

5.5. Materiales

5.5.1 Tuberías de Agua Potable, Agua Tratada y piezas especiales

Tipo De Tuberías.- Podemos dividir las tuberías y piezas especiales para agua potable empleadas en los desarrollos, en base al material empleado en su fabricación y al tipo de unión entre ellas de acuerdo a lo siguiente:

Línea o Red	Material de la tubería	Tipo de unión
Línea de Conducción	Policloruro de vinilo (PVC) Norma AWWA C900 y AWWA C905 NMX-E145/1 VIGENTE	Espiga-campana con anillo con refuerzo encapsulado fijo a campana, bridada y Juntas mecánicas
	Polietileno de alta densidad (PEAD) PE3408, Norma NMX-E-018-SCFI-2002	Termofusión, electrofusión, bridada
	Hierro Fundido Dúctil GS Norma EN 545 e ISO 2531 Norma AWWA C-151	Espiga – Campana Juntas mecánicas
	Acero ASTM A 53 Grado B, A 106, A 134 y A 139	Soldada, bridada Juntas mecánicas
	Polyester Reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.) Norma AWWA C950-1, AWWA M-45, ASTM D3517, NMX-E-253-CNCP-2007	Espiga-campana, bridada de PRFV, Uniones flexibles de acero, juntas mecánicas
Red de Distribución	Policloruro de vinilo (PVC) Norma AWWA C900 y AWWA C905 NMX-E145/1 VIGENTE	Espiga-campana con anillo con refuerzo encapsulado fijo a campana, bridada Juntas mecánicas
	Polietileno de alta densidad (PEAD) PE3408 Norma NMX-E-018-SCFI-2002	Termofusión, electrofusión, bridada Juntas mecánicas
	Acero ASTM A 53 Grado B, A 106, A 134 y A 139	Soldada, Juntas mecánicas, Bridada, Coples roscados
	Polyester Reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.) Norma AWWA C905, AWWA M-45, ASTM D3517, NMX-E-253-CNCP-2007	Espiga-campana, bridada de PRFV, Uniones flexibles de acero, juntas mecánicas
Conexión de Pozo de tren de descarga con línea de conducción.	Acero ASTM A 53 Grado B, A 106, A 134 y A 139	Soldada, Bridada Juntas mecánicas
	Hierro Fundido Gris Norma ASTM A 126	Bridada y juntas mecánicas
Conexión de línea de conducción con tanque de almacenamiento y tren de descarga a red de distribución.	Acero ASTM A 53 Grado B, A 106, A 134 y A 139	Soldada, Bridada Juntas mecánicas
	Hierro Fundido Gris Norma ASTM A 126	Bridada y juntas mecánicas



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Línea o Red	Material de la tubería	Tipo de unión
Piezas especiales	Policloruro de vinilo (PVC) Norma AWWA C900 y AWWA C905 NMX-E145/1 VIGENTE	Espiga-campana anillo reforzado encapsulado fijo a campana, Bridada, Juntas mecánicas
	Polietileno de alta densidad (PEAD) PE3408 Norma NMX-E-018-SCFI-2002	Termofusión Electrofusión Bridada
	Hierro Fundido Dúctil GS Norma EN 545 e ISO 2531 Norma AWWA C-151	Espiga – Campana Bridada, Juntas mecánicas
	Acero ASTM A 53 Grado B, A 106, A 134 y A 139	Soldada, Bridada Juntas mecánicas
	Hierro Fundido Gris Norma ASTM A 126	Bridada y juntas mecánicas
	Polyester Reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.) Norma AWWA C905, AWWA M-45, ASTM D3517, NMX-E-253-CNCP-2007	Espiga-campana, bridada de PRFV, Uniones flexibles de acero, juntas mecánicas
Toma Domiciliaria en el ramal	Tubería flexible de polietileno de alta densidad con alma de aluminio	A presión
	Tubería flexible de Polietileno de Alta Densidad	Termofusionada o electrofusionada con silleta
Toma Domiciliaria en el cuadro	Cobre	Soldada
	Galvanizada	Roscada
<p>Los tipos de piezas especiales de la toma domiciliaria vienen descritas en Tomas Domiciliarias del presente capítulo de Lineamientos Técnicos. Los aspectos particulares no considerados por la normatividad serán validados por el área técnica de la CEA.</p>		

Las tuberías de Asbesto-Cemento A-C las podemos encontrar en las redes de algunos fraccionamientos existentes pero en la actualidad es un material discontinuado en el mercado. El Acero Galvanizado es un material que sufre un rápido deterioro colocado en forma subterránea, por lo que debe evitarse su uso de esta forma.

Las tuberías de PVC con unión espiga-campana y anillo reforzado encapsulado fijo a campana empleada en proyectos nuevos deberá cumplir con la Norma AWWA C900, C905, **NMX-E 145 /1 VIGENTE (sistema inglés)**.
El uso del Sistema Métrico solo se autoriza para diámetros mayores a 12” por la C.E.A.

Las tuberías de agua potable, recuperada y tratada deben de tener las siguientes características:

- Resistencia mecánica y Durabilidad
- Resistencia a la corrosión y Capacidad de conducción
- Economía
- Facilidad de conexión y reparación
- Conservación de la calidad del agua



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tuberías de PEAD (Polietileno de Alta Densidad)

Tipo de presión Kg/cm ²
Presión de trabajo
Presión de prueba (1.5)
Tiempo de prueba
Presión de reventamiento (4.0)

RD 11.0	RD 9.0
11.2	14.0
16.8	21
3.0 hrs.	3.0 hrs.
44.8	56.0

Diámetros existentes: ½" a 12"
 Longitud de la tubería: 12.00 m. desde 4" en adelante,
 para diámetros de ½" a 3" en bobinas de 75 a 150 m.

Ventajas	Desventajas
Bajo coeficiente de rugosidad	Mayor costo a partir de ciertos diámetros
Hermeticidad	Mayor costo en las piezas especiales
Inmunidad a la corrosión	Requiere de equipo especial y costoso para la termofusión.
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con P.V.C. hierro dúctil, acero y hierro fundido	Requiere de personal calificado para su colocación (termofusión)
Ligereza y facilidad de colocación	La presión de trabajo puede alterarse al variar la temperatura exterior o interior
Flexibilidad para cambios de dirección sin codos (revisar tabla de flexiones mínimas conforme a su SDR)	No soporta cargas externas ni vacíos parciales, pues es susceptible al aplastamiento.
Resistencia química	
No altera la calidad del agua	
Mantenimiento nulo	
Uniones termofusionadas o electrofusionadas	

TABLA DE FLEXIONES MINIMAS CONFORME A ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PRODUCTO PEAD, PARA VALORAR CUALQUIER POSIBLE SUSTITUCIÓN DE PIEZAS ESPECIALES.

SDR	RADIO MINIMO DE FLEXION PERMITIDO, Ra
32.5	> 40 veces el diametro exterior
26	> 35 veces el diametro exterior
21	> 28 veces el diametro exterior
19	> 27 veces el diametro exterior
17	> 27 veces el diametro exterior
15.5	> 27 veces el diametro exterior
13.5	> 25 veces el diametro exterior
11	> 25 veces el diametro exterior
9	> 20 veces el diametro exterior
7	> 20 veces el diametro exterior

Ra > A NUMERO DE VECES EL DIAMETRO EXTERIOR X D, SEGUN SDR
 Ra = RADIO DE CURVATURA DEL DOBLES EN EL TUBO (PULG)
 D= DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO (PULG)



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tubería de P.V.C.

Tubería de P.V.C.	Norma NMX E 145			Norma NMX E 143
	RD 26	RD 21	RD 13.5	Clase 10
Tipo de presión Kg/cm ²				
Presión de trabajo	11.2	14.0	22.1	10.0
Presión de prueba (1.5)	16.8	21.0	33.1	15.0
Tiempo de prueba	2 hrs.	2 hrs.	2 hrs.	2 hrs.
Presión de reventamiento (3.2)	35.8	44.8	70.7	32.0

Diámetros existentes: 11/2" a 12"

Serie Inglesa

Longitud: 6.10 m.

Diámetros existentes: 160 mm a 630 mm

Serie Métrica

Longitud: 6.10 m.

Tubería de P.V.C.	Norma AWWA C900		Norma AWWA C905	
	RD 25	RD 18	RD 25	RD 18
Tipo de presión psi				
Presión de trabajo	165	235	165	235
Presión de prueba (1.5)	247	353	247	353
Tiempo de prueba	2 hrs.	2 hrs.	2 hrs.	2 hrs.
Presión de reventamiento	535	755	535	755

Diámetros existentes: 4" a 12"

AWWAC900

Longitud: 6.10 m.

Diámetros existentes: 14" a 48"

AWWAC905

Longitud: 6.10 m.

Ventajas	Desventajas
Bajo coeficiente de rugosidad	Susceptible a daños durante su manejo
Hermeticidad y mantenimiento nulo	A temperaturas < 0° C, reduce su resistencia al impacto
Resistencia a la corrosión y químicos	A temperaturas > a 25° C reduce su presión de trabajo
Ligereza y facilidad de colocación	La exposición prolongada a los rayos solares reduce su resistencia mecánica
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con PEAD, acero, hierro dúctil y hierro fundido	
No altera la calidad del agua	

La tubería de P.V.C. Sistema Métrico, solo se autoriza para líneas redes de agua potable y agua tratada mayores a 12" de diámetro en la ciudad de Querétaro y zona urbanas del estado de Querétaro.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tubería de Polyester Reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.)

Clases de Rigidez	
SN	N/m2
2,500	2,500
5,000	5,000
10,000	10,000

Clase de presión	Presión de trabajo	Diámetro superior
PN	Kg/cm2	Límite, mm
1 (gravedad)	1	3000
6	6	3000
10	10	3000
16	16	3000
20	20	3000
25	25	2400
32	32	1800

Prueba Hidráulica	
Presión Máxima (AWWA C950 & ASTM D3517)	
Ensayo en fábrica	2.0 x PN (Presión Nominal)
Ensayo en campo	1.5 x PN (Presión Nominal) nota: otras estructuras deben ser diseñadas para manejar ensayos de presión mayores a la PN
Golpe de Ariete	
Presión Máxima	1.4 x PN (Presión Nominal)

Diámetros existentes: 300 mm a 3700 mm.
Longitud de la tubería: 12.00 m.

