

Jornada sobre Tuberías para riego.
CENTER. MAYO 2017

**COMPARATIVA DE LOS DIFERENTES
MATERIALES EMPLEADOS EN REDES DE
RIEGO.**

**Blanca Berganza López
TRAGSA**

Madrid, Mayo 2017



Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

ÍNDICE

- 1-. Las tuberías en el sector del regadío
- 2-. Criterios y rangos habituales de uso
- 3-. Tuberías plásticas: PE, PRFV, PVC-U y PVC-O
- 4-. Tuberías no plásticas: HCA, Acero y FD
- 5-. Comparativa y resumen



Jornada sobre Tuberías para riego.
CENTER. MAYO 2017

1-. Las tuberías en el sector del regadío

Las tuberías representan un 20-25% del coste total de las obras.

Material	% (coste)
Tuberías plásticas (PVC, PE, PRFV)	80%
Tuberías no plásticas (acero, FD, HCA)	20%

	%
PE	11%
PVC	25%
PRFV	64%

Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

1-. Las tuberías en el sector del regadío

Compra de tubería (€) (2000-15)		
Plásticos	278.444.124,10	78 %
Otros	78.510.774,54	22 %
TOTAL	356.954.898,64	100,00%

Plásticos	17.368.857,94	€/año
Otros	4.906.923,41	€/año
TOTAL	22.275.781,35	€/año

	Nº contratos	Importe	%
PRFV	189	177.016.249,50	49,67
PE	280	30.681.334,00	8,61
PVC	572	70.204.143,46	19,70
FD	170	33.817.306,82	9,49
HCA	26	29.150.476,66	8,18
Acero	214	15.542.991,06	4,36
TOTAL	1451	356.954.898,64	100,00

2-. Criterios y rangos habituales de uso

En el sector del regadío se trabaja habitualmente con presiones medias (6-16 atm) y un rango de diámetros (DN100-1200 mm).

PVC:	DN<400 mm	PN6-PN16	FD: DN125-800 PN>16
PE:	DN< 800 mm	PN6-PN10	HCA: DN>600 PN6-16
PRFV:	DN>400 mm	PN6-PN16	Acero: Condiciones especiales

* PVC-O: PN16-25

2-. Criterios y rangos habituales de uso

Criterios de selección:

- Prestaciones hidráulicas (rugosidad, estanqueidad de juntas, comportamiento ante GDA)
- Capacidad mecánica (resistencia a presión interna y cargas externas). Tubos rígidos o flexibles. Condiciones de instalación requeridas.
- Coste (suministro e instalación)

3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

Presentan múltiples *ventajas*:

Diseño hidráulico: baja rugosidad

buen comportamiento ante GDA

garantía de estanqueidad en juntas (elástica, soldada)

inercia química

Transporte y manipulación: peso reducido

cierta flexibilidad.

Ejecución: facilidad de montaje

elevada oferta de accesorios.

3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

También tienen algunos *inconvenientes*:

Coste: elevado en ciertos diámetros y timbrajes.

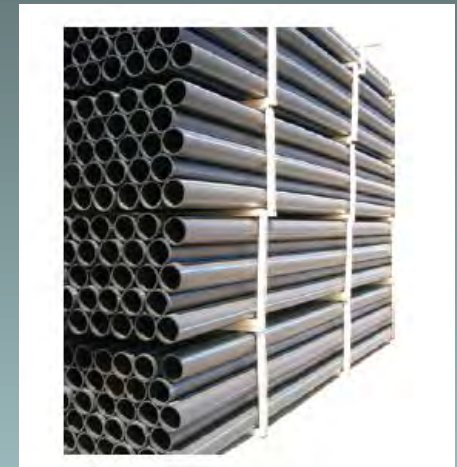
Ejecución: Más exigentes que otros materiales en la calidad de la ejecución de zanjales y rellenos (tubos flexibles).

