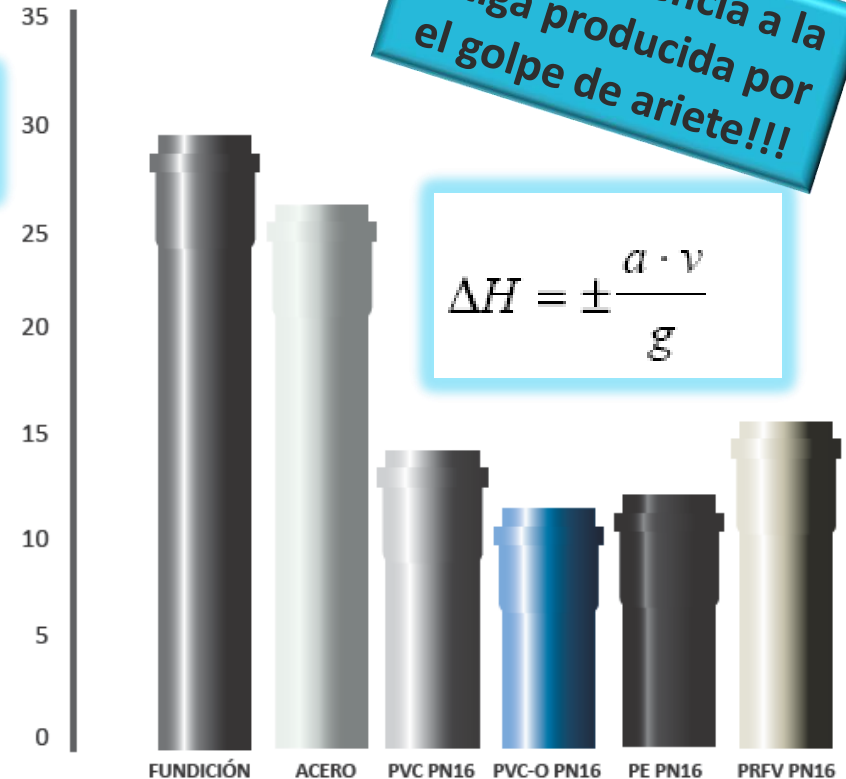
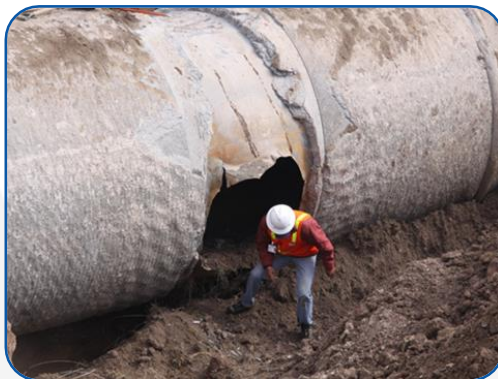
$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

$$k = \frac{10^6}{E}$$

La celeridad de una tubería depende de su módulo de elasticidad y de su espesor. E, e

∅ 500 mm

	E (kg/m ²)	e (mm)	a (m/s)
D. Iron (k9)	170 x 10 ⁸	9	1095
Steel	210 x 10 ⁸	5	1011
GRP	20 x 10 ⁸	7	492
PVC-U (PN16)	3 x 10 ⁸	29,7	424
HDPE (PN16)	1 x 10 ⁸	45,4	320
TOM500 PVC-O	4 x 10⁸	13	318



Golpe de ariete o pico de sobrepresión producido al cerrar bruscamente una conducción de agua a 2,5 m/s

Rigidez circunferencial

$$Sc = \frac{E \times I}{(dn - en)^3}$$

- ⦿ **Sc = Rigidez Circunferencial (kN/m²)**
- ⦿ **E = Módulo de elasticidad (PVC-O = 4 x 10⁶ kN/m²)**
- ⦿ **en= espesor nominal del tubo (m)**
- ⦿ **dn = Diámetro nominal (m)**
- ⦿ **I = Momento de Inercia**

$$I = \frac{1}{12en^3}$$

La Rigidez circunferencial del tubo TOM 500 es mayor a la definida en la Norma ISO 16422

Tabla D.1 – Rigidez anular inicial de los tubos

Clase de material del tubo	Rigidez teórica mínima kN/m ²				
	PN				
	10	12,5	16	20	25
315	4,6	8,9	18,7	36,5	71,2
355	3,9	7,6	16,0	31,3	61,1
400	2,7	5,2	10,9	21,3	41,7
450	1,9	3,7	7,8	15,2	29,1
500	1,3	2,5	5,2	10,2	19,9

TUBERIA TOM® PVC-O 500

	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
Clase de material	500	500	500	500
MRS (MPa)	50,0	50,0	50,0	50,0
Presión Nominal (bares)	12,5	16,0	20,0	25,0
Presión de rotura a 50 años (bares) ⁽¹⁾	17,5	22,4	28,0	35,0
Presión de rotura a 10 horas (bares) ⁽¹⁾	25,0	30,0	37,0	48,0
Presión de prueba máxima en obra (bares) ⁽²⁾	17,5	21,0	25,0	30,0
Rigidez Circunferencial (kN/m ²)	>5	>7	>11	>20
Color ⁽³⁾	Azul/rojo	Azul/rojo	Azul/rojo	Azul/rojo