Ventajas	Desventajas
Bajo coeficiente de rugosidad	Mayor costo a partir de ciertos diámetros
Hermeticidad	Mayor costo en las piezas especiales
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con P.V.C. hierro dúctil, acero y hierro fundido	Requiere de personal calificado para su colocación
Inmunidad a la corrosión	Requiere diseño específico de atraques
Ligereza y facilidad de colocación	
Resistencia química	
No altera la calidad del agua	
Mantenimiento nulo	



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tuberías de Acero

Las tuberías de acero se emplean en las líneas de conducción o redes de distribución donde se tiene requerimientos de grandes presiones o colchones insuficientes en pasos vehiculares, también se emplean en los “trenes de descarga” o unión entre las fuentes de abastecimiento y la línea de conducción y en la descarga de las líneas de conducción a los tanques de regulación.

Deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tubería de acero: ASTM A-53-B
- Bridas: ASTM A-105
- Codos y te: ASTM A-234-WPB
- Tornillos: ASTM A-307-B ó A-325
- Tuercas: SA-194-2H
- Soldadura: 7018 para fondeo y a tope de corte y biselado

Las tuberías de acero se emplean en diámetros que van de 3” a 12” y en tubos con longitudes de 6.00 m.

Deben de llevar un recubrimiento interno y externo contra la corrosión. Existen en el mercado un sin número de productos que pueden cumplir esta condición, siendo requisito indispensable en cualquiera de ellos limpiar previamente la tubería con chorro de arena o pulido que retire completamente el óxido de la tubería.

Especificaciones para recubrimientos:

- Recubrimiento interno:
 - La pintura deberá cumplir con las especificaciones de PEMEX/CFE.
 - Primario: Base de RP-6; Acabado: RA-26
 - Espesor: 12 mils mínimo, con limpieza comercial.
- Recubrimiento exterior en tubería enterrada:
 - Recubrimiento a base de cintas de polietileno calandreado para aplicación en frío, consistente en primario o adhesivo líquido, capa interior anticorrosiva y capa exterior de protección mecánica al anticorrosivo, con un espesor total de 0.05” (1.27mm), con inhibidores de fracturas de corrosión por esfuerzos, adhesivo a base de hule butílico con menos de 2% de material relleno, para temperaturas de operación de 65°C.
- Recubrimiento Exterior para tubería al intemperie:
 - Primario: Base de FBE.
 - Espesor: 12 mils mínimo- 14 mils promedio, especificaciones AWWA C213-91.
 - Pintura epóxica color azul.

Las uniones más comunes entre tuberías de acero son con soldadura, coples atornillados y bridas previamente soldadas a la tubería y posteriormente atornilladas. La unión con otros materiales es a través de bridas.

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Presenta corrosión
Resiste altas presiones internas	Mayor costo que tuberías de otro material
Resistencia a la tensión	Mayor costo de colocación
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con P.V.C. PEAD, hierro dúctil y hierro fundido	Requiere de recubrimiento interior y exterior de vida limitada, para tuberías no galvanizadas.
Fácil adaptación a cualquier tipo de montaje	
Menor costo que la tubería de hierro fundido.	



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tubería flexible de polietileno con alma de aluminio

Esta tubería se emplea en el ramal de las tomas domiciliarias, es un tubo de lámina de aluminio recubierto por polietileno tanto en su interior como en su exterior, entre cada capa de polietileno-aluminio se coloca una capa adhesiva para unirlos.

Colores usos y características

Color	Material	Usos	Temperatura de trabajo	Presión de trabajo Kg/cm2	Diámetro interior (mm.)
Azul	PE-AL-PE	Agua Fría, Aire Comprimido	-40°C a +60°C	10	12,16,20,25
Gris	PE-AL-PE	Cables eléctricos, Telecomunicaciones	-40°C a +60°C	10	12,16,20,25
Amarillo	PE-AL-PE	Gas	-40°C a +40°C	10	12,16,20,25
Naranja	PEX-AL-PEX	Agua Caliente Calefacción Hidrónica	-40°C a +99°C	10 a 14	12,16,20,25
Negro	PEX-AL-PEX	Intemperie Calefacción Solar	-40°C a +99°C	10 a 14	12,16,20,25

Diámetros existentes: 12, 16, 20, 25 mm.

Presentación en rollos de 150 a 200 m.

Ventajas	Ventajas
Hermeticidad	Uniones a presión-compresión
Inmunidad a la corrosión	Resistencia química
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con P.V.C., cobre y fierro galvanizado	No altera la calidad del agua
Ligereza y facilidad de colocación	Mantenimiento nulo



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Piezas especiales

Se les denomina piezas especiales a los accesorios de la tubería que permiten formar cambios de dirección, ramificaciones e intersecciones, así como conexiones incluso entre tuberías de diferentes materiales y diámetros. También permiten la inserción de válvulas y la conexión con estaciones de bombeo y otras instalaciones hidráulicas.

Material de la pieza especial	Tipo de unión
P.V.C. (Policloruro de vinilo)	Espiga-campana Bridada
PEAD (Polietileno de alta densidad)	Termofusión Electrofusión Bridada
Acero	Soldada Bridada Junta mecánica
Hierro dúctil	Espiga – campana Bridada Junta mecánica
Hierro fundido	Bridada Junta mecánica
P.R.F.V. (Polyester Reforzado con fibra de vidrio)	Espiga-campana bridada de PRFV Uniones flexibles de acero juntas mecánicas

Las principales piezas especiales son:

Cruz, Te, codo (22.5°, 45°, 90°), reducción y extremidad

Además las piezas especiales se complementan con los elementos de conexión como son: juntas mecánicas (junta universal de amplio rango), empaques y tornillos, coples de rango amplio de sellado y adaptadores bridados de hierro dúctil con recubrimiento epóxico, fusionado, empaques de EPDM, adecuados a presiones de hasta 16Kg/cm².



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Código de colores en la tubería de agua potable, agua tratada, alcantarillado sanitario y pluvial.

Se establece el siguiente código de colores para las tuberías de redes de acuerdo a su material y a su uso.

Material	Agua Potable	Alcantarillado Sanitario	Alcantarillado Pluvial	Agua Tratada	Agua Recuperada
Redes					
PVC	Blanco, azul	Marrón, verde	Marrón, verde	Blanca (pintada en verde)	Blanca (pintado en violeta)
PEAD	Negro con franjas azules	Negro	Negro con franjas grises	Negro con franjas verdes	Negro con franjas violeta
Hierro dúctil	Negro (pintado en Azul)				
Acero	Negro (pintado en Azul)	Negro	Negro (pintado en Gris)	Negro (pintado en Verde)	Negro (pintado en Violeta)
Hierro fundido	Negro (pintado en Azul)	Negro	Negro (pintado en Gris)	Negro (pintado en Verde)	Negro (pintado en Violeta)
Tomas domiciliarias					
Polietileno con alma de aluminio	Azul			Blanca (pintada en verde)	Blanco (pintado en Violeta)
PEAD	Negro con franjas azules			Negro con franjas verdes	Negro con franjas violeta
Cobre	Cobre sin pintura			Pintado de verde	Pintado en violeta
Fierro Galvanizado	Galvanizado sin pintura			Pintado de verde	Pintado en violeta

Las piezas especiales de P.V.C. normalmente son blancas y las de PEAD negras. Para el caso de las piezas especiales de acero, hierro dúctil y hierro fundido se deben de pintar al mismo color de la tubería de acuerdo a su material y uso.

Para lograr los colores antes indicados en la tubería de PVC de alcantarillado pluvial y agua tratada, se deberá de programar al fabricante con la debida anticipación a la ejecución de la obra, dado que en la actualidad todavía no los maneja de línea.
Para el caso de la tubería PEAD, se deberán de programar al momento de realizar el pedido.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Principales Normas para las tuberías de Agua Potable y Agua Tratada

Material de la tubería	Nombre de la Norma	Número de la Norma
P.V.C. Serie Inglesa PVC C-900 PVC C-905	Tubos de plástico Juntas Empaques Clasificación de celda 12454	NMX-E-I45/I AWWA C900 AWWA C905 ASTM D 3139 ASTM F 477 ASTM D 1784
Hierro dúctil	Tubos de hierro dúctil Junta automática flexible Revestimiento interior Bridas	ISO 2531-09, ANSI/AWWA C151/A21.51 ISO8179-1 NFA48-870, ANSI/AWWA C111/A21.11 ISO 4179, ANSI/AWWA C111/A21.11 ISO7005-2, ANSI/AWWA C115/A21.15
PEAD Polietileno de Alta Densidad PE3408	Tubos de polietileno de Alta Densidad para la conducción de agua a presión Clasificación de celda 345444C	NMX-E-018-SCFI-2002 ASTM D3350
Acero	Tubos de acero	NMX-B-10 NMX-B-177 NMX-B-179
P.R.F.V. (Polyester Reforzado con fibra de vidrio)	-Tubería de Fibra de vidrio a presión -Manual de Diseño de Tuberías de Fibra de Vidrio -Tubería a presión -Agua a presión -Tuberías de resina de poliéster reforzado con fibra de vidrio -Tuberías y Accesorios para agua potable	AWWA C950 AWWA M-45 ASTM D3517 NMX-E-253-CNCP-2007 DIN 16868 BS 5480



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



5.5.2. Tuberías de Alcantarillado Sanitario y Pluvial

Las tuberías para alcantarillado sanitario y pluvial son las mismas, las cuales se agrupan por el tipo de material de su fabricación y el tipo de unión:

