

	PAGINA		PAGINA
Autónoma de Barcelona, Autónoma de Barcelona (Palma de Mallorca) y Valladolid.	20145	MINISTERIO DE INDUSTRIA	
Orden de 18 de septiembre de 1974 por la que se anuncian a concurso-oposición las plazas de Profesor agregado de «Terminología» de la Facultad de Ciencias de las Universidades de Sevilla y Valladolid.	20145	Resolución de la Subsecretaría por la que se resuelve concurso de méritos para la provisión de destinos vacantes en el Cuerpo de Ingenieros Navales del Departamento.	20143
Resolución de la Dirección General de Universidades e Investigación por la que se dispone el cese y nombramiento de miembros de la Comisión Gestora de Integración de la Escuela Universitaria del Profesorado de Educación General Básica de Lérida.	20143	Resolución de la Dirección General de la Energía por la que se declara en concreto la utilidad pública de la línea de transporte de energía eléctrica que se cita.	20158
Resolución de la Dirección General de Universidades e Investigación por la que se publica la lista definitiva de los aspirantes al concurso-oposición para la provisión de la plaza de Profesor agregado de «Cristalografía, Mineralogía y Mineralogénesis» de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid.	20145	Resolución de la Delegación Provincial de Santander por la que se autoriza y declara en concreto la utilidad pública de la instalación eléctrica que se cita.	20153
Resolución del Tribunal de oposiciones a cátedras de «Lengua y Literatura españolas» de Institutos de Enseñanza Media por la que se convoca a los opositores.	20146	MINISTERIO DE COMERCIO	
MINISTERIO DE TRABAJO		Orden de 23 de julio de 1974 por la que se autoriza la instalación de un parque de cultivo de almejas en la zona marítimo-terrestre de la ría del Mogro a don José Ramón Gutiérrez-Fernández-Trapa.	20159
Orden de 25 de abril de 1974 por la que se aprueba el nombramiento de Oficial administrativo de segunda clase de la escala administrativa de la Organización de Trabajos Portuarios de los señores que se citan.	20143	Orden de 24 de julio de 1974 por la que se autoriza* a don Ricardo Álvarez Blanco la instalación de un parque de cultivo de almejas en la zona marítimo-terrestre de la ría del Mogro, distrito marítimo de Requejada, con superficie de 60.000 metros cuadrados.	20159
Resolución de la Delegación General del Instituto Nacional de Previsión por la que se hace público el Tribunal provincial que ha de informar en la resolución del concurso libre de méritos para la provisión de plazas de Farmacéuticos de la Residencia Sanitaria «Nuestra Señora del Perpetuo Socorro», de la Seguridad Social de Albacete.	20146	MINISTERIO DE INFORMACION Y TURISMO	
Resolución de la Delegación General del Instituto Nacional de Previsión por la que se hace público el Tribunal provincial que ha de informar en la resolución del concurso libre de méritos para la provisión de plazas de Facultativos de la Residencia Sanitaria «San Jorge», de la Seguridad Social de Huesca.	20146	Resolución del Instituto Nacional de Publicidad por la que se designa el Tribunal que ha de juzgar las pruebas selectivas restringidas para cubrir cuatro plazas de Técnicos vacantes en dicho Instituto.	20148
Resolución de la Delegación General del Instituto Nacional de Previsión por la que se hace público el Tribunal provincial que ha de informar en la resolución del concurso libre de méritos para la provisión de plazas de Facultativos de la Residencia Sanitaria «Nuestra Señora de Aranzazu», de la Seguridad Social de Guipúzcoa.	20147	Resolución del Tribunal que ha de juzgar las pruebas selectivas restringidas para cubrir cuatro plazas de Técnicos vacantes en las plantillas del Instituto Nacional de Publicidad por la que se señala la fecha de comienzo de dichas pruebas.	20148
		ADMINISTRACION LOCAL	
		Resolución del Ayuntamiento de Aviles por la que se señala fecha del comienzo de los ejercicios de la oposición para la provisión de la plaza de Oficial Mayor.	20149
		Resolución del Ayuntamiento de Leganés (Madrid) referida a la oposición para la provisión en propiedad de dos plazas de Técnicos de Intervención de esta Corporación.	20148

I. Disposiciones generales

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

19575 *PLIEGO de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de agua, aprobado por Orden de 28 de julio de 1974. (Conclusión.)*

4.13. Tolerancia de curvatura

4.13.1. Los tubos deberán ser rectos. Se les desplazará sobre dos caminos de rodadura distantes los ejes de los mismos dos tercios (2/3) de la longitud de los tubos. La flecha máxima f_m , expresada en milímetros, no deberá exceder de uno con veinticinco (1,25) veces la longitud L de los tubos, expresada en metros: f_m igual o mejor que uno veinticinco L ($f_m \leq 1,25 L$).

4.14. Tolerancia de pesos

4.14.1. Los pesos normales serán los indicados en los cuadros siguientes, y para las uniones y piezas de conducciones reforzadas o especiales, los calculados tomando como peso específico de la fundición setecientas quince centésimas de kilogramo/décimetro cúbico (7,15 Kg/dm³).

4.14.2. Las tolerancias admitidas con relación al peso normal serán las siguientes:

Tipo de piezas	Tolerancias — Porcentales
Tubos	± 5
Uniones y piezas con exclusión de los que se consignan a continuación	± 8
Codos, uniones múltiples, uniones y piezas especiales	± 12

4.14.3. Las piezas con peso superior al máximo se aceptarán a condición de que satisfagan las demás condiciones de este pliego. El exceso de peso no será de abono.

4.14.4. Todas las piezas serán pesadas. Los tubos de más de doscientos (200) milímetros y las piezas de más de trescientos (300) milímetros serán pesadas individualmente; los tubos y piezas de menor diámetro que el indicado serán pesados en conjunto de dos mil (2.000) kilogramos como máximo. En este último caso las tolerancias en peso serán aplicadas al conjunto de la pesada.

(Ver cuadros 4.14.4 a, b y c.)

Cuadro número 4.14.4 a
Tubos con enchufe clase 1 A

Diámetro nominal (DN)	Tubo			Enchufe Peso aproximado kilogramos	Peso total aproximado en kilogramos para longitud L en metros de						
	D _e milímetros	e milímetros	Peso aproximado Kg/m.		4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
80	98	7,2	14,7	5,5	64	—	79	—	93,5	—	—
100	118	7,5	18,6	7,1	81,5	—	100	109	119	—	—
125	144	7,8	24,2	9,2	106	—	129	142	154	—	—
150	170	8,3	30,1	11,5	132	—	162	177	192	—	—
200	222	9,2	44,0	16,6	193	251	237	259	281	—	—
250	274	10,0	59,3	22,9	260	312	319	349	379	408	—
300	326	10,8	76,5	29,8	338	403	412	450	489	527	—
350	378	11,7	96,3	37,5	423	507	518	567	615	—	—
400	429	12,5	116,9	46,3	514	617	631	690	748	—	—
500	532	14,2	165,2	66,0	727	872	892	974	1.057	—	—
600	635	15,8	219,8	89,3	988	1.162	1.188	1.298	1.408	—	—
700	738	17,5	283,2	116,8	1.250	—	1.553	1.675	1.816	—	—
800	842	19,2	354,9	147,8	1.567	—	1.922	2.100	2.277	—	2.632
900	945	20,8	431,8	182,6	1.910	—	2.342	2.558	2.773	—	3.205
1.000	1.048	22,5	518,3	222,3	2.295	—	2.814	3.073	3.332	—	3.650

$$e = \frac{10}{2} (7 + 0,02 DN)$$

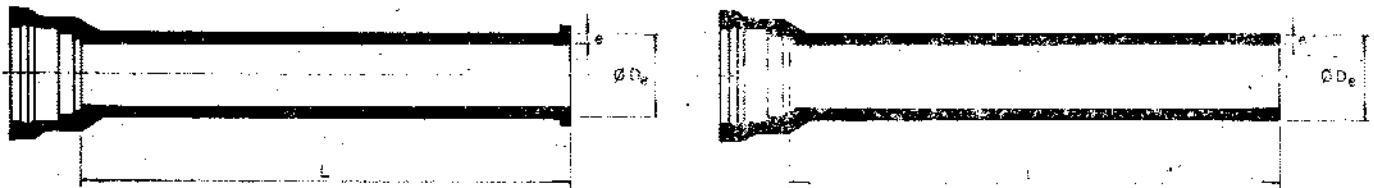


FIG. 4.14.4a

Cuadro número 4.14.4 b
Tubos con enchufe clase A

Diámetro nominal (DN)	Tubo			Enchufe. Peso aproximado kilogramos	Peso total aproximado en kilogramos para longitud L en metros de						
	D _e milímetros	e milímetros	Peso aproximado Kg/m.		4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
80	98	7,9	16,0	5,5	69,5	—	85,5	—	101	—	—
100	118	8,3	20,5	7,1	89	—	109	126	130	—	—
125	144	8,7	26,4	9,2	115	—	141	155	168	—	—
150	170	9,2	33,2	11,5	144	—	172	191	211	—	—
200	222	10,1	48,1	16,6	206	251	257	281	305	—	—
250	274	11,0	65,0	22,9	283	340	342	380	413	445	—
300	326	11,9	84,0	29,8	366	440	450	492	534	576	—
350	378	12,8	105,0	37,5	458	550	563	615	666	—	—
400	429	13,8	128,7	46,3	561	674	680	754	819	—	—
500	532	15,8	181,0	66,0	790	949	971	1.061	1.152	—	—
600	635	17,4	241,4	89,3	1.055	1.267	1.267	1.417	1.538	—	—
700	738	18,3	311,6	116,8	1.363	—	1.675	1.830	1.986	—	—
800	842	21,1	389,1	147,8	1.704	—	2.093	2.288	2.482	—	2.871
900	945	22,9	474,3	182,6	2.080	—	2.554	2.791	3.029	—	3.503
1.000	1.048	24,8	570,0	222,3	2.502	—	3.072	3.357	3.642	—	4.212

$$e = \frac{11}{2} (7 + 0,02 DN)$$

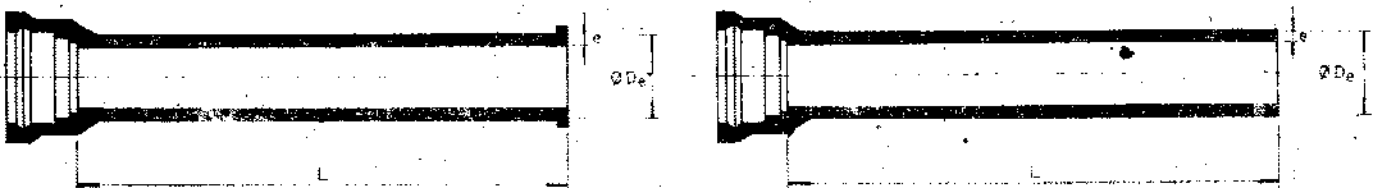


FIG. 4.14.4 b

Cuadro número 4.4.4 c

Tubos con enchufe clase B

Diámetro nominal (DN)	Tubo			Enchufe. Peso aproximado kilogramos	Peso total aproximado en kilogramos para longitud L en metros de							
	D _e milímetros	e milímetros	Peso aproximado Kg/m.		4	4,8E	5	5,5	6	6,5	7	
80	98	8,6	17,3	5,5	74,5	—	—	92	—	109	—	—
100	118	9,0	22,0	7,1	95	—	—	117	128	139	—	—
125	144	9,5	28,7	9,2	124	—	—	158	167	181	—	—
150	170	10,0	35,9	11,5	155	—	—	191	209	227	—	—
200	222	11,0	52,1	16,8	225	271	—	278	304	330	—	—
250	274	12,0	70,6	22,9	305	368	376	376	411	447	—	—
300	326	13,0	91,4	29,8	395	476	—	487	533	578	482	—
350	378	14,0	114,5	37,5	495	596	—	610	667	724	624	—
400	429	15,0	139,5	46,3	604	727	—	744	814	883	—	—
500	532	17,0	196,7	66,0	853	1.026	1.049	1.049	1.148	1.246	—	—
600	635	19,0	262,9	89,3	1.141	1.372	1.404	1.404	1.535	1.687	—	—
700	738	21,0	338,2	116,8	1.470	—	1.802	1.802	1.977	2.146	—	—
800	842	23,0	423,1	147,8	1.840	—	2.265	—	2.475	2.687	—	3.110
900	945	25,0	516,6	182,6	2.249	—	2.766	—	3.024	3.282	—	3.789
1.000	1.048	27,0	619,2	222,3	2.699	—	3.312	—	3.628	3.938	—	4.557

