



Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento

PD005.02 (Rev 8)

Fecha de entrada en vigor: 23/06/2022

Realizado por:

Gestión de Calidad en Infraestructuras

Sistema de Proyectos y Obras

Aprobado por:

Consejo de Administración de EMASESA el 22/06/2022.

HISTÓRICO DE MODIFICACIONES

Revisión nº	Fecha	Causas del cambio
5	27/09/2018	<p>Revisión del documento en su totalidad, con actualización de normativa aplicable.</p> <p>Cabe destacar, la inclusión y revisión de criterios y procedimientos relativos a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empleo de materiales en las redes de abastecimiento • Aceptación de materiales en contacto con el agua potable • Planos de detalle con diseños actualizados y más eficientes. • Limpieza y desinfección de la red • Prueba y recepción de la red • Conexión y puesta en servicio de la red.
6	02/10/2020	<p>Se actualizan y mejoran los requisitos exigidos a los suplementos de accionamiento de las válvulas.</p> <p>Se resuelve una omisión en cuanto a la distancia en que situar los caudalímetros.</p> <p>Se actualizan los requisitos de los pates.</p>
7	04/06/2020	<p>Se corrigen los planos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disposición de hidrante en pozo (AB-50) - Tapa y cerco de fundición dúctil C.P. 600 y C.P.700 para hidrantes (AB-110) <p>(Debido al carácter menor de los cambios que motivan la nueva versión, no es necesaria su aprobación por el Consejo de Administración de EMASESA, por lo que se mantiene la fecha de aprobación de dicho Consejo).</p>
8	<u>Ver portada</u>	<p><u>Actualización normativa de referencia: derogación de la EHE-08 y EA por entrada en vigor del Código Estructural (R.D.470/2021) el 10.11.2021, de aplicación obligatoria a proyectos y obras cuya orden de estudio o encargo se haya producido después de esa fecha; para obras de edificación que se inicien a partir del 10.11.2022, y para obras de ingeniería civil que se inicien a partir del 10.11.2024.</u></p> <p><u>EMASESA aplicará estas instrucciones desde su aprobación y entrada en vigor, para todas los proyectos y obras a partir de esta fecha.</u></p>

Nota: Los cambios se señalan subrayado punteado y los párrafos eliminados con el símbolo (•)

ÍNDICE

1. CONSIDERACIONES GENERALES	6
1.1.- OBJETO	6
1.2.- ALCANCE	6
1.3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN	6
1.3.1.- DOCUMENTOS RELACIONADOS	6
1.3.2.- LEGISLACIÓN SANITARIA	7
1.3.3.- LEGISLACIÓN DE PREVENCIÓN LABORALES	7
1.3.4.- OTRAS DISPOSICIONES APLICABLES	8
1.4.- DEFINICIONES	8
1.4.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	8
1.4.2.- COMPONENTES DE LA RED	8
1.4.3.- PRESIONES HIDRÁULICAS RELATIVAS A LA RED	10
1.4.4.- PRESIONES RELATIVAS A LOS COMPONENTES DE LA RED	11
1.4.5.- DIÁMETROS.....	12
1.4.6.- SISTEMA DE UNIDADES.....	12
1.5.- REQUISITOS TÉCNICOS PARA MATERIALES DE LAS REDES DE ABASTECIMIENTO	13
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED	15
2.1- TIPO DE RED DE DISTRIBUCIÓN.....	15
2.2.- TRAZADO Y SITUACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	15
2.3.- COEXISTENCIA DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN CON OTROS SERVICIOS	16
2.4.- PRESIONES DE SERVICIO	17
2.5.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN.....	18
2.6.- DIÁMETROS	18
2.7.- MATERIALES A UTILIZAR	19
2.8.- REQUISITOS PARA LOS COMPONENTES DE LA RED	20
2.8.1.- GENERALIDADES	20
2.8.2.- TUBERÍAS	20
2.8.2.1.- TUBERÍAS DE POLIETILENO.....	21
2.8.2.2.- TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL.....	21
2.8.2.3.- TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA	23
2.8.2.4.- TUBERÍAS DE ACERO	24
2.8.3.- ELEMENTOS DE MANIOBRA, CONTROL Y REGULACIÓN	25
2.8.3.1.- VÁLVULAS DE COMPUERTA	25
2.8.3.2.- VÁLVULAS DE MARIPOSA	27
2.8.3.3.- VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN	31
2.8.3.4.- VENTOSAS	32

2.8.3.5.- DESAGÜES	35
2.8.4.- ELEMENTOS DE MEDIDA	35
2.8.4.1.- MEDIDORES DE PRESIÓN	35
2.8.4.2.- MEDIDORES DE CAUDAL	37
2.8.4.3.- MEDIDORES DE NIVEL	44
2.8.5.- ELEMENTOS VARIOS	45
2.8.5.1.- TOMAS DE AGUA POTABLE	45
2.8.5.2.- HIDRANTES CONTRA INCENDIOS	46
2.8.6.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LA RED	47
2.8.6.1.- POZOS DE REGISTRO	47
2.8.6.2.- CÁMARAS	48
2.8.7.- ACCESORIOS DE LA RED	51
2.8.7.1.- DISPOSITIVOS DE TOMA EN CARGA	51
2.8.7.2.- MANGUITOS DE UNIÓN	52
2.8.7.3.- MANGUITOS DE REPARACIÓN O DERIVACIÓN	52
2.8.7.4.- BRIDAS DE ACOPLAMIENTO	53
2.8.7.5.- CARRETES DE DESMONTAJE	53
2.9.- NORMAS DE REFERENCIA	54
3. DISEÑO DE LA RED	56
3.1.- INFORMACIÓN PREVIA NECESARIA	56
3.2.- DIRECTRICES BÁSICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO	56
3.3.- CÁLCULO HIDRÁULICO	56
3.3.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	57
3.3.2.- CAUDALES DE DISEÑO	57
3.3.3.- VELOCIDADES Y RUGOSIDADES	57
3.3.4.- COMPROBACIÓN HIDRÁULICA	58
3.4.- CÁLCULO MECÁNICO	58
3.4.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	59
3.4.2.- RESISTENCIA MECÁNICA DE LA TUBERÍA	59
4. ACOMETIDAS	61
4.1.- GENERALIDADES	61
5. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	61
5.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES	61
5.2.- PERMISOS Y LICENCIAS	62
5.3.- INSPECCIÓN Y REPLANTEO	62
5.4.- SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN DE LAS TUBERÍAS	63
5.5.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS ENTERRADAS	64
5.5.1.- EJECUCIÓN DE LAS ZANJAS	64

5.5.2.- MONTAJE DE LA TUBERÍA	64
5.5.3.- CAMAS DE APOYO	65
5.5.4.- MACIZOS DE ANCLAJE	66
5.5.5.- RELLENO DE LAS ZANJAS	68
5.5.6.- REPOSICIÓN DE LOS PAVIMENTOS	68
5.6.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS AÉREAS	69
5.7.- INSTALACIONES SINGULARES	69
5.7.1.- GENERALIDADES	69
5.7.2.- PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	70
5.7.3.- PERFORACION MEDIANTE FUNDA METALICA	71
5.7.4.- PERFORACION MEDIANTE MICROTUNELADORA	72
6. REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS	73
6.1.- GENERALIDADES	73
7. PRUEBA Y RECEPCIÓN DE LA RED	74
7.1.- PRUEBA DE LA RED INSTALADA	74
7.2.- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA RED	77
7.3.- CONEXIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LA RED	83
7.4.- RECEPCIÓN DE LA RED	84
8. TRAMITACIÓN DE LOS PROYECTOS	85
8.1.- INFORME PREVIO DE PROYECTOS	85
8.2.- DOCUMENTACIÓN MÍNIMA A PRESENTAR	85
8.3.- INCUMPLIMIENTOS	86
9. PROCEDIMIENTO PARA LA ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS EN CONTACTO CON EL AGUA DE CONSUMO	86
9.1.- OBJETO	86
9.2.- ALCANCE	86
10. DETALLES CONSTRUCTIVOS	87

1. CONSIDERACIONES GENERALES

1.1.- OBJETO

Se redactan las presentes Instrucciones Técnicas con el objetivo de unificar los criterios de proyecto y construcción de la Red de Distribución de Agua de EMASESA para optimizar la prestación del servicio por la vía de la homogeneidad y normalización, facilitando además la labor de los Proyectistas, Constructores, Directores y Supervisores de Obras.

En cuanto a su contenido se refiere, fundamentalmente se desarrollan en la misma los aspectos relacionados con los apartados siguientes:

- 1) Consideraciones generales.
- 2) Características generales y requisitos establecidos para las tuberías y elementos principales de la red.
- 3) Dimensionamiento de la red y criterios generales para el cálculo mecánico de los conductos.
- 4) Acometidas.
- 5) Instalación de tuberías.
- 6) Rehabilitación de tuberías.
- 7) Pruebas y Recepción de la red.
- 8) Tramitación de los Proyectos
- 9) Procedimiento de aceptación de materiales y productos en contacto con el agua de consumo
- 10) Detalles constructivos.

1.2.- ALCANCE

Las presentes Instrucciones Técnicas resultarán de aplicación en todos los municipios en los que EMASESA tiene competencias en la Red de Distribución de Agua, resultando de obligado cumplimiento, salvo casos singulares debidamente justificados y autorizados por EMASESA, para todas las actuaciones que se realicen en los mismos y que tengan relación con los Proyectos y Obras de Redes, y/o Acometidas de Abastecimiento.

1.3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

1.3.1.- DOCUMENTOS RELACIONADOS

El presente documento resulta complementario del Reglamento Regulador de Prestación del Servicio

de Abastecimiento domiciliario de agua potable y otras actividades conexas al mismo. Asimismo, complementa al Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de EMASESA, que regula la redacción de los proyectos y/o la ejecución de las obras de contratación por EMASESA, y a la normativa de rango superior como son el Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua (Decreto 120/1991, de 11 de junio, modificado por el Decreto 327/2012, de 10 de julio, y el Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, BOE nº 74 de 28 marzo 2006). En todo lo incluido en estas instrucciones será de aplicación la norma de rango superior que aplique a cada artículo.

1.3.2.- LEGISLACIÓN SANITARIA

Deberán observarse las disposiciones recogidas en el RD 140/2003 en el que se establecen, además de los criterios sanitarios de la calidad del agua, los requisitos referidos a los productos de construcción en contacto con el agua de consumo humano. Se desarrolla en el Cap. 9 el Procedimiento de aceptación de materiales en contacto con el agua de consumo en EMASESA.

1.3.3.- LEGISLACIÓN DE PREVENCIÓN LABORALES

En aquellos trabajos que impliquen el acceso de Empresas contratistas a instalaciones y centros de trabajo de EMASESA, será de aplicación lo dispuesto en la ley de 31/1995 de Prevención de riesgos laborales y más concretamente el RD 171/2004 que desarrolla el Artículo 24: Coordinación de actividades empresariales (y GE018.11 Coordinación de actividades empresariales). Para la aplicación concreta de la normativa de prevención, EMASESA ha implementado en su sistema de gestión diferentes procedimientos de obligado cumplimiento, especialmente aquellos relacionados con tareas críticas. Se indica a continuación una lista no exhaustiva de los procedimientos asociados a tareas críticas que serán de obligado cumplimiento, debiendo recabarse previamente a la realización de los trabajos afectados, los documentos vigentes y actualizados que sean de aplicación a cada caso.

- GE018.27 Trabajos en espacios confinados.
- GE018.28. Trabajos con amianto
- GE018.30 Trabajos en altura.
- GE018.32 Trabajos en proximidad de riesgo eléctrico.
- GE018.33 Trabajos en Zanjas.
- GE018.43 Trabajos en zonas ATEX.
- GE018.44 Trabajos con riesgo de atropello

1.3.4.- OTRAS DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las expresamente recogidas en estas Instrucciones Técnicas, deberán cumplimentarse todas aquellas disposiciones legales que estén vigentes y resulten de aplicación.

1.4.- DEFINICIONES

1.4.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Es el conjunto de tuberías y elementos de maniobra y control que permite el suministro de agua a los consumidores.

La Red de Distribución comienza a la salida de la planta de tratamiento de agua y termina en el punto de conexión (llave de registro) con la instalación interior de suministro.

De una manera meramente orientativa y dependiendo de su rango, podemos clasificar a las distintas conducciones que forman parte de la Red de Distribución de la forma siguiente:

- **Red de Transporte:** Está constituida por las conducciones que transportan el agua desde la planta de tratamiento, depósitos de regulación o estaciones de bombeo, alimentando a la Red Arterial. Generalmente la conforman los conductos de mayor diámetro y no se permite que desde la misma se realicen acometidas para los suministros, tomas de agua potable y tomas contra incendios.
- **Red Arterial:** Está constituida por las conducciones que enlazan diferentes sectores de la zona abastecida. Al igual que en la Red de Transporte, tampoco se permite realizar desde la Red Arterial acometidas para los suministros, tomas de agua potable, y tomas contra incendios.
- **Red Secundaria:** Está formada por las conducciones que se conectan a la Red Arterial y de las que se derivan, en su caso, las acometidas para los suministros, tomas de agua potable, y tomas contra incendios.
- **Acometidas:** Está formada por las conducciones que unen la Red Secundaria con la Instalación Interior del inmueble que se pretende abastecer.
- **Conexión de red:** a los efectos de aplicación del presente documento, se entiende por conexión de red, la unión de nuevas redes instaladas con las redes existentes en servicio.

1.4.2.- COMPONENTES DE LA RED

- **Tubo:** Elemento de sección transversal interior uniforme en forma de sección circular y que, en sentido longitudinal, generalmente es recto.

Dependiendo de su comportamiento bajo carga, se distinguen los tipos siguientes:

- **Tubo flexible:** es aquel cuya capacidad de carga está limitada por la deformación (ovalización y/o deformación circunferencial) que es capaz de soportar sin romperse o sin tensión excesiva (comportamiento flexible).
 - **Tubo rígido:** es aquel cuya capacidad de carga está limitada por la rotura, sin deformación significativa de la sección (comportamiento rígido).
 - **Tubo semirrígido:** es aquel cuya capacidad de carga está limitada bien por la deformación y/o la tensión excesiva (comportamiento flexible) o bien por la rotura (comportamiento rígido), en función de su rigidez anular y de las condiciones de instalación.
- **Unión:** Dispositivo que permite enlazar de forma estanca dos elementos consecutivos de la tubería.

Se distinguen los sistemas de unión siguientes:

- **Uniones flexibles:** cuando permiten una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, así como un ligero desplazamiento diferencial entre ejes.
- **Uniones rígidas:** cuando no permiten una desviación angular significativa, ni durante ni después de la puesta en obra.

Otra clasificación habitual de los sistemas de unión sería la siguiente:

- **Uniones autotrabadas o resistentes a la tracción:** cuando son capaces de resistir el empuje longitudinal producido por la presión interna y, en su caso, por las fluctuaciones de temperatura y contracción de Poisson de la tubería sometida a presión interna.
 - **Uniones no autotrabadas o no resistentes a la tracción:** cuando tienen un juego axial adecuado para acomodar el movimiento axial del extremo liso inducido por fluctuaciones de temperatura y contracción de Poisson de la tubería sometida a presión interna, además de la desviación angular especificada.
- **Pieza especial:** Componente que, intercalado entre los tubos, permite realizar cambios de dirección o de diámetro, derivaciones, empalmes etc.
- **Válvulas:** Elementos que, instalados entre los tubos, permiten cortar o regular el caudal y la presión.
- **Elemento complementario:** Es cualquier estructura, fundamentalmente pozos, arquetas, cámaras de válvulas, macizos de anclaje, etc., que se intercala en la red permite y facilita su explotación.
- **Accesorios:** Elementos distintos a los tubos, piezas especiales, válvulas, uniones o elementos complementarios de la red, pero que forman parte también de la tubería (p. e., tornillos, contra-bridas, etc.).

- **Estación de calidad del agua:** Elemento urbano sobre rasante que aloja equipos para monitorizar en tiempo real varios parámetros de la calidad del agua de la red de distribución a la que acomete (presión, cloro, y otros).
- **Caudalímetro:** Elemento para la medición del caudal circulante por los conductos de la red de distribución de agua.
- **Presostato:** Interruptor de presión, es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión del medio líquido o gaseoso donde esté ubicado.

1.4.3.- PRESIONES HIDRÁULICAS RELATIVAS A LA RED

Los términos actualmente empleados para referirse a las presiones hidráulicas que solicitan a la tubería o a la red son los siguientes:

- **Presión estática:** Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.
- **Presión de diseño (DP):** Es la mayor de la presión estática o de la presión máxima de funcionamiento en régimen permanente en una sección de la tubería, excluyendo, por tanto, el golpe de ariete. A pesar de su denominación no es esta la presión para la que realmente se diseña la tubería, ya que no se considera la sobrepresión debida al golpe de ariete.
- **Presión máxima de diseño (MDP):** Es la presión máxima de funcionamiento que puede alcanzarse en una sección de la tubería en servicio, considerando las fluctuaciones producidas por un posible golpe de ariete. Corresponde a este valor de la presión aquel para el que realmente se diseña la tubería.
- **Presión de prueba de la red (STP):** Es la presión hidráulica interior a la que se prueba la tubería una vez instalada, para comprobar su estanqueidad.
- **Presión de funcionamiento (OP):** Es la presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.
- **Presión de servicio (SP):** Es la presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en la acometida.

Para evitar confusiones, la relación entre esta terminología y la empleada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del MOPU /1974, es la siguiente:

Concepto	UNE-EN 805:2000		Pliego MOPU 1974	
	Denominación	Siglas	Denominación	Siglas
Presión solicitante cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.	Presión de diseño (la mayor de ambas).	DP	Presión estática.	
Presión máxima en funcionamiento en régimen permanente.			Presión de servicio.	
Presión máxima que puede alcanzarse considerando las fluctuaciones debidas al golpe de ariete.	Presión máxima de diseño.	MDP	Presión máxima de trabajo.	Pt
Presión a la que se prueba la tubería una vez instalada.	Presión de prueba de la red.	STP	Presión de prueba en zanja.	
			Presión de prueba de estanqueidad.	

1.4.4.- PRESIONES RELATIVAS A LOS COMPONENTES DE LA RED

Respecto a los componentes de la red, los términos empleados para referirse a las presiones que cada componente es capaz de resistir individualmente son los siguientes:

- **Presión de funcionamiento admisible (PFA):** Es la presión máxima que un componente es capaz de resistir de forma permanente en servicio.
- **Presión máxima admisible (PMA):** Es la presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.
- **Presión de prueba en obra admisible (PEA):** Es la presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.
- **Presión de prueba en fábrica:** Es la presión hidráulica interior a la que se prueban los tubos, con antelación a su suministro, para comprobar su estanqueidad.
- **Presión de rotura:** Es la presión hidrostática interior que, en ausencia de cargas externas, deja fuera de servicio al material constitutivo de la tubería.

Aunque en la norma UNE-EN 805:2000 no se recoge el tradicional concepto de presión nominal (PN), si se incluye, por el contrario, en numerosas normas UNE-EN específicas de producto. Por esta razón, a efectos de clarificación, se incorpora a estas Instrucciones quedando definida de la manera siguiente:

- **Presión nominal (PN):** Es una designación numérica, utilizada como referencia, que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente de una red de tuberías.

La utilización del concepto de PN es de aplicación para las válvulas y para los tubos de materiales plásticos, no empleándose en general ni en los tubos de hormigón ni en los metálicos (acero y fundición) excepto cuando estos últimos tubos se unan mediante bridas, en cuyo caso el concepto PN caracteriza a las mismas.

Simplificadamente y a modo de síntesis, en la actualidad, la PN de un componente de la red se identifica con la presión que dicho elemento es capaz de soportar en servicio, sin considerar el golpe de ariete (PFA) y en ausencia de cargas externas.

RELACIÓN ENTRE LAS PRESIONES RELATIVAS A LA RED Y A LOS COMPONENTES		
Presiones de la Red		Presiones de los Componentes de la Red
DP	≤	PFA
MDP	≤	PMA
STP	≤	PEA

1.4.5.- DIÁMETROS

- **Diámetro interior (ID):** Diámetro interior medio de la caña del tubo en una sección cualquiera.
- **Diámetro exterior (OD):** Diámetro exterior medio de la caña del tubo en una sección cualquiera.
- **Diámetro Nominal (DN):** Designación numérica del diámetro de un componente mediante un número entero aproximadamente igual a la dimensión real en milímetros. Se puede referir tanto al diámetro interior (DN/ID), como al exterior (DN/OD).

1.4.6.- SISTEMA DE UNIDADES

Se utilizará el denominado Sistema Internacional (SI), fundamentado en las siguientes unidades básicas:

MAGNITUD	UNIDAD
Resistencias y Tensiones	N/ mm ² = MPa
Fuerzas	kN
Fuerzas por ud. de Longitud	kN/ m
Fuerzas por ud. de Superficie	kN/ m ² ó N/ mm ²
Fuerzas por ud. de Volumen	kN/ m ³
Momentos	kN x m

La correspondencia entre las unidades del Sistema Internacional (SI) y las del Sistema Métrico Decimal (MKS) es la siguiente:

$$1 \text{ N} = 0,102 \text{ kp} \quad \text{e, inversamente,} \quad 1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} / \text{mm}^2 = 10,197 \text{ kp} / \text{cm}^2 \quad \text{e, inversamente,} \quad 1 \text{ kp} / \text{cm}^2 = 0,0981 \text{ N} / \text{mm}^2$$

RELACIÓN ENTRE DISTINTAS UNIDADES DE PRESIÓN		
Para convertir:	En:	Debe multiplicarse por:
Atm	MPa = N/ mm ²	0,101325
Atm	m.c.a.	10,3326
Atm	kp/ cm ²	1,03323
MPa = N/ mm ²	Pa = N/ m ²	10 ⁶
MPa = N/ mm ²	kp/ cm ²	10,1972
Bar	MPa = N/ mm ²	0,1
Bar	Pa = N/ m ²	100.000

1.5.- REQUISITOS TÉCNICOS PARA MATERIALES DE LAS REDES DE ABASTECIMIENTO

Para asegurar que los materiales que se instalen en las redes de abastecimiento cumplen los requisitos de calidad y funcionalidad establecidos por parte de EMASESA, se prescribe que los materiales a instalar en las redes de abastecimiento que se ejecuten en su ámbito de competencia, estén autorizados expresamente por EMASESA de forma previa a su instalación, mediante la acreditación previa del cumplimiento de los Requisitos de los Materiales de Redes, vigente en cada momento, el cual abarca los requisitos a cumplir relativos al **Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano**, conforme al procedimiento vigente en EMASESA.

La instalación de cualquier otra tubería y/o elemento fabricados con materiales distintos a los señalados y que pudiera estar justificada, requiere la autorización previa de EMASESA. Para ello, deberá cumplir con lo especificado en el documento “Requisitos mínimos para la autorización de materiales/productos a emplear en las redes de abastecimiento y saneamiento de EMASESA” (GE021/02), publicado en la Web.

Independientemente de lo anterior, EMASESA realizará los ensayos y pruebas que considere necesarios para comprobar la calidad de los materiales y de las obras ejecutadas.

De igual modo, los materiales y equipos que se instalen en las estaciones de bombeo de agua potable, deberán estar expresamente autorizados por EMASESA de forma previa a su instalación y suministro, mediante la acreditación de las especificaciones técnicas particulares que apliquen a cada caso.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED

2.1- TIPO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

Como norma general, las redes de distribución serán malladas y deberán disponer de mecanismos adecuados que permitan su cierre por sectores.

Cuando, por razones suficientemente justificadas, esto no sea posible y resulte inevitable la instalación de ramales abiertos, será obligado instalar una válvula de seccionamiento en su inicio y una toma de agua potable en su final.

2.2.- TRAZADO Y SITUACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El trazado de las **tuberías de abastecimiento de distribución** será lo más recto posible y, con carácter general, deberán instalarse en terrenos de dominio público legalmente utilizables o, en casos excepcionales y previa consulta con EMASESA, en terrenos privados que sean accesibles de forma permanente y con la constitución de la oportuna servidumbre.

En las zonas urbanas, se deberá aportar una propuesta de trazado, basado en el diseño y cálculo adecuados al tipo de vía. Las conducciones discurrirán por vías o espacios públicos no edificables y los conductos que constituyen la red secundaria, se ubicarán bajo las aceras, debiendo procurarse que su tendido sea doble, es decir, que discurran por ambas aceras con objeto de evitar los cruces de las calles con las acometidas que de ellos se deriven, salvo casos excepcionales **determinados por EMASESA**, como los que se describen:

- calles con plataforma única (cuya anchura entre fachadas no supere **los 6 m**, y no existan condicionantes especiales),
- zonas residenciales con baja densidad de acometidas (urbanizaciones de viviendas unifamiliares, y similares)
- Y otros casos similares como: viales con escaso tráfico y escasas acometidas en alguno de los acerados, etc.

El trazado de la **red arterial** se concebirá, siempre que resulte posible y con objeto de posibilitar un suministro alternativo en caso de avería, de manera que se consiga un anillo de circunvalación principal, del cual se deriven otras arterias menores hacia las distintas áreas de consumo.

En cuanto a las **profundidades mínimas** a las que se han de instalar las redes de abastecimiento, con carácter general, se establece que la generatriz superior de las tuberías debe quedar a una profundidad mínima $\geq 0,80$ m si discurren por el acerado y $\geq 1,00$ m si discurren por la calzada,

resultando necesario adoptar las medidas de protección necesarias cuando, por causas justificadas, no pudiera respetarse los recubrimientos mínimos indicados.

En los **cruces con obras lineales** (carreteras, ferrocarriles, canales, etc.), las directrices generales que deben seguirse dependerán de los condicionantes de tipo técnico, económico o funcional de cada caso (perfil del terreno, diámetro de tubería, longitud de instalación, etc.), por lo que cada situación debe ser convenientemente estudiada. En este sentido, en el proyecto constructivo que deberá someterse a la aprobación de EMASESA, se habrá de justificar el método de instalación adoptado, recogiendo también en el mismo los condicionantes y prescripciones que resulten pertinentes. Las condiciones generales a cumplir serán las siguientes:

- a) Los conductos deberán quedar alojados en el interior de un tubo funda de diámetro suficiente para permitir su posterior desmontaje y reparación en caso de avería o modificación. Este tramo dispondrá de arquetas de registro, como mínimo, al inicio y al final.
- b) En los casos en que resulte necesario efectuar el cruce sin interferir el funcionamiento de la infraestructura existente, la instalación de la tubería habrá de realizarse en conformidad con las prescripciones establecidas en el apartado. 5.7. “Instalaciones Singulares” de las presentes Instrucciones Técnicas.

Resultará obligatoria la instalación de **válvulas de seccionamiento** en las derivaciones, cruces de calzadas o vías férreas, pasos de ríos o canales y, con carácter general, en los puntos singulares del trazado.

Además de en los puntos señalados, la instalación de las válvulas de seccionamiento deberá fijarse en función del diámetro de la tubería de forma tal que, se consideren y atiendan todos los criterios siguientes:

1. En caso de intervención en un tramo, el volumen a desaguar no sea superior a **100 m³**
2. Se minimice el nº de clientes afectados por el corte
3. Se minimice el nº de válvulas a manipular

Se utilizarán válvulas de compuerta en redes con diámetros inferiores a 300 mm y válvulas de mariposa en conducciones cuyo diámetro sea igual o superior a 300 mm.

2.3.- COEXISTENCIA DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN CON OTROS SERVICIOS

En la elección del trazado de las redes de abastecimiento deberán tenerse en cuenta los posibles servicios que pudieran resultar afectados, con los cuales habrá de existir una separación suficiente para facilitar las labores de explotación, mantenimiento, etc.