3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.1-. Tuberías de Polietileno (PE100)

- Baja rugosidad hidráulica (PE40, PE80, PE100)

Rugosidad hidráulica	k (mm)	0,003	0,003	0,003
	n (Manning)	0,008	0,008	0,008
	C (Hazen-Williams)	150	150	150



- Bajo módulo de elasticidad (1.100-160 Mpa a corto y largo plazo). Baja celeridad de onda (100-200 m/s). Buen comportamiento a GDA.
- Suministro en barras de 13 m o rollos de 25/50 m
- Resistente a radiación UV: negro de carbono
- Elevada resistencia a impacto y química



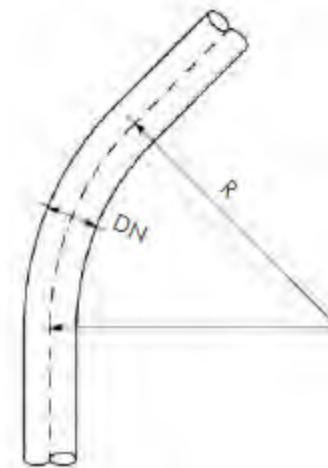
3.- Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.1.- Tuberías de Polietileno (PE100)

- Flexibilidad. Radios de curvatura admisibles
- PN 6-8-10-16
- Fabricado por extrusión



		PE 40	PE 80	PE 100
PN	4,0	20 x DN	30 x DN	50 x DN
	6,0	20 x DN	20 x DN	30 x DN
	10,0	20 x DN	20 x DN	20 x DN
	16,0		20 x DN	20 x DN
	20,0		20 x DN	20 x DN
	25,0		20 x DN	20 x DN



Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

3.- Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.1.- Tuberías de Polietileno (PE100)

- Uniones por soldadura a tope, con manguito electrosoldable o accesorios mecánicos. Garantía de estanqueidad y elevado número de accesorios disponibles, a medida.



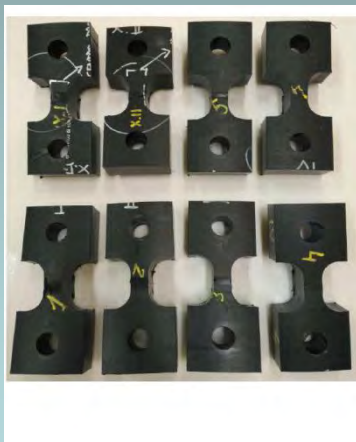
	Uniones mediante accesorios mecánicos	Uniones por electrofusión	Uniones por soldadura a tope	Uniones mediante bridas
Usos habituales	<p>Conducciones de agua y gas de diámetro pequeño y bajas presiones</p> <p>Acometidas domiciliarias</p>	<p>Conducciones de agua y gas de diámetro medio y cualquier presión</p> <p>Los tubos a unir pueden ser de PE 80 o PE 100 y de distinto espesor</p> <p>Reparaciones</p>	<p>Conducciones de agua y gas de diámetro medio y grande y cualquier presión</p> <p>Los tubos a unir pueden ser de PE 80 o PE 100, pero siempre del mismo material y espesor</p> <p>Emisarios submarinos</p> <p>Rehabilitación</p>	<p>Conducciones de agua y gas de diámetro medio y grande y cualquier presión</p> <p>Uniones especiales (con válvulas, tuberías de otros materiales, etc.)</p> <p>Reparaciones</p>



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.1-. Tuberías de Polietileno (PE100)

- Control de calidad de la tubería: Resistencia a presión interna (20° 100 h, 80° 165 h), alargamiento a la rotura (>350%), índice de fluidez, TIO (>20 min).
- Control de calidad de las soldaduras: a tope o por electrofusión.
- Norma de producto: UNE-EN 12201



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.2-. Tuberías de PVC-U

- Baja rugosidad hidráulica: $n = 0,007$
- Bajo módulo de elasticidad (3.100-1.500 Mpa a corto y largo plazo). Baja celeridad de onda (200-400 m/s). Buen comportamiento a GDA.
- Suministro en barras 6 ml.
- Necesita protección contra radiación solar.
- Moderada resistencia a impacto.
- Inercia química
- PN 6-10-16
- Fabricado por extrusión



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.2-. Tuberías de PVC-U

- Unión por copa con junta elástica (en DN's pequeños, pegado). Montaje sencillo. Elevada gama de accesorios.