Línea o Red	Material de la tubería	Tipo de unión
Atarjea / Colector	P.V.C. (Policloruro de vinilo) celda 12454 ASTM D 1784, ASTM D 3034, ASTM F 679	Espiga-campana con anillo reforzado encapsulado fijo a campana. ASTM D 3212
	P.V.C. (Policloruro de vinilo) Pared Estructurada celda 12454 ó 12364 ASTM D 1784, ASTM F 794, ASTM F 949	Espiga-Campana Empaque ASTM F 477
	P.V.C. (Policloruro de Vinilo) TDP (Tubo de Doble Pared) estructurado anularmente, Celda 12454 ISO 21138-3, NTC 3722-1, NOM-001-CONAGUA-2011	Espiga-campana con empaque puesto sobre la espiga, empaque NMX-T-021-SCFI industria Hulera
	Concreto Simple NMX-C 401 ONNCCE 2004 (Solo para alcantarillado pluvial, el uso de este material deberá ser aprobado por la Dirección, atendiendo las condiciones de trabajo a que estará sujeta)	Espiga-campana
	Concreto Reforzado NMX-C 402 ONNCCE 2004 (Solo para alcantarillado pluvial, el uso de este material deberá ser aprobado por la Dirección, atendiendo las condiciones de trabajo a que estará sujeta)	
	PEAD (Polietileno de alta densidad, tubería hidráulica) PE3408 Norma NMX-E-018-SCFI-2002	Termofusionable
	PEADC (Polietileno de Alta Densidad Corrugado) NMX-E-241-CNCP-2009	Espiga-campana soldada /integrada, o cople. Ambos con junta hermética de material elastomérico
	Acero ASTM A 53 Grado B, A 106, A 134 y A 139	Soldada Bridada Juntas mecánicas
Albañal	P.V.C. (Policloruro de vinilo) celda 12454 ASTM D 1784	Ye 45°, Te 90° (Silleta 45° y Silleta 90° solo en líneas en operación)
	Concreto Simple NMX-C 401 ONNCCE 2004 (Solo para alcantarillado pluvial, el uso de este material deberá ser aprobado por la Dirección, atendiendo las condiciones de trabajo a que estará sujeta)	Y" y Codo de descarga
	PEAD (Polietileno de alta densidad, tubería hidráulica)	Termofusión
	P.V.C. (Policloruro de Vinilo) TDP (Tubo de Doble Pared) estructurado anularmente, Celda 12454 ISO 21138-3, NTC 3722-1, NOM-001-CONAGUA-2011	Espiga-campana con empaque puesto sobre la espiga, empaque NMX-T-021-SCFI industria Hulera



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Las tuberías de alcantarillado tienen que tener las siguientes características:

- Hermeticidad
- Resistencia mecánica y a la corrosión
- Facilidad de mantenimiento y reparación
- Durabilidad
- Capacidad de Conducción
- Facilidad de manejo y colocación

Tubería de P.V.C. (Policloruro de vinilo), Sistema Inglés.

Tipo de presión en Kg/cm ²
Presión de trabajo
Presión de aplastamiento

Rd 35	Rd 26
3.00	8.00
5% de la deformación del diámetro	

Diámetros existentes: 4" a 48"

Longitud de la tubería: 6.10 m.

Tubería de P.V.C. (Policloruro de vinilo) Sistema Métrico.

Tipo de presión en Kg/cm ²
Presión de trabajo
Presión de aplastamiento

Serie 16.5
3.00
5% de la deformación del diámetro

Diámetros existentes: 10 cm. a 63 cm.

Longitud de la tubería: 6.00 m.

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Fragilidad
Ligereza	Baja resistencia mecánica
Durabilidad	Susceptible al ataque de roedores
Resistencia a la corrosión	Baja resistencia al intemperismo. La exposición prolongada de la tubería a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.
Capacidad de conducción	

Tubería de P.V.C. Estructurado Sistema Inglés.

Tipo de presión Kg/cm. ²	Clase Única
Rigidez Estructural Mínima	3.2 Kg/cm ² (ó 45.5 psi)
Máxima deflexión a largo plazo	5.0% de la deformación del diámetro

Diámetros existentes: 6" a 60"

Longitud de la tubería: 6.00 m.

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Fragilidad
Ligereza	Baja resistencia mecánica
Durabilidad	Susceptible al ataque de roedores
Resistencia a la corrosión	Baja resistencia al intemperismo. La exposición prolongada de la tubería a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.
Capacidad de conducción	



GOBIERNO DE SOLUCIONES



Tuberías de PVC Estructurado anularmente sistema métrico

Tipo de presión Kg/cm ²	Clase única
Rigidez estructural mínima	2.4 Kg/cm ² (35 psi)
Máxima Deflexión a largo plazo	5.0% de la deformación del diámetro

Diámetros existentes: 4" a 36"

Longitud de la tubería: 6.00 m.

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Baja resistencia al interperismo. La exposición prolongada de la tubería a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.
Ligereza y facilidad de colocación	
Durabilidad	
Resistencia a la corrosión	
Capacidad de Conducción	
Compatibilidad al sistema métrico	
Compatibilidad con conexiones en sistema métrico	
Resina 100% virgen	

Tubería de PEAD (Polietileno Corrugado de Alta Densidad)

Tipo de presión Kg/cm ²	Clase Única
Presión de trabajo	0.70

Diámetros **existentes**: 8" a 60"

Longitud de la tubería:

6.00 a 6.10 mts.

Alturas de relleno

Tubería	Relleno mínimo		Relleno máximo
	Carga H-20	Carga E-80	
PEAD corrugada	40 cm	70 cm	4.00 m

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Alto costo de las piezas especiales para unión
Ligereza	
Durabilidad	
Resistencia a la corrosión	
Capacidad de conducción	



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



LINEAMIENTOS PARA USO DE TUBERÍAS DE PEAD CORRUGADO EN SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO:

Descripción.- Tubería de PEAD corrugado con junta hermética, basada en sistema de unión espiga campana (soldada o integrada) o con cople, que cumplan con la norma [NOM-001-CONAGUA-2011](#) o la vigente de hermeticidad para alcantarillado sanitario. De pared estructurada, y corrugaciones anulares exteriores de fabricación nacional o extranjera para ser empleados en sistemas de alcantarillado sanitario y desalojar por gravedad aguas residuales, que cumplan con la norma [NMX-E-241-CNCP-2009](#) o la [norma de referencia ISO-21138-3:2007](#)

Emplear estudio de Mecánica de Suelos del sitio específico a colocar el sistema sanitario para diseñar el proyecto ejecutivo, con tubería de PEAD corrugado, y con resultados emitidos por laboratorio certificado en mecánica de suelos, referente a materiales a usar en capa de cimentación, plantilla de apoyo, acostillado y relleno de protección, en zanja para alojar tubería de PEAD corrugado.

Procedimiento constructivo en Sistemas sanitarios con Tuberías de PEAD corrugado o estructurado:

Materiales.- Los materiales que se utilicen en la construcción para sistemas de alcantarillado con tubería PEAD corrugado cumplirán con lo establecido en el proyecto ejecutivo y sus correspondientes normas aplicables.

Excavación.- La excavación para sistemas de alcantarillado con tubería PEAD corrugado se efectuara de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto ejecutivo y salvo que el proyecto indique otra cosa la excavación se hará dejando una holgura de 50cm (cincuenta centímetros) a cada lado de la tubería, para permitir la compactación del material de relleno hasta una profundidad (15) quince centímetros mayor que la profundidad de desplante de los tubos, para alojar la plantilla como se indica en el punto referente a Plantilla de apoyo. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita. En el caso de que el estudio de mecánica de suelos dictamine que en el fondo de la excavación se encuentra arcilla o limo de alta plasticidad, clasificación de fragmentos de roca y suelo o material blando o suelto, la excavación, en todo su ancho, se profundizará adicionalmente 20cm (veinte centímetros) para alojar una capa de cimentación sobre la que se desplantará la plantilla, como se indica en el punto referente a capa de cimentación.

Capa de Cimentación.- En caso de que el estudio de mecánica de suelos considere necesaria la capa de cimentación por existir en el terreno materiales descritos en el punto de excavación, se colocará una capa de cimentación de 20cm (veinte centímetros) de espesor, como se muestra en la figura 1, formada con material de banco para subrasante, aprobado por laboratorio certificado en mecánica de suelos y se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de 90% (noventa por ciento) respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO estándar.

Plantilla de Apoyo.- Sobre el fondo de la excavación o, en su caso, sobre la capa de cimentación se colocará una plantilla de apoyo de 15cm (quince centímetros) de espesor en todo el ancho de la excavación como se muestra en la figura 1 con materiales para subases que cumplan con la calidad necesaria, se compactara hasta



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



alcanzar un grado de compactación mínimo de 90% (noventa por ciento) respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO modificada o la dictaminada en estudio de mecánica de suelos, dejando sin compactar la franja central de la plantilla con ancho igual a un tercio ($1/3$) del diámetro exterior del tubo como se muestra en la figura 1. La pendiente de la plantilla será igual a la indicada en proyecto ejecutivo.

Colocación de los tubos.- La colocación de tubos PEAD corrugado se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, de forma que sus campanas queden siempre aguas arriba siguiendo las especificaciones de ensamble y colocación emitidas por el fabricante.

Relleno De Protección.- El relleno de protección que se coloque a los costados (acostillado) y arriba de los tubos de PEAD corrugado será de acuerdo a la figura 1 cuando con el diámetro propuesto se cumpla el colchón mínimo.

Como un sistema flexible, las tuberías corrugada de alta densidad deberán soportan las cargas verticales transfiriendo la mayor parte de la carga al suelo circundante. Las tuberías soportaran cargas vivas de H-20 con un relleno mínimo de $> o = 40$ cm y cargas E-80 con un relleno de 70 cm o el indicado en proyecto ejecutivo derivado del estudio de mecánica de suelos.

El relleno de protección que se coloque a los costados (acostillado) se acomodara simétricamente a ambos lados de los tubos de PEAD corrugado, en capas no mayores de 15cm (quince centímetros), cuidando que penetre en los valles de las corrugaciones pero evitando que los tubos se muevan. Salvo que el proyecto ejecutivo indique otra cosa o así lo apruebe la supervisión de la CEA cada capa se compactara simultáneamente a ambos lados del tubo, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de de 90% (noventa por ciento) respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada.

El relleno de protección arriba de los tubos PEAD corrugado, hasta una altura igual al diámetro exterior de los tubos o colchón mínimo permitido por diseño en proyecto ejecutivo derivado del estudio de mecánica de suelos, se extenderá en capas de no mayores de 15cm (quince centímetros) y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la supervisión de la CEA, cada capa se compactara con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de 90% (noventa por ciento) respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada.