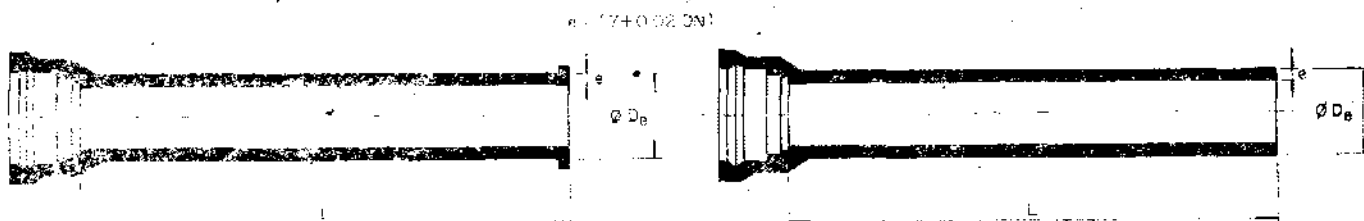


FIG. 4 14.4 c

5. TUBOS DE ACERO

5.1. Generalidades

5.1.1. El acero cumplirá todas las condiciones establecidas en 2.11.

5.2. Proyecto

5.2.1. En caso de emplearse tubos de características distintas a las establecidas en 5.5.1, el contratista someterá a la aprobación de la Administración los planos y los cálculos mecánicos de los elementos de la tubería que no hayan sido detallados por aquélla, teniendo en cuenta, además de lo prescrito en 1.7, el tipo de apoyo, la naturaleza del terreno, etc.

5.2.2. Salvo justificación especial en contrario, se tomará como tensión de trabajo del acero un valor no mayor de la mitad del límite elástico aparente o convencional, siempre que se consideren los efectos de la combinación más desfavorable de solicitaciones a que está sometida la tubería.

5.2.3. El proyectista justificará el sobreespesor adoptado para tener en cuenta los efectos debidos a la corrosión.

5.3. Fabricación

5.3.1. Hasta un diámetro interior de doscientos (200) milímetros se considerarán en este piezo los tubos de acero fabricados por laminación o extrusión y los soldados, y por encima de este diámetro solamente los soldados en capa de acero dulce. La soldadura puede ser a solapo o a tope.

5.3.2. Los tubos, uniones y piezas deberán estar perfectamente terminados, limpios, sin grietas, pajas, etc., ni cualquier otro defecto de superficie. Los tubos serán rectos y cilíndricos dentro de las tolerancias admitidas (5.5). Sus bordes extremos estarán perfectamente limpios y a escuadra con el eje del tubo y la superficie interior perfectamente lisa. Los tubos o piezas cuyos defectos sean corregibles sólo podrán repararse con la previa aprobación de la Administración.

5.4. Protección

5.4.1. Todos los tubos y piezas de acero serán protegidos, interior y exteriormente, contra la corrosión por alguno de los procedimientos indicados en el capítulo 9.

5.5. Clasificación

5.5.1. La clasificación, teniendo en cuenta las presiones normalizadas (1.8.1), será la siguiente:

a) Tubos de acero sin soldadura (cuadro 5.5.1 a).

Cuadro número 5.5.1 a

Diámetro nominal (DN)	Espesor milímetros	Peso aproximado por metro de longitud kilogramos	Presión normalizada Kg/cm ²
25	4	3,320	100
40	4	5,590	70
60	4,5	9,850	70
80	4,5	16,850	70
100	4,5	11,770	70
125	4,5	14,590	70
150	4,5	17,470	67,5
175	5,5	24,260	63,5
200	5,5	27,760	65

b) Tubos de acero soldados (cuadro 5.5.1 b).

5.6. Tolerancias relativas a los tubos

5.6.1. Las tolerancias admitidas en los tubos son las siguientes: Ver cuadro número 5.6.1.

5.7. Piezas especiales

5.7.1. Las piezas especiales se construirán en taller por soldadura, pudiendo también hacerse de fundición.

Cuadro número 5.5.1 b

Tubos de acero soldado

Diámetro nominal (DN)	Clase A			Clase B			Clase C		
	Espesor — Milímetros	Peso aproximado por m. l. útil — Kilogramos	Presión normalizada — Kg/cm ²	Espesor — Milímetros	Peso aproximado por m. l. útil — Kilogramos	Presión normalizada — Kg/cm ²	Espesor — Milímetros	Peso aproximado por m. l. útil — Kilogramos	Presión normalizada — Kg/cm ²
25	2,50	2,160	60	2,75	2,400	67,5	3	2,640	75
40	2,50	3,840	40	2,75	4,030	45	3	4,120	50
60	2,50	5,320	40	2,75	5,870	45	3	6,430	50
80	3	7,190	40	3,25	7,820	45	3,5	8,440	50
100	3,25	8,440	40	3,75	9,780	45	4	10,480	50
125	3,25	10,480	40	3,75	12,130	45	4	12,970	50
150	3,75	14,490	40	4	15,480	45	4,5	17,470	50
175	4	17,540	40	4,5	19,780	45	5	22,050	50
200	4,5	22,800	40	5	25,150	45	5,5	27,650	50
225	5,5	31,170	40	6	34,010	45	6,5	36,850	50
250	6	37,900	40	6,5	41,000	45	7	44,200	50
275	6	41,960	40	6,5	45,450	45	7,25	49,850	50
300	6	45,280	30	7	52,830	35	7,75	58,500	40
350	6	52,920	30	7	61,740	35	8	70,560	40
400	6	60,480	30	7	70,560	35	8	80,640	40
450	6	68,040	30	7	79,380	35	8	90,720	40
500	6	75,800	25	7	88,200	30	8	100,800	35

NOTA.—Los tubos de más de 500 mm. de diámetro se calcularán y se fabricarán según pedido justificando el Projectista los espesores, cargas de trabajo y coeficientes adoptados, que no serán nunca menos conservadores que los de este cuadro.

Cuadro número 5.6.1

Tolerancias relativas a los tubos sin revestir

Concepto o parte a que se refiere	Diámetro nominal	Tolerancia		
		Soldados a solapado	Laminados	Electrosoldados
Poso	Hasta 350, sin incluir el 350. Clase A	± 5 %	± 10 %	— 2,5 % + 10 %
	Todos los demás	— 2,5 % + 10 %		
Espesor	Hasta 350, sin incluir el de 350 mm. Clase A	+ 10 %	+ 15 %	
	Todos los demás	— 5 % en el tubo aparte soldadura. — 1,20 mm. en la soldadura para espesores < 10 milímetros. — 1,60 mm. para la soldadura en los otros. + 10 % en el tubo, incluso soldadura.		— 3 % + 10 % aparte del refuerzo exterior del tubo.
Diámetro exterior	Hasta 200 inclusive	± 1 % con un máximo de 0,8 mm.		

6. TUBOS DE AMIANTO CEMENTO

6.1. Definición del amianto-cemento

6.1.1. El amianto-cemento es un material artificial obtenido por la mezcla íntima y homogénea de agua, cemento y fibras de amianto, sin adición alguna que pueda perjudicar su calidad.

6.2. Aspecto de los tubos

6.2.1. Los tubos deberán presentar interiormente una superficie regular y lisa sin protuberancias ni descachados. También cumplirá estas condiciones la superficie exterior del tubo en la zona de unión.

6.3. Clasificación

6.3.1. Los tubos se clasificarán en función de la presión normalizada (1.4.1) definida en kilogramos por centímetro cuadrado, en la forma siguiente: Clase 5, 10, 15, 20, 25 y 30 kilogramos por centímetro cuadrado, equivalente a 50, 100, 150, 200, 250 y 300 metros de altura de agua.

6.4. Diámetros nominales

6.4.1. La serie comercial de diámetros nominales interiores, con las tolerancias que después se fijarán, será la siguiente: 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900 y 1.000 milímetros.

6.5. Espesores

6.5.1. Los espesores serán tales que la relación entre la presión de rotura por presión interna y la presión normalizada, marcada en el tubo, sea por lo menos igual a dos (2), según se establece en 1.5.1, y no deberán ser inferiores a ocho (8) milímetros.

6.6. Longitudes

6.6.1. Se entenderá como longitud de los tubos la nominal entre extremos en los tubos lisos o la útil en los tubos de enchufe.

6.6.2. Normalmente la longitud no deberá ser inferior a tres (3) metros para diámetros iguales o menores de cien (100) milímetros y a cuatro (4) metros para diámetros superiores. Los incrementos de longitud serán preferentemente múltiplos de medio metro.

6.6.3. Se admitirá la colocación de tubos más cortos que la longitud nominal siempre que en cualquier tramo de conducción de mil (1.000) metros de longitud por lo menos el noventa por ciento (90 %) de la misma esté constituida por tubos de la longitud nominal. La longitud de los tubos más cortos podrá diferir en medio o un metro en los tubos de longitud nominal de tres (3) metros y estas cantidades o uno y medio a dos (1,50 a 2) metros en los tubos de cuatro (4) metros de longitud.

En trazados de montaña se admitirá la colocación de tubos más cortos que la longitud nominal siempre que así figure expresamente en el proyecto y se hayan tomado precauciones mediante la colocación de anclajes.

6.6.4. No obstante lo anterior, para acoplamientos, empalmes, etc., podrán emplearse tubos cortos de longitud menor de dos (2) metros en tubos de doscientos (200) o más milímetros de diámetro, menor de un (1) metro para tubos de diámetro inferior. Estos tubos cortos deberán tener en toda su longitud la superficie exterior perfectamente terminada, cumpliendo las tolerancias correspondientes a los extremos del tubo.

6.6.5. Solo se permitirán tubos cortados cuando lo sean en sección normal a su eje.

6.7. Tolerancias de dimensiones en el diámetro exterior de los tubos en sus extremos

6.7.1. Las tolerancias admitidas serán las siguientes:

Diámetros nominales	Tolerancias en milímetros
Hasta 300	± 0,8
De 350 a 500	± 0,8
De 600 a 700	± 1,0
Más de 700	± 1,2

6.8. Tolerancias del espesor de las paredes del tubo

6.8.1. Las tolerancias admitidas serán las siguientes:

Espesores nominales	Tolerancias en milímetros
Hasta 10 (inclusive)	± 1,5
Desde 10 hasta 20 (éste incluido)	± 2,0
Desde 20 hasta 30 (éste incluido)	± 2,5
Más de 30	± 3,0

6.8.2. Las tolerancias anteriores sólo se admitirán cuando de su aplicación resulte que la diferencia entre dos diámetros interiores cualesquiera no sea mayor del diez por ciento (10 %) del diámetro interior nominal. Y para espesores de diez (10) milímetros o menores no baje el espesor medido de los ocho (8) milímetros señalados como mínimo absoluto admisible.

6.9. Tolerancia en la longitud

6.9.1. La longitud nominal de cada tubo podrá estar afectada de un error de cinco (5) milímetros en más o veinte (20) milímetros en menos.

6.10. Tolerancia de ovalización interior

6.10.1. Las tolerancias de ovalización serán tales que una esfera indeformable por la acción del agua cuyo diámetro sea igual a (0,99 DN - 2,5) milímetros (siendo DN el diámetro nominal del tubo) pase libremente por el interior del tubo.

6.11. Tolerancia sobre la rectitud

6.11.1. La máxima curvatura admisible en los tubos rectos será tal que medido el doble de la flecha máxima, que se determina haciendo girar el tubo sobre dos caminos de rodadura paralelos, colocados a una distancia entre sus ejes igual a los dos tercios (2/3) de su longitud, no sobrepase los valores siguientes:

Diámetros nominales		Desviación máxima en milímetros (doble de la flecha)
50	70	5,5 L
80	200	4,5 L
250	500	3,5 L
600	1.000	2,5 L

L = longitud del tubo expresada en metros.