Analizar la combinación de esfuerzos, presión interna y cargas externas de forma conjunta

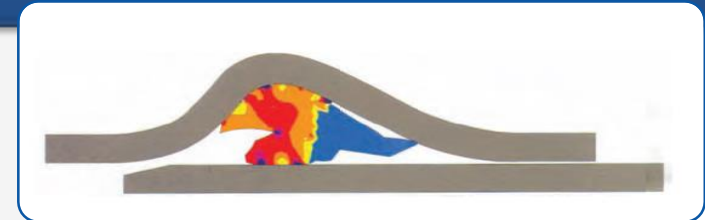
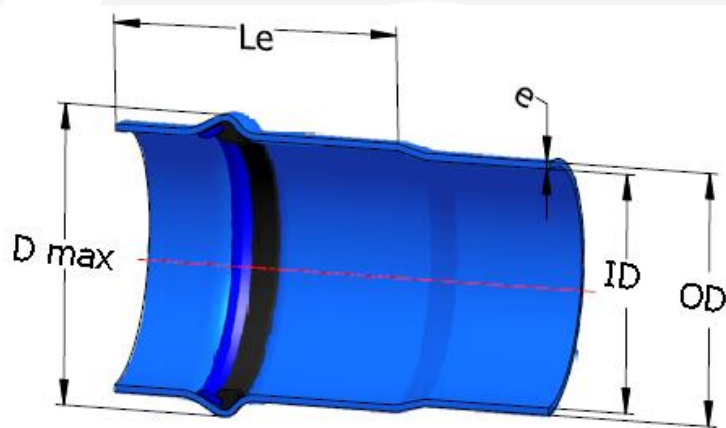
Gama de producto

TOM® PVC-O 500

Presión Nominal (bar)		PN12,5		PN16		PN20		PN25		
Diámetro Nominal (DN)	Diámetro Exterior (DE)		Diámetro Interior (DI)	Espesor Nominal (e)	Diámetro Interior (DI)	Espesor Nominal (e)	Diámetro Interior (DI)	Espesor Nominal (e)	Diámetro Interior (DI)	Espesor Nominal (e)
	min. mm	max. mm								
90	90,0	90,3	-	-	84,0	2,0	84,0	2,5	82,2	3,1
110	110,0	110,4	104,4	2,2	104,0	2,4	103,2	3,1	101,4	3,8
125	125,0	125,4	118,8	2,5	117,8	2,8	117,0	3,5	115,2	4,3
140	140,0	140,5	133,0	2,8	132,4	3,1	131,2	3,9	129,2	4,8
160	160,0	160,5	152,0	3,2	151,4	3,5	150,0	4,4	147,6	5,5
200	200,0	200,6	190,0	4,0	189,2	4,4	187,4	5,5	184,4	6,9
225	225,0	225,7	213,6	4,5	212,8	5,0	210,8	6,2	207,4	7,7
250	250,0	250,8	237,4	5,0	236,4	5,5	234,2	6,9	230,6	8,6
315	315,0	316,0	299,2	6,3	298,0	6,9	295,2	8,7	290,6	10,8
355	355,0	356,1	337,4	7,1	336,0	7,8	332,4	9,8	327,2	12,2
400	400,0	401,2	379,8	8,0	378,4	8,8	374,8	11,0	369,0	13,7
450	450,0	451,4	427,6	8,9	426,0	9,9	421,4	12,4	415,0	15,4
500	500,0	501,5	474,6	9,9	472,8	11,0	468,6	13,7	461,2	17,1
630	630,0	631,9	597,8	12,6	595,8	13,8	590,4	17,3	581,0	21,6
710	710,0	712,0	674,8	14,2	671,4	15,4	665,6	19,2	654,6	24,4
800	800,0	802,0	760,4	16,3	757,8	17,4	750,4	21,6	-	-

Junta elástica del PVC-O TOM® 500

- ❑ Junta formada por un doble aro.
 - ❑ Anillo rígido de PP que le hace formar parte integral de la tubería. La junta no se puede desplazar de su alojamiento ni ser arrollada en el montaje
 - ❑ Labio de caucho (EPDM) que realiza la perfecta estanqueidad de la unión
- ❑ La copa o campana de gran longitud permite absorber dilataciones, deslizamientos y deformaciones



Unión entre tuberías TOM[®] 500 PVC-O, junta elástica

- ❑ Verificar que el tubo está limpio y en correcto estado, prestando atención tanto a las copas como a los cabos.
- ❑ Revisar que el bisel esté en perfecto estado y libre de imperfecciones o rozaduras.
- ❑ Comprobar que la junta está bien colocada, limpia y exenta de elementos extraños (piedras, arena, etc.).
- ❑ Lubricar el bisel del cabo y la junta de la copa mediante lubricante para juntas. En caso de redes de agua potable, el lubricante utilizado será apto sanitariamente. No se utilizarán grasas ni aceites minerales.