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.2-. Tuberías de PVC-U

- Control de calidad de la tubería: Resistencia a presión interna (20° 1 h, 60° 1000 h), alargamiento a la rotura (>80%), impacto.
- Norma de producto: UNE-EN-ISO 1452



3.- Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.3.- Tuberías de PVC-O

- Baja rugosidad hidráulica: $k = 0,007$ mm, $n = 0,009$ y $C=150$
- Bajo módulo de elasticidad (>4.000 MPa). Baja celeridad de onda (200-300 m/s). Buen comportamiento a GDA.
- Fabricado por extrusión y posterior orientación molecular
- Suministro en barras 6 ml
- Elevada resistencia a impacto.
- Elevada flexibilidad.
- Mayor resistencia a tracción (menor espesor).
- Inercia química.
- PN12,5-16-20-25



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.3-. Tuberías de PVC-O

- Unión por copa con junta elástica. Montaje sencillo. Elevada gama de accesorios (FD o PVC-O).



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.3-. Tuberías de PVC-O

- Control de calidad de la tubería: Resistencia a presión interna (20° 10 h, 60° 1000 h), tracción longitudinal(>48 MPa), impacto y rigidez.
- Norma de producto: UNE-ISO 16422



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.4-. Tuberías de PRFV

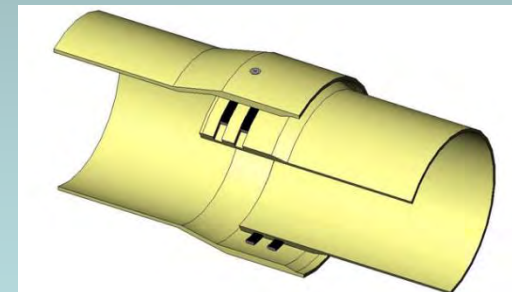
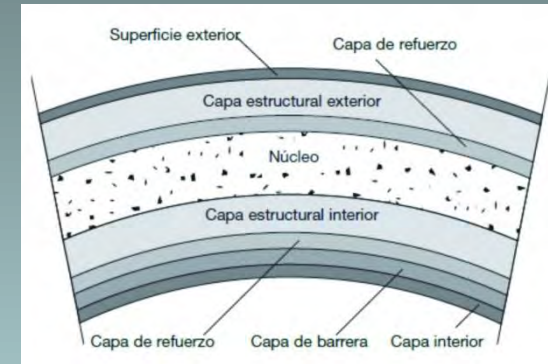
- Baja rugosidad hidráulica: $k = 0,029$ mm, $n = 0,009$ y $C = 150$
- Módulo de elasticidad (10.000-40.000 Mpa corto plazo). Baja celeridad de onda (400-600 m/s). Buen comportamiento a GDA.
- Suministro en tubos 6 ó 12 ml
- Material compuesto (PRFV, arena, fibra de vidrio)
- Alta resistencia a tracción.
- Inercia química.
- PN 6-10-16-20-25
- SN5000-10000



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.4-. Tuberías de PRFV

- Tres sistemas de fabricación: centrifugado, cruzado y continuo.
- Unión por junta elástica: copa o manguito.



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.4-. Tuberías de PRFV

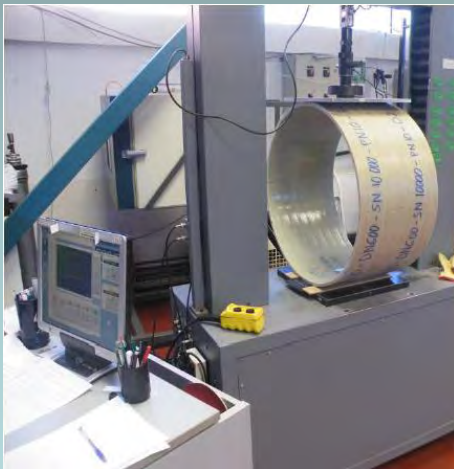
- Unión por junta elástica: copa o manguito. Elevada gama de accesorios.
- Tres sistemas de fabricación: centrifugado, cruzado y continuo.



3-. Tuberías plásticas (PE, PRFV y PVC)

3.4-. Tuberías de PRFV

- Control de calidad de la tubería: rigidez circunferencial, deflexión, tracción longitudinal y resistencia a presión interna –tracción circunferencial-. Estanqueidad.
- Norma de producto: UNE-EN 1796 e ISO 10639



4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

Presentan múltiples *ventajas*:

Diseño mecánico: elevada resistencia mecánica.

Durabilidad

Amplia experiencia

También tienen algunos *inconvenientes*:

Coste: elevado en ciertos diámetros y timbrajes.