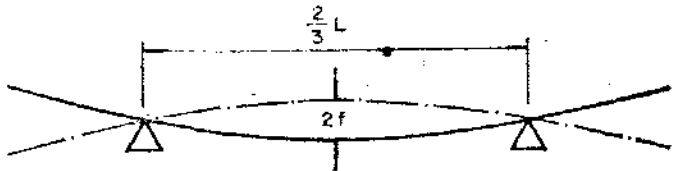


FIG. 6.11.1

7. TUBOS DE HORMIGÓN

7.1. Generalidades

7.1.1. El hormigón y sus componentes para la fabricación de tubos cumplirán las prescripciones indicadas en los apartados comprendidos entre 2.15 y 2.24, pudiendo clasificarse los tubos según se indica en 2.15.1.

7.2. Proyecto

7.2.1. Además de lo prescrito en 1.7 y en la Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado, se tendrá en cuenta lo que se establece en los párrafos siguientes.

7.2.2. De aquellos elementos de la tubería que no hayan sido proyectados por la Administración, el contratista someterá obligatoriamente a la aprobación de la misma los planos de secciones longitudinal y transversal del tubo, planos y descripción del tipo de junta empleada, acompañado todo ello de los cálculos hidráulicos y mecánicos justificativos de la solución propuesta.

7.2.3. Además de las presiones interiores será preceptivo el estudio del tipo de apoyo previsto, la naturaleza del terreno, el material de sustentación, el relleno sobre la tubería y las sobrecargas móviles, determinándose las cargas de fisuración

por flexión transversal y longitudinal, que se comprobarán con las pruebas indicadas en 3.6 y 3.7.

En función del tipo de apoyo previsto se elegirá el factor de carga que corresponda (1.6 y 10.2.9).

7.2.4. En los cálculos se determinarán las tensiones en el hormigón y en las armaduras, tanto las correspondientes a las pruebas a las que se tenga que someter a la tubería como las que correspondan al uso normal, transporte y colocación, y en las tuberías de hormigón pretensado, además las solicitaciones máximas antes de la precompresión y durante la ejecución de la misma.

7.2.5. En ningún caso, cualquiera que sea el tipo de tuberías, las tensiones en hormigón y armaduras rebasarán las cargas de trabajo fijadas en el presente pliego y en el pliego de prescripciones propio de la obra o, en su caso, en la Instrucción vigente para la ejecución de las obras de hormigón armado.

7.2.6. El recubrimiento mínimo, tanto de la armadura principal como de las de reparto, será de dos (2) centímetros en hormigón armado y dos con cinco (2.5) para pretensado.

7.2.7. En tuberías no pretensadas la tensión de tracción en el hormigón, debida a la presión interior, teniendo en cuenta las armaduras y la camisa, en su caso, no sobrepasará los veinticinco (25) kilogramos por centímetro cuadrado para una presión interior igual a vez y media (1.5) la presión máxima de trabajo.

Salvo justificación especial, el coeficiente de equivalencia entre armaduras y hormigón no será superior a doce (12).

7.2.8. En las tuberías no pretensadas, con o sin camisa de chapa, la suro de la sección de las armaduras helicoidales con la de la camisa, en su caso, debe ser tal que el acero ordinario no trabaje a más de ochocientos setenta y cinco (875) kilogramos por centímetro cuadrado cuando la tubería esté sometida a una presión interior igual a la presión máxima de trabajo. No se tendrá en cuenta en ningún caso la resistencia del hormigón a tracción ni la de la armadura del recubrimiento interior.

7.3. Proyecto de tuberías de hormigón pretensado

7.3.1. Además de las condiciones anteriores que sean de aplicación en los tubos de hormigón pretensado, la carga de compresión previa del núcleo no será mayor del cuarenta por ciento (40 por 100) de la carga de rotura del hormigón de la misma edad y conservación. En estos mismos tubos no se anulará la compresión en el hormigón producida por la armadura transversal con la carga de prueba en obra. La compresión transversal permanente en los tubos en servicio no será menor de cinco (5) kilogramos por centímetro cuadrado ni superior al tercio de la carga de rotura del hormigón de los tubos.

7.3.2. En los tubos pretensados el espesor del núcleo, como norma general, no será inferior a cuarenta (40) milímetros ni el revestimiento de protección de la espiral será inferior a quince (15) milímetros si es de mortero de cemento, o a veinticinco (25) milímetros, si es de hormigón, debiendo ser sometidas, previa justificación, al Director de obra las variaciones sobre estas dimensiones aconsejadas.

7.3.3. La tracción transitoria por la flexión longitudinal que se produce en el proceso del pretensado transversal deberá ser siempre inferior a los dos tercios (2/3) del límite de fisuración.

7.3.4. En los tubos pretensados el diámetro del acero de alta resistencia, así como la separación entre las espirales, será tal que el núcleo esté suficientemente comprimido para evitar las tensiones de tracción en el hormigón con las tuberías sometidas a las solicitaciones máximas previstas en el proyecto. Se tendrá en cuenta la pérdida de tensión debida a las deformaciones elásticas y plásticas, tanto en el hormigón como en el acero.

7.3.5. Normalmente el paso de la hélice será tal que el espacio libre entre los redondos no sea inferior al diámetro del alambre, ni en ningún caso menor de cinco (5) milímetros ni mayor de cuarenta (40) milímetros.

7.3.6. Se empleará alambre de diámetro comprendido entre tres (3) y ocho (8) milímetros. La tensión en el acero cuando se someta a la tubería a presión no excederá de la tensión inicial del pretensado.

7.3.7. La tensión inicial del acero para producir el pretensado no debe exceder del ochenta y cinco por ciento (85 por 100) de la tensión de rotura del mismo, o del noventa por ciento (90 por 100) de su límite elástico. La tensión residual permanente en trabajo será menor del sesenta y seis por ciento (66 por 100) de la tensión de rotura.

7.3.8. En ningún caso ni en las pruebas (salvo a rotura) deberá trabajar la armadura a tensión superior a la inicial de pretensado.

7.4. Marcado

7.4.1. Además de las marcas prescritas en 1.10 para cualquier clase de tipo de tubos, en el caso en que los tubos de hormigón tengan la armadura asimétrica debe marcarse también la generatriz que debe quedar en la parte superior después del montaje.

7.5. Fabricación

7.5.1. Los tubos deben fabricarse en instalaciones especialmente preparadas, con los procedimientos que se estimen más convenientes por el contratista. Sin embargo, deberá informarse a la Administración sobre utillaje y procedimientos que se van a emplear, así como sobre las eventuales modificaciones que se pretendan introducir en el curso de los trabajos.

7.5.2. La Administración podrá rechazar el procedimiento de fabricación que a su juicio no sea adecuado para cumplir las condiciones que se exigen a los tubos dentro de las tolerancias que se fijen. La aceptación del procedimiento no exime de responsabilidad al contratista en los resultados de los tubos fabricados.

7.5.3. La mezcla se hará en hormigoneras de tipo apropiado, debiendo darse cuenta al Director de obra del diámetro, velocidad de giro y tiempo de amasado.

7.5.4. Los tubos se fabricarán por centrifugación, por vertido en moldes verticales y vibración, por combinación de ambos métodos o por cualquier otro adecuado que sea aceptable a juicio de la Administración.

7.5.5. Cuando el hormigón de los tubos se vierta en moldes verticales y se vibren debe efectuarse el vertido en forma relativamente continua y no se admitirán juntas de hormigonado. La vibración del hormigón debe ser uniforme en cada tubo, usándose vibradores de frecuencia no menor de seis mil (6.000) ciclos por minuto, sujetos a los encofrados. Se recomiendan frecuencias superiores a ocho mil (8.000) ciclos por minuto.

7.5.6. Cuando se use el método de centrifugación debe colocarse el hormigón en los moldes, de forma que asegure en el tubo el espesor de pared previsto y con un mínimo de variaciones en el espesor y en los diámetros en toda su longitud. De todas formas las variaciones no excederán de las tolerancias permitidas. La duración y velocidad de la centrifugación debe ser la suficiente para permitir una completa distribución del hormigón y producir una superficie interior lisa y compacta. Se dispondrán elementos de control suficientes para poder comprobar ambos importantes factores.

7.6. Hormigones y morteros

7.6.1. Los hormigones y morteros empleados en la fabricación de los tubos cumplirán las prescripciones fijadas en la Instrucción para la ejecución de las obras de hormigón armado vigente, además de las que se indican en el presente pliego.

7.6.2. Deben ser fabricados en instalaciones de suficiente garantía para tener seguridad de mantener las características del proyecto. Los áridos y el cemento se medirán siempre en peso, y el agua, en peso o en volumen.

7.6.3. Atendida la dosificación y granulometría adecuadas, la relación agua-cemento deberá garantizarse constantemente, teniendo en cuenta la humedad de los áridos.

7.6.4. Salvo autorización expresa no se emplearán dosificaciones de cemento inferiores a trescientos cincuenta (350) kilogramos por metro cúbico. Se deberá tener en cuenta el efecto de la retracción para que no se produzca fisuras por este motivo.

7.6.5. La resistencia característica del hormigón de los tubos, medida en probetas cilíndricas, no será menor de doscientos setenta y cinco (275) kilogramos por centímetro cuadrado a los veintiocho (28) días.

A título meramente orientativo la resistencia a los siete (7) días conviene que sea al menos de ciento setenta (170) kilogramos por centímetro cuadrado, cuya cifra supone una cierta probabilidad de alcanzar a los veintiocho (28) días la resistencia característica exigida.

7.7. Armaduras

7.7.1. Las armaduras consisten en una o más capas de redondo de acero arrolladas generalmente en forma helicoidal, separadas convenientemente y soportadas por otras barras longitudinales.

7.7.2. En los casos en que además de la armadura anterior las tuberías lleven camisa metálica, esta camisa consistirá en un cilindro de chapa de acero, soldada, situado en el interior del hormigón.

7.7.3. Las barras de acero para las armaduras podrán ser lisas o corrugadas. Todo el redondo estará perfectamente entezado antes de su colocación en obra. Se colocará limpio, exento de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

7.7.4. La hélice del redondo deberá ser lo más continua posible. En los tubos no pretensados los empalmes deben ser soldados eléctricamente por el método de arco o resistencia a tope, y en cualquier caso la soldadura debe resistir tanto como las barras. Si se autoriza taxativamente el empalme por solapo, la longitud del mismo debe ser igual o mayor a cuarenta (40) veces el diámetro del redondo, zunchado en toda la longitud del solapo.

Los empalmes de las distintas barras se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados, en la dirección de las armaduras, a más de veinte (20) veces el diámetro del redondo.

En los alambres de pretensado los empalmes deberán ser tales que su resistencia sea superior a la del alambre, que no modifique sus características, y sea de un tipo admisible a juicio de la Administración.

7.7.5. Se cuidará especialmente que la posición de las armaduras sea la correcta, para lo cual se empleará el sistema apropiado (separadores, etc.), que deberá ser conocido y aprobado por la Administración.

7.7.6. En tuberías no pretensadas se recomienda que las generatrices sean soldadas a las espiras en todos los puntos de apoyo. En cualquier caso no existirán dos puntos contiguos sin soldar, tanto en sentido de la espiral como de la generatriz.

7.7.7. Las chapas de acero para las camisas se soldarán a tope salvo justificación y aceptación en su caso por la Administración, permitiéndose la soldadura transversal y longitudinal o helicoidal. Todas las soldaduras deberán tener una resistencia a la tracción igual al menos a la de la chapa. Se recomienda que el número de soldaduras de la camisa sea el menor posible. La Administración podrá exigir sacar testigos hasta de un diez por ciento (10%) de los cilindros construídos, autorizándose al contratista a reparar los cilindros cortados con parches soldados convenientemente. El sistema de soldadura deberá ser conocido y aprobado por la Administración.