LIMPIAR BIEN LA JUNTA



ALINEAR LAS TUBERÍAS



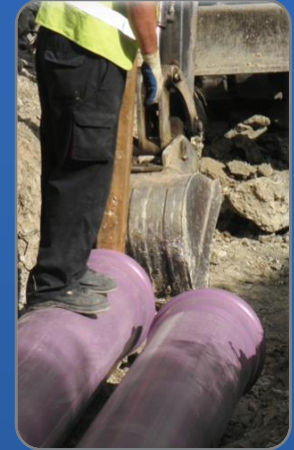
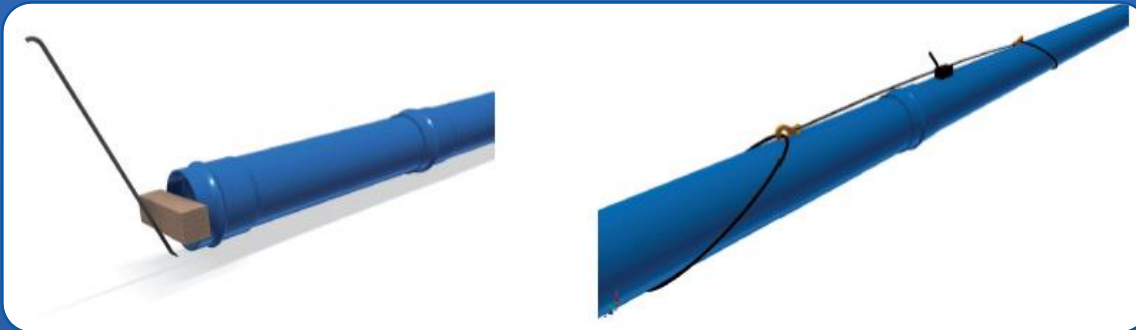
- ❑ Alinear la tubería lo máximo posible, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
- ❑ Introducir solamente el canto del bisel en la copa, de tal forma que soporte el tubo, pero dejando el resto de copa libre.
- ❑ En el caso de tuberías con diámetro nominal ≤ 250 mm, dar un empujón firme y seco desde el otro extremo del tubo, para aprovechar la inercia producida por el desplazamiento, y así introducir el cabo hasta que la marca tope de enchufe quede escondida dentro de la copa.

**RESPECTAR DESVIACIONES ANGULARES MÁXIMAS
TANTO EN COPA COMO EN TUBO**



Unión entre tuberías TOM® 500 PVC-O, junta elástica

Cuando se trate de grandes diámetros >250mm, será necesaria la ayuda de medios mecánicos para la introducción del tubo utilizando materiales como la madera, tráctel o eslingas



Unión entre tuberías TOM[®] 500 PVC-O, junta elástica



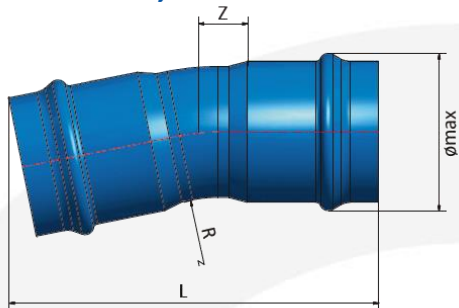
Hincas

Cuando se instale la tubería en una camisa de otro material, se aconseja fijar la tubería a la camisa mediante elementos separadores que la protejan de posibles rozaduras, y la fijen, evitando movimiento (“culebreo”) debido a los distintos esfuerzos soportados.