Con carácter general, se procurará que la separación entre las generatrices exteriores de las redes de

abastecimiento y las de los restantes servicios resulte \geq a 0,40 m en proyección horizontal longitudinal y que, bajo ninguna circunstancia, el espacio libre existente que circunda la tubería sea inferior a 0,20 m.

El cruce con cables u otras conducciones habrá de efectuarse de forma que el trazado de la red resulte lo más perpendicular posible, procurando mantener una separación entre generatrices \geq a 0,20 m, medida en el plano vertical.

Las redes de abastecimiento deberán instalarse a una separación suficiente de las edificaciones para reducir en la medida de lo posible, los daños que pudieran producirse a consecuencia de una rotura de las mismas. Con carácter general, y sea cual sea la profundidad en que se mida, las distancias mínimas a fachadas, cimentaciones u otras instalaciones subterráneas similares, será la siguiente:

- Para tuberías con $DN < 300$ mm: Distancia mínima = 0,80 m
- Para tuberías con $DN \geq 300$ mm: Distancia mínima = $0,35 \text{ m} + 1,5 \text{ DN}$

Las condiciones anteriores no serán de aplicación cuando las condiciones particulares de las obras así lo aconsejen, por la existencia de infraestructuras en servicio o construcciones que pudieran ser afectadas o interferir con la red que se proyecta.

Si por causas justificadas, las distancias recomendadas no pudieran mantenerse, deberá solicitarse de forma previa a su ejecución, la conformidad de EMASESA a las medidas de precaución que resulten precisas y se propongan, debidamente calculadas y justificadas. En cualquier caso, se habrán de tomar las disposiciones apropiadas para evitar todo contacto directo.

Cuando no sea posible elegir el trazado de las redes de abastecimiento, por discurrir en vías urbanas consolidadas, con edificaciones e infraestructuras de otros servicios preexistentes, se adoptarán las separaciones indicadas siempre que sea posible, y cuando no, se reducirán dejando la máxima separación que sea viable y adoptando las protecciones suficientes que garanticen la no afección entre elementos y redes, **lo que deberá justificarse previamente a su ejecución.**

Para evitar posibles riesgos de contaminación, el trazado de las redes de abastecimiento discurrirá siempre a superior cota que el de las redes de alcantarillado.

2.4.- PRESIONES DE SERVICIO

De acuerdo con la definición del Capítulo 1, se denomina presión de servicio (SP) de la red a la presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en la acometida.

Con carácter general, cuando se aborde el diseño de una red de abastecimiento se deberá considerar

que los diámetros de las tuberías resulten adecuados para conseguir que la presión que se alcance en la red responda al valor que, dependiendo del sector a abastecer, se tenga establecido.

En consonancia con lo anterior, para fijar el valor de la presión de servicio en cada caso concreto, resultará preceptiva la consulta previa a EMASESA.

2.5.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN

La determinación de la velocidad de circulación del agua resulta esencial en el diseño de una red de abastecimiento toda vez que, para un caudal establecido, depende de la misma la elección del diámetro de la tubería.

Por razones funcionales, la velocidad de circulación del agua debe quedar limitada entre un valor máximo y un valor mínimo.

Si la velocidad resulta excesivamente alta se producen elevadas pérdidas de carga y las sobrepresiones derivadas de los posibles golpes de ariete pueden resultar importantes y provocar roturas en las conducciones. Por otra parte, evitar la erosión de los materiales de la tubería o del revestimiento constituye otra de las razones que justifican la limitación de la velocidad máxima de circulación del agua.

Por el contrario, cuando la velocidad resulta excesivamente baja, además de la infrutilización de la tubería que ello supone y a la sensible disminución del cloro residual en el agua, se facilita la formación de depósitos de materias en suspensión que pueden provocar obstrucciones e incrustaciones de carbonatos en las paredes, con lo que se reduce la sección útil de paso.

En general y con carácter meramente orientativo, se deberá procurar que la velocidad de circulación del agua dentro de las tuberías alcance un valor comprendido entre 0,3 y 2,0 m/seg.

2.6.- DIÁMETROS

El diámetro de las tuberías se determinará en función del caudal y velocidad de circulación del agua, tras lo cual se comprobarán las presiones en los nudos de la red, se evaluarán las pérdidas de carga en el sistema y se efectuarán las correcciones precisas.

En el caso de que se prevea la instalación de hidrantes contra incendios, el diámetro mínimo (ID) requerido de la red será de 150 mm

Por razones funcionales, dependiendo del material empleado en su fabricación, los DN normalizados para las tuberías que se instalen en las redes de EMASESA son los que se indican en la tabla

siguiente:

Material de la Tubería	DN de utilización (mm)
H. Armado con Camisa de Chapa	1000-1200-1300-1400-1600-1800-2000-2200-2400-2600
Fundición Dúctil	60-80-100-150-200-250-300-400-500-600-800-1000-1200
Acero	> 200
Polietileno PE 100	63 -75-90-110-160-200
Polietileno PE 80 (sólo para acometidas)	32-40-50-63

En cualquier caso, previamente se deberán dimensionar las redes considerando el caudal, velocidad, presión y diámetros de las redes existentes y de las nuevas que se proyecten, comprobando que se atienden todas las demandas.

2.7.- MATERIALES A UTILIZAR

Salvo casos especiales en los que la utilización de materiales distintos a los señalados pudiera estar justificada, los materiales normalizados en las distintas conducciones que forman parte de la Red de Distribución de EMASESA son los siguientes, atendiendo al lugar de colocación:

a) **Red de Transporte:** (en cualquier ubicación)

- Hormigón armado con camisa de chapa
- Fundición dúctil
- Acero

b) **Red Arterial:** (en cualquier ubicación)

- Hormigón armado con camisa de chapa
- Fundición dúctil
- Acero

c) **Red Secundaria:**

- Fundición dúctil (en casco antiguo o zona urbana)
- Polietileno (PE 100) (solo en zona rústica para DN<250 mm o cuando no pueda emplearse FD de forma justificada)

d) **Acometidas:**

- Polietileno PE 80
- Polietileno PE 100
- Fundición dúctil

La elección del material de la tubería deberá condicionarse, además de por sus condiciones de uso,

por las características de la red existente en el entorno en el que va a ser instalada.

Con carácter general, las piezas especiales estarán fabricadas con el mismo material que la conducción en la que se instalen, debiendo ser autorizadas previamente a su empleo por EMASESA.

Los materiales que se indican deberán cumplir las prescripciones específicas que seguidamente se establecen, y publicadas en la Relación de Requisitos para Materiales de redes publicada en la web corporativa. La instalación de cualquier otra tubería y/o elemento fabricados con materiales distintos a los señalados y que pudiera estar justificada, requiere la autorización previa de EMASESA.

2.8.- REQUISITOS PARA LOS COMPONENTES DE LA RED

2.8.1.- GENERALIDADES

Los materiales empleados en la fabricación de los componentes de la red no deben producir alteración alguna en las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas del agua, aun teniendo en cuenta el tiempo y los tratamientos físico-químicos a que ésta haya podido ser sometida, siendo de aplicación lo especificado por el vigente Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (RD 140/2003).

A tal efecto, todos los materiales deberán quedar aceptados de forma previa a su instalación conforme al criterio de aceptación de materiales en contacto con agua de consumo que se desarrolla en el Capítulo 9 de este documento.

2.8.2.- TUBERÍAS

Las tuberías cumplirán las prescripciones recogidas en las normas específicas según cada tipo de material, y deberán ser capaces de soportar los esfuerzos a los que van a estar sometidos durante su almacenamiento, transporte, acopio en obra, montaje y puesta en funcionamiento, durante toda su vida útil. Las tuberías utilizadas estarán exentas de irregularidades en sus superficies, con espesores uniformes, de manera que las paredes exteriores e interiores queden regulares, lisas, exentas de rebabas, fisuras, oquedades, incrustaciones u otros defectos que puedan afectar a sus características hidráulicas o mecánicas.

Para la elección del tipo de conducto a utilizar en cada caso se habrán de tener en cuenta, además de las características específicas de los materiales empleados en la fabricación de las tuberías, criterios de funcionalidad de la red, debiendo procurarse la homogeneidad entre las conducciones a instalar y las existentes en el sector.

En todos los casos, se deberá acreditar el cumplimiento de los requisitos exigidos mediante certificación emitida por organismo externo al fabricante, acreditado por la ENAC.

2.8.2.1.- TUBERÍAS DE POLIETILENO

Los tubos fabricados con polietileno deberán ser de color negro con bandas azules y habrán de cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 12201-2 (Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE) Parte 2: Tubos) y acreditar cumplimiento del RD 140/2003.

En los tubos de polietileno el diámetro nominal (DN) coincide, aproximadamente, con el diámetro exterior (OD).

Campo de Aplicación:

- Red Secundaria de Abastecimiento (DN/OD: 63 – 75 - 90 - 110 - 160 - 200 mm)
- Acometidas Domiciliarias con DN/OD \leq 63 mm

Las tuberías que se utilicen en la **Red Secundaria** estarán fabricadas con polietileno del tipo PE 100 mientras que en las **Acometidas domiciliarias** el polietileno a utilizar dependerá del diámetro de las mismas (PE 80 para DN \leq 63 mm y PE 100 para aquellos casos excepcionales en que DN > 63 mm). En ambos casos la PN (PFA) requerida es de 1Mpa.

Los tipos de unión a emplear podrán ser los siguientes:

- Mediante accesorios electro soldables
- Mediante accesorios mecánicos: en tuberías con DN \leq 63 mm.
- Mediante soldadura a tope: en tuberías con DN > 110 mm y espesor \geq 4 mm.

Para la identificación de los tubos deberá especificarse el tipo de polietileno empleado en su fabricación, el diámetro nominal (DN) y la presión nominal (PN). En cualquier caso, se identificarán exteriormente por el color negro con bandas azules, y vendrán marcadas conforme norma de aplicación. Se aportará con cada suministro el certificado de calidad del material.

2.8.2.2.- TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL

Las tuberías y accesorios de fundición dúctil deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN-545 vigente (Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua). Se deberá atender especialmente el artículo 4.5. Recubrimientos exteriores y revestimientos interiores de los tubos; y las Tablas de dimensiones del capítulo 8 de la Norma UNE EN 545.

En los tubos de fundición dúctil, el diámetro nominal (DN) coincide, aproximadamente, con el diámetro interior (ID) y, para un determinado diámetro nominal (DN), el diámetro exterior (OD) es siempre fijo.

Para un mismo diámetro nominal (DN) los tubos pueden ser fabricados con distintas gamas de espesores de modo que su resistencia mecánica sea variable, para lo que, de acuerdo con lo

expresado en el párrafo anterior, el aumento o reducción de espesor se deberá conseguir modificando el diámetro interior (ID).

El tipo de unión a emplear podrá ser:

a) Flexible:

- De enchufe y extremo liso: se obtiene la estanqueidad por la simple compresión de un anillo elastomérico.
- Mecánica: la estanqueidad se logra por la compresión de un anillo elastomérico mediante una contrabrida apretada con bulones que se apoyan en el collarín externo del enchufe.
- Autotrabada: similar a la anterior, para los casos en los que se prevea que el tubo haya de trabajar a tracción.

b) Rígida:

- Mediante bridas: la estanqueidad se consigue mediante la compresión de una junta de elastómero.

Además de los requisitos establecidos en la normativa de referencia, con carácter general se establece que, en las redes de abastecimiento, la clase de presión requerida como mínimo será la que se especifica a continuación:

C100, para DN 60 – 100
C 64, para DN 125 - 150
C 50, para DN 200 – 250
C 40, para DN 300 – 450
C 30, para DN 500 – 1000
C 25, para DN 1100 – 1200

Cuando la unión se realice mediante bridas, éstas serán PN 16.

Los tubos de unión flexible se identificarán por su DN y la clase de presión (C) de que se trate. La identificación de un tubo con bridas requerirá, además de lo anterior, la determinación del PN de las mismas. El marcado de la tubería será único, continuo, y conforme a la norma UNE-EN 545, realizado en fábrica; debiendo aportar con cada suministro el certificado de calidad del material.

2.8.2.3.- TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

Los tubos y accesorios de hormigón armado con camisa de chapa (HACH) cumplirán las prescripciones recogidas en las normas UNE-EN 639 (Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón, incluyendo juntas y accesorios), UNE-EN 641 (Tubos de presión de hormigón armado con camisa de chapa, incluyendo juntas y accesorios) y UNE-642 (Tubos de presión de hormigón pretensado, con y sin camisa de chapa, incluyendo juntas, accesorios y prescripciones particulares relativos al acero de pretensar para tubos).

Estarán formados por una pared de hormigón, una armadura transversal compuesta por una o más jaulas cilíndricas y una camisa de chapa de acero soldada encargada de garantizar la estanqueidad.

El hormigón empleado y sus materiales constituyentes cumplirán las especificaciones recogida al respecto en el Código Estructural, título 2.

Normalmente, la camisa de chapa se sitúa más próxima al paramento interior y entre ambos pueden disponerse armaduras transversales y longitudinales o bien un mallazo, dependiendo del diámetro del tubo.

Se establece con carácter general que el espesor de la camisa de chapa no resulte inferior a 3 mm y las boquillas macho y hembra, cuyo espesor mínimo permitido será de 4 mm, deberán estar diseñadas y fabricadas de tal manera que, una vez colocado y enchufado, el tubo se autocentre.

La unión de la tubería se realizará con junta rígida, mediante soldadura. Todas las soldaduras deberán quedar comprobadas mediante sistemas normalizados de control, aportando los resultados favorables de los ensayos realizados de forma previa a su puesta en servicio.

En estos tubos, la designación genérica DN se refiere al diámetro interior (ID) y para un mismo DN los tubos pueden ser fabricados con distintos espesores de manera que, con igual capacidad hidráulica, su resistencia mecánica sea diferente. Las referidas variaciones de espesor se realizarán aumentando o disminuyendo el diámetro exterior (OD), manteniéndose fijo el diámetro interior (ID). La instalación autorizada queda limitada a los $DN/ID \geq 600$ mm.

Para posibilitar el cálculo mecánico y el dimensionamiento de la tubería se deberán facilitar al fabricante de la misma, además de los datos de identificación señalados, la información relativa al tipo de instalación, cargas solicitantes, etc. y, para la completa y unívoca definición del tubo, el fabricante deberá explicitar los parámetros necesarios, tales como el espesor de la tubería y de la chapa, disposición de armaduras, cuantía, etc.

La clasificación de los tubos se realizará determinando su DN y la presión máxima de diseño (MDP) que resistan. Se deberá aportar con cada suministro el certificado de calidad del material.

2.8.2.4.- TUBERÍAS DE ACERO

Con carácter general las tuberías a instalar serán de acero inoxidable, admitiéndose también, en casos puntuales sometidos al criterio y aprobación de EMASESA, el empleo de acero al carbono.

El acero a emplear en la fabricación de los tubos deberá tener como mínimo las características siguientes:

- **Tipo AISI 316 L, s/ ASTM**, para tuberías de acero inoxidable
- **Tipo 1.0044 (equivalente a S-275 JR)**, s/ UNE EN 10027-2 (Sistemas de designación de aceros. Parte 2: Designación numérica), para tuberías de acero al carbono

Los tubos se obtendrán conformando un producto plano, laminado en caliente o en frío, hasta conseguir una sección circular, con el posterior soldado de sus bordes, siendo los más utilizados los tubos con soldadura helicoidal.

En los tubos de acero, la designación genérica DN se refiere al diámetro exterior (OD) y, para un mismo DN, los tubos pueden ser fabricados con distintos espesores de manera que su resistencia mecánica sea diferente.

Los espesores de las tuberías deberán responder a la tabla siguiente:

DN / OD	Espesor mínimo (mm)	
	Acero Inoxidable	Acero al Carbono
100 a 200	3,2	4,5
200 a 350	3,2	4,5
400 a 500	4,5	5,4
600	5,4	6,3
700	6,3	7,1
800	7,1	8,0
900	8,0	8,8
1.000	8,8	10,0
1.300	10,0	11,9
1.600	11,0	13,0
<p>Observaciones:</p> <p>Para diámetros superiores a los indicados, el espesor de la tubería se deberá justificar mediante cálculo mecánico.</p> <p>Las tuberías sometidas a situaciones excepcionales de carga, requerirán estudio pormenorizado.</p>		

Cuando se utilicen tuberías de acero al carbono, tanto interior como exteriormente, deberá aplicarse al acero la protección que resulte más adecuada para prevenir los efectos de la corrosión, conforme a los espesores mínimos previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de EMASESA vigente (en adelante PPTG de EMASESA).

Los tubos de acero se clasificarán por su diámetro nominal (DN), por el espesor nominal (e) y por el tipo de acero empleado en su fabricación. Se deberá aportar con cada suministro el certificado de calidad del material.

Los revestimientos interiores en contacto con agua potable deberán estar previamente acreditados conforme al RD 140/2003 y aceptados por EMASESA.

2.8.3.- ELEMENTOS DE MANIOBRA, CONTROL Y REGULACIÓN

Son los elementos hidromecánicos que, instalados entre los tubos, permiten controlar el paso del agua, reducir su presión, etc.

Entre los numerosos tipos existentes en el mercado, en estas Instrucciones Técnicas nos ocuparemos exclusivamente de aquellos que más frecuentemente se instalan en nuestras redes.

Las válvulas de fundición dúctil deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN-1074 Partes 1 y 2 (Válvulas para el suministro de agua), además de acreditar el cumplimiento de RD 140/2003 en todos los casos, y aportar con cada suministro, la documentación de calidad del material, siendo preceptiva la aceptación de EMASESA para su empleo.

2.8.3.1.- VÁLVULAS DE COMPUERTA

Son elementos destinados a cerrar el paso del agua mediante un obturador deslizante que está alojado dentro de un cuerpo o carcasa y cuyo desplazamiento vertical se lleva a cabo mediante el giro de un eje sobre el cual se aplica el dispositivo de accionamiento.

Su función primordial es la de cierre y apertura, es decir, permitir o impedir, a voluntad, el paso del fluido en una conducción. Por ello, su posición básica de funcionamiento será abierta o cerrada, adquiriendo un carácter de provisionalidad las posiciones intermedias.

Las prescripciones requeridas a las válvulas de compuerta son las siguientes:

a) Características generales:

- Presión normalizada = PN 16
- Los enlaces a la conducción se realizarán mediante bridas PN 16
- La válvula será de paso total, dejando libre, en posición de obturador abierto, una sección del paso del fluido superior al 90% de la sección correspondiente al DN.
- La estanqueidad en el cierre se conseguirá mediante la compresión, en todo el perímetro interno

de la válvula, del elastómero que recubre el obturador. El cuerpo no llevará acanaladura alguna en su parte inferior.

- El cierre de la válvula se realizará mediante giro del eje en sentido contrario al de las agujas del reloj.
- El conjunto de maniobra será suministrado por el mismo fabricante que la válvula. Cuando no sea posible, por necesitar un suplemento mayor de 1 m, se realizará conforme se indica en el correspondiente plano de detalle, previa y expresa aprobación de EMASESA.

b) Características de los materiales:

Los materiales de los diversos elementos principales de la válvula responderán, como mínimo, a las características siguientes:

- Cuerpo / Tapa: Fundición nodular, Mín. GGG-40 / FGE 42 (ENGJS-400-15 S/ UNE-EN 1563 Fundición. Fundición de grafito esferoidal.)
- Obturador: Fundición nodular, recubierta de elastómero EPDM.
- Eje: Acero inoxidable con, al menos, 13 % Cr.
- Tuerca: Aleación de Cobre de alta resistencia
- Tornillería: Acero al carbono, calidad min. 8.8 s/UNE-EN ISO 898-1 (Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino. - ISO 898-1:2013), Cadmiado o Bicromado
- Capuchón de accionamiento: Fundición nodular
- Todos los materiales de fundición y acero deberán llevar una protección adecuada contra la corrosión (espesor mín. 150 micras) Los revestimientos y materiales interiores en contacto con agua potable deberán estar previamente acreditados conforme al RD 140/2003 y aceptados por EMASESA según Capítulo 9 de este documento.

c) Características dimensionales:

- Los diámetros normalizados (DN) para las válvulas de compuerta instaladas en las redes de EMASESA son los siguientes: 65 - 80 – 100 – 125 – 150 – 200 – 250.
- Longitud de montaje: corresponderá a la serie básica 14, según Norma UNE-EN 558 (Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase) (equivalente a la serie F4 – DIN 3202-1).

DN (mm)	65	80	100	125	150	200	250
L (mm)	170	180	190	200	210	230	250

d) Características de funcionamiento:

- Las válvulas de compuerta deberán cumplir los requisitos de funcionamiento recogidos en la norma UNE EN 1074-Parte 2 (Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento).

e) Marcado de las válvulas:

- En conformidad con la norma UNE-EN 19 (Válvulas industriales. Marcado de válvulas metálicas) y UNE-EN 1074-1 (Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1: Requisitos generales.), todas las válvulas llevarán marcado en el cuerpo, además del distintivo y modelo del fabricante, la identificación del material del cuerpo, la presión nominal PN y el diámetro nominal DN.
- Además de lo anterior, deberán llevar indicado el sentido de giro, anti horario, para el cierre.

f) Garantía complementaria:

- La garantía exigida contra cualquier defecto de fabricación y funcionamiento se fija en **diez (10) años**, durante los cuales correrán a cargo del contratista, además de los gastos de sustitución de la válvula, las indemnizaciones por los daños que se pudieran provocar como consecuencia de defectos de fabricación en la misma. La documentación que acredite esta garantía se entregará antes o al término de las obras, junto con el resto de documentos requeridos para la recepción por EMASESA. **Esta documentación se entregará por el contratista de las obras o por el promotor, en aquellos casos en que no lo sea EMASESA, y deberá incluir identificación de las marcas, modelos de las válvulas, la identificación del lote concreto con localización en plano, y anexos, los documento del/los fabricante/s que certifique esta garantía a EMASESA.**

De acuerdo con la consideración de EMASESA para cada caso concreto y en conformidad con lo representado en los correspondientes planos de detalle del Cap.10 Detalles constructivos, las válvulas de compuerta podrán instalarse alojadas en pozos de registro o bien enterradas, en cuyo caso, deberá prolongarse el cuadradillo de accionamiento de la válvula, por medio de un eje de maniobra convenientemente fijado y protegido por un tubo–funda de PVC, hasta la caja de registro o trampillón que deberá responder al diseño implantado por EMASESA para este elemento.

Para posibilitar el desmontaje posterior de las válvulas, la unión de las mismas a la conducción se realizará intercalando en uno de sus extremos una brida de acoplamiento universal.

2.8.3.2.- VÁLVULAS DE MARIPOSA

Son elementos hidromecánicos en los que el control del paso del agua se realiza mediante un obturador en forma de disco o lenteja que gira diametralmente mediante un eje, construido en una o dos piezas, solidario con el obturador.

Al igual que las de compuerta, el funcionamiento habitual de las válvulas de mariposa deberá ser de

apertura o cierre total, por lo que las posiciones intermedias tendrán un carácter de provisionalidad.

Las prescripciones requeridas para las válvulas de mariposa son las siguientes:

a) Características generales:

- Presión normalizada (mín.) = PN 16
- Los diseños admitidos en EMASESA para el cuerpo de la válvula de mariposa son los que se indican:
 - Cuerpo con bridas autorresistentes en ambos extremos.
 - Cuerpo de sección en “U” con bridas de centrado.
 - La disposición de taladros de las bridas, con carácter general, será PN 16 para cualquier diámetro en que se instale.
- Las válvulas serán de eje céntrico.
- El cierre de la válvula se producirá con giro del eje a la derecha, en el sentido de las agujas del reloj, mediante el contacto entre la superficie del obturador y el anillo de elastómero que recubrirá interiormente al cuerpo y doblará sobre las caras de las bridas, conformando la junta de estanqueidad de la conducción.

b) Características de los materiales:

Los materiales de los diversos elementos principales de la válvula responderán, como mínimo, a las características siguientes:

- Cuerpo: Fundición nodular, GGG-40 (ENGJS-400-15 s/UNE-EN 1563 Fundición. Fundición de grafito esferoidal.)
- Eje: Acero inoxidable con, al menos, 13 % Cr
- Compuerta: Acero inoxidable
- Cojinetes: Bronce o Teflón
- Anillo de Elastómero: EPDM
- Todos los materiales de fundición y acero deberán llevar una protección adecuada contra la corrosión (espesor mín. 150 micras). Los revestimientos y materiales interiores en contacto con agua potable deberán estar previamente acreditados conforme al RD 140/2003 y aceptados por EMASESA según Capítulo 9 de este documento.

c) Características dimensionales:

- Los diámetros normalizados (DN) de las válvulas de mariposa instaladas en las redes de EMASESA serán ≥ 300 mm.
- La longitud de montaje de las válvulas de mariposa se corresponderá a las series básicas 13 (Válvulas con bridas autorresistentes) ó 20 (Válvulas con bridas de centrado), según Norma UNE-EN 558 (Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una

cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase).

d) Características de funcionamiento:

- Las válvulas de mariposa deberán cumplir los requisitos de funcionamiento recogidos en la norma UNE-EN 1074-2 y UNE-EN 1074-2/A1 (Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento).

e) Marcado de las válvulas:

- En conformidad con la norma UNE-EN 19 (Válvulas industriales. Marcado de válvulas metálicas) y UNE EN 1074-1 (Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1: Requisitos generales.), todas las válvulas llevarán marcado en el cuerpo, además del distintivo y modelo del fabricante, la identificación del material del cuerpo, la presión nominal PN y el diámetro nominal DN.

f) Garantía complementaria:

- La garantía exigida contra cualquier defecto de fabricación y funcionamiento se fija en **diez (10) años**, durante los cuales correrán a cargo del contratista, además de los gastos de sustitución de la válvula, las indemnizaciones por los daños que se pudieran provocar como consecuencia de defectos de fabricación en la misma. La documentación que acredite esta garantía se entregará antes o al término de las obras, junto con el resto de documentos requeridos para la recepción por EMASESA. **Esta documentación se entregará por el contratista de las obras o por el promotor, en aquellos casos en que no lo sea EMASESA, y deberá incluir identificación de las marcas, modelos de las válvulas, la identificación del lote concreto con localización en plano, y anexos, los documento del/los fabricante/s que certifique esta garantía a EMASESA**

g) **INSTALACIÓN:**

La instalación de las válvulas de mariposa deberá realizarse de forma tal que su cuerpo solo esté sometido a esfuerzos de compresión, debiendo efectuarse su montaje con tirantes entre las bridas de las tuberías en las que se monta la válvula.

Todas las válvulas de mariposa deben llevar un by-pass con válvula de compuerta de cierre elástico que permita las operaciones de mantenimiento y puesta en servicio adecuadamente.

Las bridas de las tuberías deben ser planas, estar bien alineadas y con correcto paralelismo para evitar el trabajo anormal de las bridas de la válvula y tirantes de conexión. La disposición de taladros de las bridas corresponderá, según norma DIN, a PN 16 para las válvulas de cualquier diámetro. Los tornillos se deberán apretar alternando entre caras opuestas, hasta que el cuerpo de la válvula (metálico) entre en contacto con la superficie de la brida.

La conexión de las válvulas de mariposa a las tuberías deberá posibilitar su desmontaje y/o montaje posterior para lo cual, en uno de sus extremos deberá intercalarse un carrete de desmontaje, el cual, siempre que sea posible, se colocará aguas abajo de la válvula.

La instalación de las válvulas se realizará procurando que el eje de la mariposa quede en posición horizontal o próxima a ésta.

Una vez instalada la válvula, deberá repetirse varias veces el proceso de apertura y cierre de la misma (si es posible, manualmente) para asegurarse de que el disco no encuentre interferencias.

Las maniobras de apertura o cierre de la válvula se realizarán por medio del dispositivo de accionamiento, mediante el cual, a través de un mecanismo de desmultiplicación/reducción, se transmite al eje de la válvula el esfuerzo necesario para vencer la resistencia de la misma.