Control.- Entrega de reporte semanal a la supervisión de la CEA por parte del laboratorio certificado en mecánica de suelos contratado por el desarrollador y con cargo al mismo, referente a calidad de materiales usados y pruebas de compactación, para hacer cumplir los puntos anteriores o los indicados en proyecto ejecutivo autorizado por la CEA en los cadenamientos ejecutados semanalmente.

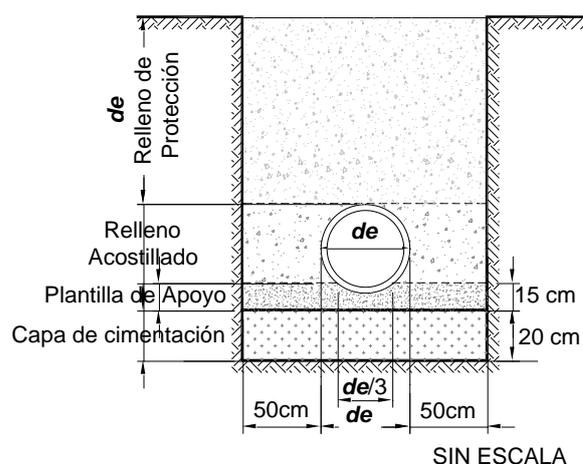


Fig. 5.5.2.a Relleno de la excavación de zanja en tubería de PAD Corrugado.



GOBIERNO DE SOLUCIONES



Tubería de concreto simple de junta hermética.

Los tubos de concreto simple de junta hermética, deberán estar fabricados con la Norma: **NMX-C-401-ONNCCE-2004; con la característica especial (RS), de ser resistente a los sulfatos, así como contar con los recubrimientos que le sean solicitados por la CEA.**

Los tubos de concreto simple son los conductos cilíndricos, que llevan en sus extremos un sistema denominado junta hermética que permite acoplarlos, formando una conducción cuya superficie interior es Continúa y uniforme.

La junta hermética es el empaque que se coloca en el espacio entre la espiga y la campana o entre la espiga y la caja, según sea el caso, con objeto de asegurar la hermeticidad.

Se clasifican en un sólo tipo de calidad y en dos grados, con base en su resistencia de carga externa, como se indica en la tabla.

El grado se refiere al conjunto de requisitos de diseño como son: resistencia del concreto y espesor de la pared, que deben tener los tubos para soportar una carga externa determinada.

Los espesores de la tabla son indicativos, espesores diferentes no son motivo de rechazo, siempre y cuando satisfagan las especificaciones de la Norma.

Clasificación de los tubos de concreto simple de junta hermética.

Resistencia del concreto 280 kg/cm²

Diámetro nominal	Espesor de la pared	Grado I		Grado II	
		Cargas mínimas de ruptura		Cargas mínimas de ruptura	
cm.	mm.	Kn/m	Kgf/m	Kn/m	Kgf/m
10	23	20.8	2100	29.2	2980
15	27	20.6	2100	29.2	2980
20	29	21.9	2235	29.2	2980
25	33	22.7	2310	29.2	2980
30	47	24.8	2530	32.9	3350
38	53	28.9	2950	36.5	4100
45	61	34.1	3480	48.3	4920
60	75	43.8	4470	58.5	5960

Los empaques y la tubería deben proporcionar una hermeticidad al ser sometidas a una presión hidrostática de 0.75 Kgf/cm² durante 5 minutos.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tubería de concreto reforzado con junta hermética.

Los tubos de concreto reforzado con junta hermética, deberán estar fabricados con la Norma: **NMX-C-402-ONNCCE-1994**, con la característica especial (RS) de ser resistente a los sulfatos, así como contar con los recubrimientos que le sean solicitados por la CEA.

Los tubos de concreto reforzado con junta hermética son conductos cilíndricos de concreto, reforzados con alambre, varilla o malla, que llevan en sus extremos un sistema de junta hermética que permite acoplarlos formando una conducción cuya superficie interior es Continúa y uniforme.

La junta hermética es el empaque que se coloca en el espacio entre la espiga y la campana o entre la espiga y la caja, según sea el caso, con objeto de asegurar la hermeticidad.

Se clasifican en un solo tipo de calidad y en cuatro grados, en base a su resistencia de carga externa, como se indica en las tablas correspondientes.
Los espesores de las paredes A, B y C son de carácter indicativo.

El refuerzo estructural es a base de acero para proporcionar una mayor resistencia a los esfuerzos a que se somete la tubería.

El grado se refiere al conjunto de requisitos de diseño como son: resistencia del concreto y espesor de la pared, que deben tener los tubos para soportar una carga externa determinada.

Clasificación de los tubos de concreto armado de junta hermética Grado 1.

Resistencia del concreto 280 kg/cm²

Diámetro nominal	Espesor de la pared			Carga para la grieta	Carga Máxima
	Pared A	Pared B	Pared C		
cm.	mm.	mm.	mm.	Kgf/m	Kgf/m
30	44	51		1555	2318
38	47	57		1943	2596
45	50	63		2330	3473
61	63	76		3110	4635
76	70	89		3886	5791
91	76	101	120	4661	6945

La tabla sólo indica los diámetros empleados en fraccionamientos.

Los empaques y la tubería deben proporcionar una hermeticidad al ser sometidas a una presión hidrostática de 0.75 Kgf/cm² durante 5 minutos.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Clasificación de los tubos de concreto armado de junta hermética Grado 2.

Resistencia del concreto 280 kg/cm²

Diámetro nominal	Espesor de la pared			Carga para la grieta	Carga Máxima
	Pared A	Pared B	Pared C		
cm.	mm.	mm.	mm.	Kgf/m	Kgf/m
30	44	51		2165	3111
38	49	57		2705	3886
45	51	63		3244	4661
61	63	76		4331	6222
76	70	89		5410	7772
91	76	101	120	6489	9322

La tabla sólo indica los diámetros empleados en fraccionamientos.

Clasificación de los tubos de concreto armado de junta hermética Grado 3.

Resistencia del concreto 350 kg/cm²

Diámetro nominal	Espesor de la pared			Carga para la grieta	Carga Máxima
	Pared A	Pared B	Pared C		
cm.	mm.	mm.	mm.	Kgf/m	Kgf/m
30	44	51		2989	4483
38	49	57		3733	5600
45	51	63		4479	6718
61	63	76	95	5978	8967
76	70	89	108	7488	11201
91		101	120	8957	13436

La tabla sólo indica los diámetros empleados en fraccionamientos.

Clasificación de los tubos de concreto armado de junta hermética Grado 4.

Resistencia del concreto 420 kg/cm²

Diámetro nominal	Espesor de la pared			Carga para la grieta	Carga Máxima
	Pared A	Pared B	Pared C		
cm.	mm.	mm.	mm.	Kgf/m	Kgf/m
30	-	51		4483	5581
38	-	57		5600	6972
45	-	63		6717	8363
61	-	76	95	8967	11163
76	-	89	108	11201	13944
91	-	101	120	13435	16726

La tabla sólo indica los diámetros empleados en fraccionamientos.

Para cada grado de la tubería, varía el armado combinado con el espesor y la resistencia del concreto.

El uso de las tuberías de concreto antes descritas solo podrán ser consideradas para alcantarillado pluvial, observando que este tipo de tuberías deberá ser aprobado por la Dirección, atendiendo las condiciones de trabajo a que estará sujeta.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tuberías de PEAD (Polietileno de Alta Densidad, tubería hidráulica)

Tipo de presión Kg/cm ²	Rd 32.5	Rd 26.0	Rd 21.0
Presión de trabajo	3.6	4.5	5.6
Presión de aplastamiento	1.90	3.0	4.0
	5% de deformación del diámetro		

Diámetros existentes: 4" a 54"
Longitud de la tubería: 12.00 m.

Ventajas	Desventajas
-	Mayor costo a partir de ciertos diámetros
Hermeticidad	Mayor costo en las piezas especiales
Resistencia a la corrosión	Requiere de equipo especial y costoso para la termofusión.
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con P.V.C., acero y hierro fundido	Requiere de personal calificado para su colocación (termofusión)
Ligereza y facilidad de colocación	La presión de trabajo puede alterarse al variar la temperatura exterior o interior
Uniones termo fusionadas o electrofusión	
Resistencia química	
Durabilidad	
Mantenimiento nulo	

Tuberías de Acero.

Las tuberías de acero se emplean en los sistemas de alcantarillado donde se tiene requerimientos de cruces elevados en donde se requieren instalaciones expuestas, o bien en cruzamientos subterráneos donde se requiere de alta resistencia mecánica.

También se emplean para conectar los cárcamos de recepción con las plantas de tratamiento.

Las tuberías de acero se emplean normalmente en diámetros que van de 3" a 24" y en tubos con longitudes de 6.00 m.

Deben de llevar un recubrimiento interno y externo contra la corrosión. Existen en el mercado un sinnúmero de productos que pueden cumplir esta condición, siendo requisito indispensable en cualquiera de ellos limpiar previamente la tubería con chorro de arena o pulido que retire completamente el óxido de la tubería.

Las uniones más comunes entre tuberías de acero son con: soldadura, coples atornillados y bridas previamente soldadas a la tubería y posteriormente atornilladas. La unión con otros materiales es a través de bridas.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tubería de acero: ASTM A-53-B
- Bridas: ASTM A-105
- Codos y tee: ASTM A-234-WPB
- Tornillos: ASTM A-307-B ó A-325
- Tuercas: SA-194-2H
- Soldadura: 7018 para fondeo y a tope de corte y biselado

Especificaciones para recubrimientos:

- Recubrimiento interno:
 - La pintura deberá cumplir con las especificaciones de PEMEX/CFE.
 - Primario: Base de RP-6
 - Acabado: RA-26
 - Espesor: 12 mils mínimo, con limpieza comercial.
- Recubrimiento exterior en tubería enterrada:
 - Recubrimiento a base de cintas de polietileno calandreado para aplicación en frío, consistente en primario o adhesivo líquido, capa interior anticorrosiva y capa exterior de protección mecánica al anticorrosivo, con un espesor total de 0.05" (1.27mm), con inhibidores de fracturas de corrosión por esfuerzos, adhesivo a base de hule butílico con menos de 2% de material relleno, para temperaturas de operación de 65°C.
- Recubrimiento Exterior para tubería a la intemperie:
 - Primario: Base de FBE.
 - Espesor: 12 mils mínimo- 14 mils promedio, especificaciones AWWA C213-91.
 - Pintura epóxica color azul.