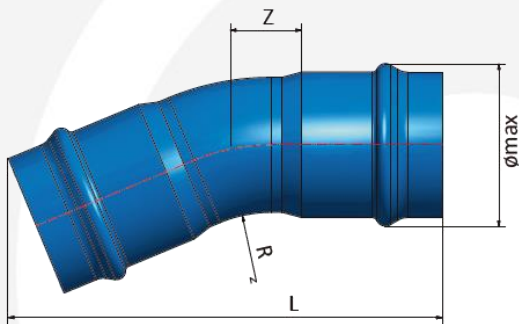


Accesorios

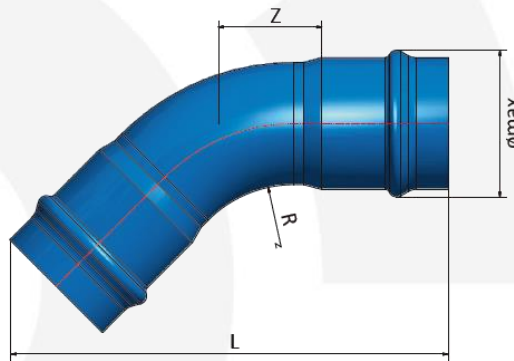
CODO 11,25° PN16 bar



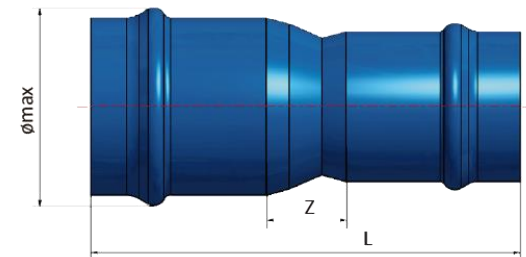
CODO 22,5° PN16 bar



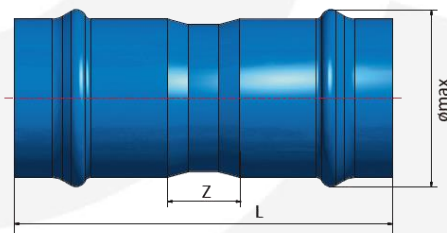
CODO 45° PN16 bar



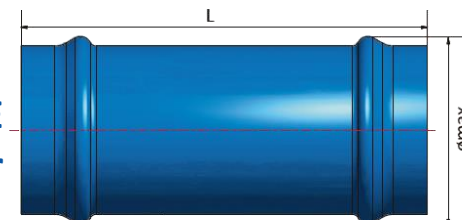
REDUCCIÓN PN16 bar



MANGUITO PN16 bar



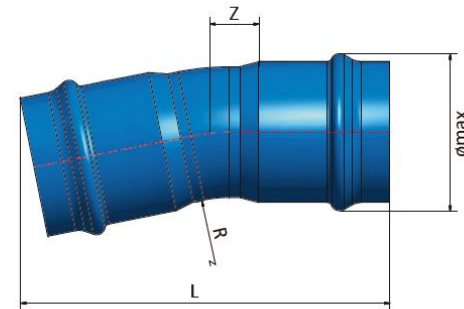
**MANGUITO PASANTE
PN16 bar**



Gama de accesorios en PVC-O TOM® 500

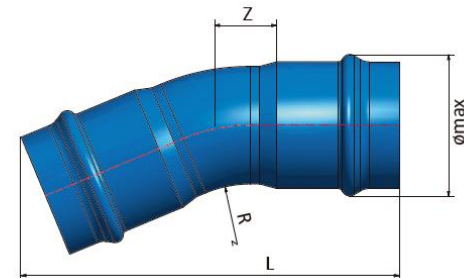
CODO 11,25° PN16 bar

DN	Referencia	ømax	L (mm)	Z (mm)	Radio (mm)	Peso (Kg)
110	F110C1116B	140	455	55	165	1,0
160	F160C1116B	200	535	70	240	2,2
200	F200C1116B	245	595	80	300	4,0
250	F250C1116B	305	690	95	375	6,0
315	F315C1116B	375	790	115	475	13,0
400	F400C1116B	475	925	140	600	24,4



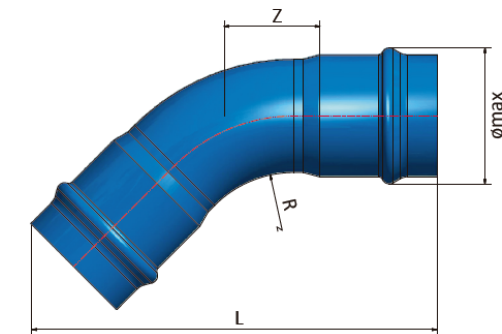
CODO 22,5° PN16 bar

DN	Referencia	ømax	L (mm)	Z (mm)	Radio (mm)	Peso (Kg)
110	F110C2216B	140	490	70	165	1,0
160	F160C2216B	200	585	95	240	2,4
200	F200C2216B	245	655	110	300	4,3
250	F250C2216B	305	765	135	375	6,4
315	F315C2216B	375	885	160	475	14,5
400	F400C2216B	475	1045	200	600	27,5



CODO 45° PN16 bar

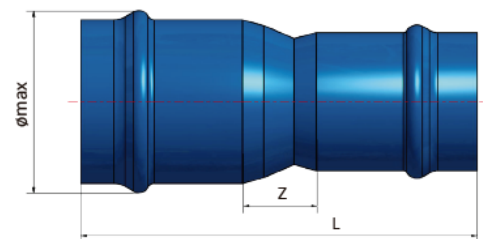
DN	Referencia	ømax	L (mm)	Z (mm)	Radio (mm)	Peso (Kg)
110	F110C4516B	140	555	105	165	1,1
160	F160C4516B	200	680	145	240	2,9
200	F200C4516B	245	770	175	300	5,1
250	F250C4516B	305	910	215	375	7,7
315	F315C4516B	375	1070	265	475	17,5
400	F400C4516B	475	1280	330	600	33,7



Gama de accesorios en PVC-O TOM® 500

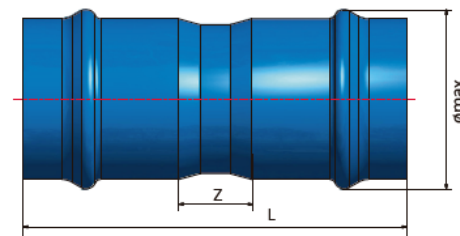
REDUCCIÓN PN16 bar

DN/DN	Referencia	ømax	L (mm)	Z (mm)	Peso (Kg)
110 / 90	F110R09016B	140	390	60	0,8
160 / 110	F160R11016B	200	485	110	2,0
160 / 140	F160R14016B	200	460	65	1,9
200 / 160	F200R16016B	245	530	105	3,5
250 / 200	F250R20016B	305	600	130	5,0
315 / 250	F315R25016B	375	695	165	11,4
400 / 250	F400R25016B	475	860	290	22,7
400 / 315	F400R31516B	475	810	200	21,3