Las condiciones de funcionamiento requeridas al mecanismo de desmultiplicación/reducción son las siguientes:

- Deberá disponer de topes ajustables en las posiciones “todo abierto”/“todo cerrado” y de topes autobloqueantes de forma que el obturador pueda ajustarse en cualquier posición.
- Tendrá incorporado un indicador de posición que indique el grado de apertura de la válvula.
- Todo el mecanismo estará alojado en una carcasa de fundición con su interior engrasado de forma tal que pueda garantizarse su funcionamiento después de un largo periodo de inactividad.
- El conjunto resultará estanco al chorro y al polvo fino, exigiéndose un grado de protección contra los efectos de una inmersión accidental equivalente, como mínimo, a IP 67. En aquellos casos en que se prevean altos grados de humedad permanente, se instalarán reductores con su mecanismo en baño de aceite o con un grado de protección de IP 68 y, en caso de temerse inundaciones en el recinto donde se aloje el reductor, se deberán instalar prolongadores del cuello de la válvula.

Cuando se desee maniobrar la válvula a distancia en accionamientos todo-nada y, excepcionalmente, para regulación de caudal con bajas pérdidas de presión en aquellos casos donde no se prevean condiciones de cavitación, para el accionamiento de las válvulas se utilizarán servomotores eléctricos los cuales habrán de tener las características siguientes:

- Desmultiplicador-reductor de dos etapas con “fusible mecánico”.
- Par variable adaptado a las condiciones de funcionamiento de la válvula.
- Motor para servicio intensivo.
- Tensión eléctrica según disponibilidad de alimentación asegurada.
- Mando manual de emergencia con volante dotado de limitador de esfuerzo y embrague automático.
- Contactos libres de tensión para indicación de finales de carrera abierto y cerrado.
- Contactos libres de tensión para indicación de limitador de par apertura y cierre.

- Indicador de posición mecánica local y señal analógica lineal de posición.
- Caja de conexiones estanca con pasacables IP 68.

Cuando se instalen servomotores eléctricos dentro de cámaras con ambiente húmedo y/o corrosivo, o con riesgo de inundación, se podrán ubicar los mismos fuera de dichas cámaras, de modo que pueda realizarse la maniobra requerida, mediante un eje o husillo acoplado a la válvula. Asimismo, se preverá el espacio suficiente alrededor del servomotor para realizar su montaje y desmontaje, así como las tareas de mantenimiento necesarias.

Las válvulas de mariposa deberán ir alojadas en pozos o en cámaras de registro y su instalación deberá realizarse en conformidad con las siguientes condiciones generales:

- Entre bridas de la tubería, debiendo existir una correspondencia entre la disposición de taladros de las bridas de la tubería y de la válvula y sin que la válvula pueda quedar sometida a las condiciones de servicio de la red en el caso de que la tubería aguas abajo esté desmontada.
- Sin junta de estanqueidad (el anillo elástico garantiza la estanqueidad a lo largo de la brida).
- Con tirantes (la conexión entre bridas aguas arriba y aguas abajo tiene que ser positiva y rígida para que el cuerpo de la válvula sólo esté sometido a esfuerzos de compresión).
- Con carrete de desmontaje, debiendo solidarizarse mediante tirantes la tubería de aguas abajo con la de aguas arriba.

2.8.3.3.- VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN

Son elementos hidromecánicos capaces de provocar, de forma automática e independiente del caudal circulante, una pérdida de carga tal que la presión aguas abajo no supere un valor máximo prefijado.

En general, no se admitirán reducciones de presión mayores del 50%, por lo que, de resultar éstas necesarias, se habrán de instalar dos válvulas reductoras en serie.

Deberá posibilitarse la instalación de manómetros aguas arriba y abajo de la válvula reductora de presión y en caso de colocarse dos válvulas en serie habrá de preverse la instalación de un tercer manómetro entre las mismas.

Aguas arriba y abajo de las válvulas reductoras de presión se instalarán válvulas de seccionamiento de mariposa o compuerta, según diámetro, con sus respectivos carretes de desmontaje.

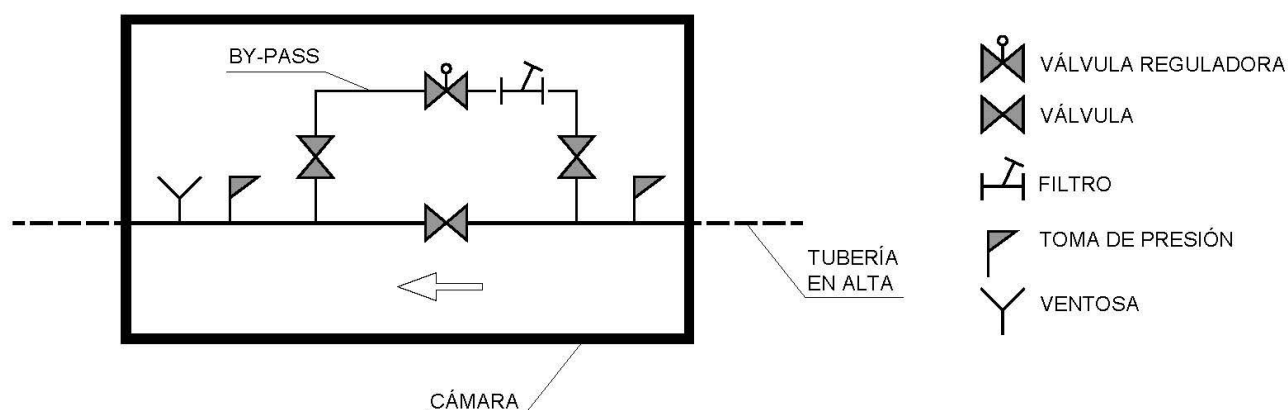
Por motivos económicos y funcionales, estos dispositivos se instalarán en by-pass de menor diámetro de la conducción principal, alojándose en cámaras de registro cuyas características responderán a lo representado en los correspondientes planos de detalle del Cap.10 Detalles constructivos, destacando los siguientes elementos:

- La válvula reguladora se instalará en by-pass de una válvula manual. Dicho by-pass estará controlado aguas arriba y abajo por sendas válvulas de seccionamiento. La válvula reguladora

dispondrá de visor de posición.

- Se instalará un filtro aguas arriba de la válvula reguladora
- En la conducción principal, se instalará tubo y válvula de bola (1/2", acero inoxidable) para poder insertar manómetro, tanto aguas arriba, como aguas abajo del by-pass, debiendo permitir su rápido montaje en situación de funcionamiento ordinario de la conducción, tanto si se alojan en arquetas como en otra disposición.
- Se instalará una ventosa aguas abajo del by-pass.

Según el esquema que se indica a continuación:



Todo el conjunto quedará instalado en una arqueta de dimensiones adecuadas y suficientes para permitir las operaciones de mantenimiento en todos sus elementos, con las herramientas para maniobrarlos y/o desmontarlos, y en condiciones de seguridad adecuadas (válvulas accesorias, válvula reguladora, filtros, manómetros, ventosa), sin afectar al vial bajo el que se encuentren.

Garantía complementaria:

- La garantía exigida contra cualquier defecto de fabricación y funcionamiento se fija en **diez (10) años**, durante los cuales correrán a cargo del contratista, además de los gastos de sustitución de la válvula, las indemnizaciones por los daños que se pudieran provocar como consecuencia de defectos de fabricación en la misma. La documentación que acredite esta garantía se entregará antes o al término de las obras, junto con el resto de documentos requeridos para la recepción por EMASESA. **Esta documentación se entregará por el contratista de las obras o por el promotor, en aquellos casos en que no lo sea EMASESA, y deberá incluir identificación de las marcas, modelos de las válvulas, la identificación del lote concreto con localización en plano, y anexos, los documento del/los fabricante/s que certifique esta garantía a EMASESA.**

2.8.3.4.- VENTOSAS

Las ventosas de fundición dúctil deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 1074-4 (Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadoras y ventosas).

Las ventosas son elementos hidromecánicos que se conectan a la tubería en los puntos característicos de su trazado, asegurando de forma automática las operaciones relativas a la expulsión y entrada de aire en la conducción.

Las prescripciones requeridas a las ventosas son las siguientes:

a) Características generales:

- Las ventosas serán de triple función, respondiendo su funcionamiento a las tres situaciones que se indican a continuación:
 1. Expulsión del aire almacenado en la tubería, durante el proceso de llenado.
 2. Entrada de aire, en la conducción durante los procesos de vaciado.
 3. Expulsión continua del aire procedente de la desgasificación del agua, estando la conducción en servicio.
- Presión nominal PN 16.
- El enlace a la conducción se realizará mediante brida PN 16.
 - El cuerpo y la tapa serán de fundición dúctil, mín. GGG 40 (ENGJS-400-15 s/UNE-EN 1563. Fundición. Fundición de grafito esferoidal)
- Todos los materiales y revestimientos interiores que puedan estar en contacto con agua potable deberán estar previamente acreditados conforme al RD 140/2003 y aceptados por EMASESA según Capítulo 9 del presente documento.

b) Parámetros funcionales:

En las condiciones límites recomendables (diferencias de presión de +0,15 bar durante el llenado y de -0,35 bar durante el vaciado de la tubería), los caudales mínimos de aire que deberá proporcionar la ventosa son los siguientes:

Expulsión de aire durante el llenado:

DN (mm)	50	80	100	150	200	250	300
Q exp (l/s)	150	350	500	1.200	1.700	3.000	4.500

Admisión de aire durante el vaciado:

DN (mm)	50	80	100	150	200	250	300
Q adm (l/s)	200	500	600	1.500	2.600	5.000	8.000

A título meramente orientativo y atendiendo fundamentalmente a garantizar una suficiente entrada de aire durante el vaciado de las tuberías para evitar el colapso por depresión de las mismas, en función del tamaño de la conducción se puede fijar el DN de las ventosas de acuerdo con la tabla siguiente:

DN Tubería (mm)	< 300	300 a 600	600 a 900	900 a 1.200	> 1,200
DN Ventosa (mm)	50 a 65	80 a 100	150	200	2 x 200

Su colocación se realizará intercalando entre la brida de la ventosa y la de la derivación una válvula de compuerta que permita el aislamiento de la ventosa en caso de avería o para efectuar labores de inspección y/o mantenimiento. Las ventosas se instalarán alojadas en pozos o en cámaras de registro que dispondrán de una poceta de achique de al menos 40 x 40 cm., y cuyas características responderán a lo representado en los correspondientes planos de detalle del Cap.10 Detalles constructivos.

Garantía complementaria:

- La garantía exigida contra cualquier defecto de fabricación y funcionamiento se fija en **diez (10) años**, durante los cuales correrán a cargo del contratista, además de los gastos de sustitución de la válvula, las indemnizaciones por los daños que se pudieran provocar como consecuencia de defectos de fabricación en la misma. La documentación que acredite esta garantía se entregará antes o al término de las obras, junto con el resto de documentos requeridos para la recepción por EMASESA. **Esta documentación se entregará por el contratista de las obras o por el promotor, en aquellos casos en que no lo sea EMASESA, y deberá incluir identificación de las marcas, modelos de las válvulas, la identificación del lote concreto con localización en plano, y anexos, los documento del/los fabricante/s que certifique esta garantía a EMASESA.**

2.8.3.5.- DESAGÜES

Son componentes de la red que permiten el vaciado de la misma, consistiendo básicamente en derivaciones situadas en la generatriz inferior de la tubería a desaguar, controladas mediante una válvula de seccionamiento de compuerta o mariposa, según su diámetro, y un tramo de tubería hasta llegar a la red de alcantarillado o a un punto de desagüe apropiado.

Con carácter general, todo sector de la red que pueda quedar aislado mediante válvulas de seccionamiento deberá disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota.

A título orientativo, los DN de los desagües, en función del tamaño de la tubería, pueden ser los indicados en la tabla siguiente:

DN Tubería (mm)	< 300	400 a 500	600 a 800	1000	1200 a 1600	> 1600
DN Desagüe (mm)	80	100	150	200	300	400

Con carácter general y salvo casos excepcionales autorizados previamente, el diseño de los desagües responderá al modelo normalizado por EMASESA, cuyas características se representan en el correspondiente plano de detalle del Cap.10 Detalles constructivos. En casos excepcionales en que la existencia de otras infraestructuras no permitiese la colocación de la válvula de desagüe en pozo, se permitirá su colocación enterrada, previa consulta y aprobación de tal disposición por EMASESA.

2.8.4.- ELEMENTOS DE MEDIDA

2.8.4.1.- MEDIDORES DE PRESIÓN

Los dispositivos más utilizados para medir la presión en la red de abastecimiento son los siguientes:

a) MANÓMETROS:

Su principio de funcionamiento está basado en el desplazamiento de un elemento primario elástico, el cual resulta proporcional a la presión que se desea medir.

Deberán tener las características que se indican:

- Rango de medida: 0 ÷ 10 kg/cm²
- Precisión de la clase 1

b) TRANSMISORES DE PRESIÓN:

En ellos, el desplazamiento del elemento primario elástico se convierte en una señal electrónica, siendo las características requeridas para los mismos las que se indican a continuación:

Suministro de transmisores inteligentes de presión relativa de rangos de funcionamiento 0-0,35 bar y

0-3,5 bar con indicador digital incorporado, con ajuste local de cero y span, rango 0-3,5 bar con certificado de calibración 0-35 mca y rango 0-35 bar con certificado de calibración 0-100 mca.

Con las siguientes características:

- Material de cabezal y diafragma: AISI 316L
- Líquido de llenado: Aceite de silicona DC 200
- Conexión a proceso: NPT ½" M
- Material de carcasa electrónica/conexión: Aluminio poliéster /NPT ½"
- Salida/Protocolo: 4..20 mA/Protocolo HART 7.0
- Selección interfaz cliente: Indicador avanzado/botones/multilenguaje
- Precisión y calibración: Estándar de fábrica
- Soporte de montaje: Soporte angular /Acero carbono
- Conexiones y Adaptadores: NPT ½ conex. Conducto certific. 316 SS
- Certificaciones y garantía: Informe prueba calibr. y certificado (F3399)
- Precisión hasta 0.055% del span calibrado y 0.025% Opt.
- Estabilidad hasta 0.015% de URL por año durante diez años
- Compensación automática de temperatura
- Alcance hasta 100: 1
- Tiempos de respuesta rápidos de 80ms
- Capacidad de cero, span y configuración externa
- Conexiones eléctricas insensibles a la polaridad
- Diseño de sello Dual Integral para seguridad basado en ANSI / NFPA 70-202 y ANSI / ISA 12.27.0
- Cumplimiento total de los requisitos SIL 2/3 como estándar.
- Características de diseño modular

La instalación de los elementos para la medida de presión se realizará observando los siguientes condicionantes:

- 1) Por norma general los transmisores de presión que estén destinados a medir la presión impulsión en estaciones de bombeo, se instalaran de forma redundante, mediante la incorporación de una caja de conmutación que permita la selección u alternancia de uno u otro equipo de forma manual o automática. Las especificaciones y características de esta caja de conmutación deberán ceñirse a lo recogido en las prescripciones técnicas elaboradas por los servicios técnicos de EMASESA.
- 2) El medidor deberá situarse en puntos de la red en los que el flujo resulte lo más regular posible. Por consiguiente, las secciones en las que el perfil de velocidades se deforme a consecuencia de un codo, una válvula, o cualquier perturbación hidráulica, deben ser reemplazadas por otras

secciones de medida que presenten mejores condiciones de flujo.

- 3) Deberán evitarse los puntos altos y bajos de la tubería con objeto de prevenir, respectivamente, las bolsas de aire y el riesgo de obstrucción por depósitos sólidos.
- 4) El plano de la sección de medida debe resultar normal a la dirección del flujo, resultando conveniente que se disponga en un tramo de la tubería que esté exento de tomas o aportes de agua y que sea recto en una longitud de, como mínimo, tres diámetros aguas arriba y dos diámetros aguas abajo de la misma.
- 5) La superficie de la tubería debe ser lisa y paralela al flujo en las proximidades del orificio para la toma de presión, en una distancia mínima de 300 mm aguas arriba y 100 mm aguas abajo del mismo.
- 6) Cuando la tubería sea de acero, las tomas de presión deberán disponerse en inserciones de acero inoxidable y en el caso de que las tuberías sean de hormigón armado con camisa de chapa, las tomas de presión deben estar en el centro de una placa de acero o bronce de diámetro mínimo 300 mm.
- 7) Los dispositivos para la toma de presión deben resultar rasantes con la pared interna de la tubería.
- 8) El orificio cilíndrico de la toma de presión habrá de tener un diámetro “d” comprendido entre 3 y 6 mm, con una longitud mínima “l” igual al doble del diámetro “d”. Deberá resultar perpendicular a la pared de la tubería y estar exento de rebabas o irregularidades que pudieran causar perturbaciones locales.
- 9) En el mismo punto de toma deberá instalarse una válvula de aislamiento.
- 10) El conducto de unión entre el dispositivo de toma y el medidor de presión deberá tener un diámetro comprendido entre 8 y 20 mm que, como mínimo, resulte el doble de la toma. Dicho conducto estará desprovisto de tomas intermedias, no admitiéndose ninguna fuga en sus uniones.
- 11) Entre el conducto de unión y el medidor de presión, se instalará una válvula de aguja de 3 vías, una de las cuales estará destinada para purga o simulación.

2.8.4.2.- MEDIDORES DE CAUDAL

Para la medición del caudal circulante por los conductos de la red de distribución de agua, independientemente de los contadores para acometidas de clientes, los elementos comúnmente utilizados en las redes secundarias son los que se indican:

a) CAUDALÍMETROS ELECTROMAGNÉTICOS:**a.1. Especificaciones Técnicas Requeridas**

Se debe consultar a EMASESA en cada caso las que sean de aplicación, en fase de proyecto y siempre antes de su ejecución y montaje, para asegurar la aceptación e integración de estos equipos en los sistemas de EMASESA.

No obstante, las principales son:

- Caudalímetro en línea con sensor primario en tubo o carrete de medida.
- Instalación con electrónica separada, salvo indicación en contrario.
- Alimentación a 24 Vcc proveniente de tensión asegurada. En determinadas aplicaciones, en ausencia de tensión continua, se podrá alimentar a 230 Vca igualmente asegurada.
- Presión nominal PN 16.
- Carrete electromagnético: Tubo electromagnético provisto de memoria no volátil con almacenamiento de datos de carrete y calibración. Con electrodo de puesta a tierra.
- 2 bridas de igualación de potencial en acero inoxidable AISI 316L.
- Material del tubo de medida en acero inoxidable AISI 304.
- Material de las bridas y la carcasa en acero al carbono ASTM 105 con recubrimiento epoxi.
- Protección ambiental del carrete IP68. Apto para ser enterrado directamente.
- Conexión al proceso: Bridas s/ UNE-EN 1092-1 (Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero).
- Revestimiento del tubo y de las bridas en EPDM apto para estar en contacto con agua de consumo humano.
- Material de los electrodos de medida de Hastelloy C-276.
- Precisión de la medida mejor del 0,25% del caudal medido.
- Sus dimensiones deberán ser adecuadas a las condiciones de funcionamiento, debiendo verificarse que la mínima velocidad prevista para el paso del agua por el caudalímetro resulta superior a 0,5 m/s.

Se habrá de comprobar que el caudalímetro previsto tiene las dimensiones adecuadas a las condiciones de funcionamiento, es decir, se verificará que la velocidad prevista de paso mínima del agua por el caudalímetro sea superior a 0,5 m/s, siendo la velocidad optima entre 1÷ 3 m/s.

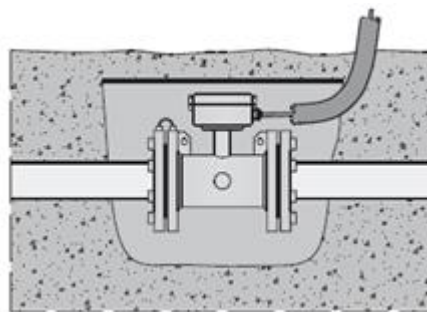
A los caudalímetros utilizados para abastecimiento se les aplicará una calibración especial con certificado de incertidumbre mejor de 0,25 % en los puntos de funcionamiento entre 0,2 m/s y 0,8 m/s.

Todos los materiales utilizados en la fabricación de los caudalímetros en contacto con el agua deberán ser aptos para su uso alimentario por lo que deberá cumplir el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

El conjunto Carrete de medida y Electrónica, dispondrá de certificado de verificación y se podrá verificar en campo mediante patrón portátil, con capacidad para emitir certificado de funcionamiento para EMASESA.

a.2. Montaje de los Caudalímetros Electromagnéticos

- De forma general los caudalímetros deberán instalarse en el interior de arqueta o cámara de hormigón, debiendo tener estas dimensiones interiores suficientes para poder manipular el equipo y desmontarlo si fuese necesario. En el caso de caudalímetros cuyas dimensiones no permitan su extracción a través de la boca de acceso, la tapa superior deberá ser desmontable. El carrete del caudalímetro tendrá una bancada soporte para evitar esfuerzos mecánicos y vibraciones.
- Las arquetas deberán ejecutarse de forma que se garantice la estanqueidad de las mismas y se evite la infiltración de agua en su interior. En el caso de que esto no sea posible se le deberá dotar de un sistema automático de achique.
- La instalación de los caudalímetros directamente enterrados solo estará permitida en condiciones muy particulares donde las condiciones de contorno y las características del terreno lo permitan, debiendo contar en cualquier caso con la aprobación de los Servicios Técnicos de EMASESA.
- En instalaciones con caudalímetros directamente enterrados, el sensor se protegerá con grava fina como mínimo a una distancia de $1,5 \times DN$ en torno al sensor, no pudiendo ser esta distancia inferior a 500mm. Esto proporciona algo de drenaje y también evita la formación de aglomeraciones de tierra en el sensor. También ayuda a localizar el sensor en caso de que sea necesario excavar.



Para facilitar el montaje del caudalímetro, en uno de sus extremos deberá intercalarse un carrete de desmontaje telescópico en acero inoxidable

Los carretes y conos de reducción se construirán en chapa de acero al carbono del tipo S-275 JR, s/UNE-EN 10025, con los siguientes tratamientos superficiales para agua potable y ambiente no agresivo:

Interior:

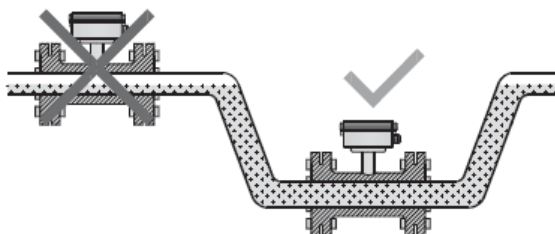
- Chorreado de arena hasta alcanzar el grado SA 2 ½ de la norma UNE-EN ISO 8501
- Aplicación de pintura tipo epoxi, con un espesor mínimo de 250 micras, en dos capas de tipo alimentario, con certificado de no toxicidad, justificativo del cumplimiento del R.D.140/2003, y sin disolvente.

Exterior:

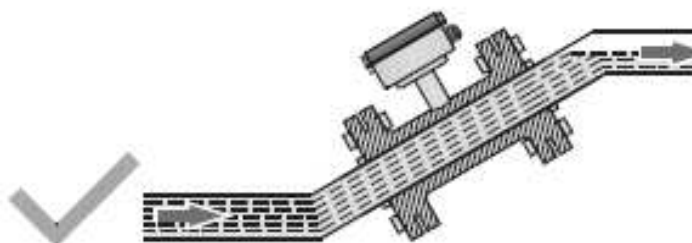
- Chorreado de arena hasta alcanzar el grado SA 2 ½ de la norma UNE-EN ISO 8501. Capa de imprimación de epoxi - cinc, con un espesor de 35 a 40 micras.
- Capa gruesa intermedia de epoxi - poliamida, de 75 micras.
- Acabado en poliuretano alifático en 2 capas de 30 a 40 micras cada una.

Se realizarán controles de calidad de producción y recepción adecuados a los elementos y su ubicación: chapa, soldaduras, pinturas, perturbaciones, conforme a PPTG vigente y especificaciones aprobadas en cada caso.

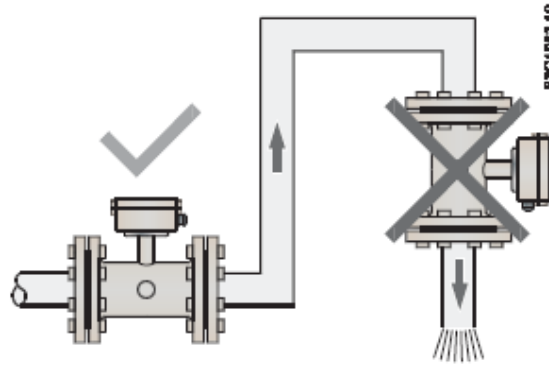
- Ubicar el caudalímetro en tubos en "U" si la tubería está sólo parcialmente llena o tiene una salida libre.



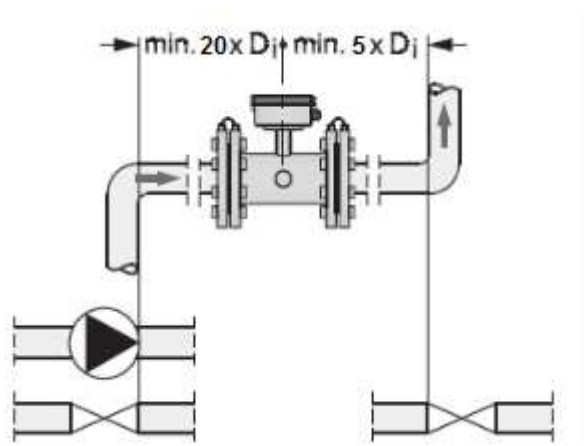
- Evitar la instalación en el punto más alto del sistema de tubería.



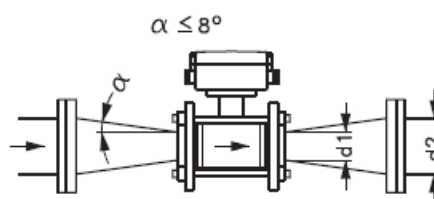
- Instalación en tubos verticales con una salida libre.



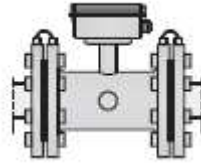
- Para asegurar unas condiciones de paso de flujo sin perturbaciones por el carrete del caudalímetro, se comprobará que el carrete se sitúa como mínimo a 20 diámetros rectos después de la última perturbación (válvula, codo, etc.). Aguas abajo del carrete, tampoco existirán perturbaciones a lo largo de 5 diámetros rectos.



- Para conseguir una medida precisa de caudal es esencial contar con longitudes rectas de tubos de entrada y salida, así como una cierta distancia a las bombas y las válvulas. También es importante centrar el caudalímetro con respecto a las bridas y juntas del tubo.
- En caso de necesitar conos de reducción para adecuar los diámetros de la tubería al caudalímetro, estos tendrán un desarrollo en longitud igual a 7 veces la diferencia entre diámetro mayor y menor. El ángulo del cono será menor o igual a 8° . Consultar recomendaciones y curvas del fabricante.



- Posición del sensor; Normalmente la mayoría de fabricantes permiten la instalación prácticamente en cualquier posición, si bien el montaje más recomendable es la instalación horizontal con la caja de terminales hacia arriba. Otro tipo de montaje se deberá consultar con el fabricante.



- Se deberán centrar axialmente las tuberías de conexión para evitar perfiles de flujo con turbulencias.
- Se deberán utilizar juntas adecuadas conforme al tipo de revestimiento empleado.
- Se deberá evitar la instalación del sensor en puntos donde existan fuertes vibraciones.
- Los pares de apriete de los tornillos se realizarán conforme a los valores de par indicados por el fabricante.
- Para obtener resultados óptimos del sistema de medida, el sensor debe contar con el mismo potencial eléctrico que el líquido que se desea medir. Esto se consigue mediante electrodos de puesta a tierra integrados.