Ventajas	Desventajas
Hermeticidad	Presenta corrosión, requiere protección.
Resiste altas presiones internas	Mayor costo que tuberías de otro material
Resistencia a la tensión	Mayor costo de colocación
Compatibilidad de conexión a través de adaptadores con P.V.C. PEAD y hierro fundido	Requiere de recubrimiento interior y exterior de vida limitada, para tuberías no galvanizadas.
Fácil adaptación a cualquier tipo de montaje	No soporta cargas externas ni vacíos parciales, pues es susceptible al aplastamiento
Menor costo que la tubería de hierro fundido.	



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Código de colores en la tubería de agua potable, agua tratada, alcantarillado sanitario y pluvial.

Se establece el siguiente código de colores para las tuberías de acuerdo a su material y a su uso.

Material	Agua Potable	Alcantarillado Sanitario	Alcantarillado Pluvial	Agua Tratada	Agua Recuperada
Redes					
PVC	Blanco, azul	Marrón, verde	Marrón, verde	Blanca (pintada en verde)	Blanca (pintado en violeta)
PEAD	Negro con franjas azules	Negro	Negro con franjas grises	Negro con franjas verdes	Negro con franjas violeta
Hierro dúctil	Negro (pintado en Azul)				
Acero	Negro (pintado en Azul)	Negro	Negro (pintado en Gris)	Negro (pintado en Verde)	Negro (pintado en Violeta)
Hierro fundido	Negro (pintado en Azul)	Negro	Negro (pintado en Gris)	Negro (pintado en Verde)	Negro (pintado en Violeta)
Tomas domiciliarias					
Poliétileno con alma de aluminio	Azul			Blanca (pintada en verde)	Blanco (pintado en Violeta)
PEAD	Negro con franjas azules			Negro con franjas verdes	Negro con franjas violeta
Cobre	Cobre sin pintura			Pintado de verde	Pintado en violeta
Fierro Galvanizado	Galvanizado sin pintura			Pintado de verde	Pintado en violeta

Las piezas especiales de P.V.C. normalmente son blancas y las de PEAD negras.

Para el caso de las piezas especiales de acero y hierro fundido se deben de pintar al mismo color de la tubería de acuerdo a su material y uso.

Normas para las tuberías de alcantarillado Sanitario y Pluvial

Material de la tubería	Nombre de la Norma	Número de la Norma
P.V.C. Serie Inglesa (tubería)	Tubos de plástico	ASTM D 3034 ASTM F 679
P.V.C. Serie Inglesa (conexiones)	Conexiones de plástico	ASTM D 3034
P.V.C. Estructurado	Tubos de plástico Empaques	ASTM F 794, ASTM 949, ASTM F 1803, ASTM F 477 NMX-E-222/1-1995
Concreto simple junta hermética	Tubos de concreto simple con junta hermética	NMX-C401-ONNCCE-2004
Concreto armado junta hermética	Tubos de concreto armado con junta hermética	NMX-C402-ONNCCE-2004
PEAD Polietileno de Alta Densidad corrugado	Tubos de polietileno de Alta Densidad para sistemas de alcantarillado	NMX-E-241-CNCP-2009 NOM-001-CONAGUA-2011
Acero	Tubos de acero	NMX-B-10, NMX-B-177 NMX-B-179



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



5.6. Ubicación de diferentes tuberías subterráneas.

5.6.1 Servidumbre de paso para tuberías de agua potable, agua tratada, agua recuperada, alcantarillado Sanitario y Pluvial.

Con objeto de garantizar una adecuada operación y mantenimiento de las tuberías de agua potable, agua tratada, agua recuperada, alcantarillado sanitario y pluvial, se deberá considerar y garantizar por el desarrollador una servidumbre de paso libre de construcciones (edificaciones) considerando entre otros los siguientes factores:

- En caso de cruzar terrenos particulares, de donación, equipamiento urbano, zona federal, etc., el desarrollador deberá presentar por escrito y formalizada la aceptación del propietario o entidad gubernamental del terreno a utilizar como servidumbre de paso.
- Dejar pasillos de servicio entre terrenos para ubicar cualquier tipo de infraestructura hidro-sanitaria, pluvial y de agua tratada. Estos pasillos de servicio deberán ser de 4.00, 5.00 o hasta 6.00 m. de ancho mínimo (dependiendo del diámetro de la tubería), con acceso libre de construcciones y obstáculos; no se permitirá ningún tipo de construcción (edificación).

A Continuación se describen los anchos a considerar a ambos lados para la servidumbre de paso, debiéndose considerar éstos a partir del eje de la tubería, en caso de canales se tomaran como eje los hombros de los taludes:

Diámetro (Pulgadas)	Diámetro (mm)	A. P. (m) A cada lado	D. S. (m) A cada lado	D. P. (m) A cada lado	A.P.+ D.S. (m) A los lados de cada tubería	A.P.+ D.P. (m) A los lados de cada tubería	D.S.+D.P. (m) A los lados de cada tubería
3 - 8	76.2 - 203.2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
10 -12	254.0 - 304.8	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
14 - 20	355.6 - 508.0	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
20 en adelante o según las condiciones		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

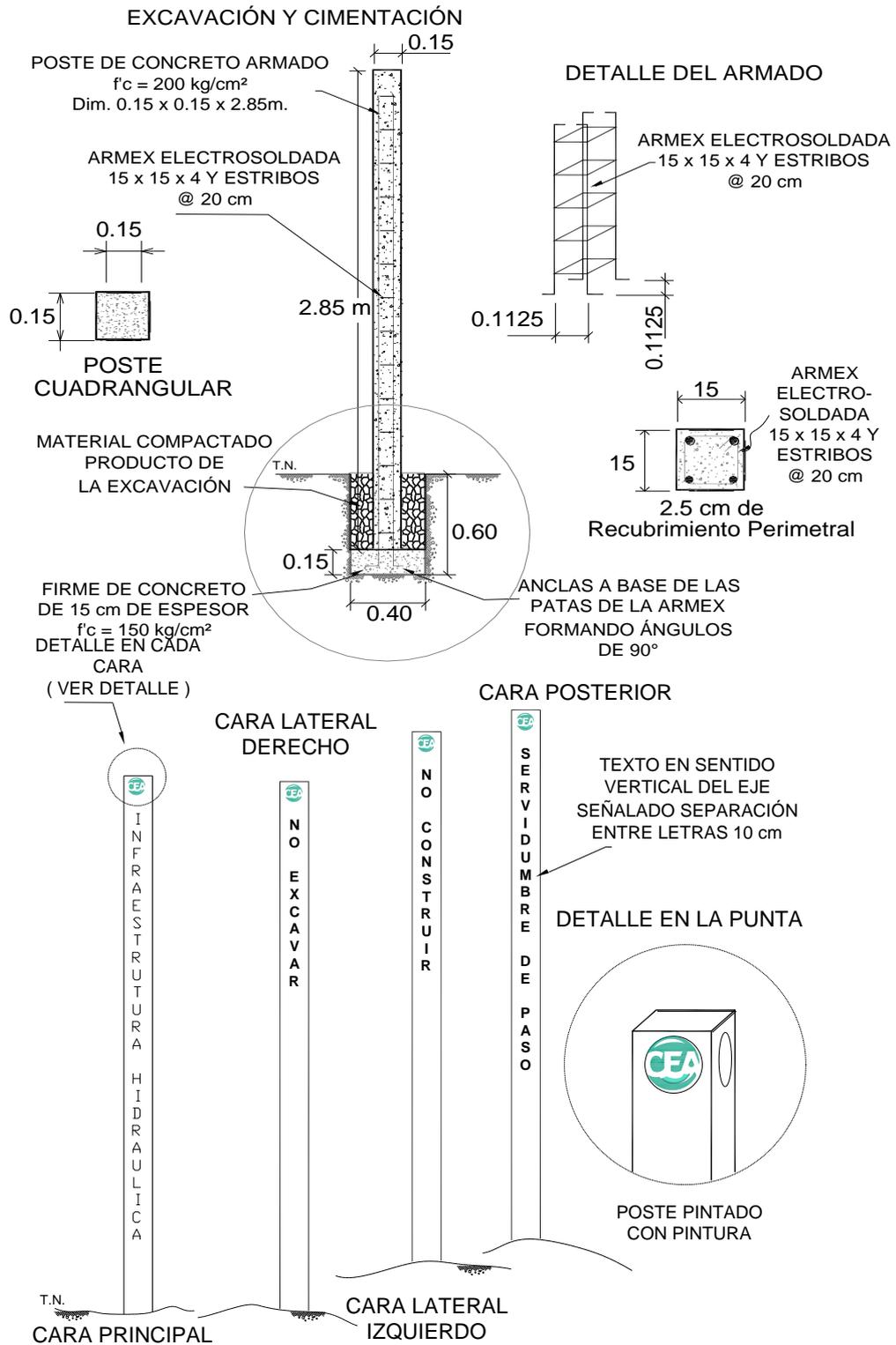
A. P.- Agua potable, D. S.- alcantarillado sanitario, D. P.- alcantarillado Pluvial. La posición y distancia (vertical y horizontal) entre tuberías se apegarán a lo establecido en el apartado correspondiente de estas Normas y Lineamientos Técnicos. En casos particulares y en función de las condiciones propias del sitio, estas dimensiones podrán ajustarse previa autorización de la CEA. En los casos en que se ubiquen dos tuberías (Ejemplo: A.P.+D.P.) sobre una misma servidumbre de paso, se tomaran como ejes los extremos de las tuberías, debiendo considerar la separación propia entre instalaciones para determinar la servidumbre mínima para operación y mantenimiento de dichas instalaciones.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