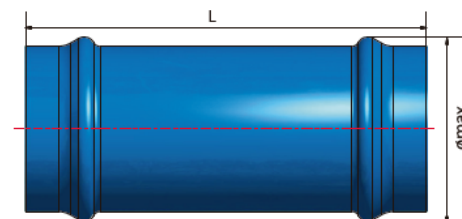
MANGUITO PN16 bar

DN	Referencia	ømax	L (mm)	Z (mm)	Peso (Kg)
110	F110M16B	140	425	80	0,8
160	F160M16B	200	495	90	2,1
200	F200M16B	245	535	100	3,5
250	F250M16B	305	630	125	5,3
315	F315M16B	375	720	155	11,8
400	F400M16B	475	850	195	22,3

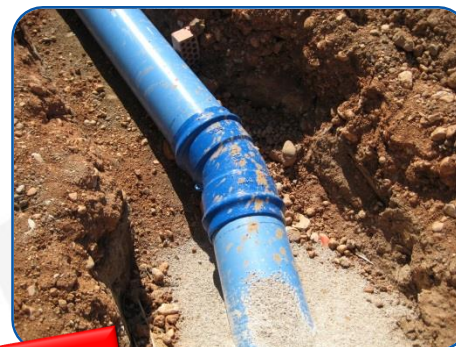


MANGUITO PASANTE PN16 bar

DN	Referencia	ømax	L (mm)	Z (mm)	Peso (Kg)
110	F110MR16B	140	425	-	0,8
160	F160MR16B	200	495	-	2,1
200	F200MR16B	245	535	-	3,5
250	F250MR16B	305	630	-	5,3
315	F315MR16B	375	720	-	11,8
400	F400MR16B	475	850	-	22,3



Unión de tuberías con piezas especiales de Fundición o Acero



**CONTROLAR LONGITUDES DE
INSERCIÓN Y DESVIACIONES
ANGULARES**



Uniones embridadas con accesorios



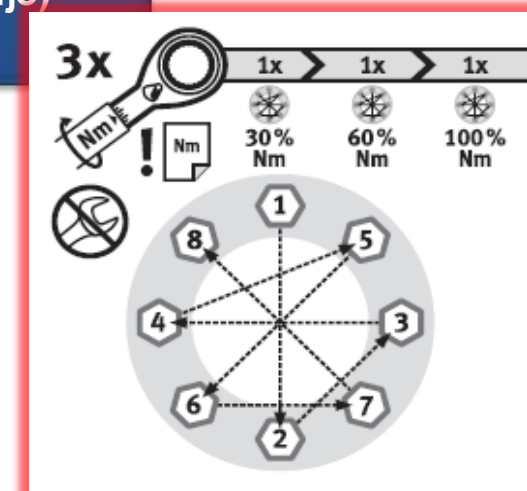
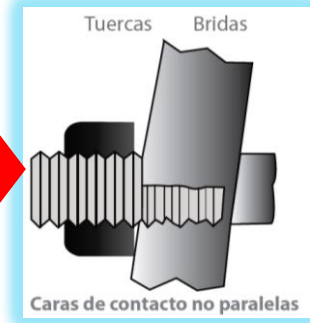
**CONTROLAR LONGITUDES DE
INSERCIÓN Y DESVIACIONES
ANGULARES Y PARES DE APRIETE**



Precauciones en uniones embridadas

- ❑ **Caras de contacto no paralelas:** Si el contacto entre bridas no es paralelo, será muy difícil mantener la estanqueidad de la unión con el paso del tiempo.
 - ❑ Se consume la resistencia a tensión del espárrago
 - ❑ Se deforman las cuerdas del espárrago y la tuerca, lo que hará imposible su desinstalación y habrá que cortar necesariamente el espárrago
 - ❑ Cuando cesa la sobretensión, la tuerca no regresa a su forma original, lo que compromete la estanqueidad de la junta.

- ❑ **La posición de las tuercas al final del espárrago:** para que la tensión ejercida sea uniforme debe estar 2-3 hilos fuera de la tuerca (Ver dibujo)



Precauciones en uniones embridadas

¿Qué es el par de apriete? Es la combinación de fuerzas con la que se debe apretar un tornillo o una tuerca. Para aplicarlo, se usan llaves que puedan regular el máximo de apriete. Se expresa normalmente en N xm.



Este par de apriete está relacionado con dos variables:

- 🔧 El diámetro del espárrago
- 🔧 El coeficiente de fricción del material del que está hecho el espárrago.