El caudalímetro incorporará una brida de igualación de potencial en acero inoxidable que se instalará aguas arriba del caudalímetro. Dos bridas en caso de caudalímetros bidireccionales. El conexionado eléctrico se realizará conforme a las recomendaciones del fabricante.

- **Conexionado de cables:**

- Para instalar el sensor, se utilizará únicamente los cables con las características indicadas por el fabricante.
- Tanto en el sensor como en el transmisor, la longitud del cable desde el racor hasta los terminales debe ser la más corta posible. Se deben evitar los bucles de los cables en la caja de terminales.
- En aquellos montajes con electrónica separada del sensor, el cableado de interconexión irá tendido por el interior de un tubo de protección corrugado de PE. En trazados urbanos o con riesgos de ser afectados se podrá emplear tubería de PEAD para canalizar los conductores. Se colocará cinta de identificación de cable eléctrico sobre la grava antes de cubrirla con tierra.
- Una vez se ha completado la conexión y comprobado el correcto funcionamiento mediante la maleta de verificación, la caja de terminales debe ser encapsulada mediante gel dieléctrico de silicona (no tóxico, transparente y autorreparable).

b) CAUDALÍMETROS DE ULTRASONIDOS:

La instalación de los caudalímetros de ultrasonidos se realizará, exclusivamente, en casos excepcionales y con la autorización expresa de EMASESA, requiriéndose para los mismos las siguientes características:

- Su sistema de medida, basado en el tiempo de tránsito de ondas ultrasónicas a través del fluido, se realizará mediante una, dos, o más parejas de sensores de ultrasonidos (dependiendo de las necesidades de incertidumbre requeridas), midiéndose la velocidad del agua en cuerdas paralelas de la sección de la tubería.
- Deberá posibilitarse el desmontaje de los sensores manteniendo la instalación en carga
- El campo de medida será programable, con una salida analógica de caudal 4 - 20 mA y una salida de pulsos para totalización de volumen. Ambas salidas estarán aisladas galvánicamente y deberán ser programables.
- Indicación local de caudal y totalizador a origen.
- La alimentación, a 24 Vcc ó 220 Vca, habrá de quedar asegurada con una autonomía mínima de 1 hora.
- Protección IP 68 con electrónica separada de las sondas.

Los condicionantes que deberán observarse para la instalación de los caudalímetros son los siguientes:

- 1) Para la medición correcta de caudales se precisa conseguir que el perfil de velocidades del fluido esté completamente desarrollado y uniforme, por lo que, para asegurar unas condiciones de paso de flujo sin perturbaciones, los caudalímetros se situarán en un tramo recto de la conducción, debiendo existir aguas arriba del mismo una distancia mínima de 20 diámetros desde la última perturbación (válvula, codo, etc.). Aguas abajo del carrete, tampoco existirán perturbaciones a lo largo de 5 diámetros rectos.
- 2) Cuando resulte necesario instalar conos de reducción para adecuar los diámetros de la tubería al caudalímetro, éstos tendrán un desarrollo en longitud igual a 7 veces la diferencia entre el diámetro mayor y menor, entendiéndose que estarán exentas de perturbaciones las longitudes correspondientes al diámetro mayor definido en el párrafo anterior.
- 3) Los conos de reducción se construirán en chapa de acero al carbono de 10 mm de espesor y con las características mínimas del tipo S 235 J2G4, s/ UNE-EN 10025, debiendo aplicarse el tratamiento anticorrosivo que resulte más adecuado en cada caso.
- 4) Los caudalímetros incorporarán una brida de igualación de potencial, en acero inoxidable, que se instalará aguas arriba de los mismos.
- 5) El conexionado eléctrico se deberá realizar conforme a las prescripciones de EMASESA.
- 6) Los caudalímetros deberán quedar insertados entre bridas de la conducción y, con objeto de facilitar su desmontaje posterior, en uno de sus extremos deberá intercalarse una brida de acoplamiento (en conducciones con DN < 300 mm), o bien un carrete de desmontaje (cuando se trate de redes cuyo DN resulte ≥ 300 mm).
- 7) Para evitar esfuerzos mecánicos y vibraciones, el caudalímetro quedará apoyado en una bancada soporte.

2.8.4.3.- MEDIDORES DE NIVEL

Para la medida de nivel en depósitos de agua potable se emplean habitualmente los siguientes equipos, que en general, a fin de garantizar la disponibilidad de la medida, se suelen instalar de forma redundante, en cada depósito o seno, empleando uno de cada tipo o principio de funcionamiento:

a) LIMNIMETRO RADAR

Estos equipos generan impulsos de microondas extremadamente cortos que son emitidos por el sistema de antenas sobre el producto a medir, reflejados por la superficie del producto y captados nuevamente por el sistema de antenas. El tiempo desde la transmisión hasta la recepción de la señal es proporcional al nivel.

Se debe consultar a EMASESA en cada caso las que sean de aplicación, en fase de proyecto y siempre antes de su ejecución y montaje, para asegurar la aceptación e integración de estos equipos en los sistemas de EMASESA

Las características principales de estos equipos son:

- Rango de medición - Distancia: 15 m
- Ángulo de apertura: 10° (grados)
- Precisión: ± 2 mm a partir de 0.5m del sensor
- Tensión de trabajo: 9.6...36 V DC
- Electrónica: Dos hilos 4 ... 20 mA, comunicación HART
- Versión: Con antena de trompeta plástica \varnothing 80 mm
- Tiempo de arranque medición menor de 20 segundos.

En la instalación de estos equipos se deberá tener muy en cuenta la ubicación seleccionada, que deberá asegurar en cualquier caso que el haz proyectado de microondas no intercepta obstáculos ni elementos arquitectónicos que puedan producir rebotes que afecten a la medida del nivel de agua. Para ello se deberá analizar esta circunstancia mediante el análisis de ecos del equipo, suprimiendo las pequeñas señales parasitas en el caso de obstáculos insalvables.

b) LIMNIMETRO PIEZORESISTIVO

El funcionamiento de estos equipos se basa en una de medida (generalmente cerámica CERTEC) que al someterse a la presión hidrostática de la columna de líquido provoca una variación de la capacidad en dicha celda de medida a través de la membrana. Esa variación es transformada en una señal de salida normalizada de 4 - 20 mA. La celda de medida completa se compone de cerámica de alta pureza y se caracteriza por una resistencia a la sobrecarga muy alta, junto con una excelente estabilidad a largo plazo.

Se debe consultar a EMASESA en cada caso las que sean de aplicación, en fase de proyecto y siempre antes de su ejecución y montaje, para asegurar la aceptación e integración de estos equipos en los sistemas de EMASESA.

Las características principales de estos equipos son:

- Unidad de medida: Metros/Milímetros
- Unidad de medida para presión: bar
- Cable de suspensión PE, PUR o FEP
- Material del transmisor / Diámetro: 316L / 22 mm
- Rango de medición: rel./0...1 bar (0...100 kPa)
- Tipo de precisión: 0,10%
- Electrónica: 2 hilos 4...20 mA/HART +4 hilos PT100
- Tensión alimentación: 9.6.....35 Vdc
- Índice de protección: IP68 (30 bar)

Conjuntamente con estos transmisores se debe instalar **Caja de Compensación** con filtro de ventilación.

La instalación de estos equipos se realizará siempre bajo tubo tranquilizador perforado a fin de evitar la influencia de posibles turbulencias por entrada o salida de agua en el depósito. El tubo tranquilizador deberá ser fijado a las paredes del depósito mediante abrazaderas y tornillos de acero inoxidable para asegurar una larga vida a la instalación.

Es imprescindible que la ubicación seleccionada para su instalación permita un fácil acceso a los equipos para realización de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

2.8.5.- ELEMENTOS VARIOS

2.8.5.1.- TOMAS DE AGUA POTABLE

Son elementos de la red utilizados para la limpieza y purga de las tuberías, pudiendo emplearse también como dispositivos de toma para suministros especiales.

Su diseño responderá al modelo de toma de agua potable implantado por EMASESA, siendo los requisitos generales exigidos los siguientes:

- Cuerpo de fundición nodular mín. GGG-40 / FGE 42 (ENGJS-400-15 s/UNE-EN 1563. Fundición. Fundición de grafito esferoidal) con protección anticorrosiva (espesor mín. 150 micras)
- Conexión de entrada mediante brida DN 80 mm / PN16
- Racor de salida DN 60 mm roscado, de latón o bronce
- Mecanismo de latón o bronce

- Accionamiento mediante cuadradillo

Con carácter general, el número y disposición de las tomas a instalar deberá someterse al criterio de los responsables de explotación de la red; debiendo considerarse como mínimo, una toma por cada polígono de corte. En casos excepcionales suficientemente justificados, en los que el trazado de la red de distribución sea abierto, se deberá instalar una toma de agua potable al final del ramal con objeto de posibilitar la limpieza y purga del mismo.

Las tomas de agua potable quedarán alojadas en una arqueta de fábrica de ladrillo protegida por un conjunto de tapa/cerco de fundición dúctil, cuyas características se representan en el correspondiente plano de detalle del Cap.10 Detalles constructivos.

2.8.5.2.- HIDRANTES CONTRA INCENDIOS

Los hidrantes contra incendios deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN-1074 Parte 6 (Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 6: Hidrantes).

Son elementos de la red destinados al uso exclusivo de los servicios contra incendios, por lo que deberán disponerse en lugares accesibles para los camiones de bomberos y estar debidamente señalizados.

Se instalarán en redes cuyo DN sea ≥ 150 mm y deberá procurarse que la distancia máxima entre hidrantes contiguos, medida en línea recta y por zonas públicas, no supere los 200 m.

Responderán al modelo bajo rasante implantado en sus redes por EMASESA, cuyas características se representan en el correspondiente plano de detalle del Cap.10 Detalles constructivos, estando constituido por los siguientes elementos:

- Derivación independiente DN 100 mm
- Válvula de compuerta de cierre elástico, DN 100 mm
- Codo 90° brida/brida, de fundición dúctil, DN 100 mm
- Carretes brida/brida, de fundición dúctil, DN 100 mm
- Racor de salida DN 100 mm, de latón o bronce, con enchufe rápido

Con carácter excepcional y con la autorización expresa de EMASESA, en los casos de insuficiencia de espacio disponible se podrán instalar hidrantes “compactos” de marcas y modelos autorizados por EMASESA, los cuales, al igual que el modelo normalizado, deberán ir equipados con racor de salida de 100 mm, con enchufe rápido.

En uno y otro caso, el hidrante irá alojado en un pozo de registro en el que su dispositivo de cierre será una tapa de fundición dúctil, de cota de paso 600 mm, con clase resistente D 400, identificada con la leyenda “EMASESA – INCENDIOS” y cubierta con pintura de color rojo RAL 3020.

El hidrante deberá quedar señalizado adecuadamente, conforme prescriba la autoridad competente en materia de señalización urbana, según el municipio en que se instale.

2.8.6.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LA RED

Se incluyen en este apartado los elementos que se instalan para el alojamiento de los dispositivos de maniobra y control de la red de distribución, con objeto de permitir su fácil acceso, manipulación y/o sustitución.

2.8.6.1.- POZOS DE REGISTRO

Los pozos de registro deberán cumplir las prescripciones recogidas en las normas UNE-EN 1917 (Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero) y UNE 127.917 (Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, de hormigón armado y de hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1917).

El hormigón empleado y sus materiales constituyentes cumplirán las especificaciones recogidas al respecto en el Código Estructural, título 2.

Los huecos que pudieran resultar ser rellenados con albero, y excepcionalmente si no fuera posible con arena inundada u hormigón en masa de consistencia fluida.

Son aquellos alojamientos visitables exclusivamente a través de una tapa de registro.

Con carácter general, las superficies funcionales de las uniones deben estar exentas de irregularidades que impidan la realización de una unión estanca de forma duradera.

En general, los pozos de registro serán cilíndricos, con un diámetro interior de 1.200 mm, y quedarán coronados por una embocadura troncocónica sobre la que se colocará el conjunto formado por el marco y la tapa de cierre.

En los casos en que resulte necesario efectuar el recrecido de los pozos de registro, la adaptación a la nueva rasante deberá realizarse rectificando el abocinado superior del pozo, proscribiéndose expresamente los denominados “cuellos de botella”.

Para facilitar su localización en las zonas no urbanizables, la coronación del pozo se elevará sobre la rasante del terreno hasta una altura máxima de 50 cm. En estos casos, la unión del dispositivo de cubrición con la fábrica del pozo de registro deberá quedar asegurada mediante los elementos de fijación adecuados.

Con carácter general, el conjunto tapa/cerco a instalar en los pozos de registro será de fundición dúctil y con una cota de paso mínima de 600 mm, de clase D 400 según UNE EN 124 vigente. Excepcionalmente se aceptarán otros materiales de composición del conjunto tapa-cerco siempre que

garanticen las mismas características físicas y dimensionales, resistencias mecánicas, y manipulativas que los conjuntos de fundición dúctil (hormigón armado, composites, nuevos materiales, etc.), quedando su posible uso limitado a puntos adecuados a criterio de EMASESA fuera de la zona de rodadura de vehículos.

La tapa deberá llevar grabada la inscripción “ABASTECIMIENTO”, excepto cuando el elemento alojado en el pozo de registro sea un hidrante, en cuyo caso llevará grabada la inscripción “INCENDIOS”.

El diseño de los pozos de registro *y de las tapas* responderá a lo representado en los correspondientes Planos de Detalle del Cap.10 Detalles constructivos.

2.8.6.2.- CÁMARAS

Son aquellos alojamientos subterráneos que contienen elementos de maniobra y/o control de la red de abastecimiento.

Las geometrías, cálculos mecánicos, cuantías de armadura y materiales de las cámaras a ejecutar, y en general, la definición completa de la cámara que se proponga con todos sus elementos, deberá tener la aprobación previa y expresa por parte de los servicios técnicos de EMASESA. Para dicha aprobación será indispensable la entrega de un cálculo estructural justificativo de la arqueta proyectada. La memoria de cálculo requerida, deberá ser redactada y firmada por personal técnico competente y legalmente facultado para ello.

El proyectista podrá optar por el empleo de las arquetas “tipo” que a continuación se describen, en cuanto a los parámetros de selección del tipo de cámara definidos a continuación.

Esquema General:

Con objeto de simplificar su sistematización, las cámaras que se normalizan tienen un marcado carácter modular quedando configuradas, esquemáticamente, por:

- a) Una solera de gran espesor, con el doble propósito de aumentar el peso para luchar contra un posible levantamiento por flotación (freáticos someros) y asegurar el anclaje frente a empujes hidrodinámicos.
- b) Un muro perimetral, reforzado en los puntos de entrada y salida de las tuberías al objeto de asegurar su anclaje y transmitirlo a la solera.
- c) Una cubierta formada por losas desmontables, de dimensiones 2,5 x 1,0 m o fracción, complementadas a su vez con vigas también desmontables en aquellos casos en que la luz de la arqueta no pueda cubrirse con dichas losas.

- d) Una arqueta de dimensiones adecuadas para alojar una bomba de achique en el fondo de la solera, que permita el desagüe correcto de la cámara en las operaciones de inspección y mantenimiento.

Especificaciones Generales:

Las especificaciones generales establecidas para las cámaras de registro son las siguientes:

- Estarán construidas con **hormigón armado resistente a los ambientes agresivos, HA-30/F/20/XD3** siendo el acero a emplear para las armaduras del tipo B 500 S. Su cálculo, diseño, ejecución, control, mantenimiento cumplirán las especificaciones recogidas en el Código Estructural Título 2.
- El espesor del muro perimetral es constante, independientemente del tipo de cámara, con un valor = 0,30 m mínimo.
- La disposición de las losas de la cubierta variará, según la anchura de la cámara, de la manera que se indica:
 - Si $A_i \leq 2,20$ m, las losas se colocarán transversales a la conducción.
 - Si $A_i > 2,20$ m, se dispondrán a lo ancho de la cámara las vigas desmontables que resulten necesarias y las losas de cubierta se colocarán en sentido longitudinal.

Donde A_i es el ancho interior total de la cámara

- Se colocarán juntas hidroexpansivas en las uniones entre losa y muros.
- Se deberá impermeabilizar adecuadamente el trasdós de los muros y unión con la solera para impedir la entrada de agua desde el exterior al interior de la arqueta.
- Se deberá aplicar un revestimiento impermeabilizante continuo en el interior de todos los paramentos de la cámara, especialmente, en el interior de las losas de cubierta, que proteja correctamente la estructura, según se indica en el art. 8.12.2. Esquemas de pintura de protección del PPTG de EMASESA vigente y cumplir con las especificaciones de los sistemas de protección para mejora de la durabilidad recogidos en el artículo 39 del Código Estructural.
- Las tapas de acceso a la cámara deberán quedar enrasadas con el pavimento de los viales y, en el caso de mezclas bituminosas, se deberá disponer una capa de arena entre el pavimento y las losas de la cubierta con objeto de independizar ambos elementos, previendo posibles desmontajes futuros de las mismas.
- En aquellas cámaras de más de 6 m³ de volumen interior será preceptiva la instalación de dos tapas de registro para acceso a la cámara, situadas en extremos opuestos y en diagonal de la planta de la misma, para facilitar la ventilación, ubicando la arqueta de achique bajo uno de los accesos.

- La disposición de las tapas de acceso se hará facilitando su funcionalidad, de forma que se acceda a un plano de trabajo y no sobre la tubería o alguno de los elementos. De ser inviable, se dispondrá una plataforma de tramex con módulos movibles, que permitan la realización del mantenimiento de los elementos de forma segura.
- En aquellos casos en que la altura libre interior de la cámara sea mayor o igual a 2,5 m será preceptiva la instalación de quitamiedos en la escalera de pates de acceso interior, o disposición de escala fija con plataforma intermedia, según legislación vigente en materia de seguridad y salud.
- En cualquier caso, de forma previa, se deberá obtener la caracterización y tensión admisible del terreno, que garantice la estabilidad estructural de la cámara tipo que se propone.

Selección del Tipo de Cámara:

La selección del tipo de cámara a instalar en cada caso se realizará de la forma que se indica:

1) La anchura mínima necesaria dependerá, además de la sección de las conducciones que inciden en la cámara, del tipo y disposición de los elementos que se instalen, de la existencia de by-pass, etc., y de las distancias mínimas que permitan la sustitución y mantenimiento de los elementos que contengan.

1.a) En función del DN de las tuberías, la anchura mínima de la cámara se establecerá de acuerdo con la tabla siguiente:

DN _{máx.} (mm)	A _{mín.} (m)
200	1,50
300	2,00
500	2,00
700	2,50
1.000	3,50
1.300	3,80

1.b) En función de los elementos que se instalen y de la disposición de los mismos, la anchura necesaria para la cámara se calculará adoptando una separación mínima de **0,70** metros entre cualquier pared y las generatrices de las tuberías o elementos de la conducción, si ésta fuera suficiente para sustituir y mantener el elemento más próximo; de no ser así, la separación se ampliará a la necesaria para cada caso.

Una vez considerados los dos apartados expuestos, se adoptará como anchura mínima necesaria el mayor de los valores obtenidos.

2) Entre los diversos tipos de cámaras que se contemplan en el cuadro adjunto, se seleccionará

aquella cuya anchura interior se ajuste más al valor mínimo necesario anteriormente calculado, debiendo cumplirse la expresión $A_i \geq A_{\min}$.

A_i (m)	Tipo de Cámara
1,50	I
2,00	II
2,00	III
2,50	IV
3,50	V
3,80	VI

- 3) La longitud interior (L_i) de la cámara estará condicionada en cada caso por el número de elementos a instalar en la línea principal de flujo y, por razones de estabilidad, deberá cumplirse la relación $L_i \geq A_i$

El dimensionamiento de las cámaras se realizará observando todos los condicionantes expuestos y en conformidad con lo representado en los correspondientes planos de detalle que figuran en el Cap.10 Detalles constructivos de estas Instrucciones Técnicas. En caso contrario, el dimensionamiento de las cámaras deberá justificarse convenientemente en el proyecto.

2.8.7.- ACCESORIOS DE LA RED

Se incluyen en este apartado aquellos elementos que, aunque podrían considerarse como secundarios dentro de una conducción, son de frecuente utilización para el mantenimiento y explotación de la red.

El elevado número de accesorios existente en el mercado y, en ocasiones, la variedad de aplicaciones posibles para los mismos, motiva que en estas Instrucciones solamente se haga referencia a aquellos que se utilizan con mayor asiduidad, indicándose también la principal función que realizan.

Todas las marcas y modelos de accesorios que se instalen deberán contar con la previa autorización de EMASESA para su empleo.

2.8.7.1.- DISPOSITIVOS DE TOMA EN CARGA

Son los elementos utilizados para enlazar las acometidas con las tuberías de la red secundaria, aportando el necesario refuerzo estructural de la conducción. Se emplearán siempre los collarines o accesorios electrosoldables de los denominados de toma en carga, debiendo ir provistos de una espátula de acero inoxidable u otro elemento de corte.

Las características de los dispositivos de toma a utilizar dependerán del material con el que estén fabricadas las tuberías de la red de distribución sobre la que se instalan, variando también según el diámetro interior DN/ID de la acometida:

- 1) En el caso de acometidas cuyo diámetro interior DN/ID sea ≤ 50 mm, los dispositivos de toma a instalar serán los siguientes:
 - Cuando las tuberías de la red secundaria sean de fundición dúctil o fibrocemento, se utilizarán collarines de toma compuestos por un cabezal de fundición dúctil y una o dos bandas de sujeción de acero inoxidable.
 - Si las tuberías de la red secundaria son de polietileno, se utilizarán preferiblemente accesorios electrosoldables, admitiéndose también, cuando las circunstancias lo requieran, collarines de toma específicos formados por un doble cuerpo de fundición dúctil.
- 2) En las acometidas con diámetro interior DN/ID comprendido entre 60 y 80 mm, podrán utilizarse los mismos dispositivos de toma establecidos en el apartado anterior siempre que se cumpla además la relación $DN/ID_{\text{acometida}} \leq 0,7 DN/ID_{\text{red secundaria}}$ y, en caso contrario, deberá emplearse una TE con derivación embreada cuyas características serán idénticas a las requeridas para las piezas especiales instaladas en la red secundaria.
- 3) Para las acometidas con diámetro interior DN/ID > 80 mm, como dispositivo de toma se utilizará exclusivamente una TE con derivación embreada con las características establecidas en el apartado anterior.

2.8.7.2.- MANGUITOS DE UNIÓN

Se utilizan fundamentalmente para unir entre sí los extremos rectos de los tubos, denominándose, según su diseño, de la siguiente forma:

- Manguitos de unión específicos: Cuando, exclusivamente, permiten la unión de tubos fabricados con el mismo material y con idéntico diámetro exterior.
- Manguitos de unión universales: Cuando su diseño permite unir tubos fabricados con distintos materiales, cuyos diámetros exteriores pueden ser diferentes.

2.8.7.3.- MANGUITOS DE REPARACIÓN O DERIVACIÓN

Se utilizan para la reparación rápida de agujeros y fisuras en los conductos y para efectuar derivaciones-brida en las redes instaladas, pudiendo estar constituido el cuerpo del manguito por dos o tres piezas o sectores.

Su denominación, según su diseño, es la siguiente:

- Manguitos de reparación específicos: Cuando su campo de aplicación se reduce, exclusivamente,

a tubos fabricados con un único material determinado.

- Manguitos de reparación universales: Cuando su diseño permite la instalación sobre tubos fabricados con distintos materiales, cuyos diámetros exteriores pueden ser diferentes.

2.8.7.4.- BRIDAS DE ACOPLAMIENTO

Están diseñadas para la unión de tubos con extremos rectos mediante una conexión brida, utilizándose frecuentemente como elemento de enlace entre las válvulas de compuerta y la conducción, en cuyo caso funcionan a su vez como de carretes de desmontaje.

Dependiendo de su diseño, se denominan de la siguiente forma:

- Bridas de acoplamiento específicas: Cuando solo se pueden instalar en tuberías fabricadas con un único material determinado.
- Bridas de acoplamiento universales: Cuando están diseñados para instalarse en tuberías fabricadas con distintos materiales, cuyos diámetros exteriores pueden ser diferentes.

2.8.7.5.- CARRETES DE DESMONTAJE

Son sistemas telescópicos que se instalan junto a las válvulas de mariposa u otros elementos de la red, para facilitar su posterior desmontaje.

Están constituidos por una parte fija, formada por una camisa exterior doblemente embridada y una parte móvil, formada por una camisa interior embridada en un extremo sobre la que se desplaza una brida loca, consiguiéndose la estanqueidad por medio de una junta localizada entre las camisas exterior e interior.

Su diseño responderá al modelo normalizado por EMASESA que se indica en el correspondiente plano de detalle, requiriéndose para los mismos los requisitos que se indican:

- PN (PFA) = 16 Bar
- Las camisas o virolas serán de acero inoxidable, mín. AISI 316, con un espesor mínimo igual al mayor de los dos valores siguientes:
 $e \geq 0,008 \text{ DN (mm)} / e \geq 4 \text{ mm}$
- Las bridas serán de acero al carbono, mín. ST-37-2, con las dimensiones indicadas en el plano de detalle. La disposición de taladros se corresponderá con PN 16 en cualquier diámetro de red
- La junta de estanqueidad será de caucho tipo EPDM
- Las bridas llevarán una pintura epoxy de protección con espesor mínimo de 150 micras

La longitud de montaje de los carretes variará según su DN, debiendo mantenerse dentro de las cotas de tolerancia establecidas en cada caso.

Su instalación se realizará utilizando varillas roscadas pasantes en, como mínimo, el 50 % de los taladros de las bridas exteriores, las cuales deberán extenderse hasta la brida de la válvula junto a la que se instala el carrete de desmontaje. Para el resto de los taladros se emplearán tornillos de unión.

La tornillería que se utilice será de acero bicromatado con cabeza hexagonal y sus medidas nominales se corresponderán con el diámetro de los taladros de la brida. Se deberán instalar arandelas debajo de todas las tuercas y cabezas de los tornillos.

El tipo de acero y el calibre de las varillas roscadas se ajustará a lo especificado para los tornillos y su longitud habrá de ser la suficiente para que los extremos de la misma sobresalgan, como mínimo, tres (3) centímetros de la tuerca, debiéndose tratar de forma adecuada la superficie resultante del corte para prevenir los efectos de la corrosión.

2.9.- NORMAS DE REFERENCIA

UNE-EN 805:2000

Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.

UNE-EN 12201-1:2012

Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.

UNE-EN 12201-2: 2012+A1:2014

Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE) Parte 2: Tubos)

UNE-EN 545:2011

Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo

UNE-EN 639:1995

Prescripciones comunes para tubos de presión de hormigón incluyendo juntas y accesorios.

UNE-EN 641:1995

Tubos de presión de hormigón armado, con camisa de chapa, incluyendo juntas y accesorios.

UNE-EN 642:1995

Tubos de presión de hormigón pretensado, con y sin camisa de chapa, incluyendo juntas, accesorios y prescripciones particulares relativos al acero de pretensar para tubos.

UNE-EN 10027-2:2016

Sistemas de designación de aceros. Parte 2: designación numérica. (Versión oficial EN 10027-2:1992).

UNE-EN 1074-1:2001

Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1: Requisitos generales

UNE-EN 1074-2:2001

Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.
Parte 2: Válvulas de seccionamiento.

UNE-EN 1563:2019

Fundición. Fundición de grafito esferoidal

UNE-EN ISO 898-1: 2015

(Características mecánicas de los elementos de fijación de acero al carbono y de acero aleado. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones con clases de calidad especificadas. Rosca de paso grueso y rosca de paso fino. - ISO 898-1:2013),

UNE-EN 558:2018

Válvulas industriales. Dimensiones entre caras opuestas y dimensiones del centro a una cara de válvulas metálicas para utilizar en sistemas de canalizaciones con bridas. Válvulas designadas por PN y por clase.