7.7.8. Todas las camisas, después de terminadas y antes de ser revestidas, se someterán a una presión interior que produzca una tensión en la chapa igual a dos veces la que se supone en el cálculo, que deberá producirse con la tubería sometida a la presión máxima de trabajo y como mínimo mil desciensos (1,200) kilogramos por centímetro cuadrado. Se mantendrá la presión el tiempo suficiente para permitir la inspección de todas las juntas soldadas y todas las fugas que se presenten se repararán por soldadura, ensayándose el cilindro nuevamente. No se permitirán el calafateo y ninguna camisa se embutirá en el hormigón hasta que quede libre de fugas según las pruebas anteriores. Antes de colocar cada camisa en el molde, se limpiará de toda escama de óxido, aceites, grasas o materias extrañas, frotándose con cepillo de alambre o por otros métodos aprobados por la Administración.

7.7.9. En las tuberías pretensadas la armadura transversal consiste en alambre de alta resistencia helicoidalmente arrollado a una tensión uniforme y calculada, alrededor de un núcleo de hormigón, después de que éste haya adquirido su resistencia característica. Este núcleo de hormigón puede llevar o no un cilindro de chapa de acero soldada. Cuando el núcleo no lleve camisa de chapa, deberá colocarse un pretensado longitudinal o adoptarse las disposiciones pertinentes en el proyecto y durante la ejecución que eviten la fisuración que tiende a producirse durante la operación de pretensado circunferencial.

La separación entre espiras será uniforme. En general la separación entre generatrices será también uniforme. En caso contrario se señalará en los tubos la especial colocación de la armadura. Las camisas serán también perfectamente cilíndricas, no admitiéndose en su forma tolerancias en diámetro superiores al uno por ciento (1%) si el diámetro del tubo es igual o inferior a cuatrocientos (400) milímetros, y a setenta y cinco centésimas por ciento (0,75%) si es el diámetro superior a cuatrocientos (400) milímetros.

7.8. Pretensado

7.8.1. La compresión del hormigón, debida al tesado de la armadura longitudinal o transversal, no debe iniciarse hasta que el hormigón haya alcanzado el módulo de elasticidad, la resistencia y la rigidez previstas en los cálculos para estas fases.

7.8.2. El sistema de pretensado deberá garantizar constancia de la tensión y permitir el control de la misma al menos con la aproximación permitida en el cálculo para la valoración de tensiones. Se instalará un equipo que permita darse cuenta de una eventual disminución de la tensión.

7.8.3. El sistema de anclaje de los hilos debe ser tal que no disminuyan las cargas de rotura ni se alteren las características del hilo.

7.9. Moldes y encofrados

7.9.1. Antes de comenzar la fabricación el contratista debe presentar a la Administración para su aprobación todos los planos y detalles para la construcción de moldes.

7.9.2. Para las tuberías de hormigón que se fabriquen por el método de centrifugación, los moldes deben ser construídos de acero con juntas estancas y de tal forma que la superficie del molde en contacto con la pared exterior de la tubería sea limpia y lisa. Todos los moldes deben ser suficientemente impermeabilizados con gomas colocadas en las juntas de tal forma que no se produzcan pérdidas de la lechada. Los moldes deben ser lo suficientemente rígidos para permitir todas las operaciones conducentes a la colaboración y compactación del hormigón en los mismos.

7.9.3. Cuando el tubo de hormigón se ejecute en moldes verticales y con vibración, los moldes serán de chapa metálica arrollada en cilindros coaxiales formando los encofrados interior y exterior. Estos encofrados serán estancos y tendrán suficiente rigidez para resistir la vibración sin deformaciones perjudiciales. Durante el hormigonado los moldes apoyarán en su parte inferior en anillos de hierro fundido o acero con junta de goma o reopreno al objeto de conseguir estanqueidad a la lechada, y perfección en el acabado de la cara inferior.

7.9.4. Las juntas de los moldes deben trazarse cuidadosamente para evitar la formación de resaltes en los tubos. Si se usan robiones, sus cabezas deben ser avellanadas en las zonas de contacto con el hormigón, y en caso de soldadura se suprimirán las rebabas.

7.9.5. Los moldes deben limpiarse y prepararse antes de cada uso y el producto utilizado para facilitar el desmoldeo será tal que no produzca perjuicio a los tubos.

7.9.6. El desmoldeo no debe iniciarse hasta que el hormigón haya endurecido lo suficiente para evitar daños a los tubos.

7.10. Curado del hormigón

7.10.1. El hormigón de los tubos debe someterse a cualquier método de curado que se apruebe explícitamente por la Administración (agua, vapor, compuestos de curado, etc.). En cualquier caso deben proveerse espacio y facilidades suficientes para las operaciones previas. Los hormigones de los tubos deben ser curados hasta que probetas cilíndricas de quince (15) centímetros de diámetro y treinta (30) centímetros de altura confeccionadas con el mismo hormigón con que se fabrican los tubos y sometidas a procesos de curado idénticos, hayan adquirido la resistencia que se estime oportuna para que los tubos puedan manejarse dentro de la fábrica sin el menor quebranto.

7.10.2. El hormigón de los tubos puede ser curado por agua, bien por inmersión o bien por cualquier procedimiento de riego que se apruebe por la Administración y que permita mantener las superficies interior y exterior del tubo mojadas continuamente. Cualquiera que sea el sistema que se emplee se mantendrá el tubo sin desencofrar hasta las veinte (20) horas de haber terminado el hormigonado y no se moverá del sitio de ejecución hasta que hayan pasado como mínimo setenta y dos (72) horas más, durante las cuales superficies interior y exterior se mantendrán constantemente mojadas como queda dicho. A partir de dicho plazo el tubo podrá ser trasladado de sitio en el almacez para seguir manteniendo mojadas sus superficies durante el período total de curado.

7.10.3. Si se hace el curado de hormigón por vapor saturado a presión atmosférica, dicho curado se realizará colocando los tubos en cámaras, cajas o bajo otros cierres estancos que protejan a los hormigones de corrientes de aire. El departamento estanco debe tener suficiente tamaño para permitir una perfecta circulación del vapor por las caras exterior e interior del tubo.

A título orientativo se indican a continuación las posibles fases de este tipo de curado:

Primera fase:

Período de espera de dos (2) a tres (3) horas entre el término de la colocación del hormigón y el comienzo de la aplicación del vapor.

Segunda fase:

Elevación de la temperatura del hormigón a un ritmo no superior a los veinte grados centígrados por hora (20° C/hora).

Tercera fase:

Desenfrado de los tubos no antes de las ocho (8) horas de haber terminado el hormigonado.

Cuarta fase:

Elevación de la temperatura del hormigón a un ritmo más lento que en la segunda fase.

Quinta fase:

Mantenimiento de la temperatura máxima de curado (no mayor de setenta grados centígrados (70° C)).

Sexta fase:

Descenso de la temperatura del hormigón a un ritmo no superior a los doce grados centígrados por hora (12° C/hora).

Durante el tiempo de curado por vapor, los hormigones deben protegerse contra las alteraciones bruscas de la temperatura. En este período debe evitarse con toda cuidado la desecación del hormigón y una condensación excesiva sobre él.

7.10.4. Cuando se utilice el curado por membrana será aprobado previamente por la Administración a la vista de los resultados obtenidos en ensayos en laboratorio, tanto desde el punto de vista de su calidad como de su utilización.

7.11. Tolerancias

7.11.1. El diámetro interior del tubo no se diferenciará en ninguna sección en más de uno por ciento (1 por 100) del diámetro que figure en los planos si el diámetro es inferior o igual a cuatrocientos (400) milímetros; ni más de setenta y cinco céntesimas por ciento (0,75 por 100) si el diámetro es mayor de cuatrocientos (400) milímetros. En ambos casos, el promedio de los diámetros mínimos tomados en las (5) secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro (4) partes iguales, no debe ser inferior al diámetro del tubo.

7.11.2. En ningún punto de la pared de los tubos se admitirán variaciones de espesor superiores al cinco por ciento (5 por 100) del que figure en los planos; el promedio de los espesores mínimos en las cinco secciones, resultantes de dividir la longitud de un tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior al espesor definido como teórico.

7.11.3. Si existiera ovalización del enchufe o cordón, la diferencia entre sus diámetros máximo y mínimo no será mayor que el medio por ciento (0,5 por 100) del diámetro que figure en los planos.

7.11.4. Los ejes geométricos del tubo y de la armadura coincidirán, no admitiéndose una separación entre ellos superior al medio por ciento (0,5 por 100) de dicho diámetro.

7.11.5. Las juntas deben ser construidas de tal forma que el máximo resalto interior en cualquier punto no sea mayor de tres y medio (3,5) milímetros.

7.11.6. La longitud de los tubos será la máxima que permita un fácil transporte y montaje de las tuberías. Para conseguir la alineación y perfil dado en los planos, la longitud de los tubos será constante y no se admitirán variaciones superiores al más menos cinco por ciento (± 5 por 100) de la misma.

7.12. Piezas especiales

7.12.1. Se entiende por piezas especiales todos aquellos elementos de la conducción distintos de los tubos, codos, reducciones, tes, terminales, etc.

7.12.2. Las características que deben satisfacer tales piezas serán análogas a las exigencias a los tubos sobre los cuales dichas piezas deben ser montadas.

7.12.3. El dibujo de las piezas especiales y el cálculo de sus dimensiones, de no ser efectuado directamente por el Ingeniero proyectista, será obligatoriamente sometido a la aprobación de la Administración.

7.12.4. Las piezas especiales podrán ser, a criterio del Proyectista, construidas en hormigón armado con camisa de chapa metálica construida en obra prefabricada, de fundición o de

acero. Generalmente serán de chapa de acero protegida con un revestimiento interior y exterior de hormigón armado, aplicado con procedimientos adecuados.

7.12.5. Las curvas de gran radio verticales y horizontales, podrán hacerse con tubos rectos siempre y cuando lo permita el tipo de junta adoptada; la máxima abertura de las juntas, así como la mínima separación para relleno de éstas en la parte exterior o interior del tubo será justificada por el fabricante, debiendo ser sometida inexcusablemente a la aprobación de la Administración.

8. TUBOS DE PLÁSTICO

8.1. Generalidades

8.1.1. Los tubos de plástico cumplirán las prescripciones indicadas en los apartados 2.22 y 2.23, sobre condiciones que deben poseer los materiales constituyentes.

8.2. Fabricación

8.2.1. Los tubos de plástico se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

8.2.2. No se admitirán piezas especiales fabricadas por la unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos.

8.3. Marcado

8.3.1. Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos en este pliego de prescripciones y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

8.4. Ensayos

8.4.1. En los cálculos se establecerán las condiciones de estabilidad mecánica de la tubería, tanto para los esfuerzos de las pruebas como para el uso normal. Cuando el diámetro sea igual o superior a los setenta (70) milímetros deberá prestarse atención al efecto de las acciones exteriores sobre la tubería.

8.4.2. En ningún caso se sobrepasarán las tensiones o presiones fijadas por este pliego de tuberías o el propio del proyecto.

8.4.3. Si no existe otra indicación, la tensión de rotura del material a tracción por presión interior será la correspondiente a cincuenta (50) años de vida útil de la obra para la temperatura de circulación del agua. Normalmente se tomará como temperatura de circulación del agua en tubería enterrada la de veinte grados centígrados (20° C).

8.4.4. Para plazos menores de cincuenta (50) años, se justificarán detalladamente las causas que fuerzan la consideración de un período de utilización más corto.

8.4.5. La presión máxima de trabajo (P_t) del tubo (ver 1.1.4) dará lugar al correspondiente espesor, según se indica en los cuadros 8.4.7 a, b y c.

8.4.6. En tuberías de pequeño diámetro (ramales, acometidas, etc.) se cuidará especialmente el tipo de junta adoptada.

8.4.7. De no haber sido proyectados por la Administración los elementos de la tubería, el contratista someterá obligatoriamente a su aprobación los datos siguientes: sección de los tubos, espesor de sus paredes y tipo de junta empleada, acompañado todo ello de los cálculos hidráulicos y mecánicos justificativos de la solución que se propone.