INSTAL		
Ref	IBZ 158-164 A2E18	
PN	18 bar	261 psi
PT máx.	23 bar	334 psi
Presión de ensayo	20 bar	290 psi
Presión de ensayo		1.5 x PT
Caucho	EPDM	
Dia. ext. min / max	158 / 164 mm	6.22 / 6.46 inch
Desviación Angular	2°	
Dif. máx entre 2 ext. concéntricos	2.5 mm	0.1 inch
Max desalineación	2 mm	0.08 inch

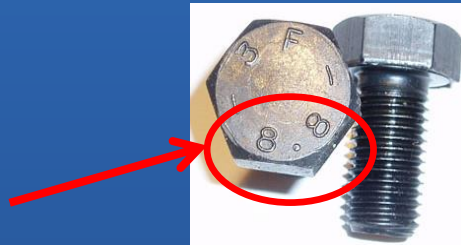
Fabricado por: Uniones
Tel: +34 938 28 48 00
www.ajm.com

Patentado
OF 2620698

Tornillería

La tornillería es una parte muy importante en el funcionamiento a corto y sobre todo a largo plazo del accesorio.

- ❑ La tornillería se ha de elegir en función de los esfuerzos y la agresividad del terreno que va cubrir esta unión. **(Zincados, bicromatados, inoxidables, dacromet...)**
- ❑ La clasificación de los tornillos según su calidad viene especificada normalmente por la norma **EN ISO 898-1**, y establece las siguientes calidades: **4.6, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9 y 12.9**.



El **primer número**, multiplicado por 100 representa la **resistencia del tornillo a rotura**, en Newtons por milímetro cuadrado.

Esta resistencia que marca el primer número es aquella que una vez superada, el tornillo va a partirse. Así pues, no es inteligente seleccionar un tornillo según esta capacidad, sino en función de su **límite elástico**.

El **segundo número** quiere decir qué **porcentaje** del **límite de rotura** es el **límite elástico**.

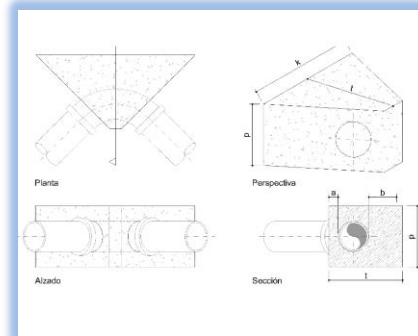
Un tornillo 6.8 tiene una resistencia, o **límite de rotura** de 6×100 , 600 N/mm^2 . El .8 nos dice que el 80% del límite de rotura es el **límite elástico**. Así pues, el límite elástico de este tornillo sería $600 \times 0.8 = 480 \text{ N/mm}^2$

Anclajes

1.- Curvas y codos:

$$E_c = 2 \cdot P \cdot A \cdot \sin(\phi/2)$$

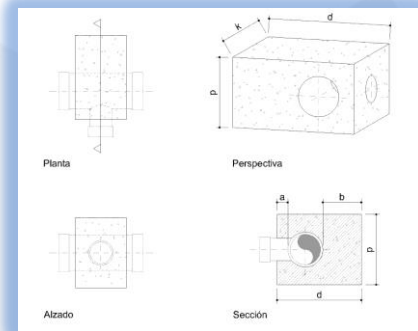
- E_c : Esfuerzo de empuje
- P : Presión máxima de trabajo
- A : Área o sección
- ϕ : Ángulo del codo.



2.- "T", válvulas de corte, tapones:

$$E_t = H \cdot \pi \cdot (D^2/4)$$

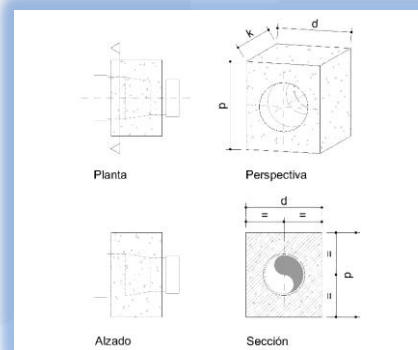
- E_t : Esfuerzo de empuje
- H : Máxima presión de trabajo
- D : Diámetro de la tubería



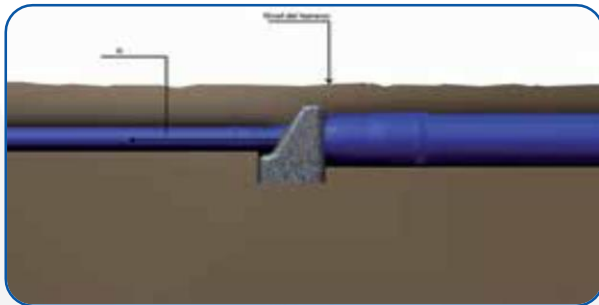
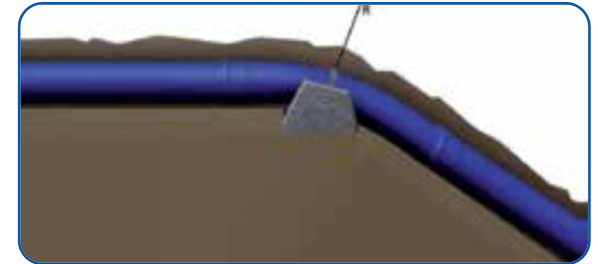
3.- Reducciones con cambio de Ø