UNE-EN 19:2016

Válvulas industriales. Marcado de válvulas metálicas

UNE-EN 1074-2/A1:2004

Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.
Parte 2: Válvulas de seccionamiento

UNE-EN 1092-1:2008+A1:2015

(Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero).

UNE-EN 10025

Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

UNE-EN ISO 8501

Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados.
Evaluación visual de la limpieza de las superficies.

UNE-EN 1074-4:2001

Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.
Parte 2: Purgadoras y Ventosas

UNE-EN 1074-5:2001

Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.
Parte 5: Válvulas de control.

UNE-EN 1074-6:2011

Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.
Parte 6: Hidrantes

UNE-EN 1917:2008

Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.

UNE 127917:2015

Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, de hormigón armado y de hormigón con fibra de acero. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1917

UNE EN 124

Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos.

UNE-EN ISO/IEC 17025:2017

Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (ISO/IEC 17025:2017).

3. DISEÑO DE LA RED

3.1.- INFORMACIÓN PREVIA NECESARIA

Para el estudio de un abastecimiento, además de los datos que en cada caso corresponda recabar en los departamentos de Redes, Planeamiento y/o Acometidas, será necesario disponer de la información mínima siguiente:

- Plano altimétrico de la zona.
- Ordenanzas Municipales.
- Planos de ordenación.
- Planos de situación de todos los servicios e instalaciones subterráneas.

Así mismo, habrá de analizarse la naturaleza del terreno por el que está previsto que discurra la tubería con el fin de, en caso necesario, estudiar con detalle su agresividad.

3.2.- DIRECTRICES BÁSICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO

Las directrices recogidas en el presente capítulo resumen las principales hipótesis y métodos de cálculo que deben considerarse en la comprobación hidráulica y mecánica de las redes diseñadas, la cual habrá de incluirse, dentro del anejo de cálculos justificativos, en los proyectos de las redes de abastecimiento de EMASESA.

Además de las recomendaciones que se exponen, requerirán cálculos adicionales complementarios mediante modelos matemáticos, las instalaciones que, bien por el tamaño de la tubería o por cualquier otra circunstancia, resulten singulares.

3.3.- CÁLCULO HIDRÁULICO

3.3.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Con carácter general, los parámetros básicos que deberán considerarse en el dimensionamiento hidráulico de una tubería son los siguientes:

- Se supondrá que el flujo de agua es turbulento, permanente y variado, debiendo el proyectista contemplar el flujo transitorio en aquellos proyectos que así lo requieran.
- Las redes de distribución serán malladas, debiendo respetarse la configuración de los sectores de control de fugas tanto para las redes existentes como para las que se proyecten.
- Salvo circunstancias extraordinarias que requerirán la autorización expresa de EMASESA, la presión mínima que se alcance en cualquier punto de la red deberá responder al valor que, en cada caso, se tenga establecido para la presión de servicio (SP).
- A efectos de cálculo, el diámetro interior (ID) mínimo a considerar será de **60 mm**.

3.3.2.- CAUDALES DE DISEÑO

Los consumos a considerar, tanto en las zonas de nueva creación como en las consolidadas urbanísticamente, serán los siguientes, en ausencia de cualquier otra determinación más restrictiva establecida por proyecto o planificación de la zona:

- Consumo doméstico genérico por vivienda: 600 l/ viv./ día (200 l/ hab./ día, con 3 hab./ viv.)
- Consumo industrial genérico por hectárea: 11.000 l/ ha/ día (aprox. 0,13 l/ s/ ha)
- Consumos singulares: de forma individualizada, se contemplarán aquí todos los consumos conocidos o previstos que superen los 100.000 m³/ año

Los caudales de diseño definitivos se obtendrán multiplicando los consumos establecidos por el denominado “coeficiente de consumo”, el cual incluye los efectos de factor punta y de simultaneidad. Para el mismo, en base a experiencias de EMASESA, se establece un valor de 1,3.

3.3.3.- VELOCIDADES Y RUGOSIDADES

Salvo casos excepcionales que deberán ser justificados y autorizados explícitamente por EMASESA, la velocidad de circulación del agua establecida para los caudales de diseño definidos en el artículo precedente no resultará superior a 2 m/s.

Dependiendo del material de los tubos, se adoptarán los valores del coeficiente de rugosidad indicados en la tabla siguiente, en los que se incluye una degradación media por envejecimiento:

Material	Rugosidad equivalente (mm)
Hormigón armado con camisa de chapa	0.085
Fundición dúctil con cementado interior	0.060

Acero	0.030
Polietileno	0.025

3.3.4.- COMPROBACIÓN HIDRÁULICA

Dependiendo del tipo de conducción de que se trate, la comprobación hidráulica que se deberá realizar será la siguiente:

- 1) Si el Proyecto contempla ampliaciones o modificaciones en la Red de Transporte o Arterial, el diseño y comprobación deberá realizarse con ayuda de herramientas de modelización, requiriéndose además la validación expresa por parte de EMASESA.

Para ello, la solución final propuesta será facilitada al Departamento de Planeamiento de EMASESA, desde donde se emitirá el correspondiente informe, no vinculante, que deberá adjuntarse en el anejo de cálculo del Proyecto.

- 2) Si el Proyecto está referido a actuaciones en la Red Secundaria, se aceptará el siguiente procedimiento de comprobación, basado en el tiempo de permanencia medio del agua en la red:

Se considera la comprobación superada y la red proyectada aceptable si:

$$a) T_{pm} = \frac{V}{3.6 \times Q_d} < 36 \text{ horas, y}$$

$$b) D_M > 25 \sqrt{Q_d}, \text{ siendo}$$

T_{pm} = tiempo de permanencia medio del agua en la red en horas

V = volumen del agua almacenada en la red en m^3

Q_d = caudal de diseño en l/s

D_M = mayor diámetro en la red proyectada en mm

En el caso de que no se cumplan las dos premisas anteriormente fijadas será necesario aportar cálculos hidráulicos detallados que justifiquen el cumplimiento de los condicionantes de presión y velocidad establecidos.

Como complemento de la comprobación hidráulica general anterior, en los casos en los que se proyecten hidrantes de incendios, deberá verificarse que la red funciona aceptablemente aún en el caso en que se mantengan abiertos 2 hidrantes contiguos, para lo cual resultará aceptable considerar la red como arborescente desde la alimentación prevista.

3.4.- CÁLCULO MECÁNICO

3.4.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

En general, la mayor parte de las tuberías de la red de distribución de agua se instalan enterradas por lo que deberán soportar, además de la presión hidráulica interior, el peso de las tierras y, en su caso, las cargas puntuales debidas al tráfico. Por consiguiente, para el dimensionamiento mecánico de las tuberías se habrán de considerar las siguientes acciones:

- 1) Acciones Internas: Las tuberías que se instalen deben ser capaces de resistir la máxima presión de diseño (MDP), que es la presión máxima que puede alcanzarse en una sección de la tubería en servicio, considerando las fluctuaciones producidas por un posible golpe de ariete.
- 2) Acciones Externas: La clase resistente que resulta necesaria en los conductos deberá ser capaz de soportar una carga mayor o igual a la carga del cálculo, dependiente de las cargas actuantes y de las condiciones de ejecución.
- 3) Otras Acciones: Cuando el tipo de instalación sea diferente al de las tuberías enterradas en zanja, se deberán contemplar las acciones que resulten inherentes a la misma.

Para condiciones singulares de trazado y en aquellas instalaciones que se consideren estratégicas en el sistema, se deberán dimensionar las tuberías comprobando su resistencia al colapso en el caso de que tales condiciones de instalación hicieran posible una situación de vacío, independientemente de los dispositivos de seguridad que a tal efecto se diseñen.

3.4.2.- RESISTENCIA MECÁNICA DE LA TUBERÍA

El cálculo resistente de la tubería se realizará en conformidad con lo que al respecto se establece en las normas que, dependiendo del material de fabricación de la tubería, resultan de aplicación y con la consideración de comportamiento mecánico correspondiente, según se establece en la tabla siguiente:

Material	Norma de aplicación	Comportamiento mecánico
Hormigón Armado con C. Chapa	IET-2007	Tubería Rígida
Fundición Dúctil	UNE-EN 545	Tubería Flexible
Polietileno	UNE-EN 12201	Tubería Flexible
Acero	API 5L : 2000	Tubería Flexible

Los proyectos que se redacten deberán contener un Anejo con el cálculo mecánico justificativo de la solución adoptada, excepto en los casos que seguidamente se señalan en los que las tuberías responden a las características que se reflejan y se observan, además, las condiciones de instalación recogidas en las presentes Instrucciones Técnicas, con las limitaciones que seguidamente se señalan:

Tipo de Tubería	Recubrimiento
Fundición Dúctil	< 4 m
Polietileno PN 10	

4. ACOMETIDAS

4.1.- GENERALIDADES

Se definen las acometidas como el conjunto de tuberías y elementos que unen la red secundaria con la instalación interior del inmueble que se pretende abastecer, respondiendo al esquema básico representado en el plano de detalle correspondiente del Cap.10 de esta Instrucción.

Los criterios de empleo de materiales de aplicación general de EMASESA, son los que se establecen en esta tabla:

RED	ACOMETIDA
FD cualquier zona	PE 80 para DN acom.≤63 mm PE100 para DN acom.>63 mm FD para DN acom.≥60 mm
PE ZONA RUSTICA	PE 80 para DN acom.≤63 mm PE100 para DN acom.>63 mm
HACH cualquier zona	PE 80 para DN acom.≤63 mm PE100 para DN acom.>63 mm FD para DN acom.≥60 mm

Habrán de observarse también las disposiciones recogidas en el RD 140/2003 en el que se establecen, además de los criterios sanitarios de la calidad del agua, los requisitos referidos a los productos de construcción en contacto con el agua de consumo humano, así como las del Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida y por la Orden ITC/279/2008, de 31 de enero, por la que se regula el control metrológico del Estado de los contadores de agua fría, tipos A y B.

5. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

5.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES

Con carácter general, en el presente capítulo se establecen los criterios que deben seguirse en la instalación de tuberías.

Todos los trabajos deberán ser ejecutados de acuerdo con los reglamentos nacionales sobre Seguridad y Salud que resulten aplicables, debiendo prestarse especial atención a lo establecido en el

Estudio y en el Plan de Seguridad y Salud de las Obras, conforme al RD 1627/1997 en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En el caso particular de los trabajos que se realicen con componentes de amianto-cemento, éstos solo podrán ser ejecutados por empresas que tengan formalizada su inscripción en el Registro de Empresas con Riesgos de Amianto (R-E-R-A-), dependiente de la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía.

Las empresas designadas para realizar trabajos relacionados con las redes y/o acometidas de abastecimiento deberán poseer la cualificación necesaria requerida por EMASESA en cada caso particular, dependiendo de las características de las actuaciones a realizar.

5.2.- PERMISOS Y LICENCIAS

Cuando la conducción proyectada afecte de forma definitiva o temporal a viales o terrenos que no sean de dominio público, por parte del promotor se deberá establecer el correspondiente documento de imposición de uso, servidumbre o expropiación, según proceda en cada caso, debiendo estar elevada a escritura pública.

Así mismo, correrá por cuenta del promotor la obtención de las licencias, permisos, etc., que pudieran resultar necesarios para la ejecución de las obras.

5.3.- INSPECCIÓN Y REPLANTEO

Antes de comenzar las excavaciones, se deberá realizar un adecuado reconocimiento de las condiciones del subsuelo con objeto de localizar las tuberías, cables u otras instalaciones subterráneas que pudieran localizarse en la zona.

Durante el replanteo se deberá marcar y referenciar el eje del trazado y el ancho superior de la zanja o, en su caso, los límites del pavimento que resulte afectado. Así mismo, en caso necesario, se deberán establecer los hitos de nivelación que se estimen precisos.

5.4.- SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN DE LAS TUBERÍAS

Con carácter general, en la manipulación y acopio de las tuberías se deberán respetar las indicaciones del fabricante y las especificaciones propias del producto.

El almacenamiento deberá realizarse de forma tal que se mantengan limpios los tubos, evitándose su contaminación y degradación. Tanto las juntas elastoméricas como las tuberías de PE, deberán mantenerse protegidas de los rayos solares, debiendo extremarse las precauciones cuando se prevea un tiempo prolongado de almacenaje y en épocas de mayor radiación solar.

Durante la recepción e inmediatamente antes de su colocación, se deberán examinar las tuberías, accesorios y juntas de estanqueidad para comprobar que no estén dañadas y que cumplen las prescripciones establecidas para las mismas.

El acopio de las tuberías en obra deberá realizarse de forma segura para prevenir que rueden, pudiendo hacerse de alguna de las dos maneras siguientes:

- a) Apilado centralizado
- b) Acopio lineal

Para el apilado centralizado se escogerán zonas despejadas de la obra que permitan las maniobras de los vehículos y de las grúas, así como las de otros elementos auxiliares de descarga. Los tubos apilados no deben ser colocados en las proximidades de zanjas abiertas, debiéndose evitar un apilamiento excesivo en altura para que los tubos de la parte inferior no estén sobrecargados.

Como norma general, el acopio de los tubos a lo largo de la zanja se deberá realizar colocándolos a una distancia igual o superior a la mitad de la profundidad de la zanja y nunca a menos de 60 cm, con el debido resguardo, en el lado opuesto al de los productos de excavación y evitándose que la tubería se halle expuesta al tránsito de los vehículos de la obra, etc.

Por razones de seguridad y para evitar daños, la manipulación de todos los materiales utilizados deberá realizarse empleando los equipos y métodos adecuados en cada caso.

Buenas prácticas de almacenamiento, transporte y colocación:

Todos los elementos que vayan a ser instalados en la red de abastecimiento, sea cual sea el tipo de intervención, deberán acopiarse, transportarse y manipularse en buenas condiciones de higiene y limpieza, lo que deberá ser comprobado por el personal operario.

Previamente o durante la colocación de estos elementos, se limpiarán con agua potable antes de su instalación, con el objetivo de mantener y asegurar su limpieza.

Posteriormente, terminada la instalación y prueba de la red, y de forma previa a su puesta en servicio,

se deberá cumplir lo dispuesto en el Procedimiento para Limpieza y desinfección de tuberías de abastecimiento de EMASESA, según se indica en el art. 7.2. de las presentes Instrucciones.

5.5.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS ENTERRADAS

5.5.1.- EJECUCIÓN DE LAS ZANJAS

La apertura de las zanjas podrá realizarse a mano o mecánicamente, debiendo quedar asegurada en todo momento su estabilidad con una adecuada entibación o mediante el ataludamiento de los lados de la zanja con una inclinación mínima de 1/3. Se deberá observar la instrucción técnica GE018.33 Trabajos en zanjas.

Con carácter general, las secciones de zanja establecidas responderán a lo representado en los correspondientes planos de detalle del Cap.10 Detalles constructivos, dependiendo el tipo de zanja a adoptar en cada caso de las características del trazado, del tamaño de los tubos, de la profundidad de la zanja, de la naturaleza del terreno, etc.

En las zonas urbanas las zanjas se proyectarán con taludes verticales, debiendo adoptarse la entibación necesaria cuando la profundidad de la zanja sea superior a 1,30 m.

Para profundidades ≥ 5 m se deberán disponer bermas con objeto de conseguir una anchura suficiente para permitir el trabajo de la maquinaria.

Salvo circunstancias obligadas, en cuyo caso habría que hacer las comprobaciones de cálculo pertinentes, la anchura de la zanja abierta durante la ejecución de la obra no debe ser superior a la prevista en el proyecto ya que la carga de tierras que recibe la tubería es función de la anchura de la zanja y, en caso de aumentar ésta, las cargas sobre la tubería podrían llegar a ser excesivas y originar daños en la misma.

En el caso de que en la rasante de excavación aparecieran elementos rígidos tales como piedras, fábricas antiguas, etc., será necesario excavar por debajo de la misma y efectuar un relleno posterior, debidamente compactado para mantener la capacidad portante del terreno original.

5.5.2.- MONTAJE DE LA TUBERÍA

La instalación de las tuberías se deberá realizar respetando en todo momento los requisitos de las normas del producto y las indicaciones del fabricante.

Para facilitar los agotamientos y mantener la zanja libre de agua, el tendido de las tuberías debe comenzar en el extremo de aguas abajo, colocando normalmente las tuberías con las embocaduras hacia aguas arriba.

Cuando se interrumpa el montaje de forma significativa se habrán de obturar provisionalmente los extremos de las tuberías para prevenir la entrada de objetos extraños dentro de las mismas.

Las tuberías deberán instalarse según el trazado fijado y a las cotas dadas en el perfil longitudinal. Cualquier ajuste de las mismas deberá realizarse elevando o profundizando el apoyo y, en cualquier caso, asegurándose que las tuberías estén finalmente bien soportadas a lo largo de todo su cuerpo. Los ajustes no se deberán realizar nunca mediante compactación local.

Cuando el sistema de unión de los tubos sea de enchufe-campana, se deberán prever nichos para las juntas que permitan que haya un espacio suficiente para permitir un ensamblaje adecuado e impedir que la tubería quede apoyada sobre la embocadura.

El corte de las tuberías se deberá realizar de forma tal que se asegure el correcto funcionamiento de las juntas, utilizando las herramientas adecuadas y siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Cuando durante la instalación exista el riesgo de que las tuberías floten, éstas deberán quedar aseguradas mediante la pertinente carga o anclaje.

Para facilitar la identificación y localización de la tubería instalada, sobre su generatriz superior y a una distancia aproximada de 50 cm, se deberá colocar una banda señalizadora de material plástico y de color azul con la leyenda “RED DE ABASTECIMIENTO – EMASESA”.

5.5.3.- CAMAS DE APOYO

Los tubos no deben asentarse directamente sobre la rasante de la zanja sino, dependiendo de las consideraciones que al respecto se hayan tenido en cuenta en el cálculo mecánico de la tubería, sobre camas de apoyo que podrán ser de material granular o de hormigón HM-20/B/20/X0.

La elección del tipo de apoyo se realizará considerando aspectos tales como el tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de las uniones, la naturaleza del terreno, etc.

Camas de material granular:

Con carácter general, el material granular a emplear en las camas de apoyo no será plástico y estará exento de materias orgánicas, debiendo tener un tamaño máximo de 25 mm.

La ejecución de la cama granular se realizará en dos etapas:

- En la primera de ellas se ejecutará la parte inferior de la cama debidamente compactada y, sobre la superficie plana de la misma, se colocarán los tubos debidamente acoplados y acañados.
- En una segunda etapa, rellenando a ambos lados del tubo hasta alcanzar el ángulo de apoyo indicado en el proyecto, se realizará el resto de la cama, debiendo prestarse especial cuidado en las operaciones de compactación para no producir movimientos ni daños en la tubería.

Camas de hormigón:

Con carácter general, el hormigón a emplear en este tipo de apoyo será HM-20/B/20/X0 y el tamaño máximo del árido utilizado en su elaboración no resultará mayor de la cuarta parte del espesor de la cama bajo el tubo.

La cama de hormigón se construirá en una única etapa, estando los tubos colocados en su posición definitiva y apoyados sobre calzos que impidan cualquier movimiento de los mismos, debiéndose asegurar el contacto del tubo con el hormigón en toda la superficie de apoyo.

En las zonas de las uniones, se interrumpirá la cama en un tramo con la longitud adecuada y, en su caso, se profundizará la excavación del fondo de la zanja hasta dejar bajo la tubería el espacio libre suficiente para la ejecución de las uniones.

5.5.4.- MACIZOS DE ANCLAJE

Todos los componentes de la red que puedan estar sometidos a empujes por efecto de la presión hidráulica (codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación, válvulas de seccionamiento o regulación, etc.), deberán quedar fijados mediante un macizo de anclaje que contrarreste el empuje y asegure su inmovilidad. Así mismo, deberán disponerse macizos de anclaje en el caso de que las pendientes sean excesivamente fuertes y puedan producirse movimientos de la tubería o cuando exista riesgo de flotabilidad de los tubos.

En general, los macizos de anclaje serán de hormigón HA-25/F/20/XC1 y deberán disponerse de forma tal que las uniones queden al descubierto. Se proscribire expresamente el empleo de cuñas de piedra o de madera que puedan desplazarse.

No se realizarán las pruebas de la tubería instalada hasta que el hormigón haya obtenido su resistencia señalada.

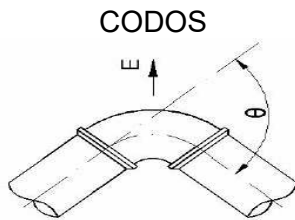
El empuje que, debido a la presión hidráulica interior, se produce en los cambios de dirección, se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$E = 2 P A \text{ sen } (\theta/2) 10^{-3}$$

siendo:

- E empuje en la tubería, en kN
- P presión interior en la tubería, en MPa (Presión máxima de prueba en este cálculo)
- A área interior de la tubería, en mm²
- θ ángulo interior entre las alineaciones de la tubería

De acuerdo con lo anterior, el valor de los empujes producidos en los distintos componentes de la conducción que se señalan, se obtendrá mediante las expresiones siguientes:

COMPONENTE**VALOR DEL EMPUJE**

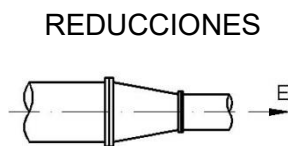
$$E = 2 \cdot P \left[\pi \text{ID}^2 / 4 \right] \cdot \text{sen} (\theta/2) \cdot 10^{-3}$$

(ID = diámetro interior de la red y θ = ángulo de desviación)



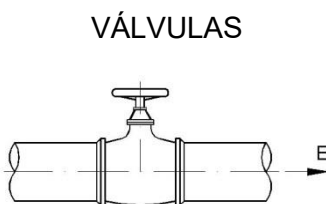
$$E = P \cdot \left[\pi \text{ID}_d^2 / 4 \right] \cdot 10^{-3}$$

(ID_d = diámetro de la derivación)



$$E = P \cdot \left[\pi (\text{ID}_1^2 - \text{ID}_2^2) / 4 \right] \cdot 10^{-3}$$

(ID₁ = diámetro mayor e ID₂ = diámetro menor)



$$E = P \cdot \left[\pi \text{ID}^2 / 4 \right] \cdot 10^{-3}$$

(ID = diámetro interior de la red)

Con carácter general y en ausencia de cualquier otra especificación sobre el particular, la presión hidráulica P que se considerará para el cálculo de los empujes coincidirá con la presión de prueba (STP) de la tubería.

Las dimensiones de los macizos deberán ser tales que los empujes que transmitan al terreno no sean superiores a su resistencia a compresión y, en general, se complementarán con una armadura mínima (cuantía de 10 kg/m³).

De una manera simplificada y dependiendo del diámetro de la tubería, el dimensionamiento de los macizos de anclaje se realizará de la forma siguiente:

En tuberías cuyo ID sea ≤ 500 mm, los macizos de anclaje de hormigón se dimensionarán de manera que su peso iguale al empuje máximo a resistir (kN), por lo que, suponiendo una densidad del hormigón de 2,4 (t/ m³), deberán tener un volumen V (m³) de al menos:

$$V = 0,1 \frac{E}{2,4} = 0,04 E$$

En tuberías de ID > 500 mm, en las que los empujes producidos son de consideración, el dimensionamiento de los macizos de anclaje deberá justificarse convenientemente en cada caso.

5.5.5.- RELLENO DE LAS ZANJAS

Una vez realizadas las pruebas de la tubería instalada, para lo cual antes se habrá efectuado un relleno parcial de las zanjas dejando visibles las uniones, se comenzará el relleno definitivo de las mismas, diferenciándose dos zonas en las que los materiales a emplear y los criterios de compactación resultan claramente distintos.

La primera zona se extiende desde la cama de apoyo hasta un plano situado a una distancia de 15 cm por encima de la parte más elevada del tubo, incluyendo la segunda zona todo el relleno restante.

El relleno de la primera zona o relleno envolvente se realizará con material granular compactado por procedimientos manuales o mediante vibradores de aguja análogos a los utilizados para el hormigón, debiendo prestarse especial atención a la zona de apoyo bajo los riñones del tubo.

Para la segunda zona, dependiendo del área en que se realizan los trabajos, se deberán utilizar los materiales siguientes:

- En áreas urbanas: Los materiales a emplear deberán tener, como mínimo, las características de los suelos seleccionados, según se define en el PG-3, admitiéndose también el albero procedente de cantera.
- En áreas rústicas: Los materiales a emplear deberán tener, como mínimo, las características de los suelos adecuados, según PG-3.

El relleno de esta segunda zona se efectuará extendiendo los materiales en tongadas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme no superior a veinte (20) centímetros, las cuales serán compactadas con medios mecánicos hasta obtener una densidad no inferior al 95% Próctor Modificado.

5.5.6.- REPOSICIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Una vez finalizados los trabajos de relleno de la zanja, se procederá a la reposición del pavimento de la superficie en la forma que en cada caso se haya especificado, debiéndose prestar especial atención a la unión del pavimento repuesto con el existente.

5.6.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS AÉREAS

Este tipo de instalación se plantea normalmente por la necesidad de superar obstáculos en superficie (cauces, viales, etc.), disponiendo la tubería superiormente a éstos, formando parte o adosada a una estructura, y, también, para salvar fuertes pendientes sobre anclajes de apoyo o en galerías visitables.

La conducción a instalar podrá ser de cualquier diámetro, limitándose los materiales de fabricación de la tubería al acero o la fundición dúctil.

En la medida de lo posible se tratará de evitar que la tubería participe como elemento estructural, para lo cual se aprovecharán infraestructuras existentes en las que se dispondrán los elementos resistentes auxiliares sobre los que apoyará la tubería. Preferentemente, se utilizará tubería de fundición dúctil con juntas autotrabadas (resistente a tracción) que deberá instalarse apoyada, como mínimo, con un apoyo por detrás de cada campana de la junta y un ángulo del asiento de 120°. La sujeción de la tubería se realizará con collares metálicos de fijación provistos de una banda elastomérica de protección.

En los casos en que resulte necesario instalar tubería estructural autoportante, se utilizarán tuberías de acero.

Para posibilitar los movimientos de dilatación que pueda sufrir la tubería o compatibilizar los de ésta y la estructura, se deberán disponer juntas elásticas compensadoras y apoyos deslizantes.

Todos los codos que se instalen a ambos lados del cruce habrán de ir convenientemente anclados, preferentemente con un macizo de hormigón, de forma que se asegure su inmovilidad.

Para facilitar el acceso a la tubería y posibilitar el mantenimiento y desmontaje de los elementos que se instalen en las mejores condiciones posibles, se deberán disponer todos los medios necesarios (barandillas, plataformas, líneas de vida, etc.).

Siempre que resulte posible se deberá posibilitar la extracción del tramo instalado, por tracción desde un extremo, en caso de avería.

Se instalarán registros de inspección a ambos lados del cruce, diseñándose éste con válvulas de aislamiento y la pendiente adecuada para facilitar su vaciado, debiendo disponerse también las ventosas y desagües que resulten necesarios.

5.7.- INSTALACIONES SINGULARES

5.7.1.- GENERALIDADES

Se definen en el presente capítulo las directrices generales que deben seguirse en aquellos casos en que, debido a la existencia de condicionantes de tipo técnico, económico o funcional, resulta

aconsejable para la instalación de tuberías utilizar métodos alternativos al tradicional de excavación de zanja a cielo abierto o a la instalación aérea.

En general, el método óptimo a utilizar depende fundamentalmente de las condiciones particulares de cada caso (perfil del terreno, diámetro de tubería, longitud de instalación, etc.), por lo que cada situación debe ser convenientemente estudiada.

A tal respecto, en el proyecto constructivo, que deberá someterse a la aprobación de EMASESA, se habrá de justificar el método de instalación adoptado comparando sus inconvenientes y ventajas respecto a otras alternativas, recogiendo también en el mismo los condicionantes y prescripciones que resulten pertinentes.