Ejecución: Requieren mayores medios mecánicos para su instalación, por su elevado peso.

Corrosión

4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.1-. Tuberías de FD

- Rugosidad hidráulica: $k = 0,15 \text{ mm}$, $n = 0,015$
- Módulo de elasticidad (170.000 MPa).
- Alta celeridad de onda (1.100 m/s).
- Suministro en tubos 5,5 – 6 ml
- Sistema de fabricación por centrifugación.
- Alta resistencia a tracción.
- Revestimiento interior de mortero y exterior de Zn+bitumen.



Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.1-. Tuberías de FD

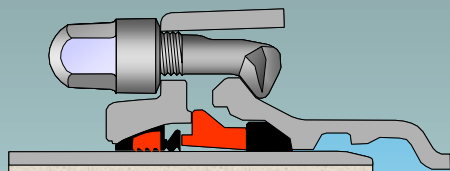
- Clases de presión

DN	DE [mm]	20	25	30	40	50	64	100
		e_{min} [mm]						
40	56				3.0	3.5	4.0	4.7
50	66				3.0	3.5	4.0	4.7
60	77				3.0	3.5	4.0	4.7
65	82				3.0	3.5	4.0	4.7
80	98				3.0	3.5	4.0	4.7
100	118				3.0	3.5	4.0	4.7
125	144				3.0	3.5	4.0	5.0
150	170				3.0	3.5	4.0	5.9
200	222				3.1	3.9	5.0	7.7
250	274				3.9	4.8	6.1	9.5
300	326				4.6	5.7	7.3	11.2
350	378			4.7	5.3	6.6	8.5	13.0
400	429			4.8	6.0	7.5	9.6	14.8
450	480			5.1	6.8	8.4	10.7	16.6
500	532			5.6	7.5	9.3	11.9	18.3
600	635			6.7	8.9	11.1	14.2	21.9
700	738		6.8	7.8	10.4	13.0	16.5	
800	842		7.5	8.9	11.9	14.8	18.8	
900	945		8.4	10.0	13.3	16.6		
1000	1048		9.3	11.1	14.8	18.4		
1100	1152	8.2	10.2	12.2	16.2	20.2		
1200	1255	8.9	11.1	13.3	17.7	22.0		
1400	1462	10.4	12.9	15.5				
1500	1565	11.1	13.9	16.6				
1600	1668	11.8	14.8	17.7				
1800	1875	13.3	16.6	19.9				
2000	2082	14.8	18.4	22.1				

4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.1-. Tuberías de FD

- Unión por campana y junta elástica o acerrojada. Elevada gama de accesorios.



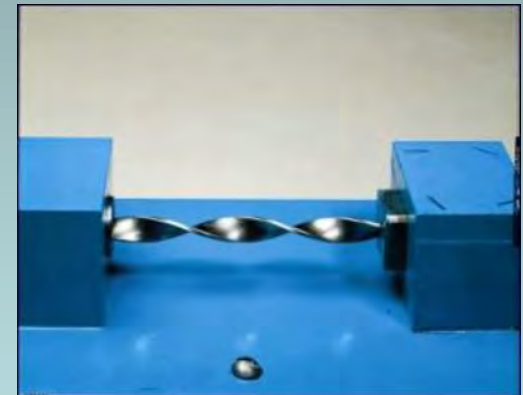
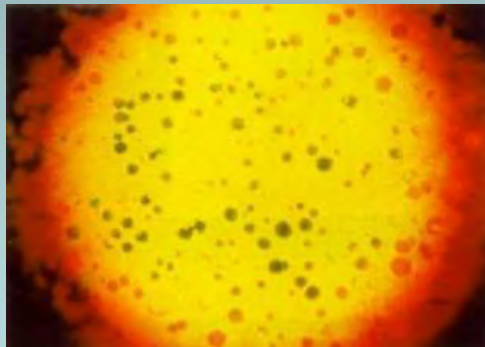
DN	Desviación	CLASE
mm	Grados	
100	5	C40
125	5	C40
150	5	C40
200	4	C40
250	4	C40
300	4	C40
350	4	C30
400	4	C30
450	4	C30
500	4	C30
600	4	C30