$$E_r = (\pi/4) \cdot H \cdot (D1^2 - D2^2)$$

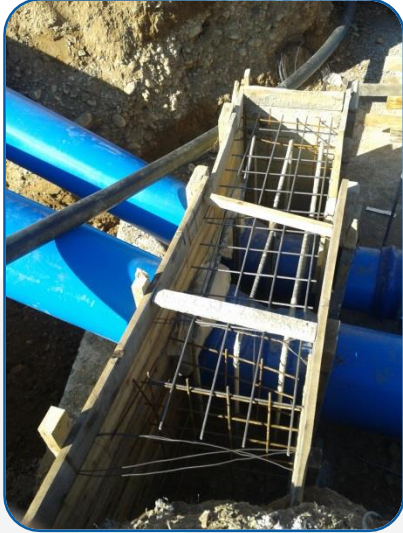
- E_r : Esfuerzo de empuje
- H : Máxima presión de trabajo
- $D1$: Diámetro mayor
- $D2$: Diámetro menor



Anclajes

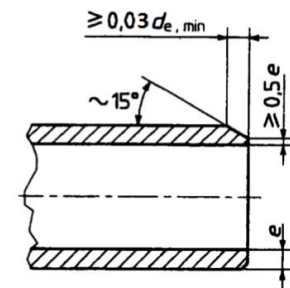


Anclajes



Reparaciones en el PVC-O

Los tubos se pueden cortar transversalmente utilizando una radial o una sierra de plásticos. Los cabos machos resultantes del corte deben ser biselados para poder introducirlos en una copa-enchufe de otro tubo o accesorio. El bisel se puede realizar con una radial y repasar posteriormente con una lima. El bisel debe ser de 15° aproximadamente.



Los tubos biselados en obra, al presentar una geometría menos precisa que los realizados en fábrica, pueden requerir unos esfuerzos de introducción superiores, pudiendo llegar a requerir medios mecánicos simples para la introducción en las copas-enchufe.

Reparaciones sin desviación angular

UNIÓN GIBALT



Las uniones Gibault son los elementos más básicos, aunque no por ello menos eficaces, para la unión de extremos lisos en tuberías de PVC. Son económicas, proporcionan una buena estanqueidad, y capaces de absorber los movimientos de la conducción...

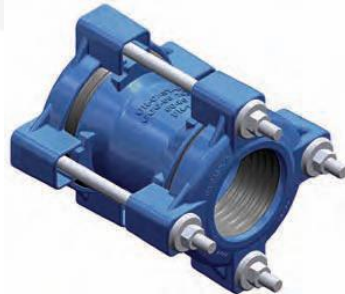


Reparaciones con desviación angular

OTRAS UNIONES PARA UNIR TUBERÍAS DE PVC CON DESVIACIÓN ANGULAR

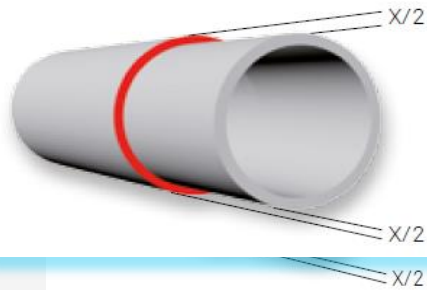


ÁNGULO ADMISIBLE?

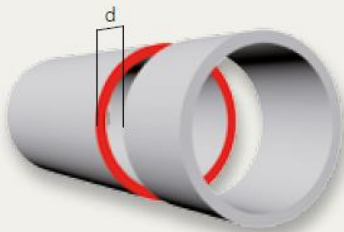


<p>Uso: Para agua, líquidos neutros a un máximo de 70°C Desviación angular total 8 grados</p> <p>Agu: Presión de trabajo máxima 16 bar</p> <p>Sin anillo de tracción</p>	<p>Materiales: Cuerpo y contrabrido Investimiento Junta agua Tornillos, tuercas y arandelas</p> <p>Fundición dúctil min GGG-40 según DIN 1683 (EN 250-400; EN 1563-1997) Resina epoxi aplicada electroliticamente según DIN 30677 EPDM según BS 2494 tipo W</p> <p>Acero grado 8.8 revestido con shirralles según WIS 4-52-03 (opcional acero inoxidable A2)</p>
<p>Ensayos: Agua: 1.5 x PN (con agua)</p>	<p>Certificados: Todos los materiales están certificados por WRc Caucho EPDM certificado por DVGW/KTW</p>

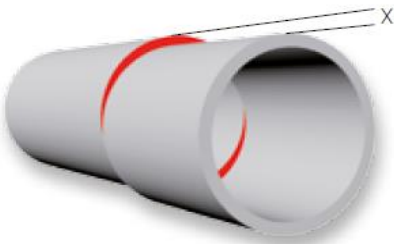
Transición del PVC-O TOM[®] 500 con otros materiales