Asimismo, estos tramos deberán disponer de un tratamiento relativo a Control de Calidad específico y concreto, con la consideración a estos efectos de "lote independiente de control".

Se permitirá la utilización de técnicas operativas suficientemente conocidas y contrastadas como las que a continuación se indican, señalándose también los criterios generales adoptados para establecer el método a emplear:

- Perforación horizontal dirigida (PHD).
- Perforación horizontal mediante funda metálica.
- Perforación horizontal mediante microtuneladora.

El diseño de estos tramos singulares se deberá realizar de manera tal que se posibilite su aislamiento del resto de la conducción debiendo disponerse las válvulas de corte necesarias y las correspondientes ventosas y elementos de desagüe.

En cualquier circunstancia, el tramo de tubería instalado por cualquiera de los métodos descritos se deberá someter a las pruebas descritas en el Capítulo 7 (Prueba y Recepción de la Red) de las presentes Instrucciones Técnicas, de forma independiente al resto de la conducción.

Finalmente, dado el nivel de especialización que requieren estas técnicas, deberá ser una empresa especialista de reconocido prestigio quien determine la viabilidad de ejecución para cada caso particular y las especificaciones del método a utilizar.

5.7.2.- PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA

Esta técnica permite sortear obstáculos importantes (cauces, calles, edificios, viarios, etc.) sin apertura de zanjas, utilizándose fundamentalmente con tuberías de diámetros comprendidos entre 100 y 400 mm y distancias de instalación de hasta 250 - 300 m.

Consiste en la ejecución, con una trayectoria controlada, de un taladro piloto a través del cual, tras el ensanchamiento de la perforación, se introduce la tubería.

Básicamente, el procedimiento consta de las tres fases siguientes:

1ª Fase: Introducción del taladro piloto bajo el obstáculo siguiendo un trazado previamente planificado y a través de la sonda de guiado, la cual estará dotada de los mecanismos necesarios para ejecutar las acciones correctoras correspondientes.

2ª Fase: Una vez que el taladro piloto alcanza su objetivo, se sustituye el perforador por un ensanchador del tamaño adecuado a la tubería a instalar.

3ª Fase: Consiste en repasar el taladro con un ensanchador/compactador, al tiempo que se tira de la tubería a instalar.

Al objeto de estabilizar el taladro, lubricar el contacto terreno- varillaje y la limpieza de los detritus, se utiliza un fluido de perforación compuesto por agua y bentonita.

El diámetro de ensanchado de la perforación oscilará entre 1,3 y 1,5 veces el diámetro exterior de la tubería a instalar.

El sistema de guiado será normalmente de tipo electromagnético, compuesto por sonda, receptor en superficie y sensor remoto. Deberá tener una precisión superior a $\pm 5\%$ en profundidad y del 0,5% en pendiente.

En general, este método se utiliza fundamentalmente con tuberías de polietileno. En el caso especial de que la conducción que se instale sea de fundición dúctil, las juntas serán flexibles autotrabadas (resistentes a tracción) y la tubería deberá disponer un recubrimiento exterior de mortero de cemento.

5.7.3.- PERFORACION MEDIANTE FUNDA METALICA

Normalmente, se utiliza este método cuando es preciso efectuar cruces de pequeña longitud con obras lineales (viales, ferrocarril, canales, etc.) sin interferir en su funcionamiento y para diámetros de tubería comprendidos entre 100 - 1.200 mm.

Consiste básicamente en la introducción bajo el obstáculo a cruzar de una tubería de chapa metálica, dentro de la cual se instala la tubería de abastecimiento que, normalmente, será de fundición dúctil.

En función de la profundidad y los condicionantes del terreno, habrá de protegerse de forma adecuada la excavación del pozo de ataque, mediante muro de hormigón o tablestacado, debiéndose prever en cualquier caso una solera de hormigón para el correcto asiento de la máquina perforadora.

Desde la cabeza de perforación y, generalmente, por medio de un mecanismo hidráulico de empuje, se introduce progresivamente una funda metálica en cuyo interior se dispone un tornillo sinfín con la doble finalidad de actuar como frente de excavación y efectuar la retirada de tierras de la cabeza de perforación.

La cuchilla de cabeza de la funda deberá prever un margen sobre el diámetro del taladro de al menos 3 mm.

Para la instalación y el centrado de la tubería en el interior de la funda se utilizarán collarines - guía de materiales plásticos, con un mínimo de dos patines por tramo de tubo. En el caso de tubería de fundición dúctil se utilizarán juntas flexibles autotrabadas (resistentes a tracción).

La ubicación del cruce deberá posibilitar la extracción del tramo instalado, por tracción desde un extremo, en caso de avería en el mismo. Se instalarán registros de inspección a ambos lados del cruce, diseñándose éste con válvulas de aislamiento y la pendiente adecuada para facilitar su vaciado, debiendo disponerse las ventosas y desagües que resulten necesarios.

5.7.4.- PERFORACION MEDIANTE MICROTUNELADORA

Al igual que la anterior, esta técnica se emplea generalmente para salvar obras lineales sin interferir en su funcionamiento, utilizándose habitualmente tuberías de hormigón armado con camisa de chapa y diámetros superiores a 1.200 mm.

La diferencia fundamental con el método de perforación mediante funda metálica radica en que la cubierta de la perforación está constituida por la propia tubería, la cual deberá estar diseñada para soportar los esfuerzos que se producen durante el proceso de ejecución de la perforación.

Básicamente, este sistema consiste en una cabeza perforadora, de escudo abierto o cerrado, que realiza la excavación ayudada por el empuje que se efectúa desde la cabeza de la perforación, a través de mecanismos hidráulicos y sobre el tramo de tubería que se pretende introducir.

En función de la distancia de perforación y de la naturaleza del terreno, se dispondrán las estaciones intermedias de empuje que sean necesarias para garantizar la integridad de la tubería, debiendo preverse, en su caso, la inyección de bentonita entre las paredes de la perforación como elemento reductor de la fricción entre la tubería y el terreno.

Las tierras excavadas son extraídas a través de la conducción por medio de cintas transportadoras o vagonetas, en caso de frente de perforación abierto, o por medio de lodos bentoníticos, para perforaciones de escudo cerrado.

Antes de la introducción de cada tubo se deben hormigonar las juntas de la tubería con un mortero de fraguado rápido, para evitar el sufrimiento de la camisa de chapa de la tubería. La soldadura de las juntas se realiza normalmente una vez finalizado el proceso de introducción de los tramos de tubería.

Se instalarán registros de inspección a ambos lados del cruce, diseñándose éste con válvulas de aislamiento y la pendiente adecuada para facilitar su vaciado, debiendo disponerse las ventosas y desagües que resulten necesarios.

6. REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS

6.1.- GENERALIDADES

En aquellas actuaciones de renovación de redes en las que la apertura de zanjas suponga un condicionante importante a la viabilidad de la obra y las condiciones de la tubería existente lo permitan, se podrá considerar, como alternativa a la sustitución de la conducción existente por una nueva, la utilización de métodos de rehabilitación de tuberías suficientemente conocidos y contrastados, entre los que pueden citarse los siguientes:

- Encamisado con manga reversible.
- Entubado de la canalización (Compact pipe).
- Rompedor estático (Bursting).
- Revestimiento interno con mortero de cemento.
- Rehabilitación de juntas mediante manguitos.

En general, el método óptimo a utilizar dependerá de las condiciones particulares de cada caso (tipo de tubería, diámetro, número de acometidas o elementos, longitud de instalación, etc.), por lo que cada situación deberá ser convenientemente analizada.

A tal respecto, en el proyecto constructivo, que deberá someterse a la aprobación de EMASESA, se habrá de justificar el método de instalación adoptado comparando sus inconvenientes y ventajas respecto a otras alternativas, recogiendo también en el mismo los condicionantes y prescripciones que resulten pertinentes.

La longitud de los tramos de rehabilitación a considerar, que estará condicionada por los codos y otras características de la red, deberá justificarse adecuadamente.

Asimismo, estos tramos deberán disponer de un tratamiento relativo a Control de Calidad específico y concreto, con la consideración a estos efectos de "lote independiente de control". Se deberá considerar, como mínimo, el aporte previo de la documentación y certificaciones de los materiales y resinas que se proyectan, para la previa y expresa aprobación por EMASESA, especialmente en cuanto a la aceptación de los materiales que vayan a estar en contacto con el agua potable, conforme al procedimiento interno vigente, según se indica en el Cap. 09. Asimismo, se deberá realizar la comprobación del grado de preparación de la superficie, previamente a la aplicación de la manga; la inspección por televisión del tramo antes de la rehabilitación y después; y la prueba de estanquidad del tramo rehabilitado, levantando Acta.

De todas las actividades que se realicen, se deberá dejar constancia mediante las correspondientes actas de prueba y ensayos de calidad, e informes con planos en formato digital.

Dado el nivel de especialización que requieren estas técnicas, deberá ser una empresa especialista de reconocido prestigio quien determine la viabilidad de ejecución para cada caso particular y las especificaciones del método a utilizar de forma que se asegure en todo momento la seguridad de la obra y la garantía de la rehabilitación efectuada.

7. PRUEBA Y RECEPCIÓN DE LA RED

7.1.- PRUEBA DE LA RED INSTALADA

Toda la red instalada deberá ser sometida a una prueba de presión, la cual podrá realizarse sobre la totalidad de la conducción o, cuando resulte conveniente, considerando varios tramos de prueba independientes entre sí y seleccionados en función de sus características particulares (materiales, diámetros, espesores, etc.).

Salvo expresa autorización de EMASESA; con carácter general la prueba de presión a efectuar, incluirá también la de las acometidas domiciliarias correspondientes al tramo de prueba, para lo cual, previamente, habrá de realizarse la conexión de las mismas a la red así como la instalación del ramal correspondiente hasta la llave de registro.

El agua utilizada en la realización de las pruebas de la tubería instalada deberá estar adecuadamente contabilizada mediante contador que será objeto de contrato aparte, así como el vertido de la misma tras las pruebas deberá conducirse a imbornales próximos.

1) Valor de la Presión de Prueba (STP):

El valor que se adopte para la presión de prueba (STP) dependerá de que en el diseño de la red se haya calculado en detalle el posible golpe de ariete que pudiera producirse o, por el contrario, de que simplemente se haya realizado una estimación del mismo:

- a) Cuando el golpe de ariete esté calculado en detalle, la presión de prueba de la red (STP) se obtendrá a partir de la presión máxima de diseño (MDP) del modo siguiente:

$$STP = MDP + 0,1 \text{ (expresando todos los valores en N /mm}^2\text{)}$$

- b) En los casos en los que el golpe de ariete no esté calculado, la presión de prueba (STP) que, con carácter general, se establece es de $1 \text{ N/ mm}^2 \approx 10 \text{ Atm} \approx 10 \text{ Bar}$.

2) Procedimiento de Prueba:

Antes de empezar la prueba deberán de estar colocados, en su posición definitiva, todos los tubos, piezas especiales, válvulas, etc., y los macizos de anclaje de hormigón deben alcanzar las características de resistencia requeridas. Así mismo, deberá comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas.

En los casos en que la tubería se disponga enterrada, la zanja deberá estar parcialmente rellena y con las uniones al descubierto para facilitar la localización de pérdidas en el caso de que éstas se produzcan. Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas, así como fugas de agua.

En cualquier circunstancia, durante la ejecución de la prueba deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para evitar daños personales.

La prueba a realizar constará de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

2.1) Etapa preliminar:

El objeto de esta etapa preliminar es conseguir que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, con objeto de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la conducción (movimientos de recolocación de los elementos, expulsión de aire, saturación de agua de la tubería, deformación de los tubos, etc.) no sean significativos en los resultados de la prueba.

Se comenzará por llenar lentamente de agua el tramo a probar, preferiblemente desde el punto más bajo del tramo, facilitándose la evacuación de aire mediante los dispositivos de purga convenientes. La conducción deberá mantenerse llena de agua durante un periodo de tiempo no inferior a 24 horas, lo cual es particularmente importante en el caso de tuberías que, como las de hormigón, pueden absorber cierta cantidad de agua.

A continuación, mediante una bomba provista de un manómetro con una precisión no inferior a 0,02 N/mm², se aumentará la presión hidráulica de forma constante y gradual, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm² por minuto, hasta alcanzar un valor de aproximadamente 0,8 STP.

Para lograr los objetivos de estabilización de la tubería en esta etapa preliminar, esta presión se deberá mantener durante un periodo de tiempo que dependerá fundamentalmente del material con el que esté fabricada la tubería, para lo cual, si fuera necesario, se suministrarán mediante bombeo cantidades adicionales de agua. Con carácter general, se estima suficiente que la duración de esta etapa sea de 1 a 2 horas para los tubos metálicos o de materiales plásticos y de 24 a 48 horas para los tubos de hormigón.

Durante este periodo de tiempo no se producirán pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería. En caso contrario, deberá procederse a la despresurización de la misma y,

una vez corregidos los fallos, a la repetición del ensayo.

2.2) Etapa principal:

2.2.1) Comprobación del descenso de presión:

Una vez finalizada con éxito la etapa preliminar, se aumentará de nuevo la presión hidráulica interior hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP) de forma constante y gradual, sin que el incremento de presión supere 0,1 N /mm² por minuto. Seguidamente se desconectará el sistema de bombeo para impedir la entrada de agua.

La prueba se considerará superada si, transcurrido un periodo de tiempo no inferior a una hora, el descenso de presión que hubiera podido producirse durante dicho intervalo resulta inferior a 0,02 N/mm²

2.2.2) Comprobación de las pérdidas de agua:

En los casos en que el DI de la tubería instalada sea superior a 1.000 mm, la longitud del tramo de prueba resulte mayor de 1.000 m, o cuando a juicio de EMASESA se considere procedente, además de la prueba de pérdida de presión descrita anteriormente, habrá de realizarse también la comprobación de las pérdidas de agua que se producen.

Para ello, se corregirá el descenso de presión que se hubiera producido en la fase anterior, aportando cantidades adicionales de agua, hasta alcanzar de nuevo el valor de STP y se medirá el volumen final de agua suministrado, el cual debe resultar inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta V_{\text{máx.}} \leq 10^{-8} \cdot ID^2 \cdot L \cdot \left(1 + K \frac{ID}{e}\right)$$

siendo:

$\Delta V_{\text{máx.}}$	pérdida admisible, en litros
ID	diámetro interior del tubo, en mm
L	longitud del tramo, en metros
e	espesor nominal del tubo, en mm
K	coeficiente dependiente del material del tubo

Material de las Tuberías	K
Fundición	0,0124
Acero	0,01
Hormigón	0,07
Polietileno	2,1

Cuando, durante la realización de esta prueba, las pérdidas de agua resultan superiores al máximo valor indicado, se deberán corregir los defectos observados y repetir el proceso hasta superarlo con éxito.

Una vez finalizada las pruebas, la conducción deberá despresurizarse lentamente, estando todos los dispositivos de purga abiertos al vaciar las tuberías para posibilitar la entrada de aire.

2.2.3) Acta de Pruebas:

Los resultados de las pruebas realizadas habrán de quedar recogidos documentalmente, por lo que, una vez finalizadas las mismas con resultados satisfactorios, se deberá cumplimentar el documento denominado "ACTA DE PRUEBAS" cuyo modelo se recoge en el apartado correspondiente del Cap.10 Detalles constructivos.

7.2.- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA RED

La puesta en servicio de una tubería de abastecimiento, bien sea nueva o bien que haya estado un tiempo fuera de uso, puede ocasionar una posible alteración en la calidad del agua suministrada. Por tanto, es necesario asegurar su limpieza y desinfección antes de su puesta en servicio.

7.2.1 Alcance de los trabajos de limpieza y desinfección de la red

De conformidad con lo recogido en el Real Decreto 140/2003, se deberá proceder a la limpieza y desinfección de las conducciones para el transporte de agua potable en los casos siguientes:

- Tuberías nuevas de abastecimiento (o red de distribución del agua de consumo humano) antes de ponerlas en servicio.
- En las tuberías y/o acometidas de abastecimiento (sometidas a intervenciones de mantenimiento o reparación y que se hayan quedado sin presión / sin agua durante dichos trabajos.
- Redes de nueva ejecución en urbanizaciones, de promociones privadas o de otros organismos, ajenas a EMASESA.
- Tuberías de abastecimiento (o red de distribución del agua de consumo humano) que hayan estado sin servicio.

Debido a que en el proceso de limpieza y desinfección se puede producir un contacto con el agua potable, todo el personal que ejecute dichos trabajos deberá disponer de la formación adecuada para la realización de las tareas a ejecutar.

Se deberán adoptar las medidas de seguridad que resulten adecuadas y todo el personal que manipule o trabaje en la proximidad de sustancias desinfectantes deberá tener conocimiento de cualquier peligro relacionado con las mismas. Así mismo, se habrá de disponer de todos los equipos de protección exigidos en las normativas de seguridad vigentes.

El responsable de la ejecución de la limpieza deberá comprobar que en la zona donde se realice la desinfección existe una toma de agua a la red pública con manguera, apta para el lavado de urgencia o como ducha de emergencia, en caso de salpicadura o accidente, que pueda hacer las veces de ducha de emergencia.

7.2.2 Procedimiento general de desinfección:

El proceso general contempla 4 fases:

- A) Limpieza
- B) Desinfección
- C) Lavado final
- D) Conexión o puesta en servicio de la tubería

Así mismo, se indican las comprobaciones analíticas que son necesarias en el proceso para asegurar el control de la limpieza y desinfección. Estas comprobaciones analíticas serán realizadas por un laboratorio acreditado para la toma de muestra, análisis de cloro residual y parámetros microbiológicos (UNE-EN ISO/IEC 17025).

Antes de la conexión de la red, EMASESA, deberá disponer de la documentación precisa de actuaciones y resultados de cada una de las fases descritas.

A continuación se describe, para cada uno de los casos descritos en el apartado 7.2.1 del presente documento, las fases a seguir para la limpieza y desinfección. Las tareas concretas se desarrollan en el punto 7.2.3 de este documento.

7.2.2.1.Tuberías nuevas de abastecimiento (o red de distribución del agua de consumo humano) antes de ponerlas en servicio, y redes de nueva ejecución en urbanizaciones mediante promociones privadas o de otros organismos, ajenas a EMASESA

Se debe actuar cumpliendo los siguientes pasos:

- A.- Limpieza
- B.- Desinfección/ Control analítico de desinfección
- C.- Lavado final/Control analítico de Lavado
- D.- Conexión/Control analítico antes de la puesta en servicio (si procede)

7.2.2.2. En tuberías de abastecimiento (o red de distribución del agua de consumo humano) que hayan estado sin servicio

Se debe actuar cumpliendo los siguientes pasos:

- C.-. Lavado final / Control analítico de Lavado.

D.- Conexión / Control analítico antes de la puesta en servicio (si procede)

En caso de que los valores analíticos facilitados por el Laboratorio fuesen desfavorables después de haber realizado esta operación en dos ocasiones, se debe llevar a cabo el proceso de desinfección completo (A, B, C, D).

7.2.2.3. En las tuberías y/o acometidas de abastecimiento sometidas a intervenciones de mantenimiento o reparación y que se hayan quedado sin presión / sin agua durante dichos trabajos

Se distinguirán tres casos:

1) **Intervenciones de riesgo alto:** En canalizaciones de distribución y en acometidas de sección > 60 mm y longitud superior a 15 metros, donde se tengan indicios que la conducción haya sido invadida por agentes externos contaminantes tales como agua no potable, fangos u otras impurezas.

A.- Limpieza

B.- Desinfección / Control analítico de la desinfección

C.- Lavado final / Control analítico de Lavado

D.- Conexión / Control analítico antes de la puesta en servicio (si procede)

- En estos casos y dado que puede afectar a suministros, el tiempo que conllevan los trabajos de limpieza y desinfección, y la no existencia previa en la mayoría de los casos de avisos a los usuarios afectados por el corte de suministro, por parte del Responsable de la actuación, antes de iniciar dichas tareas, se requerirá la correspondiente autorización mediante llamada telefónica y correo electrónico a EMASESA.

2) **Intervenciones de riesgo bajo:** se consideran intervenciones de bajo riesgo los siguientes casos.

- Cuando la intervención no afecte al interior de la tubería, pero la canalización haya quedado despresurizada.
- Intervenciones donde se haya sustituido un tramo de tubería hasta 15 metros, aunque se tenga constancia que la conducción no ha sido invadida por agentes externos tales como agua no potable, fangos u otras impurezas.
- En acometidas de sección igual o inferior a 60 mm y longitud inferior a 15 metros.
- En cualquier caso de intervención y/o reparación no incluido en intervenciones de alto riesgo o interior de la tubería.

En estos casos se realizará una purga y toma de cloro y conductividad en el punto del tramo afectado. El volumen de la purga irá en función de la sección de la conducción y del tramo de red evacuado,

tomando como valor orientativo de purga el volumen de la conducción afectada. Hay que tener en cuenta que para poner en servicio la conducción, los valores de cloro deberán ser similares a los existentes en la zona.

3) **Intervenciones en interior de la tubería:** Para este tipo de trabajos, dado las secciones y volumen de las conducciones, antes de proceder al llenado de la conducción, se deberá limpiar y desinfectar el tramo donde se ha estado reparando y trabajando, de la siguiente forma:

- a) Eliminar las posibles incrustaciones mediante cepillado o agua a presión y realizar las reparaciones necesarias. Para la desinfección utilice una solución clorada de 10 mg/l de hipoclorito sódico de uso alimentario. Una solución de hipoclorito sódico reciente tiene una concentración de cloro activo de aproximadamente 140 g/L. Este cloro activo se irá perdiendo con el tiempo por lo que se recomienda utilizar soluciones de hipoclorito nuevas. Para preparar esta solución, se deberá dosificar aproximadamente 100 ml de esa solución por metro cúbico de agua.
- b) Humedecer un rodillo con la solución de cloro y pasarlo por toda la superficie afectada de la tubería. También puede utilizar escobas o cepillos unidos a un palo de escoba o cualquier otro sistema que asegure el contacto de la solución desinfectante con la superficie interior de la conducción.
- c) Dejar actuar la solución durante cuatro horas.
- d) Enjuagar la superficie interior de la conducción y desaguar la misma.

7.2.3 Tareas de Limpieza y Desinfección

A continuación se describen las tareas a realizar en el proceso general de limpieza y desinfección. En cada una de los siguientes apartados se describirán las particularidades a tener en cuenta en función de la casuística.

7.2.3.1 Limpieza

Una vez instalado el tramo de tubería, se procederá a limpiarlo con agua de la red para eliminar los posibles restos de la instalación. Para efectuar la limpieza se puede utilizar el agua usada en la prueba de carga. Una vez finalizado el ensayo, se dejará la tubería vacía para iniciar la fase de desinfección.

7.2.3.2 Desinfección

B.1.- Calcular el volumen de agua que contiene la tubería.

B.2.- Dosificar hipoclorito sódico (de uso alimentario) para que la concentración final de cloro sea aproximadamente de 10 mg/L. Una solución de hipoclorito sódico reciente tiene una concentración de cloro activo de aproximadamente 140 g/L. Este cloro activo se irá perdiendo con el tiempo por lo que

se recomienda utilizar soluciones de hipoclorito nuevas. Se deberá dosificar aproximadamente 100 ml de esta solución por metro cúbico de agua contenida en la tubería.

B.3.- La dosificación se realizará de tal forma que se garantice la homogeneidad en la tubería. Para ello, Y SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, se recomienda utilizar agua hiperclorada a la concentración indicada.

En caso de no ser posible, añadir el agua poco a poco a medida que se añade el hipoclorito. No añadir todo el hipoclorito al principio y luego llenar la tubería de agua, pues se puede provocar la acumulación del hipoclorito en el extremo de la tubería y así dejar zonas sin desinfectar. Se deben evitar concentraciones finales mayores de 10 mg/L de cloro que podrían alterar el material de las conducciones.

NOTA: Para el caso de tuberías de abastecimiento (o red de distribución del agua de consumo humano) que hayan estado sin servicio, para acortar los tiempos, se pueden utilizar concentraciones de cloro más altas como aparece en el cuadro a continuación:

Concentración de cloro	Dosis de hipoclorito	Tiempo de contacto
50 mg/L	350 ml/m ³ de agua	12 horas
150 mg/L	1 L/m ³ de agua	30 min.

B.4.- El contratista presentará al Responsable de la supervisión por EMASESA, el plan de actuación para su aprobación. En este plan deberá incluirse los puntos de adición de cloro, su dosis y los puntos representativos elegidos para el control de la desinfección.

En dicho Plan se incluirá el listado y plano de localización, de los materiales en contacto con el agua potable que previamente se habrán aceptado por EMASESA al inicio de las obras.

Control analítico de la desinfección:

Este paso incluye la toma de muestras y el análisis de los parámetros que aparecen en la tabla siguiente. Este control será realizado, en los puntos representativos y aprobados por el responsable de la limpieza y desinfección de la red, y realizados por un laboratorio acreditado para la toma de muestra, análisis de cloro residual y parámetros microbiológicos.

Las muestras deben ser representativas por lo que se dejará correr el agua, en la medida de lo posible, al menos 1 min. Estas muestras serán enviadas al laboratorio a la mayor brevedad posible y en las mejores condiciones de conservación y transporte (en oscuridad y sin ser sometidas a altas temperaturas para minimizar alteraciones de la muestra).

Para el control analítico de la desinfección se tomarán dos muestras. Una para análisis FQ (cloro) y otra para análisis microbiológico.

La muestra para análisis FQ (cloro) se tomará en un bote adecuado, sin que sea necesario que sea estéril ni llevar conservante. La muestra para análisis microbiológico debe tomarse en botes estériles y con tiosulfato (necesario para inactivar la acción del cloro que no se debe enjuagar nunca) Estas muestras se entregarán en el Laboratorio de Agua Potable convenientemente identificadas, pudiendo emplearse el modelo de etiqueta que se indica a continuación, o bien, rotular sobre el frasco la información necesaria para la identificación de la muestra.

	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			Código (a rellenar por el laboratorio):
	SOLICITADA POR:			Nº OT
MUESTRA TOMADA EN:				
Dirección:			Punto de toma:	
FECHA		HORA	Persona que toma la muestra	
OBSERVACIONES				

PARÁMETROS A ANALIZAR Y VALORES LÍMITES		
Parámetros microbiológicos	<i>Bacterias Coliformes en 100 ml</i>	<1 ufc/100ml
	<i>Escherichia. Coli en 100 ml</i>	<1 ufc/100ml
	Enterococos Intestinales en 100 ml	<1 ufc/100ml
	Recuento aerobias a 22 °C en 1 ml	<100 ufc/1ml
Cloro (mg/L)		>0,1 mg/L

Para considerar la desinfección correcta es imprescindible que se cumplan los valores límite de todos los parámetros microbiológicos. En caso contrario se deberá repetir el proceso de desinfección. El valor establecido para el cloro es solo recomendable. Si el cloro residual es inferior a 0,1 mg/L, pero no hay presencia de indicadores de contaminación microbiológica, (se cumplen con los límites

establecidos para los parámetros microbiológicos), la desinfección se también puede considerarse correcta.

7.2.3.3 Lavado final

Una vez que se tienen los resultados y la desinfección ha sido correcta, se procederá al desagüe de la tubería y limpieza final con agua de la red.

Esta operación debe realizarse, como paso previo a la conexión, en el menor tiempo posible después de la desinfección, estableciéndose como periodo máximo, 15 días a contar desde el conforme de la desinfección.

Los responsables se coordinarán para concretar el día para el lavado final, y se dará entrega de la documentación relativa a la limpieza y desinfección, al responsable de la conexión de EMASESA.

Control analítico del lavado

El técnico responsable de EMASESA, contactará con el Departamento de Control de Calidad a fin de concertar la toma de muestras, que se realizará entre las 24 y 48 horas siguientes.