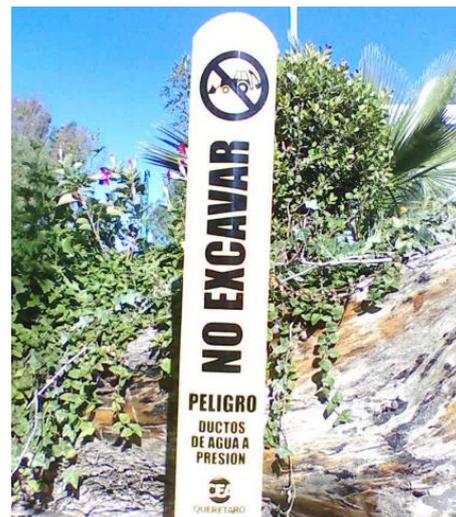
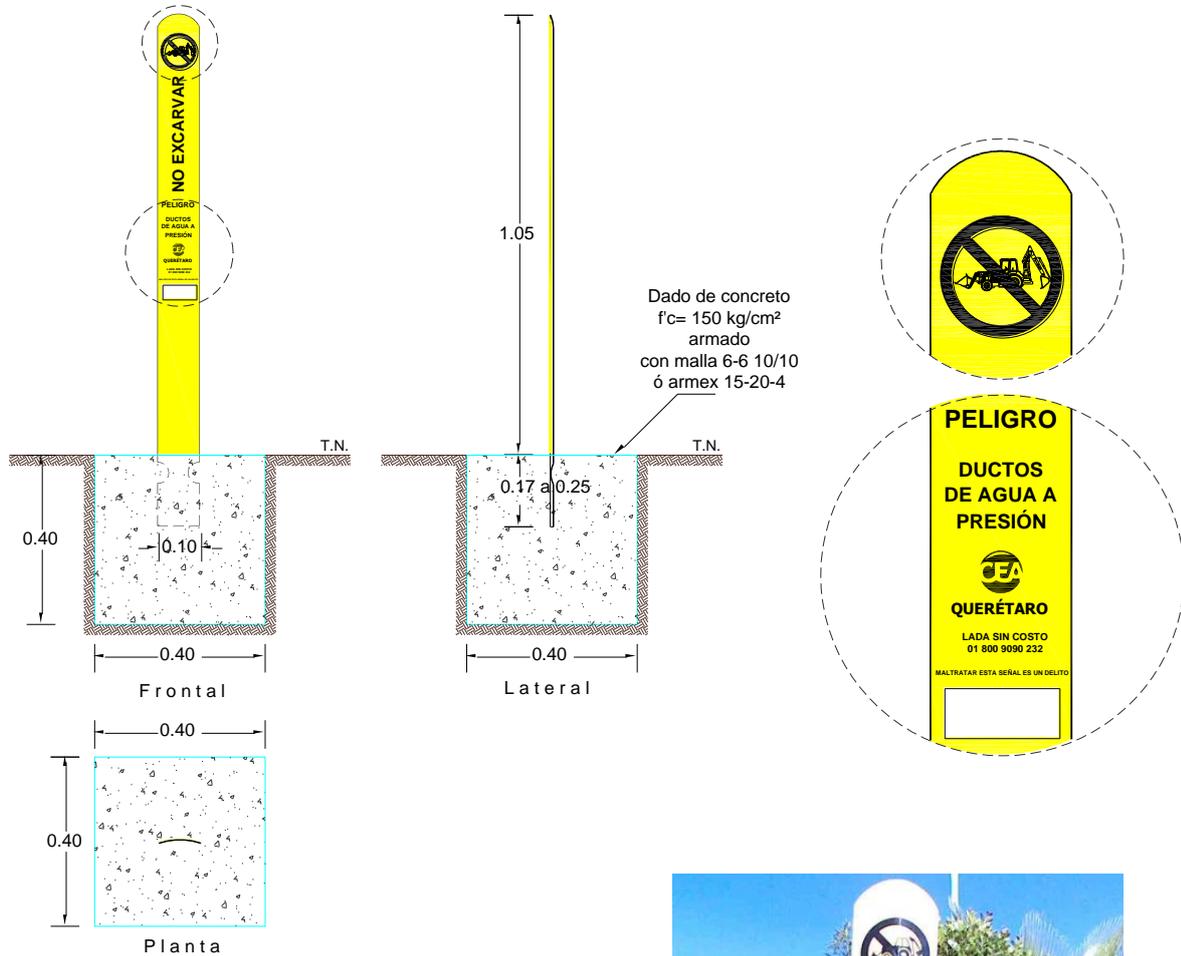
- Deberán colocarse postes o medallones indicativos en las servidumbres de paso ubicando la postearía o medallones a los costados ó al centro de la servidumbre y a una distancia máxima de 50m entre sí de acuerdo a los siguientes diseños Constructivos:



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Señalamiento en lámina galvanizada cal.18 con rolado longitudinal mínimo con medida de 0.10mx1.20m y rotulación en vinil reflejante impreso en selección a color con aplicación de barniz UV por ambos lados según siguiente figura:

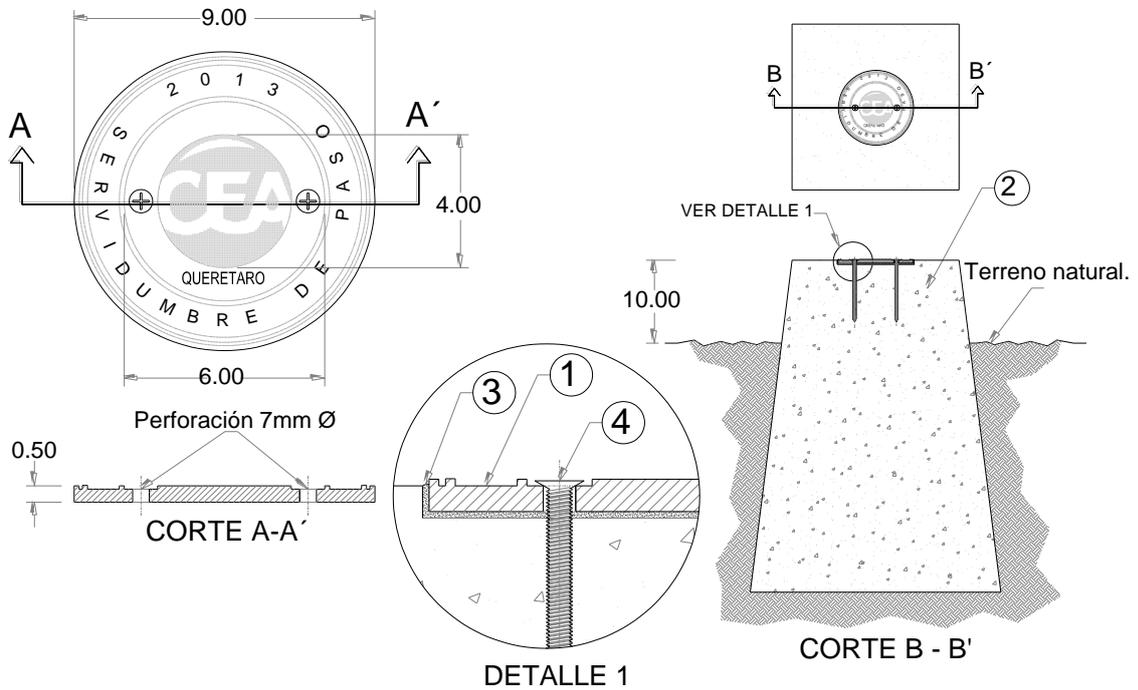


GOBIERNO DE
SOLUCIONES



DETALLE DE MEDALLONES INDICATIVOS DE SERVIDUMBRE DE PASO (Acot: cms.)

DEBERA COLOCARSE UN MEDALLON A CADA 50 MTS., EN CADA EXTREMO DE LA SERVIDUMBRE O EN CADA CAMBIO DE DIRECCIÓN.



No	Especificaciones
1	Medallón de aluminio fundido con un espesor de 5mm, leyendas y molduras en bajo relieve de 1mm de espesor, debiendo realizar saque en superficie de fijación para su colocación.
2	Dado de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armado con armex 15-15-4
3	Adherir con resina epoxica para unión entre superficie de metal y concreto
4	Pijas galvanizadas para sujeción de 3"x1/4" de cabeza plana

Nota: Los medallones podrán ser colocados en superficies existentes que garanticen su correcta fijación.