8.5. Clasificación

8.5.1. Los tubos se clasificarán por su diámetro exterior (diámetro nominal) y la presión máxima de trabajo (P_t) definida en kilogramos por centímetro cuadrado. Dicha presión de trabajo se entiende para cincuenta (50) años de vida útil de la obra y veinte grados centígrados (20° C) de temperatura de uso del agua. Cuando dichos factores se modifiquen se definirán explícitamente el período útil previsto y la temperatura de uso.

8.6. Diámetros nominales y tolerancias

8.6.1. Los diámetros nominales se refieren a los exteriores de los tubos, y las tolerancias admitidas proporcionan los valo-

res máximos en milímetros de los diámetros exteriores, indicados en los cuadros 8.4.7 a, b y c. No se admiten tolerancias en menos.

8.7. *Espesores y tolerancias.*

8.7.1. Los espesores y tolerancias vienen indicados en los cuadros 8.4.7 a, b y c. No se admiten tolerancias en menos.

8.8. *Aspecto de los tubos*

8.8.1. El material de los tubos estará exento de grietas, gra-

nulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

8.9. *Juntas y uniones*

8.9.1. Las condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

Cuadro número 8.4.7 a

Polivinilo (PVC)

(Espesores reales que corresponden a los diferentes diámetros y presiones máximas de trabajo)

Diámetro nominal (exterior)	Máximo diámetro (tolerancia) en milímetros	Presión máxima de trabajo en Kg/cm ²									
		2,5		4		6		10		16	
		Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más
40	40,2	—	—	1,8	0,4	2,0	0,4	3,0	0,5	4,5	0,85
50	50,2	—	—	1,8	0,4	2,4	0,45	3,7	0,55	5,8	0,75
63	63,2	—	—	1,9	0,4	3,0	0,5	4,7	0,65	7,0	0,9
75	75,25	1,8	0,4	2,2	0,4	3,6	0,55	5,6	0,75	—	—
90	90,25	1,8	0,4	2,7	0,45	4,3	0,65	6,7	0,85	—	—
110	110,3	2,2	0,4	3,2	0,5	5,3	0,75	8,2	1,0	—	—
125	125,3	2,5	0,45	3,7	0,55	6,0	0,8	9,3	1,15	—	—
140	140,36	2,8	0,5	4,1	0,6	6,7	0,85	10,4	1,25	—	—
160	160,35	3,2	0,5	4,7	0,65	7,7	0,95	11,9	1,4	—	—
180	180,4	3,6	0,55	5,3	0,75	8,6	1,05	—	—	—	—
200	200,4	4,0	0,6	5,9	0,8	9,6	1,15	—	—	—	—
225	225,45	4,5	0,65	6,6	0,85	10,8	1,3	—	—	—	—
250	250,5	4,8	0,7	7,3	0,95	11,9	1,4	—	—	—	—
280	280,55	5,5	0,75	8,2	1,0	13,4	1,55	—	—	—	—
315	315,6	6,2	0,8	9,2	1,1	15,0	1,7	—	—	—	—
355	355,65	7,0	0,9	10,4	1,25	16,9	1,9	—	—	—	—
400	400,7	7,9	1,0	11,7	1,35	19,1	2,1	—	—	—	—

Espesores y tolerancias en milímetros.

No se admiten tolerancias en menos, ni en el diámetro exterior ni en los espesores.

Cuadro número 8.4.7 b

Poliétileno de baja densidad

(Espesores reales que corresponden a los diferentes diámetros y presiones máximas de trabajo)

Diámetro nominal (exterior)	Máximo diámetro (tolerancia) en milímetros	Presión máxima de trabajo en Kg/cm ²					
		2,5		4		6	
		Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más
40	40,4	2,5	0,5	3,7	0,6	5,8	0,8
50	50,5	3,2	0,6	4,6	0,7	7,2	1
63	63,6	4	0,6	5,8	0,8	9	1,1
75	75,7	4,7	0,7	6,9	0,9	10,8	1,3
90	90,9	5,7	0,8	8,2	1,1	12,9	1,5
110	111	6,9	0,9	10	1,2	15,8	1,8
125	126,1	7,9	1,0	11,4	1,4	17,9	2
140	141,3	8,8	1,1	12,8	1,5	20,0	2,2
160	161,5	10	1,2	14,6	1,7	—	—
180	181,7	11,3	1,4	16,4	1,9	—	—
200	201,8	12,5	1,5	—	—	—	—

Espesores y tolerancias en milímetros.

No se admiten tolerancias en menos, ni en el diámetro exterior ni en los espesores.

Cuadro número 8.4.7 c

Poliétileno de alta densidad

(Espesores reales que corresponden a los diferentes diámetros y presiones máximas de trabajo)

Diámetro nominal (exterior)	Máximo diámetro (tolerancia) en milímetros	Presión máxima de trabajo en atmósferas					
		2.5		4		6	
		Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más	Espesor	Tolerancia en más
40	40.4	2.0	0.4	2.3	0.45	3.6	0.55
50	50.45	2.0	0.4	2.8	0.5	4.5	0.65
63	63.6	2.4	0.45	3.6	0.55	5.7	0.75
75	75.7	2.8	0.5	4.3	0.65	6.8	0.9
90	90.8	3.5	0.55	5.1	0.7	8.2	1.0
110	111.0	4.2	0.6	6.2	0.8	10.0	1.2
125	126.2	4.8	0.7	7.1	0.9	11.4	1.35
140	141.3	5.4	0.75	7.9	1.0	12.7	1.45
160	161.5	6.2	0.8	9.1	1.15	14.8	1.65
180	181.7	6.9	0.9	10.2	1.2	16.4	1.75
200	201.8	7.7	0.95	11.4	1.35	18.2	2.0
225	227.1	8.7	1.05	12.8	1.5	20.5	2.25
250	252.3	9.6	1.15	14.2	1.6	22.8	2.5
280	282.6	10.8	1.3	15.9	1.8	25.5	2.75
315	317.9	12.1	1.4	17.9	2.0	—	—
355	358.2	13.7	1.55	20.1	2.2	—	—
400	403.6	15.4	1.7	22.7	2.45	—	—

Espesores y tolerancias en milímetros.

No se admiten tolerancias en menos, ni en el diámetro exterior ni en los espesores.

9. PROTECCION DE TUBERIAS

9.1. Generalidades

9.1.1. La corrosión de las tuberías depende principalmente del medio ambiente en que están colocadas, del material de su fabricación y del régimen de funcionamiento a que se ven sometidas.

El Ingeniero proyectista deberá tener en cuenta estos factores para elegir la protección adecuada.

9.1.2. Las tuberías destinadas a abastecimiento de agua se proyectan ordinariamente enterradas, por lo que se trata este caso de manera particular.

En los casos de tuberías no enterradas y de las sumergidas, el Proyectista estudiará la protección que proceda teniendo en cuenta las especiales condiciones corrosivas del medio ambiente.

9.1.3. Cualquier sistema de protección deberá reunir las siguientes condiciones:

- a) Buena adherencia a la superficie de la tubería a proteger.
- b) Resistencia física y química frente al medio corrosivo en que está situada.
- c) Impermeabilidad a dicho medio corrosivo.

9.1.4. La protección exterior de la tubería es la que debe estudiarse con mayor cuidado, debido a que, de ordinario, el medio circundante es más agresivo que el agua que circula por el interior.

9.2. Factores que influyen en la corrosión

9.2.1. Los factores que influyen en la corrosión de tuberías metálicas o de las armaduras de las tuberías de hormigón pueden encuadrarse en los grupos siguientes:

1. La porosidad del suelo, que determina la aireación, y por tanto, la afluencia de oxígeno a la superficie de la pieza metálica.
2. Los electrólitos existentes en el suelo, que determinan su conductividad.
3. Factores eléctricos, como pueden ser la diferencia de potencial existente entre dos puntos de la superficie del metal, el contacto entre dos metales distintos y las corrientes parasitarias.
4. El pH de equilibrio del agua y del terreno.
5. La acción bacteriana, que influye en la corrosión de tuberías enterradas junto con la aireación y la presencia de sales solubles.
6. El aumento de la agresividad, producido por la superposición de dos o más de los factores anteriores.

9.3. Clasificación general de los sistemas de protección

9.3.1. Entre los posibles sistemas de protección de tuberías se destacan los siguientes:

A base de betunes asfálticos	
Recubrimientos orgánicos	Mastiques asfálticos de aplicación en caliente. Pinturas asfálticas. Recubrimientos reforzados.
Recubrimientos inorgánicos	A base de cemento portland. Metálicos.
Protección catódica	Por fuente de corriente auxiliar. Por ánodos de sacrificio.

Cuadro número 9.4.1 a
Protección exterior
Tuberías metálicas enterradas

Medio ambiente	Producto base de protección	Sistemas		
		Imprimación	Capas intermedias	Acabado
Poco o medianamente agresivo.	Alquitrán.	1.º Capa de pintura de alquitrán o clorocaucho.	Capa de esmalte de alquitrán de aplicación en caliente, con un filtro de amianto embebido.	Capa de lechada de cal o un papel kraft.
		2.º Capa de emulsión de alquitrán con las características del apartado 2.32.6.		
	Asfalto.	Capa de betún asfáltico soplado (espesor máximo, 0,5 mm.).		Capa de mástique asfáltico (espesor mínimo, 2 mm.).
	Cinc metálico (galvanizado).	Capa de cinc aplicada por inmersión de la tubería en cinc fundido.		
		Capa de alquitrán o clorocaucho.	1.º Capa de esmalte de alquitrán (espesor de 1,5 a 3 mm.). 2.º Filtro de amianto de fibra de vidrio o arpillera de yute saturado de alquitrán. 3.º Capa de esmalte de alquitrán (espesor mínimo, 1 mm.).	Capa de lechada de cal o un papel kraft.
			4.º Filtro de amianto, de fibra de vidrio o arpillera de yute saturado de alquitrán.	
	Asfalto (zonas encharcadas).	Capa de betún asfáltico.		Capa de mástique asfáltico de aplicación en caliente (espesor mínimo, 3 mm.).
	Asfalto (protección media).	Capa de betún asfáltico soplado (espesor máximo, 5 mm.).	1.º Capa de esmalte asfáltico (espesor mínimo, 2 milímetros). 2.º Filtro de amianto de fibra de vidrio o arpillera de yute saturado de betún asfáltico.	
Muy agresivo.	Asfalto (fuerte protección).	Capa de betún asfáltico soplado (espesor máximo, 5 mm.).	1.º Capa de mástique asfáltico (espesor mínimo, 2 milímetros). 2.º Filtro de amianto de fibra de vidrio o arpillera de yute saturado de alquitrán. 3.º Capa de mástique de 2 milímetros de espesor. 4.º Filtro de amianto de fibra de vidrio o arpillera de yute saturado de alquitrán. 5.º Capa de mástique asfáltico (espesor mínimo, 2 milímetros).	Revestimiento de cordel de espesor.
	Cemento.	Capa de mortero de cemento, reforzado con malla de alambre. Las posibles grietas producidas se sellarán con betún asfáltico o brea de hulla.		
	Protección catódica (en combinación con algún revestimiento).	Por fuerte de corriente auxiliar o por ánodos de sacrificio.		
Muy agresivo (caso de erosión mecánica).	Alquitrán y cemento.	Capa de alquitrán o clorocaucho.	Capa de esmalte de alquitrán (espesor de 1,5 a 2 mm.).	Revestimiento de mortero de cemento.

Estos detalles son meramente indicativos.

Cuadro número 9.4.1 b

Protección exterior

Tuberías metálicas en la atmósfera

Medio ambiente	Producto base de la protección	Sistema		
		Imprimación	Capas intermedias	Acabado
Poco o moderadamente agresivo.	Alquitrán y pintura.	Una o dos capas de pintura de minio de plomo con barniz de resina sintética.		Una capa de esmalte sintético o una capa de pintura de alquitrán.
	Cinc metálico.	Galvanizado electrolítico por inmersión o metalizado a pistola.		
Muy agresivo.	Alquitrán.	Capa de pintura de alquitrán.	1.º Capa gruesa de esmalte de alquitrán de aplicación en frío. 2.º Capa gruesa de emulsión de alquitrán.	Capa de pintura de aluminio.