Los parámetros a controlar serán principalmente: pH, cloro, conductividad y turbidez, pudiéndose realizar otros parámetros a determinar por EMASESA.

En el caso que Departamento de Control de Calidad no pueda realizar la toma de muestra, será el Responsable de la Actuación, o persona delegada por este, el que la realice y se procederá como en el punto B. En este caso y como no es necesario analizar ningún parámetros microbiológico puede usarse un bote adecuado como los empleados para control analítico de la desinfección

El Departamento de Control de Calidad emitirá un informe con los resultados obtenidos.

NOTA: Si los resultados no son conformes, el Responsable de la Actuación por EMASESA procederá al desagüe realizándose un nuevo LAVADO FINAL, tras el cual se procederá a una nueva comprobación de la limpieza.

7.3.- CONEXIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LA RED

Una vez finalizado el proceso de limpieza y desinfección de la tubería descrito en el artículo precedente, se procederá a la planificación y ejecución de la conexión correspondiente.

Para evitar el deterioro del agua antes de su conexión, el periodo recomendado entre lavado final y conexión es de 72 horas (3 días) desde el conforme de la prueba de lavado.

Se recomienda que en el proceso de la conexión se comprueben los valores de cloro, que deben estar comprendido entre 0.2 y 1.0 mg/L. Esta operación será obligatoria si se ha superado el periodo recomendado entre el lavado final y la conexión (3 días) hasta un máximo de 15 días.

NOTA: En el caso de que los valores de cloro sean < 0.2 mg/L se realizará un nuevo lavado por renovación (purgas) hasta conseguir valores de cloro $> 0,2$ mg/L.

Si se supera el tiempo máximo establecido entre el lavado final y la conexión (15 días) será necesario un nuevo control que incluya parámetros microbiológicos

Todos los pormenores de la conexión a efectuar se recogerán en el denominado Plan de Conexiones en el cual se reflejarán los detalles de las conexiones a realizar, los materiales (especificando fabricante y modelo y su localización en plano) y medios necesarios a utilizar, la duración estimada para los trabajos, etc., debiendo así mismo ir acompañado de la documentación acreditativa de la limpieza y desinfección realizadas.

El responsable técnico de EMASESA supervisa y aprueba el referido Plan Conexiones y la relación de las válvulas u otros elementos de la red a maniobrar, así como las zonas que resultarán afectadas.

Terminados los trabajos se procederá a la puesta en carga de la tubería, efectuándose el llenado de la misma por el punto más bajo de la red, facilitándose la salida del aire a través de las ventosas o tomas de agua potable existentes en el tramo, las cuales se mantendrán abiertas hasta que se haya completado el llenado de la red.

7.4.- RECEPCIÓN DE LA RED

Finalizadas las obras y una vez comprobada su construcción con arreglo a las prescripciones fijadas se podrá proceder a la Recepción Provisional de las mismas, para lo cual resultará imprescindible la previa entrega a EMASESA de los Planos que reflejen fielmente las conducciones instaladas, los cuales deberán ser elaborados en conformidad con lo recogido en las Especificaciones Técnicas para la Documentación Gráfica (PD 005.09) de EMASESA, así como las Fichas de los elementos colocados, debidamente cumplimentadas, cuyos modelos son: Ficha de elementos de la red de abastecimiento (PD262) y Ficha de acometida de abastecimiento (PD263), ambos en vigor y publicados en la web corporativa. Asimismo, se deberá aportar previamente a la recepción, la documentación del control de calidad desarrollado durante las obras; la identificación de los materiales, y las garantías previstas.

Transcurrido el plazo de garantía, que salvo estipulación expresa en contrario tendrá una duración de un (1) año (y diez -10- para las válvulas y ventosas) y en el caso de que no existiesen defectos reseñables, se procederá a la Recepción Definitiva de las Obras, debiendo procederse en conformidad con lo establecido en el Procedimiento para la Tramitación de la Recepción Provisional y Recepción Definitiva de las Obras implantado en EMASESA.

En caso de detectarse anomalías o defectos que requieran de la intervención en la red y/o de algún elemento, se deberán considerar incluidos los trabajos y costes de reparación, sustitución, apertura y

cierre de pavimentos, avisos y gestiones de permisos necesarios, y los costes de gestión de EMASESA, como cargos de posible aplicación a la fianza depositada, sin que se culmine la recepción definitiva hasta tanto no quede resuelta la reparación.

8. TRAMITACIÓN DE LOS PROYECTOS

8.1.- INFORME PREVIO DE PROYECTOS

En las actuaciones relacionadas con las redes de abastecimiento y saneamiento, o cuando por cualquier otra obra resulten afectadas, resulta preceptivo el informe técnico de EMASESA con carácter previo a la ejecución de las obras correspondientes, por lo que, para la obtención de la Licencia Municipal, el Promotor, ya sea público o privado, deberá presentar un ejemplar del Proyecto de Obra firmado por técnico competente, con capacidad legal reconocida para ello, para su aprobación por los servicios técnicos de EMASESA, utilizando el conducto que el Ayuntamiento respectivo determine en cada caso.

8.2.- DOCUMENTACIÓN MÍNIMA A PRESENTAR

El Proyecto que se remita a EMASESA deberá estar firmado por técnico competente y legalmente facultado para ello, aportando una declaración responsable a estos efectos, y deberá contener, como mínimo, la documentación siguiente (en formato digital preferentemente, con firma electrónica, y documentos en archivo pdf, no protegidos a impresión), y con esta estructura de carpetas:

- Memoria, debiendo describirse los criterios y premisas que justifican la solución adoptada.
- Anejos de Cálculo Justificativos, incluyendo:
 - Situación actual de la red de abastecimiento
 - Topografía
 - Cálculos hidráulicos y mecánicos
 - Cálculos eléctricos, en su caso
- Planos:
 - Situación
 - Planta de las redes existentes
 - Planta con los puntos de conexión previstos
 - Planta de las obras a ejecutar
 - Perfiles longitudinales
 - Secciones tipo
 - Detalles de obras complementarias

- Planta de servicios afectados
- Pliego de Condiciones, con indicación de las características técnicas que han de cumplir los materiales y equipos utilizados en las obras así como las condiciones de ejecución de las mismas.

Cuando no sea posible la entrega en formato digital se admitirá la entrega en papel, mediante escrito de solicitud razonando los motivos

8.3.- INCUMPLIMIENTOS

La inobservancia del deber de solicitud de informe previo o de presentación de los proyectos a EMASESA, así como el incumplimiento durante la ejecución de las obras de lo establecido en esta Normativa, dará lugar a la negativa de EMASESA a la recepción del conjunto de la instalación y a la no contratación del servicio de abastecimiento y saneamiento derivado de la misma.

9. PROCEDIMIENTO PARA LA ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS EN CONTACTO CON EL AGUA DE CONSUMO

9.1.- OBJETO

EMASESA dispone de un protocolo interno de aceptación de los materiales y productos en contacto con el agua de consumo utilizados en EMASESA con el objetivo de facilitar el cumplimiento del art. 14 del RD 140/2003: “Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano”.

Este protocolo se desarrolla en el documento “Procedimiento para la aceptación de materiales y productos en contacto con el agua de consumo” (PD016.05 versión en vigor).

9.2.- ALCANCE

Los materiales de construcción y productos en contacto con el agua, desde la captación hasta la toma final, ya que estos materiales y productos deben mantener y no alterar las condiciones de calidad del agua, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa vigente en cada momento. Aplica por tanto, a todos aquellos productos y materiales utilizados en el Sistema General de Abastecimiento y que puedan entrar en contacto con el agua de consumo humano, incluidas las sustancias de tratamiento indicadas en la Orden SSI/304/2013, de 19 de febrero o vigente en cada momento

En estas Instrucciones Técnicas se indica en que situaciones y materiales será preceptivo el cumplimiento de este procedimiento, mediante la presentación de las certificaciones a EMASESA que así lo acrediten.

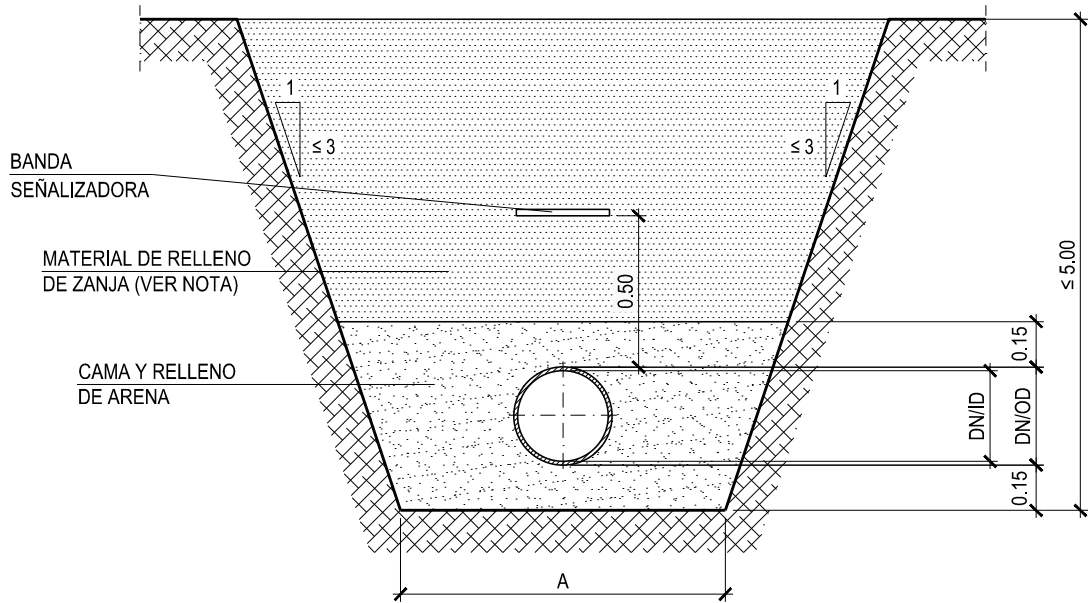
10. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- AB-010.- SECCIONES TIPO DE ZANJA PARA TUBERÍAS DE F. DÚCTIL Y POLIETILENO
- AB-011.- SECCIONES TIPO DE ZANJA PARA TUBERÍAS DE HACH
- AB-020.- DISPOSICIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA ENTERRADA
- AB-021.- DISPOSICIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA EN POZO
- AB-030.- DISPOSICIÓN DE VENTOSA
- AB-040.- DISPOSICIÓN DE TOMA DE AGUA POTABLE
- AB-050.- DISPOSICIÓN DE HIDRANTE
- AB-060.- DISPOSICIÓN DE DESAGÜE
- AB-070.- GEOMETRÍA DE CÁMARAS
- AB-071.- ESQUEMA DE ARMADURAS DE CÁMARAS
- AB-072.- LOSAS DE CUBIERTA DE CÁMARAS
- AB-090.- ESQUEMA GENERAL DE ACOMETIDA
- AB-091.- DISPOSICIÓN DE LLAVE DE REGISTRO DE ACOMETIDA
- AB-100.- TRAMPILLÓN PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA ENTERRADAS
- AB-110.- TAPA Y CERCO DE FUNDICIÓN DÚCTIL / C.P. 600 Y C.P.700 PARA HIDRANTES
- AB-120.- TOMA DE AGUA POTABLE
- AB-130.- CARRETES DE DESMONTAJE
- AB-140.- PATE DE POLIPROPILENO
- MODELO - ACTA DE PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA

SECCIONES TIPO DE ZANJA PARA TUBERÍAS DE FUNDICIÓN DÚCTIL Y POLIETILENO

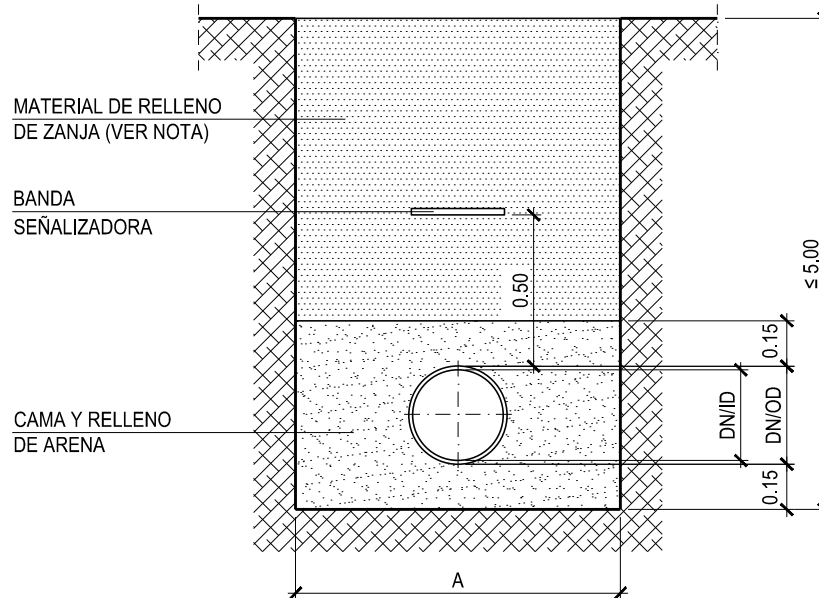
(ESCALA: 1/25)

ZANJA SIN ENTIBAR



TUB. FUNDICIÓN DÚCTIL		TUBERÍA DE POLIETILENO	
CASCO ANTIGUO Y ZONA URBANA		ZONA RÚSTICA	
DN/ID (mm)	A (m)	DN/OD (mm)	A (m)
$60 \leq \text{DN/ID} \leq 700$	$\text{DN/ID} + 0.75$	$63 \leq \text{DN/OD} \leq 200$	$\text{DN/OD} + 0.50$
$700 < \text{DN/ID} \leq 1200$	$\text{DN/ID} + 0.90$		
$\text{DN/ID} > 1200$	$\text{DN/ID} + 1.10$		

ZANJA ENTIBADA



-NOTA:
EN ZONAS URBANAS, SUELO SELECCIONADO (PG-3)
EN ZONAS RÚSTICAS, SUELO ADECUADO (PG-3)

COTAS EN metros



EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)

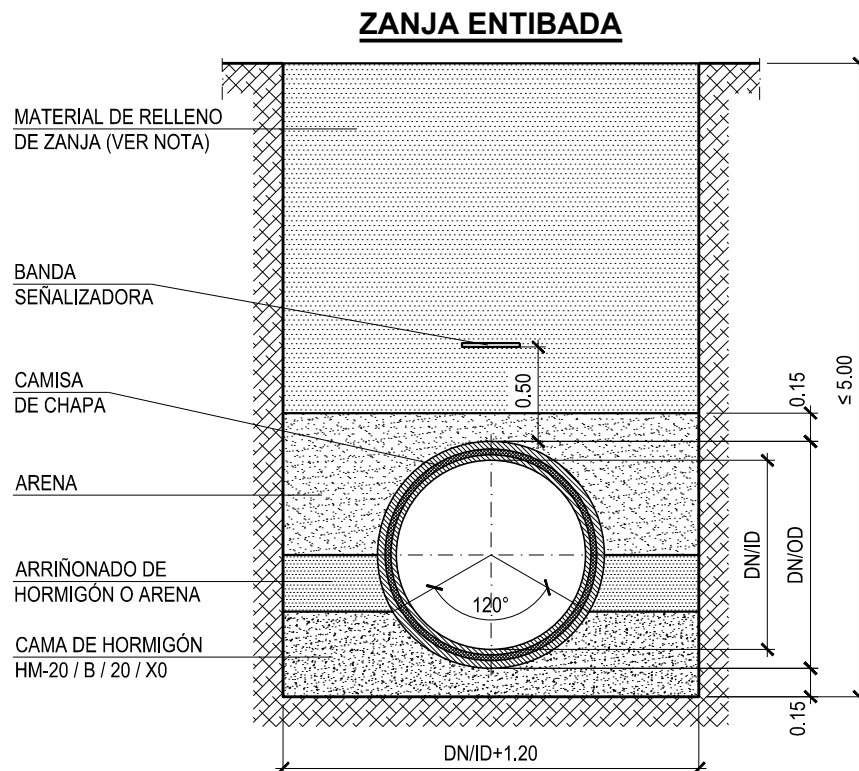
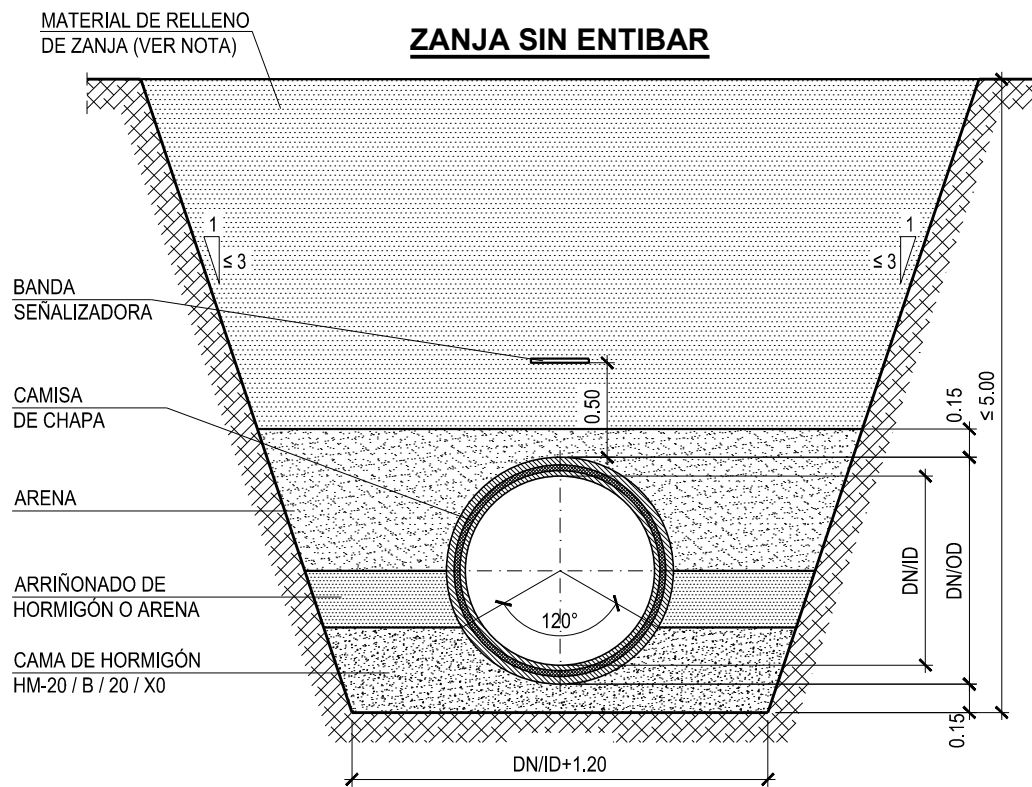
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-10

SECCIONES TIPO DE ZANJA PARA TUBERÍAS DE HACH

(ESCALA: 1/40)



-NOTA:
EN ZONAS URBANAS, SUELO SELECCIONADO (PG-3)
EN ZONAS RÚSTICAS, SUELO ADECUADO (PG-3)

COTAS EN metros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

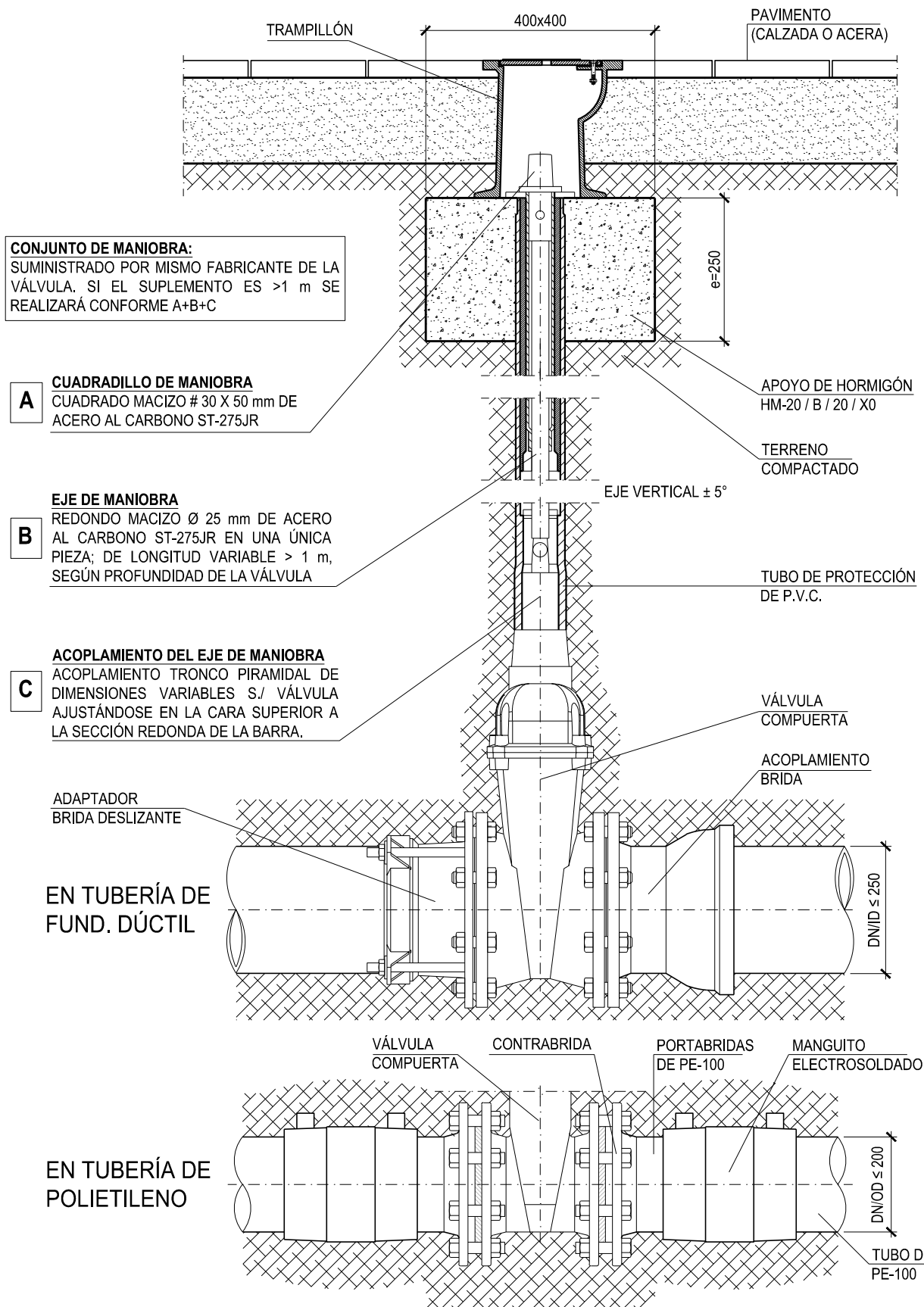
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-11

DISPOSICIÓN DE VÁLVULA DE COMPUERTA ENTERRADA

(ESCALA: 1/10)



CONJUNTO DE MANIOBRA:
SUMINISTRADO POR MISMO FABRICANTE DE LA VÁLVULA. SI EL SUPLEMENTO ES >1 m SE REALIZARÁ CONFORME A+B+C

A CUADRADILLO DE MANIOBRA
CUADRADO MACIZO # 30 X 50 mm DE ACERO AL CARBONO ST-275JR

B EJE DE MANIOBRA
REDONDO MACIZO Ø 25 mm DE ACERO AL CARBONO ST-275JR EN UNA ÚNICA PIEZA; DE LONGITUD VARIABLE > 1 m, SEGÚN PROFUNDIDAD DE LA VÁLVULA

C ACOPLAMIENTO DEL EJE DE MANIOBRA
ACOPLAMIENTO TRONCO PIRAMIDAL DE DIMENSIONES VARIABLES S./ VÁLVULA AJUSTÁNDOSE EN LA CARA SUPERIOR A LA SECCIÓN REDONDA DE LA BARRA.