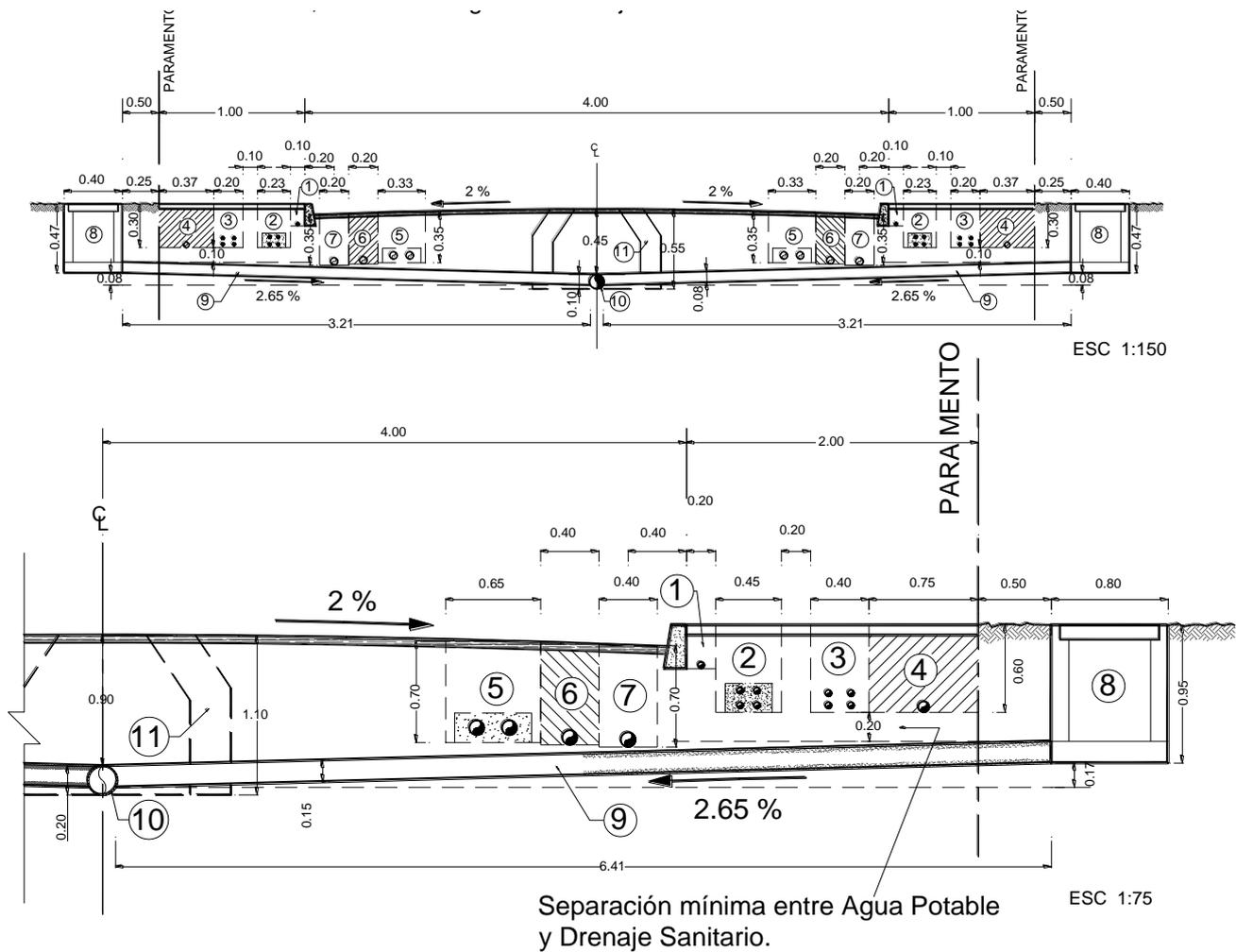


GOBIERNO DE
SOLUCIONES



5.6.2. Ubicación de diferentes tuberías subterráneas

Vialidad de 8.00 m, banqueta de 2.00 m. pozo de visita al centro de la calle, tubería de llegada a la atarjea con "Y".



No.	Instalación	No.	Instalación
1	Alumbrado	7	Gas
2	Instalación Eléctrica Baja Tensión	8	Registro sanitario
3	Teléfonos	9	Tubería (Descarga Domiciliaria)
4	Agua Potable	10	Llegada a atarjea con "Y" o Sileta
5	Instalación Eléctrica Media Tensión	11	Pozo de visita
6	Agua Tratada		

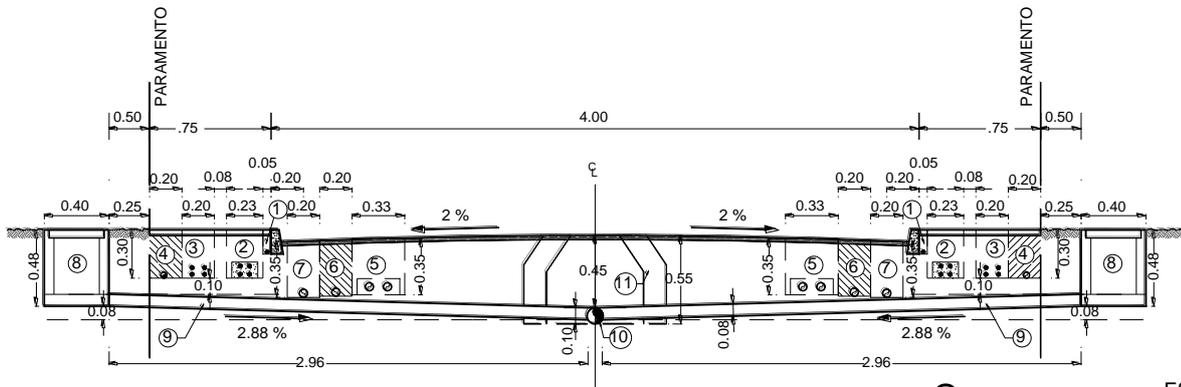
Instalaciones para agua y alcantarillado



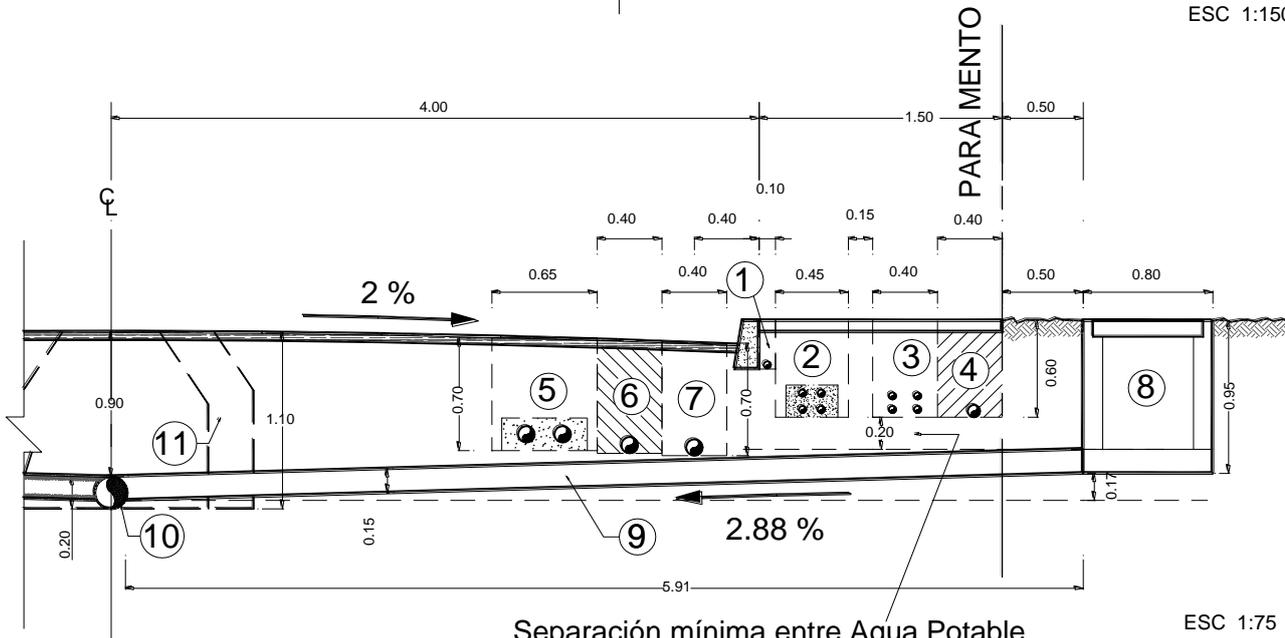
GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Vialidad de 8.00 m, banqueta de 1.50 m. pozo de visita al centro de la calle, tubería de llegada a la atarjea con "Y"



ESC 1:150



ESC 1:75

Separación mínima entre Agua Potable y Drenaje Sanitario.

No.	Instalación	No.	Instalación
1	Alumbrado	7	Gas
2	Instalación Eléctrica Baja Tensión	8	Registro sanitario
3	Teléfonos	9	Tubería (Descarga Domiciliaria)
4	Agua Potable	10	Llegada a atarjea con "Y" o Silleta
5	Instalación Eléctrica Media Tensión	11	Pozo de visita
6	Agua Tratada		

Instalaciones para agua y alcantarillado



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



5.7 Prueba hidrostática de las tuberías de agua potable y agua tratada

Pruebas hidrostáticas.

Las pruebas hidrostáticas o pruebas de presión de las tuberías de agua potable o agua tratada, se realizan con objeto de verificar la hermeticidad del sistema y la resistencia a la presión a la cual trabajará la red en las condiciones normales de operación.

El propósito de la prueba es localizar los posibles defectos de los materiales o de la colocación de la tubería y sus accesorios o piezas especiales, para repararlos y dejar a la red en óptimas condiciones de trabajo.

Criterios para la realización de la prueba hidrostática.

Se plantean dos criterios de presión y de ejecución de prueba para las redes, según el tipo de tubería de que se trate y de acuerdo a las características de los elementos que se probarán:

- Para las líneas de conducción o redes de distribución que no cuentan aun con la conexión de la toma domiciliaria.
- Para las redes de distribución que ya tienen conectada la toma domiciliaria.

Prueba de las líneas de conducción y redes de distribución de PVC o PEAD sin contar aun con la toma domiciliaria.

- La prueba se debe de realizar en tramos terminados.
- La prueba deberá realizarse en la red a revisar, hasta la válvula que se encuentra antes del medidor en el cuadro o en la caja de banquetta.
- La tubería debe de tener ya ejecutado el relleno acostillado (a más 30 cm. del lomo del tubo) para evitar movimientos o desplazamientos de la tubería, dejándose visibles las juntas de la tubería
- Los atraques ya deben de estar colados y tener cuando menos 7 días si se colaron con concreto normal o 3 días si se colaron con concreto de fraguado rápido.
- Los extremos de la tubería deben de estar tapados y debidamente apuntalados para soportar el empuje de la prueba.
- Las válvulas de control, las eliminadoras, las de admisión y expulsión de aire deberán estar propiamente instaladas y en funcionamiento ya que la presencia de aire en la línea puede provocar reventamientos explosivos del tubo incluso antes de llegar a las presiones de trabajo o de prueba.
- Durante la prueba debe de tenerse la precaución de que no se encuentre personal sobre la tubería o cerca de la zanja para evitar daños en caso de un reventamiento o fallas de la tubería.
- En los extremos de la tubería a probar se deberán hacer las adaptaciones para la instalación de un manómetro, una válvula de purga y una válvula de admisión y expulsión de aire en cada extremo y una de llenado en un solo extremo.
- A lo largo de la tubería se deben instalar válvulas de purga a cada 250 m. desde ½" hasta 1" dependiendo el diámetro de la línea.
- La longitud de la tubería por probar no deberá ser mayor a 500 m.
- El llenado para tuberías de diámetro grande puede realizarse con una bomba centrífuga y Continuar el llenado con la bomba de émbolo manual- Durante el llenado las válvulas de purga deben estar totalmente abiertas para permitir la salida del aire.
- La línea debe ser llenada lentamente, sin exceder los 0.60 m/seg.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



- Una vez lleno el tramo se procede a cerrar las válvulas de purga y se prosigue el llenado con la bomba de embolo. Una vez alcanzada la presión de prueba se precede a cerrar la purga y la válvula de paso de alimentación de la tubería.
- El tiempo recomendado de prueba es de 2.0 hrs. para las tuberías de PVC y de 3.0 hrs. para las tuberías de PEAD.