4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.1-. Tuberías de FD

- Control de calidad de la tubería: Resistencia a la tracción ($R_m > 420$ MPa), alargamiento ($>10\%$) y elasticidad ($R_e > 270$ MPa). Composición, estanqueidad.
- Norma de producto: UNE-EN 545 e ISO 2531



4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.2-. Tuberías de HCA

- Rugosidad hidráulica: $k = 0,2 \text{ mm}$, $n = 0,015$
- Módulo de elasticidad (20.000-40.000 MPa).
- Alta celeridad de onda (1.000 m/s).
- Suministro en tubos 6 m
- Revestimiento interior y exterior de mortero.
- Hormigón armado o postesado
- Diseño a medida



4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.2-. Tuberías de HCA

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES		
CHAPA	Carga unitaria de rotura	3000 Kp/cm ²
	Límite elástico	2350 Kp/cm ²
	Alargamiento a rotura	> 20 %
ACERO DE PRETENSAR	Tensión de rotura	18000 Kp/cm ²
HORMIGÓN	Resistencia característica a compresión	
	Hormigón del Núcleo:	450 Kp/cm ²
	Hormigón del revestimiento:	350 Kp/cm ²
	Tipo de cemento	
	Núcleo	I 42,5 R/SR
	Revestimiento exterior	I 42,5 R/SR

4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.2-. Tuberías de HCA

- Unión por campana y junta elástica o soldada. Accesorios de acero



Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

4-. Tuberías no plásticas (FD y HCA)

4.2-. Tuberías de HCA

- Norma de producto: UNE-EN 639, 641 y 642 e IET-07



Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

5-. Comparativa y resumen

- Geometría: Diámetro, longitud.

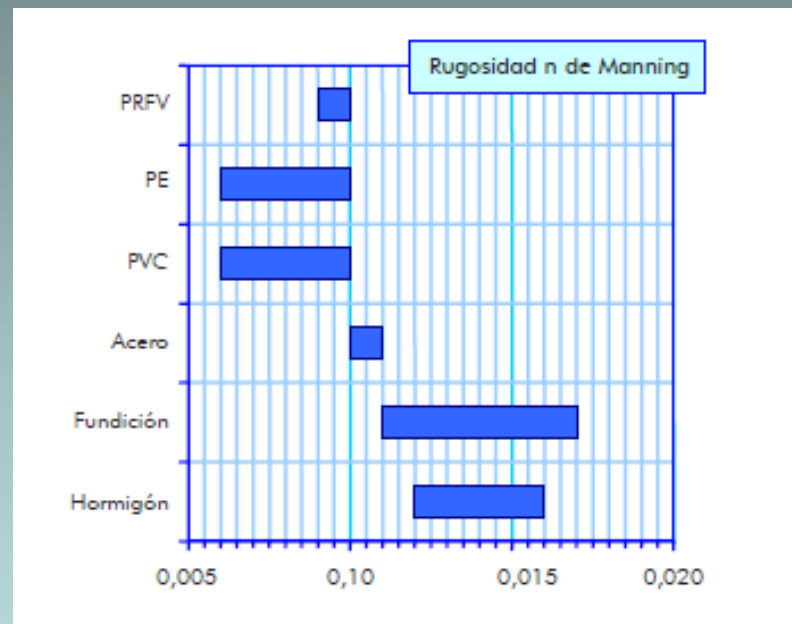
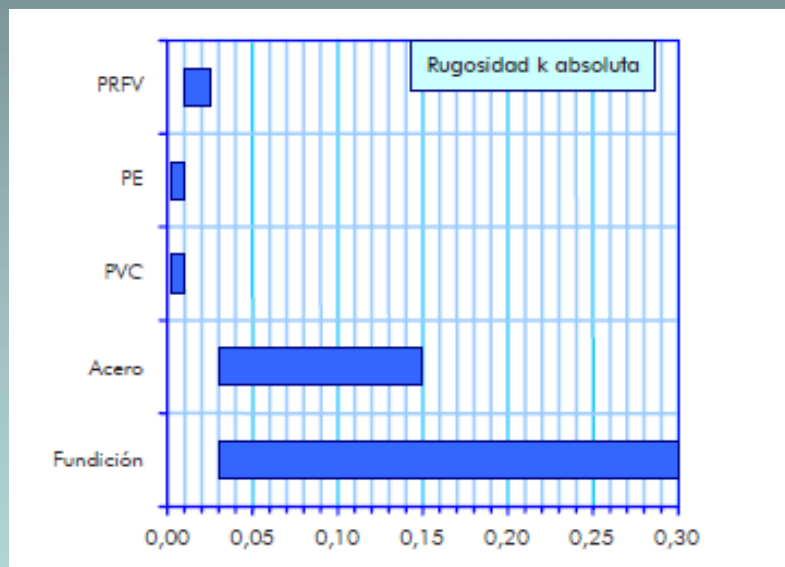
- PE: 13 ml
- PVC-U/O: 6 ml
- PRFV: 6/12 ml
- FD: 5,5-6 ml
- HCA: 6 ml