Estos detalles son meramente indicativos.

Cuadro número 9.4.1 c

Protección exterior

Tuberías metálicas sumergidas

Medio ambiente	Producto base de la protección	Sistema		
		Imprimación	Capas intermedias	Acabado
Agua dulce.	Pintura fenólica.	Capa de barniz fenólico pigmentado con minio de plomo.		Varias capas sucesivas de pintura fenólica pigmentada con aluminio.
	Alquitrán.	Capa de alquitrán o clorocaucho.	Capa de esmalte de alquitrán plastificado.	Pintura antiincrustable (opcional).
	Alquitrán epoxi.	Una o dos capas de alquitrán epoxi.		
	Alquitrán.	Capa de alquitrán o clorocaucho.	1.º Capa de esmalte de alquitrán (espesor de 1,5 a 3 mm). 2.º Filtro de anianto de fibra de vidrio o arpillera de yute saturado de alquitrán.	Capa de esmalte de alquitrán (espesor mínimo, 1 milímetro).
	Pintura de cinc.	Capas de cinc metálico aplicado a pistola con espesor de 2 mm.	Pintura rica en cinc de aglomerante orgánico.	Pintura impermeable.
	Ureanos.	Capa de pintura formada a base de un vehículo de aceite de ricino al cual se le incorpora en el momento de su aplicación un polisocianato.		
	Resina vinílica.	Wash-primers de butiral polivinilo.		Una o varias capas de pintura vinílica.
	Resina vinílica.	Una o varias capas de pintura vinílica en cuya resina contiene grupos carboxilos.		
	Protección catódica.	Los sistemas anteriores pueden ir suplementados con una protección catódica.		
	Agua dulce en caso de posible erosión.	Resina epoxi.	Capa anticorrosiva rica en cinc.	

Estos detalles son meramente indicativos.

Cuadro número 9.4.2

Protección exterior

Tuberías a base de cemento

Medio ambiente	Producto base de la protección	Sistema		
		Impregnación	Capas intermedias	Acabado
Agresivo.	Emulsiones bituminosas.	Emulsiones de asfalto o alquitrán.		
	Asfaltos y alquitranes.	Se utilizan unos u otros, pero nunca en contacto.		
	Caucho.	Capa de clorocaucho.		Recubrimientos bituminosos o de neopreno.
	Esteres epoxi.	Capa resistente a los álcalis del cemento.		Una o varias capas de pintura éster epoxi.
	Alquitrán epoxi.	Una o varias capas de pintura de alquitrán epoxi.		
	Silicatos.	Una o varias capas de soluciones acuosas de silicato sódico o fluosilicatos de magnesio de cinc.		
Muy agresivo.	Neopreno.	Una capa de clorocaucho.		Una o varias capas de pintura de neopreno.
Muy agresivo y larga duración.	Epoxi.	Una o varias capas de pintura epoxi.		
Agresivo (con inmersión continua o intermitente en agua).	Resinas vinílicas.	Una o varias capas de pintura vinílica.		

Estos detalles son meramente indicativos.

Cuadro número 9.5.1

Protección interior

Tuberías metálicas

Medio ambiente	Producto base de la impregnación	Sistema		
		Impregnación	Capas intermedias	Acabado
Cualquier medio.	Alquitrán.	Compuesto de breas de alquitrán o aceites de alquitran refinados.	Esmalte de alquitran de aplicación en caliente.	
	Cinc metálico. Cemento.	Galvanizado electrolítico o galvanizado por inmersión. Revestimiento centrifugado de mortero de cemento.		

Estos detalles son meramente indicativos.

NOTA.—Las tuberías a base de cemento no necesitan protección interior.

9.3.2 A título de mera orientación se indican esquemáticamente a continuación los tipos usuales de revestimiento de tuberías, siguiendo el orden indicado en el cuadro siguiente:

- Tuberías metálicas enterradas (cuadro 9.4.1 a).
 - Tuberías metálicas en la atmósfera (cuadro 9.4.1. b).
 - Tuberías metálicas sumergidas (cuadro 9.4.1. c).
 - Tuberías a base metálicas (cuadro 9.5.1).
 - Tuberías metálicas (cuadro 9.5.1).
- Protección Exterior.
- Interior.

9.4. Protección exterior

9.4.1. En los cuadros 9.4.1 a, b y c se describen algunos tipos

de protección exterior de tuberías metálicas, atendiendo a que estén enterradas, en la atmósfera o sumergidas y a la mayor o menor agresividad del medio.

9.4.2. En el cuadro 9.4.2 se describen algunos tipos de protección exterior de tuberías a base de cemento atendiendo al tipo de medio ambiente que las rodea y a la mayor o menor agresividad del mismo.

9.5. Protección interior

9.5.1. En la protección interior de tuberías metálicas debe tenerse en cuenta que el agua que circula por su interior es agua potable, dando lugar a una agresividad relativamente escasa, por lo que los tipos de protección que se utilizan son de una gran sencillez. En el cuadro 9.5.1. se indican los más usuales.

SISTEMAS DE PROTECCION CATODICA DE TUBERIAS METALICAS ENTERRADAS

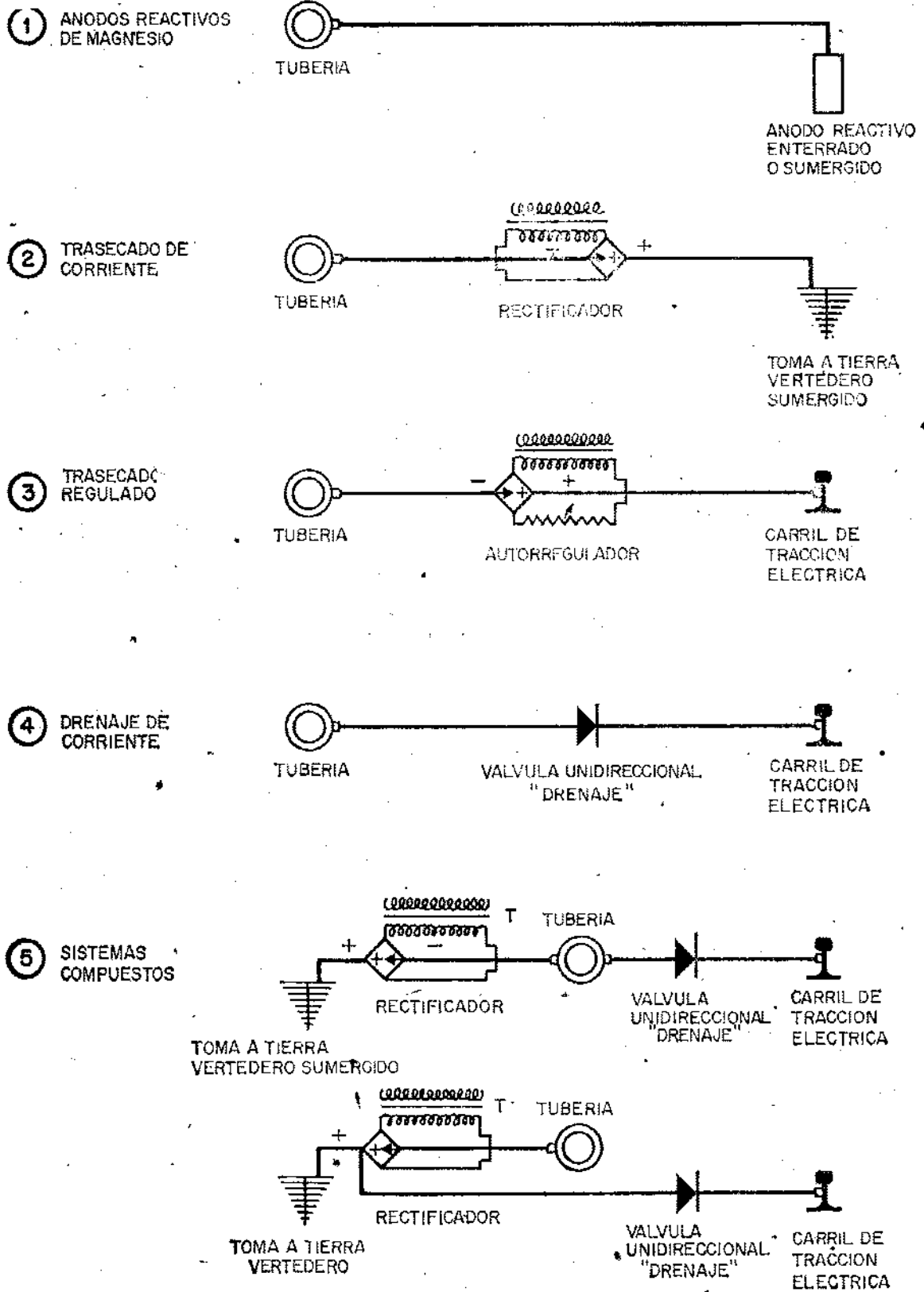


FIG. 9.6.3

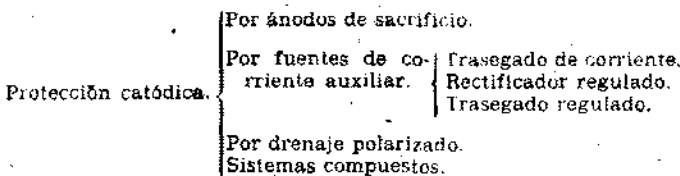
9.5.2. En las tuberías fabricadas a base de cemento debe considerarse la posibilidad de que aguas muy puras pueden ser agresivas.

9.6. Protección catódica

9.6.1. Las corrientes eléctricas en el terreno, cualquiera que sea su origen, pueden producir fenómenos de electrólisis que llegan a originar destrucciones importantes. Se favorece la protección catódica de las tuberías consiguiendo la continuidad eléctrica en el sentido longitudinal y también una buena conductividad, bien sea por soldadura de los elementos metálicos de los tubos o por cualquier otro medio apropiado.

9.6.2. Los elementos metálicos que no interesen o no sea económico defender catódicamente (pozos, estaciones de bombeo, uniones con redes no protegidas, etc.) se deben independizar de las corrientes eléctricas con juntas aislantes.

9.6.3. La protección catódica adecuada para defender una tubería de los fenómenos de electrólisis constituye un estudio que en muchas ocasiones necesitará el asesoramiento de bibliografía y de técnicos especializados en la materia. A título orientativo se señalan sistemas de protección cuyos esquemas pueden verse en la figura 9.6.3.



9.6.4. En el sistema de protección denominado de «ánodos de sacrificio», el metal que se quiere proteger se conecta a otro más electronegativo, formando una pila, consiguiendo, con el sacrificio del metal añadido, salvar el metal de la tubería. Como electrodos de sacrificio se emplean el magnesio o algunas de sus aleaciones, el cinc y el aluminio, que se colocan en bloques. Estos bloques van enterrados en un medio regulador que asegure la despolarización del sistema, disminuyendo así la resistencia interior del mismo.

9.6.5. En el «trasgado de corriente» se utiliza un rectificador que trabaja sobre un vertedero como ánodo (electrodo auxiliar o contraelectrodo) y la tubería como cátodo.

9.6.6. El «rectificador regulado» consiste en la misma solución anterior con dispositivo de regulación del suministro corriente de protección.

9.6.7. El «trasgado regulado» lleva intercalado un rectificador regulado entre un carril de vía férrea electrificada (polo positivo del rectificador) y el metal de la tubería (polo negativo).

9.6.8. En el «drenaje polarizado» se establece una conexión unidireccional entre la tubería y el carril de una vía férrea electrificada. Esta conexión sólo permite el flujo de corriente en el sentido de tubería a vía férrea presentando una resistencia infinita a la corriente en sentido contrario. El carril constituye un ánodo prácticamente insoluble.