La caída de presión durante la primer hora no debe exceder de 0.50 kg/cm², esto debido a que la tubería se acomoda en el terreno.

Durante la siguiente hora la presión no debe de caer más de 0.10 kg/cm²

- Durante la prueba se deber hacer recorridos para verificar que no existan fugas.
- En caso de presentarse fugas se procederá a hacer la reparación dependiendo el tipo de material, para PVC con cople de reparación, para PEAD se deberá de sustituir el tramo volviéndose a termofusionar el nuevo.
- Una vez que se ha llevado a cabo la reparación se procede a realizar nuevamente la prueba.
- Cuando la prueba ha sido terminada y aceptada se procede a huirle la presión a la tubería ya sea por las válvulas de purga o de llenado para después retirar las tapas y conectar la línea para dejarla lista para su operación.
- Se procede a rellenar la zanja hasta el nivel en que se había iniciado la excavación
- La prueba deberá ser aceptada por personal autorizado por la C.E.A.

A Continuación se detallan las tablas con los valores de prueba y el formato correspondiente para el control y aceptación de la misma.

Presiones de prueba para las tuberías de PVC, en las líneas de conducción y redes de distribución de agua potable y agua tratada que no cuentan aun con la toma domiciliaria.

Tubería de P.V.C. Sistema Inglés (Norma AWWA C900 y C905)

Tubería de P.V.C.	Norma AWWA C900		Norma AWWA C905	
	RD 25	RD 18	RD 25	RD 18
Tipo de presión				
Presión de trabajo (psi)	165	235	165	235
Presión de prueba (1.5)	247	353	247	353
Tiempo de prueba	2 hrs.	2 hrs.	2 hrs.	2 hrs.
Presión de reventamiento	535	755	535	755

Diámetros existentes: 4" a 12"
Diámetros existentes: 14" a 48"

AWWAC900
AWWAC905

Longitud:6.10 m.
Longitud:6.10 m.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Presiones de prueba para las tuberías de PEAD, en las líneas de conducción y redes de distribución que no cuentan aun con la toma domiciliaria.

Tuberías de PEAD (Polietileno de Alta Densidad)

Tipo de presión Kg/cm ²	Rd 11.0	Rd 9.0
Presión de trabajo	11.2	14.0
Presión de prueba (1.5)	16.8	21
Tiempo de prueba	3.0 hrs.	3.0 hrs.
Presión de reventamiento (4.0)	44.8	56.0

Diámetros existentes: ½" a 12"
Longitud de la tubería: 12.00 m. desde 4" en adelante,
para diámetros de ½" a 3" en bobinas de 75 a 150 m.

Prueba de las líneas de distribución de PVC o PEAD que ya cuentan con la toma domiciliaria.

El procedimiento es el mismo que para las líneas de conducción y las redes de distribución que aun no cuentan con las tomas domiciliarias, descrito en las páginas anteriores, pero las presiones de prueba cambian en virtud de que el tubo de polietileno de alma de aluminio definido para la toma domiciliaria de tubería de PVC, tiene especificado como máximo una presión de trabajo de 10.0 Kg/cm², por lo que en este caso la presión de prueba de las tuberías de distribución de PVC que ya cuentan con la toma domiciliaria se probarán con el criterio de apegarse más a la presión de trabajo que soportará la red, de acuerdo a las siguientes tablas. En donde se modifica la presión de prueba y el tiempo de la misma.

En cambio las tuberías de PEAD se probarán a 1.5 veces la presión de trabajo porque la toma domiciliaria es del mismo material y la colocación de ésta es por Termofusión a través de una silleta también del mismo material.

Presiones de prueba para las tuberías de PVC, de las redes de distribución que ya cuentan con la toma domiciliaria.

Presiones de prueba para tuberías de P.V.C. serie inglesa, incluyendo el ramal de la toma domiciliaria.

Para el caso en que se pruebe la línea de distribución conjuntamente con la toma domiciliaria, cuando menos se debe de probar el ramal simultáneamente bajo la presión y durante el mismo tiempo, que se indica en las siguientes tablas.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Tubería de P.V.C. Sistema Inglés (Norma AWWA C900 y C905)

Diámetro de la Red de Distribución	Presión de Prueba Kg/cm ²		Presión de Prueba Kg/cm ²		Tiempo de prueba
	Norma AWWA C900		Norma AWWA C905		
	RD 25	RD 18	RD 25	RD 18	
4"	7.5	7.5	7.5	7.5	24 hrs.
6"	7.5	7.5	7.5	7.5	24 hrs.
8"	7.5	7.5	7.5	7.5	24 hrs.
10" ó mayor	7.5	7.5	7.5	7.5	24 hrs.
Presión de trabajo	10.54	14.06	11.61	16.52	
Presión de reventamiento	53.08	69.25	37.61	53.08	

Diámetros existentes: 4" a 12" AWWAC900
 Diámetros existentes: 14" a 48" AWWAC905

Longitud: 6.10 m.
 Longitud: 6.10 m.

Presiones de prueba para las tuberías de PEAD, de las redes de distribución que ya cuentan con la toma domiciliaria.

Diámetro de la Red de Distribución	Presión de prueba Kg/cm ² Rd 11	Presión de prueba Kg/cm ² Rd 9	Tiempo de prueba
3"	16.8	21.0	3 hrs.
4"	16.8	21.0	3 hrs.
6"	16.8	21.0	3 hrs.
8"	16.8	21.0	3 hrs.
10" o mayor	16.8	21.0	3 hrs.
Presión de trabajo	11.2	14.0	
Presión de reventamiento	44.8	56.0	



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Prueba Hidrostática de la Línea de Conducción o Red de Distribución sin tomas domiciliarias

Nombre del Desarrollo _____

Fecha de la prueba _____

Prueba No. _____

Definición de la tubería y la prueba							
Crucero De	A	Material	Clase	Diámetro	Longitud	Presión de prueba kg / cm ²	Tiempo de prueba Hrs.

Lectura inicial		Lectura de la 1ª hora			Lectura de la 2ª hora		
Hr.	Presión	Hr.	Presión	Tolerancia	Hr.	Presión	Tolerancia
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²

Croquis

Observaciones

Realizó la prueba

Desarrollador / Constructor

Aceptó la prueba

Supervisor



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Nombre del Desarrollo _____
 Fecha de la prueba _____
 Prueba No. _____

Definición de la tubería y la prueba						
Crucero De A	Material	Clase	Diámetro	Longitud	Presión de prueba kg / cm ²	Tiempo de prueba Hrs.

Lectura inicial		1ª Lectura			Lectura final		
Hr.	Presión	Hr.	Presión	Tolerancia	Hr.	Presión	Tolerancia
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²
				0.5 kg / cm ²			0.1 kg / cm ²

Croquis

Observaciones

Realizó la prueba

Desarrollador / Constructor

Aceptó la prueba

Supervisor



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



5.8 Prueba de circulación de tuberías de alcantarillado sanitario y pluvial

Las pruebas de circulación de las redes de alcantarillado sanitario o pluvial, se realizan con objeto de verificar que no existan obstrucciones en las tuberías y pozos de visita, para dejarlas en condiciones de trabajo.

Criterio para la realización de la prueba de circulación.

Se plantea el siguiente criterio de prueba independiente del tipo de tubería de que se trate:

- La prueba se debe de realizar en tramos terminados.
- La prueba se realizará para la atarjea y los albañales localizados entre pozo y pozo
- Los pozos de visita deben estar limpios de cualquier material producto de excavación, lodo o escombros de la obra.
- Los registros sanitarios deberán estar limpios de cualquier material producto de excavación, lodo o escombros de la obra.
- Los pozos de visita y registro sanitarios deberán estar totalmente terminados y contar con su tapa correspondiente.
- Se procederá a probar primeramente la atarjea entre pozo y pozo con el siguiente método.
 - Se vacían en el pozo de aguas arriba 200 lts. de agua para humedecer la atarjea que será probada, la cual se encuentra reseca.
 - Una vez que ha terminado de pasar el agua por el pozo de aguas abajo, se proceden a vaciar dos botes de 19 lts. cada uno, en el pozo de aguas arriba.
 - Se deberá de observar el paso de los 38 lts. de agua en el pozo de aguas abajo, en forma Continúa. La razón de ser únicamente una pequeña cantidad de agua es que de ésta forma se detecta cualquier obstrucción o depresión en la línea.
 - Para detectarse alguna obstrucción se sondeará la tubería con varillas para limpiar la obstrucción. En caso contrario se abrirá un pozo a la distancia que marque el sondeo para sustituir la tubería tapada.
 - Una vez que se ha terminado de probar la atarjea se probarán la totalidad de los albañales que descargan entre pozo y pozo, vaciando en cada registro un bote de 19 lts. de agua esperando ver el flujo constante en el pozo de aguas abajo.
 - En caso de no salir el agua se deberá de sondear al albañal para destaparlo o ubicar el taponamiento y repararlo.
 - Una vez aceptada la atarjea y los albañales que descargan a ella entre pozo y pozo, se repetirá el procedimiento al tramo siguiente.
 - La prueba se deberá de empezar siempre aguas debajo de la red.
 - Después de haber sido probada la tubería el desarrollador deberá de realizar un lavado general a la red con pipas de agua antes de la recepción final de la obra.
 - Se recomienda efectuar muestreos oculares para verificar la calidad de la tubería complementaria a la verificación de la prueba, observando si la tubería presenta zonas húmedas en su cuerpo exterior.

A Continuación se presenta el formato para la prueba de circulación de las atarjeas y albañales sanitarios o pluviales.



GOBIERNO DE
SOLUCIONES



Prueba de Circulación de la Red de Alcantarillado Sanitario con descargas domiciliarias.

Nombre del Desarrollo _____

Fecha de la prueba _____

Prueba No. _____

Prueba de la atarjea						
Pozo De	A	Material	Clase	Diámetro	Longitud	Volumen de prueba

Prueba de albañales						
Pozo De	A	Material	Clase	Diámetro	Longitud	Volumen de prueba

Croquis

Observaciones

Realizó la prueba

Desarrollador / Constructor

Aceptó la prueba

Supervisor



GOBIERNO DE
SOLUCIONES