Conexión de tubos de distinto diámetro

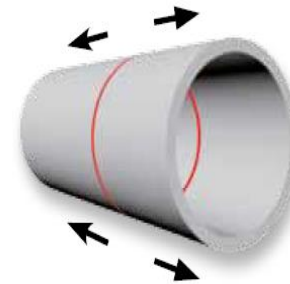


Conexión de tubos con separación

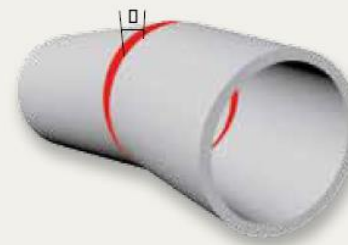


Conexión de tubos desalineados

ANTES DE ELEGIR EL ACCESORIO ADECUADO, ANALIZAR LA SITUACIÓN










Conexión de tubos con movimientos



Conexión de tubos con desviación angular

Factores a tener en cuenta a la hora de elegir el accesorio

-  **Material de las tuberías a unir.**
-  **Diámetro exterior de las tuberías a unir.**
-  **Desviación angular entre tuberías.**
-  **Timbraje de las tuberías y presión de trabajo.**
-  **Material de relleno usado para apoyar y tapar la unión y material del propio accesorio.**
-  **Tornillería a utilizar.**
-  **Accesibilidad del fabricante, instrucciones de montaje, experiencias, dudas de compatibilidades.**

Transición embridada

Con FUNDICIÓN



Con PRFV

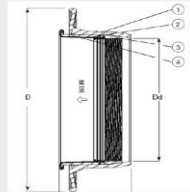
No lo recomendamos, existen otras formas mejores de hacer la transición, pero en caso de usarlo, es imprescindible consultar con el fabricante de PRFV sobre el par de apriete de la tornillería a usar en esas bridas.

Transición embridada

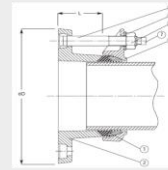
Con PEAD



BRIDA DE DOBLE CÁMARA CON JUNTA AUTOBLOCANTE



BRIDA CON JUNTA ANTI TRACCIÓN



Con PVC-U

La mayoría de los accesorios utilizados para el PVC-U son prácticamente los mismos que los usados para el PVC-O siendo en su mayor medida compatibles entre sí. **CONSULTAR AL FABRICANTE!!!!**

Con ACERO



Transición no embridada

Con FUNDICIÓN

Existen distintos manguitos o abrazaderas multi-diámetro compatibles con los diámetros exteriores del PVC-O y del PEAD y de la Fundición.



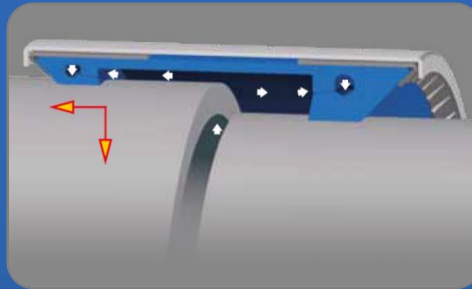
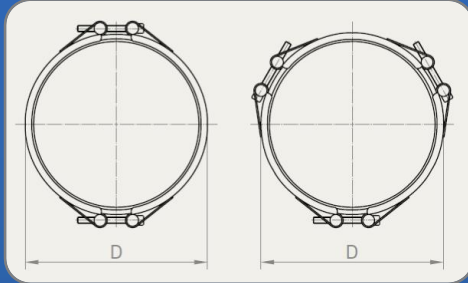
DN	Rango mm	DN	L1 mm	Tornillos M12	L mm	Peso kilos
46-63	57-74	100	2	210	3,2	
46-63	68-85	100	4	210	4,2	
57-74	68-85	100	4	210	4,2	
57-74	84-106	100	4	210	4,5	
68-85	84-106	100	4	210	4,9	
84-106	99-119	100	4	210	5,3	
84-106	109-133	100	4	210	5,3	
99-119	109-133	100	4	210	5,6	
99-119	132-157	100	4	210	6,4	
109-133	132-157	100	4	210	6,4	
109-133	157-183	115	4	235	7,4	
132-157	157-183	115	4	235	7,7	
157-183	176-201	115	4	235	8,9	
176-201	193-215	115	4	235	9,6	
176-201	218-242	140	4	160	11,2	
193-215	218-242	140	4	160	11	
193-215	242-268	140	6	160	13	
218-242	242-268	140	6	160	13,5	
242-268	266-292	160	6	180	14,5	
266-292	280-306	160	6	180	15,8	
266-292	301-327	160	6	180	16,3	
301-327	324-350	160	6	180	17,3	
301-327	352-378	160	8	180	19,4	
324-350	352-378	160	8	180	20,3	
352-378	372-396	160	8	180	20,7	
372-396	384-410	160	8	180	21,1	
384-410	410-436	160	8	180	21,9	
410-436	436-462	160	8	180	22,7	

Con PEAD

Debido a las dilataciones del PEAD no recomendamos su uso.

Transición no embridada

Con PRFV



Con ACERO

Junta tórica

Junta elástica (Campana)



Gracias por su atención

www.molecor.com

canalizaciones@molecor.com

marcos.rincon@molecor.com – 620 086 683