9.6.9. Los «sistemas compuestos» resultan de la combinación del trasgado y el drenaje. Ambos se diferencian en que los ánodos están constituidos, respectivamente, por un vertedero o por un carril.

10. INSTALACION DE TUBERIAS

10.1. Transporte y manipulación

10.1.1. En las operaciones de carga, transporte y descarga de los tubos se evitarán los choques, siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras y, en general, se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia. Cuando se trata de tubos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente.

10.1.2. Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos no se golpeen entre sí o contra el suelo. Los tubos se descargarán, a ser posible, cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitarán que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

10.1.3. Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de ellos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el cincuenta por ciento (50%) de las de prueba.

10.1.4. En el caso de que la zanja no estuviera abierta todavía se colocará la tubería, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación, y de tal forma que quede protegida del tránsito de los explosivos, etc.

10.1.5. Los tubos de hormigón recién fabricados no deben almacenarse en el lago por un periodo largo de tiempo en condiciones que puedan sufrir secados excesivos o frios intensos. Si fuera necesario hacerlo se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales en los tubos.

10.1.6. Los tubos apropiados en el borde de las zanjas y dispuestos ya para el montaje deben ser examinados por un representante de la Administración, debiendo rechazarse aquellos que presenten algún defecto perjudicial.

10.2. Zanjas para alojamiento de tuberías

10.2.1. La profundidad mínima de las zanjas se determinará de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos del tráfico y cargas exteriores, así como preservadas de las variaciones de temperatura del medio ambiente. Para ello, el Proyectista deberá tener en cuenta la situación de la tubería (según sea bajo calzada o lugar de tráfico más o menos intenso, o bajo aceras o lugar sin tráfico), el tipo de relleno, la pavimentación si existe, la forma y calidad del lecho de apoyo, la naturaleza de las tierras, etc. Como norma general bajo calzadas o en terreno de tráfico rodado posible, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a un metro de la superficie; en aceras o lugares sin tráfico rodado puede disminuirse este recubrimiento a sesenta (60) centímetros. Si el recubrimiento indicado como mínimo no pudiera respetarse por razones topográficas, por otras canalizaciones, etc., se tomarán las medidas de protección necesarias.

Las conducciones de agua potable se situarán en plano superior a las de saneamiento, con distancias vertical y horizontal entre una y otra no menor a un metro, medido entre planos tangentes, horizontales y verticales a cada tubería más próximas entre sí. En obras de poca importancia y siempre que se justifique debidamente podrá reducirse dicho valor de un (1) metro hasta cincuenta (50) centímetros. Si estas distancias no pudieran mantenerse o fuera preciso cruces con otras canalizaciones, deberán adoptarse precauciones especiales.

10.2.2. La anchura de las zanjas debe ser la suficiente para que los operarios trabajen en buenas condiciones, dejando, según el tipo de tubería, un espacio suficiente para que el operario instalador pueda efectuar su trabajo con toda garantía. El ancho de la zanja depende del tamaño de la tubería, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no de entibación, etcétera. Como norma general, la anchura mínima no debe ser inferior a sesenta (60) centímetros, y se debe dejar un espacio de quince a treinta (15 a 30) centímetros a cada lado del tubo, según el tipo de juntas. Al proyectar la anchura de la zanja se tendrá en cuenta si su profundidad o la pendiente de su solera exigen el montaje de los tubos con medios auxiliares especiales (pórticos, carretones, etc.). Se recomienda que no transcurran más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

10.2.3. En el caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberá dejar sin excavar unos veinte (20) centímetros sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

10.2.4. Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, pero en cualquier caso su trazado deberá ser correcto, perfectamente alineadas en planta y con la rasante uniforme, salvo que el tipo de junta a emplear precise que se abran nichos. Estos nichos del fondo y de las paredes no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación.

10.2.5. Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. Normalmente esta excavación complementaria tendrá de quince a treinta (15 a 30) centímetros de espesor. De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en especial en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas o propiedades, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales, en su caso.

10.2.6. El material procedente de la excavación se apilará lo suficiente al lado del borde de las zanjas para evitar el des-

moronamiento de éstas o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores. En el caso de que las excavaciones afecten a pavimentos, los materiales que puedan ser usados en la restauración de los mismos deberán ser separados del material general de la excavación.

10.2.7. El relleno de las excavaciones complementarias realizadas por debajo de la rasante se regularizará dejando una rasante uniforme. El relleno se efectuará preferentemente con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que el tamaño superior de ésta no exceda de dos (2) centímetros. Se evitará el empleo de tierras inadecuadas. Estos rellenos se apisonarán cuidadosamente por tongadas y se regularizará la superficie. En el caso de que el fondo de la zanja se rellene con arena o grava los nichos para las juntas se efectuarán en el relleno. Estos rellenos son distintos de las camas de soporte de los tubos y su único fin es dejar una rasante uniforme.

10.2.8. Cuando por su naturaleza, el terreno no asegure la suficiente estabilidad de los tubos o piezas especiales, se compactará o consolidará por los procedimientos que se ordenen y con tiempo suficiente. En el caso de que se descubra terreno excepcionalmente malo se decidirá la posibilidad de construir una cimentación especial (apoyos discontinuos en bloques, pilotajes, etc.).

10.3. Montaje de tubos y relleno de zanjas

10.3.1. El montaje de la tubería deberá realizarlo personal experimentado, que, a su vez, vigilará el posterior relleno de zanja, en especial la compactación directamente a los tubos.

10.3.2. Generalmente los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre camas. Para el cálculo de las reacciones de apoyo se tendrá en cuenta el tipo de cama. Salvo cláusulas distintas en el pliego de prescripciones técnicas particulares, se tendrá en cuenta lo siguiente, según el diámetro del tubo, la calidad y naturaleza del terreno.

1.º En tuberías de diámetro inferior a treinta (30) centímetros serán suficientes camas de grava, arena o gravilla o suelo mejorado con un espesor mínimo de quince (15) centímetros.

2.º En tuberías con diámetro comprendido entre treinta (30) y sesenta (60) centímetros, el proyectista tendrá en cuenta las características del terreno, tipo de material, etc., y tomará las precauciones necesarias, llegando, en su caso, a las descritas en el párrafo siguiente.

3.º En tuberías con diámetro superior a sesenta centímetros se tendrá en cuenta:

a) Terrenos normales y de roca. En este tipo de terrenos se extenderá un lecho de gravilla o de piedra machacada, con un tamaño máximo de veinticinco (25) milímetros y mínimo de cinco (5) milímetros a todo lo ancho de la zanja con espesor de un sexto (1/6) del diámetro exterior del tubo y mínimo de veinte (20) centímetros; en este caso la gravilla actuará de dren, al que se le dará salida en los puntos convenientes.

b) Terreno malo. Si el terreno es malo (fangos, rellenos, etcétera), se extenderá sobre toda la solera de la zanja una capa de hormigón pobre, de zorra, de ciento cincuenta (150) kilogramos de cemento por metro cúbico y con un espesor de quince (15) centímetros.

Sobre esta capa se situarán los tubos, y hormigonando posteriormente con hormigón de doscientos (200) kilogramos de cemento por metro cúbico, de forma que el espesor entre la generatriz inferior del tubo y la solera de hormigón pobre tenga quince (15) centímetros de espesor. El hormigón se extenderá hasta que la capa de apoyo corresponda a un ángulo de ciento veinte grados sexagesimales (120°) en el centro del tubo.

c) Terrenos excepcionalmente malos. Los terrenos excepcionalmente malos como los desbizantes, los que estén constituidos por arcillas expansivas con humedad variable, los que por estar en márgenes de ríos de previsible desaparición y otros análogos, se tratarán con disposiciones adecuadas en cada caso, siendo criterio general procurar evitarlos, aun con aumento del presupuesto.

10.3.3. Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán éstos y se apartarán los que presenten deterioros perjudiciales. Se bajarán al fondo de la zanja con precaución, empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

10.3.4. Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodalarlos con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes, en el caso de zanjas con pendientes

superiores al diez por ciento (10 por 100), la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que, a juicio de la Administración, no sea posible colocarla en sentido ascendente, se tomarán las precauciones debidas para evitar el deslizamiento de los tubos. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

10.3.5. Cuando se interrumpa la colocación de tubería se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo, no obstante esta precaución, a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

10.3.6. Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bomba o dejando desagües en la excavación. Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa de la Administración.

10.3.7. Generalmente no se colocarán más de cien (100) metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible, de los golpes.

10.3.8. Una vez colocada la tubería, el relleno de las zanjas se compactará por tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetros superiores a dos (2) centímetros y con un grado de compactación no menor del 95 por 100 del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los veinte (20) centímetros en el primer metro, y con un grado de compactación del 100 por 100 del Proctor Normal. Cuando los asentamientos previsibles de las tierras de relleno no tengan consecuencias de consideración, se podrá admitir el relleno total con una compactación al 75 por 100 del Proctor Normal. Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos en las tuberías. No se rellenarán las zanjas, normalmente, en tiempo de grandes heladas o con material helado.

10.4. Juntas

10.4.1. En la elección del tipo de junta, el Proyectista deberá tener en cuenta las solicitaciones externas e internas a que ha de estar sometida la tubería, rigidez de la cama de apoyo, presión hidráulica, etc., así como la agresividad del terreno y otros agentes que puedan alterar los materiales que constituyan la junta. En cualquier caso las juntas serán estancas a la presión de prueba, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería. Cuando las juntas sean rígidas no se terminarán hasta que no haya un número suficiente de tubos colocados por delante para permitir su correcta situación en alineación y rasante.

Las juntas para las piezas especiales serán análogas a las del resto de la tubería, salvo el caso de piezas cuyos elementos contiguos deben ser visitables o desmontables, en cuyo caso se colocarán juntas de fácil desmontaje.

10.4.2. El Proyectista fijará las condiciones que deben cumplir los ajamientos que se hayan de suministrar a la obra para ejecutar las juntas. El contratista está obligado a presentar planos y detalles de la junta que se va a emplear de acuerdo con las condiciones del proyecto, así como las características de los materiales, elementos que la forman y descripción del montaje, al objeto de que la Administración, caso de aceptarla, previas las pruebas y ensayos que juzgue oportunos, pueda comprobar en todo momento la correspondencia entre el suministro y montaje de las juntas y la proposición aceptada.

10.4.3. Entre las juntas a que se refieren los párrafos anteriores se encuentran las denominadas de bridas, mecánicas y de manguito. En caso de no establecerse condiciones expresas sobre estas juntas, se tendrá en cuenta las siguientes:

a) Las juntas a base de bridas se ejecutarán interponiendo entre las dos coronas una arandela de plomo de tres (3) milímetros de espesor como mínimo, perfectamente centrada, que será fuertemente comprimida con los tornillos pasantes; las tuercas deberán apretarse alternativamente, con el fin de producir una presión uniforme sobre todas las partes de la brida; esta operación se hará también así en el caso en que por fugas de agua fuese necesario ajustar más las bridas. Se prohíben las arandelas de cartón, y la Administración podrá autorizar las juntas a base de goma especial con entramado de alambre o cualquier otro tipo.

b) Las juntas mecánicas están constituidas a base de elementos metálicos independientes del tubo, goma o material semejante y tornillos con collarín de ajuste o sin él. En todos los casos es preciso que los extremos de los tubos sean perfectamente cilíndricos para conseguir un buen ajuste de los anillos de goma. Se tendrá especial cuidado en colocar la junta por igual alrededor de la unión, evitando la torsión de los anillos de goma. Los extremos de los tubos no quedarán a tope, sino con un pequeño hueco, para permitir ligeros movimientos relativos. En los elementos mecánicos se comprobará que no hay rotura ni defectos de fundición; se examinará el buen estado de los filetes de las rocas de los tornillos y de las tuercas y se comprobará también que los diámetros y longitudes de los tornillos son los que corresponden a la junta propuesta y al tamaño del tubo. Los tornillos y tuercas se apretarán alternativamente, con el fin de producir una presión uniforme sobre todas las partes del collarín y se apretarán inicialmente a mano y al final con llave adecuada, preferentemente con limitación del par de torsión. Como orientación, el par de torsión para tornillos de quince (15) milímetros de diámetro no sobrepasará los siete (7) metros kilogramo; para tornillos de veinticinco (25) milímetros de diámetro será de diez a catorce (10 a 14) metros kilogramo, y para tornillos con un diámetro de treinta y dos (32) milímetros el par de torsión estará comprendido entre los doce y diecisiete (12 y 17) metros kilogramo.

c) Cuando la unión de los tubos se efectúe por manguito del mismo material y anillo de goma, además de la precaución general en cuanto a la torsión de los anillos, habrá de cuidarse el centrado perfecto de la junta. Los extremos de los tubos no quedarán en contacto, dejando una separación de uno y medio (1,5) centímetros, para lo cual se podrá señalar la posición final de las juntas para facilitar la comprobación del montaje y del desplazamiento. La posición final de la junta se obtendrá desplazando el manguito o copa y los anillos a mano o con aparatos adecuados. Los anillos podrán ser de sección circular, sección en V o formados por piezas con varios rebordes, equivalentes a otros tantos anillos. El número de anillos de goma será variable y los manguitos o la copa llevarán en su interior rebajes o resaltes para alojar y sujetar éstos. Los extremos de los tubos serán torneados. Se mantendrán todas las precauciones de limpieza indicadas para las juntas, limpiándose de cualquier materia extraña que no sea el revestimiento normal.