Tipo de tubo	El DN coincide con:
Materiales termoplásticos de pared compacta (PE, PVC-U, PVC-O)	OD
Materiales termoplásticos de pared estructurada	ID u OD, según tipologías
PRFV	ID / OD
Hormigón	ID
Gres	ID
Fundición	Aproximadamente ID
Acero	OD

Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

5-. Comparativa y resumen

- Rugosidad hidráulica.



Jornada sobre Tuberías para riego. CENTER. MAYO 2017

5-. Comparativa y resumen

- Elasticidad y celeridad de onda.

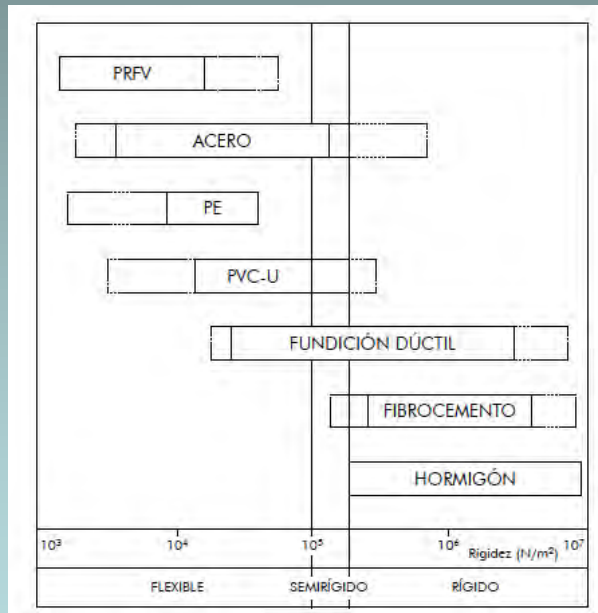
		Alargamiento en la rotura (%)
Material	PE	>350
	PVC	≥80
	Fundición	5 a 10
	Acero	10 a 24

		Módulo de elasticidad (N/mm ²)	
		Corto plazo	Largo plazo
Material	PE	800 a 1.100	130 a 160
	PVC	3.000	1.750
	PP	1.200 a 1.800	450 a 460
	PRFV	3,9 x 10 ⁴	10 ⁴
	Hormigón	2 x 10 ⁴ a 4 x 10 ⁴	
	Fundición	1,7 x 10 ⁵	
	Acero	2,1 x 10 ⁵	

Material	E (kg/m ²)	K _c	D _m (mm)	e (mm)	a (m/s)
Fundición	17 x 10 ⁹	0,59	500	9	1.100
Acero	21 x 10 ⁹	0,48	500	5	1.011
Hormigón	3 x 10 ⁹	3,33	500	40	1.044
PVC-U	3 x 10 ⁸	33,33	500	24	363
PE	10 ⁸	100,00	500	24	214
PRFV	2 x 10 ⁹	5,00	500	7	492

5-. Comparativa y resumen

- Rigidez y requerimientos de enterramiento



5-. Comparativa y resumen

- Facilidad de manipulación (peso de tuberías)

		Densidad (g/cm ³)
Material	PE	0,93 a 0,96
	PVC	1,35 a 1,46
	Hormigón	2,30
	Fundición	7,15
	Acero	7,85

		Coefficiente lineal de dilatación térmica (mm/m·°C)
Material	PE	0,17 a 0,22
	PVC	0,06 a 0,08
	PP	0,11 a 0,18
	Hormigón	0,012
	Fundición	0,012
	Acero	0,011

Jornada sobre Tuberías para riego.
CENTER. MAYO 2017

¡¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!

Blanca Berganza López
bberganz@tragsa.es
91-396 36 36