10.4.4. En las juntas que precisen en obra trabajos especiales para su ejecución (soldadura, hormigonado, retacado, etcétera), el Proyectista deberá además detallar el proceso de ejecución de estas operaciones. Caso de no hacerlo la propia Administración, el contratista está obligado a someter a aquélla los planos, con el detalle completo de la ejecución y características de los materiales. La Administración, previos los análisis y ensayos que estime oportunos, aceptará la propuesta o exigirá las modificaciones que considere convenientes. Entre estas juntas se encuentran las denominadas de enchufe y cordón y las juntas soldadas. En caso de no establecerse condiciones expresadas sobre tales juntas, se tendrán en cuenta las siguientes:

a) Las juntas de enchufe y cordón podrán efectuarse en caliente y en frío. Siempre que sea posible, la copa deberá mirar hacia aguas arriba. Cuando no exista cordón en el tubo, la empaquetadura deberá tener más de una vuelta. En las juntas en caliente, el material de empaquetadura podrá ser cordón de amianto, papel tratado, cordón de cáñamo, etc., todo ello libre de sustancias grasientas, aceites o alquitranes y manejados con cuidado para evitar su contaminación; se arrollará alrededor del extremo macho, procurando que el material esté bien seco, y se retacará enérgicamente contra el fondo de la copa con equipo adecuado. En las juntas en frío, la empaquetadura ocupará aproximadamente el cincuenta por ciento (50 %) de la longitud del enchufe, lo que puede ser en peso la décima parte del plomo empleado. El otro cincuenta por ciento (50 %) estará ocupado por el plomo, cuyo peso en kilogramos será aproximadamente veinte (20) veces el diámetro del tubo expresado en metros. No debe haber humedad dentro de la junta. La junta terminada se mostrará por todas las partes compacta, dura y uniforme, y se tendrá especial cuidado de no someter a esfuerzos excesivos los enchufes durante el retacado. Las juntas de enchufe y cordón en frío se efectuarán retacando en frío capas sucesivas de cordones de plomo con alma de cáñamo generalmente; las capas sucesivas no deben tener más de dos (2) centímetros de espesor. Las precauciones de retacado, solicitaciones en los enchufes, acabados de superficie, etc., son las mismas que en las juntas en caliente. Para muy altas presiones se emplearán juntas en frío, cordón de hilo de cinc o de hierro entre dos cordones de plomo. En las juntas de enchufe y cordón para tubería de hormigón la profundidad

del enchufe, como norma general, no debe ser inferior a diez (10) centímetros y deberá tener la suficiente armadura para garantizar su integridad y la continuidad de resistencia con el tubo. Cuando hayan de ser retacadas se eliminará todo peligro de tensión en el hormigón, derivado de la diferencia de rigidez simplemente de las tensiones localizadas en las proximidades de la zona retacada. A tal fin, se recomienda que la chapa de enchufe y cordón se suelde a la armadura longitudinal o, si ésta no fuese suficiente, se fije mediante soldadura a un alma de chapa embebida en la pared del tubo en una longitud no inferior a cincuenta (50) centímetros. La chapa de acero destinada a formar el enchufe o cordón de la junta debe tener la suficiente rigidez para evitar las posibles deformaciones que puedan producirse durante las operaciones de transporte, colocación y de retacado. Se prohíbe el empleo de chapa de espesor inferior a cinco (5) milímetros.

b) Las uniones soldadas serán a tope y deberán cumplir las condiciones siguientes:

1) Perfecta coincidencia, regularidad de forma y limpieza de los extremos de los tubos. En caso de no coincidencia se podrá autorizar la colocación de manguito con doble cordón de soldadura de ángulo en solapo.

2) Deberá definirse el tipo de soldadura teniendo en cuenta el grosor de la chapa a soldar.

3) Deberá limitarse la máxima anchura de soldadura.

4) Se elegirá el tipo de electrodo conveniente teniendo en cuenta el tipo de chapa a soldar.

Estas uniones se llevarán a cabo por personal calificado.

5) Las soldaduras se someterán a ensayos mecánicos que aseguren una resistencia a tracción igual al menos a la resistencia nominal a la rotura de la chapa.

c) En los tubos de plástico, cuando se monte la tubería utilizando adhesivos líquidos, éstos cumplirán al menos las mismas condiciones que el material que forman los tubos en cuanto a estabilidad, falta de toxicidad, sabor y olor. Se solaparán al menos una longitud igual al diámetro hasta un valor de éste de cien (100) milímetros y para diámetros superiores el ochenta por ciento (80 %). La adherencia se asegurará con pruebas mecánicas físicas y químicas para alcanzar siempre las cifras características que se pidieron a los tubos.

10.5. Sujeción y apoyo en codos, derivaciones y otras piezas

10.5.1. Una vez montados los tubos y las piezas, se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación y en general todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

10.5.2. Según la importancia de los empujes, estos apoyos o sujeciones serán de hormigón o metálicos, establecidos sobre terrenos de resistencia suficiente y con el desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos soportados.

10.5.3. Los apoyos, salvo prescripción expresa contraria, deberán ser colocados en forma tal que las juntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.

10.5.4. Las barras de acero o abrazaderas metálicas que se utilicen para anclaje de la tubería deberán ser galvanizadas o sometidas a otro tratamiento contra la oxidación, incluso pintándolas adecuadamente o embebiéndolas en hormigón.

10.5.5. Para estas sujeciones y apoyos se prohíbe en absoluto el empleo de cuñas de piedra o de madera que puedan desplazarse.

10.5.6. Cuando las pendientes sean excesivamente fuertes o puedan producirse deslizamientos, se efectuarán los anclajes precisos de las tuberías mediante hormigón armado o abrazaderas metálicas o bloques de hormigón suficientemente cimentados en terreno firme.

10.6. Obras de fábrica

10.6.1. Las obras de fábrica necesarias para alojamiento de válvulas, ventosas y otros elementos se constituirán con las dimensiones adecuadas para fácil manipulación de aquéllas. Se protegerán con las tapas adecuadas de fácil manejo y de resistencia apropiada al lugar de su ubicación.

10.6.2. Se dispondrán de tal forma que no sea necesaria su demolición para la sustitución de tubos, piezas y demás elementos. En caso de necesidad deberán tener el adecuado desagüe.

10.6.3. Es conveniente normalizar todo lo posible los tipos y clase de estas obras de fábrica dentro de cada servicio.

10.7. Lavado de las tuberías

10.7.1. Antes de ser puestas en servicio las canalizaciones deberán ser sometidas a un lavado y a un tratamiento de depu-

ración bacteriológica adecuado. A estos efectos, la red tendrá las llaves y desagües necesarios no sólo para la explotación, sino para facilitar estas operaciones.

II. PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA

11.1. Pruebas preceptivas

11.1.1. Son preceptivas las dos pruebas siguientes de la tubería instalada en la zanja:

1. Prueba de presión interior.
2. Prueba de estanquidad.

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; la Administración podrá suministrar los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente o comprobar los suministrados por el contratista.

11.2. Prueba de presión interior

11.2.1. A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud fijada por la Administración. Se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los quinientos (500) metros, pero en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10 por 100) de la presión de prueba establecida en 11.2.8.

11.2.2. Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la conducción. La zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las juntas descubiertas.

11.2.3. Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual se facilita la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en la forma debida.

11.2.4. La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se va a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Administración o previamente comprobado por la misma.

11.2.5. Los puntos extremos del trozo que se quiere probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentren bien abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales, etc., deberán estar anclados y sus fabricas con la resistencia debida.

11.2.6. La presión interior de prueba en zanja de la tubería será tal que se alcance en el punto más bajo del tramo en prueba una con cuatro (4) veces la presión máxima de tra-

bajo en el punto de más presión, según se define en 1.4.4. La presión se hará subir lentamente, de forma que el incremento de la misma no supere un (1) kilogramo por centímetro cuadrado y minuto.

11.2.7. Una vez obtenida la presión, se parará durante treinta minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acusase un descenso superior

a raíz cuadrada de p quintos ($\sqrt{p/5}$), siendo p la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados repasando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la magnitud indicada.

11.2.8. En el caso de tuberías de hormigón y de amianto-cemento, previamente a la prueba de presión se tendrá la tubería llena de agua, al menos veinticuatro (24) horas.

11.2.9. En casos muy especiales en los que la escasez de agua u otras causas hagan difícil el llenado de la tubería durante el montaje, el contratista podrá proponer, razonadamente, la utilización de otro sistema especial que permita probar las juntas con idéntica seguridad. La Administración podrá rechazar el sistema de prueba propuesto si considera que no ofrece suficiente garantía.

11.3. Prueba de estanquidad

11.3.1. Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior, deberá realizarse la de estanquidad.

11.3.2. La presión de prueba de estanquidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de la prueba.

11.3.3. La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanquidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

11.3.4. La duración de la prueba de estanquidad será de dos horas, y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = KLD$$

en la cual:

V = pérdida total en la prueba, en litros

L = longitud del tramo objeto de la prueba, en metros.

D = diámetro interior, en metros.

K = coeficiente dependiente del material.

Según la siguiente tabla:

Hormigón en masa	K = 1,000
Hormigón armado con o sin camisa	K = 0,100
Hormigón pretensado	K = 0,250
Fibrocemento	K = 0,350
Fundición	K = 0,300
Acero	K = 0,350
Plástico	K = 0,350

11.3.5. De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, el contratista, a sus expensas, reparará todas las juntas y tubos defectuosos, o mismo viene obligado a reparar cualquier pérdida de agua apreciable, aun cuando el total sea inferior al admisible.

II. Autoridades y personal NOMBRAMIENTOS, SITUACIONES E INCIDENCIAS

MINISTERIO DE JUSTICIA

19661. RESOLUCIÓN de la Dirección General de Justicia por la que se acuerda promover a Secretario de la Administración de Justicia de primera categoría, en la rama de Juzgados de Primera Instancia e Instrucción, a don Miguel Angel Reyes Téllez. *

De conformidad con lo prevenido en el artículo 15 del Reglamento Orgánico de 2 de mayo de 1968,

Esta Dirección General acuerda promover, por el turno primero de los establecidos en el artículo 14 de dicho Reglamento Orgánico, en vacante producida por fallecimiento de don Rafael Arroyo Barbería, a Secretario de la Administración de Justicia de la primera categoría, en la rama de Juzgados de Primera Instancia e Instrucción, a don Miguel Angel Reyes Téllez, que desempeña su cargo en el de igual clase de Jerez de la Frontera número 2 (Cádiz).

Dicho funcionario continuará en su actual destino y percibirá el sueldo y emolumentos que le correspondan conforme a la Ley de Retribuciones de 28 de diciembre de 1966, retrotrayéndose esta promoción a todos los efectos legales al día 11 del