COTAS EN milímetros



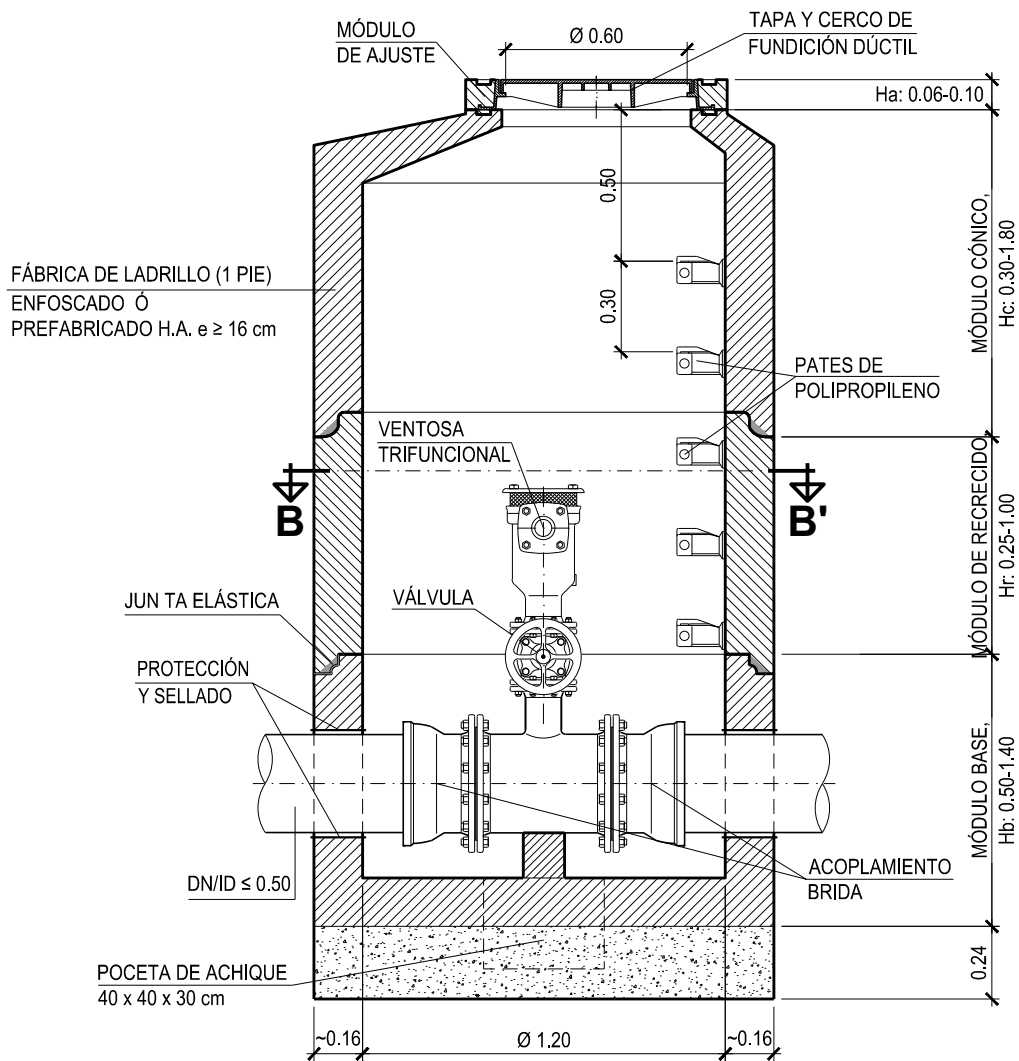
EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)

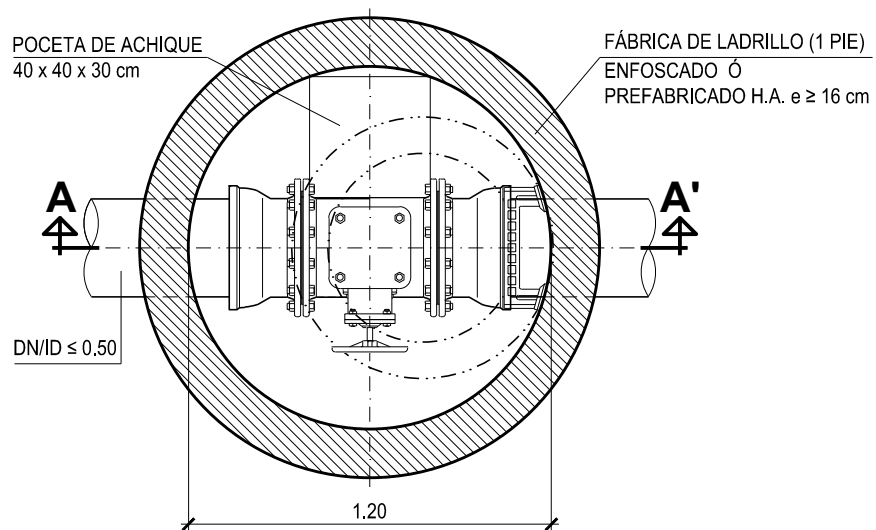
FECHA: JUNIO 2022
DETALLE Nº: **AB-20**

DISPOSICIÓN DE VENTOSA EN POZO

(ESCALA: 1/25)



ALZADO SECCIÓN A-A'



PLANTA-SECCIÓN B-B'

COTAS EN metros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

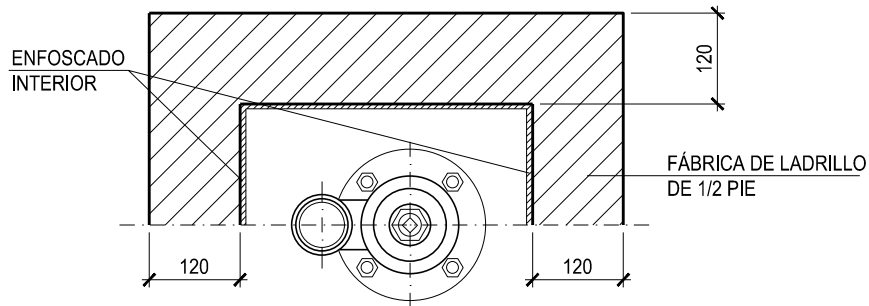
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

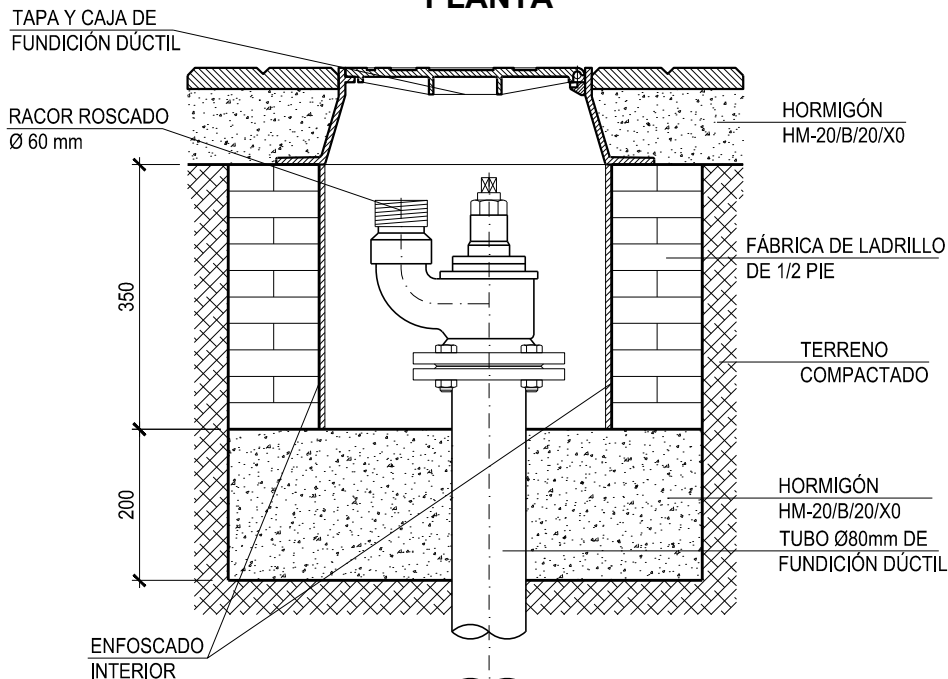
AB-30

DISPOSICIÓN DE TOMA DE AGUA POTABLE

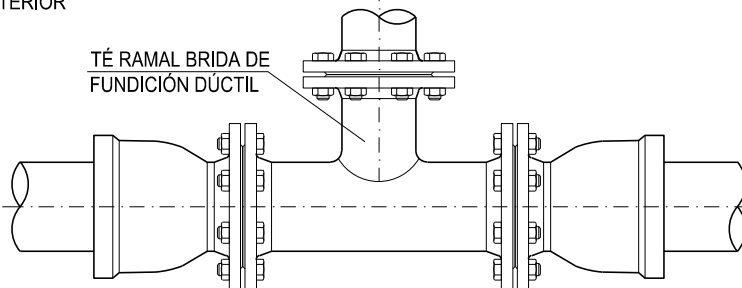
(ESCALA: 1/10)
(Cotas en milímetros)



PLANTA

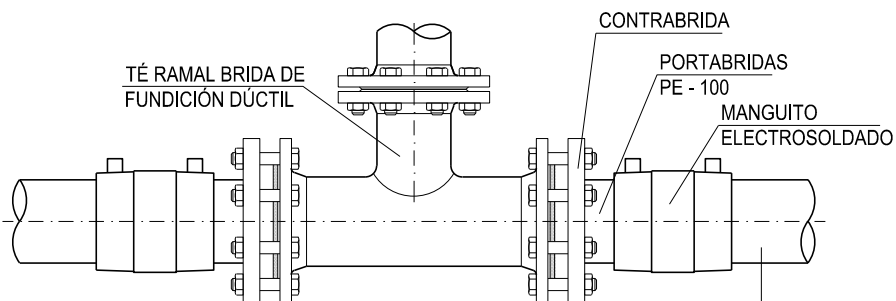


EN TUBERÍA DE FUND. DÚCTIL



ALZADO-SECCIÓN

EN TUBERÍA DE POLIETILENO



ALZADO-SECCIÓN

COTAS EN milímetros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

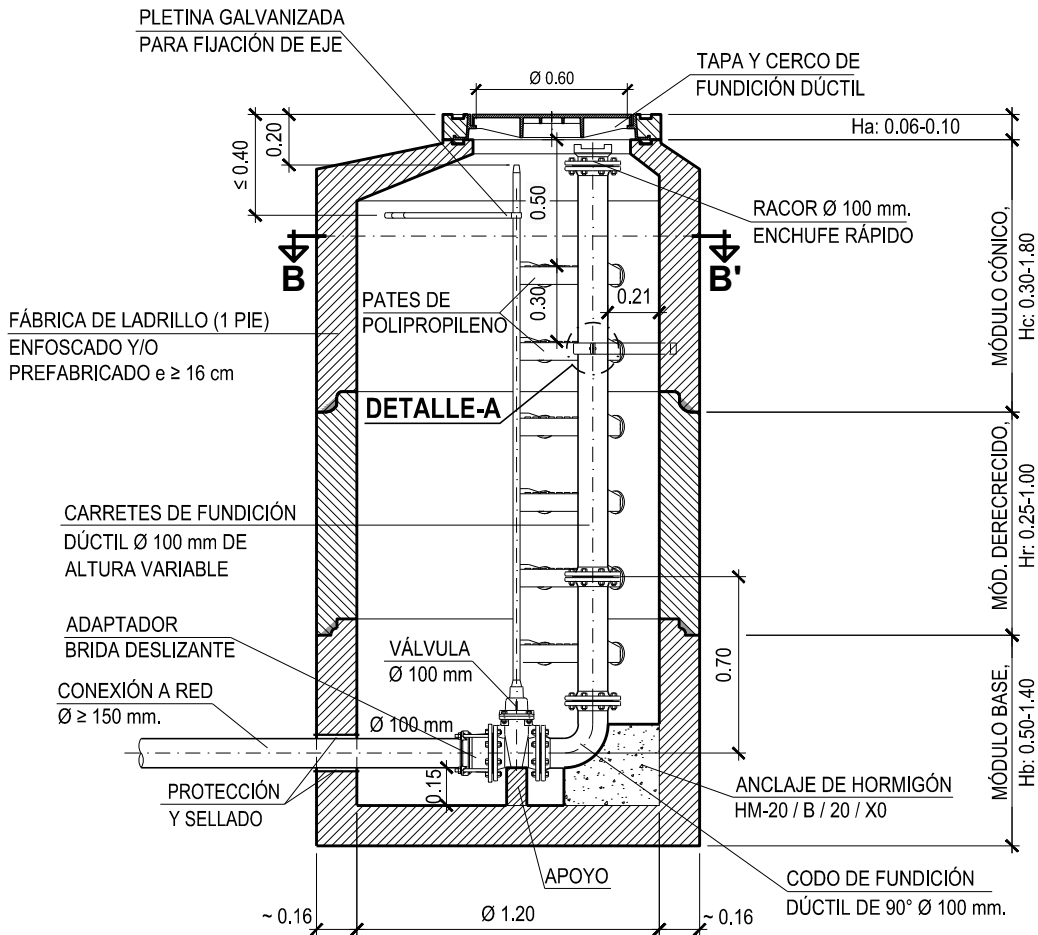
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-40

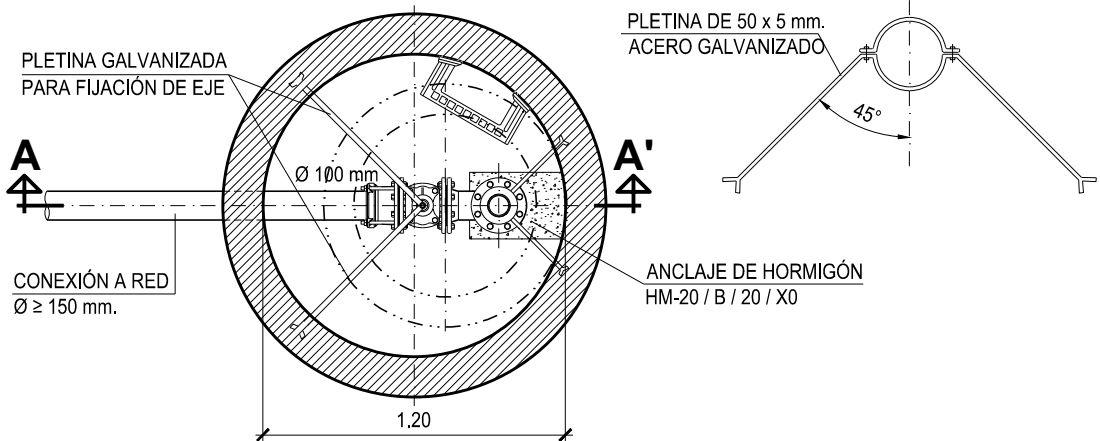
DISPOSICIÓN DE HIDRANTE EN POZO

(ESCALA: 1/30)



ALZADO SECCIÓN A-A'

**DETALLE - A
ZUNCHO SUJECCIÓN CARRETE**



PLANTA SECCIÓN B-B'

NOTA:

- EL HIDRANTE DEBE QUEDAR SEÑALIZADO CONFORME PRESCRIBA LA AUTORIDAD COMPETENTE EN SEÑALIZACIÓN URBANA EN CADA MUNICIPIO.
 - CONJUNTO DE TAPA Y CERCO DE F.D., C.P.600 mm D 400.
- LEYENDA: EMASESA - INCENDIOS, PINTURA DE COLOR ROJO RAL 3020

COTAS EN metros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

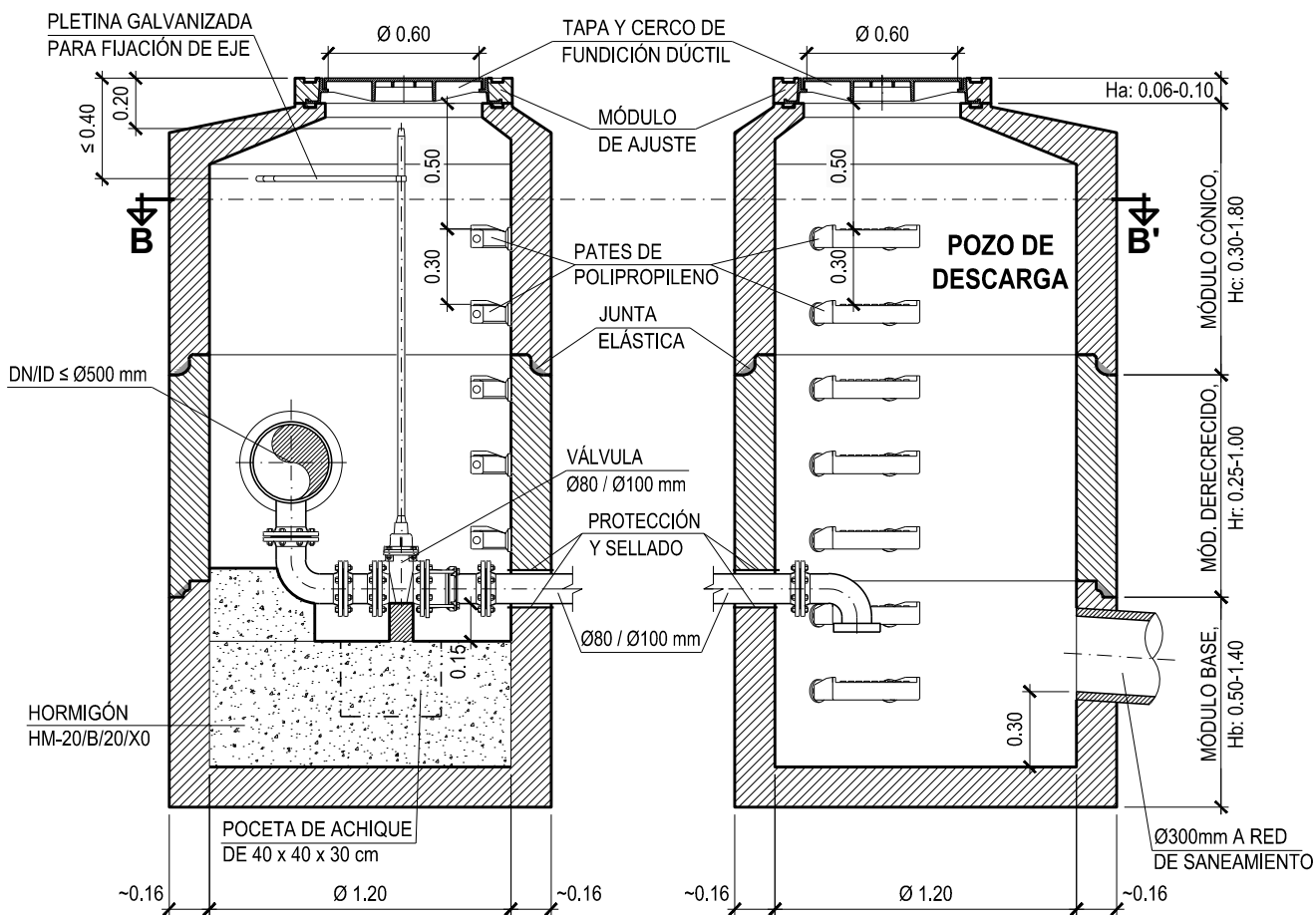
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

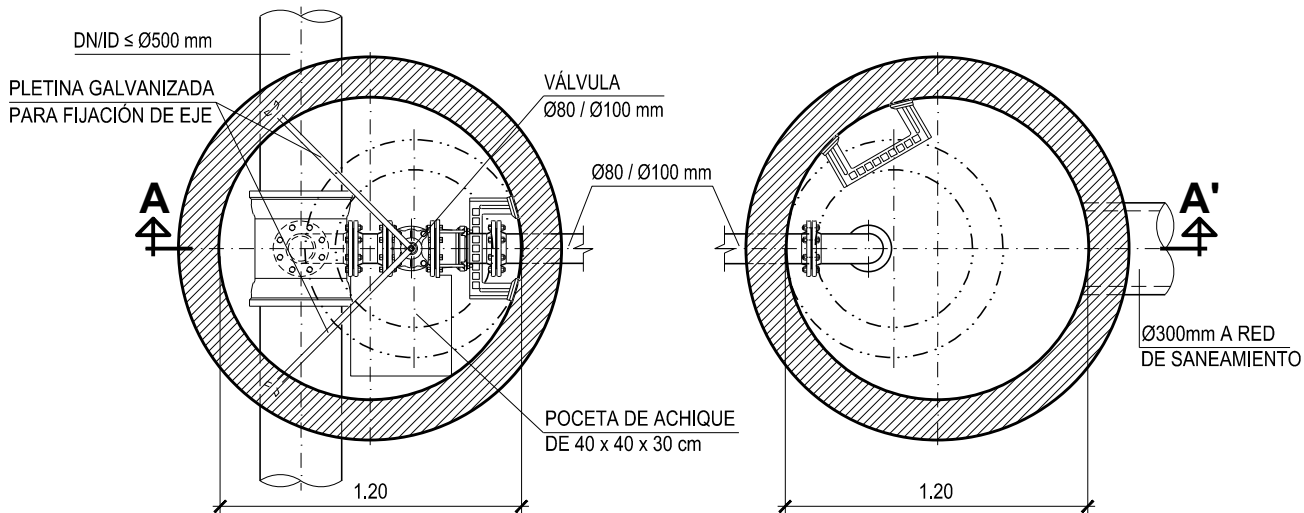
AB-50

DISPOSICIÓN DE DESAGÜE EN POZO

(ESCALA: 1/30)



ALZADO SECCIÓN A-A'



PLANTA SECCIÓN B-B'

COTAS EN metros



EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)

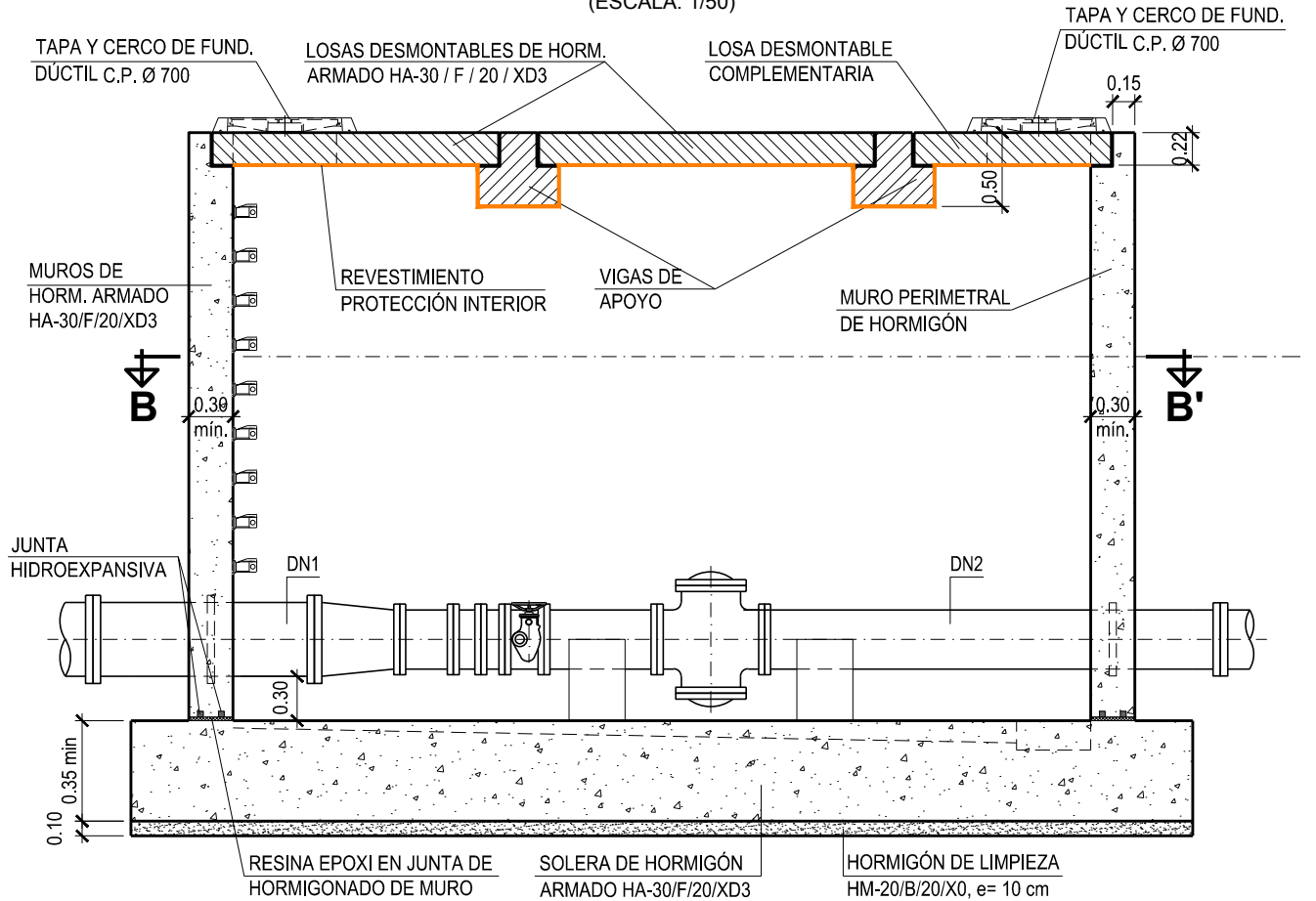
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

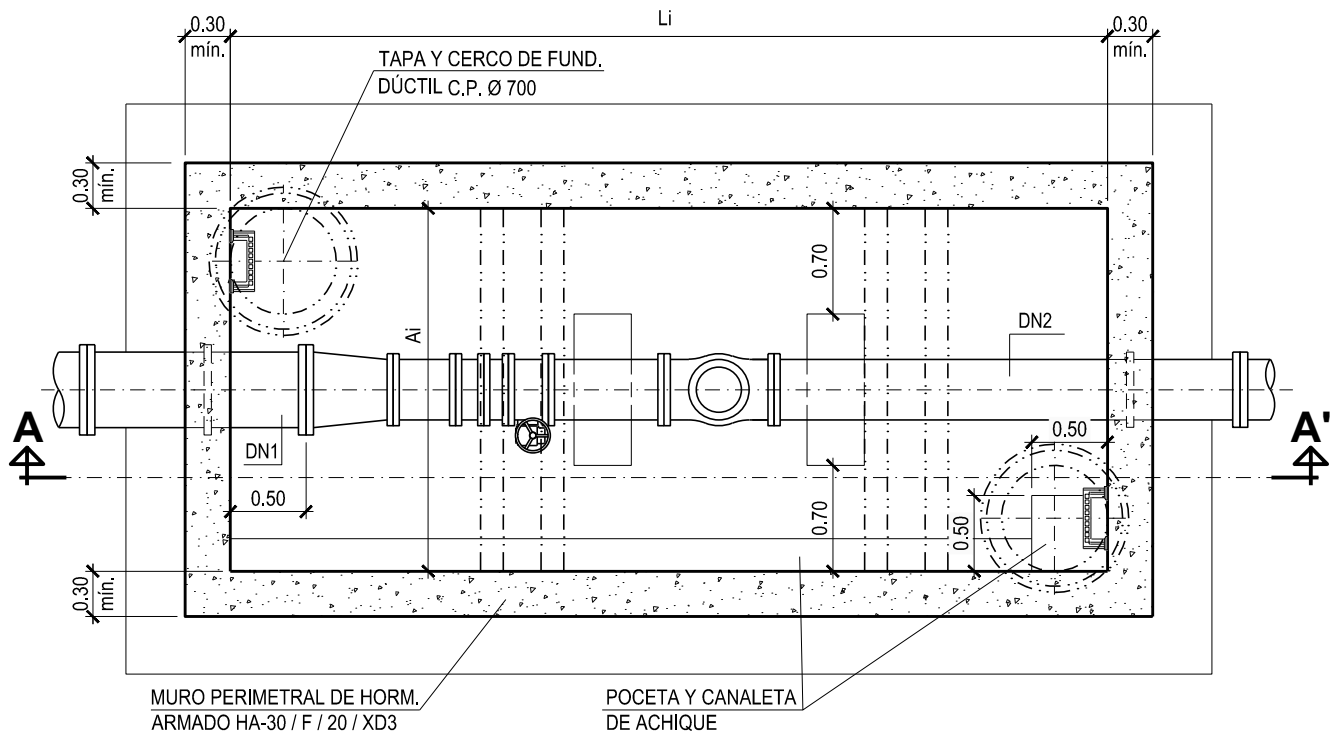
AB-60

GEOMETRÍA DE CÁMARAS

(ESCALA: 1/50)



ALZADO SECCIÓN A-A'



PLANTA SECCIÓN B-B'

COTAS EN metros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

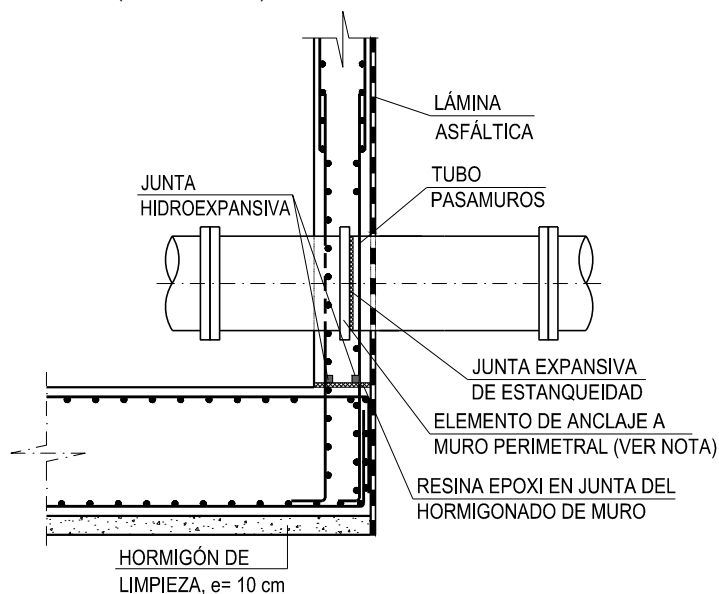
AB-70

ESQUEMA DE ARMADURAS DE CÁMARAS

(ESCALA: INDICADAS)

SOLERA Y MACIZO DE ANCLAJE

(ESCALA: 1/40)



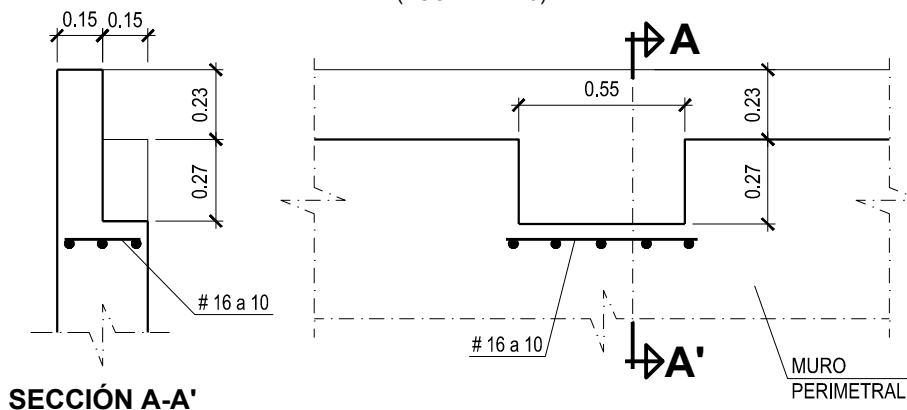
MURO PERIMETRAL

(ESCALA: 1/40)



DETALLE DE APOYO DE VIGA

(ESCALA: 1/25)



NOTA:

El elemento de anclaje de los pasamuros será:

- Tubos de acero: Anillo de acero de 10 cm de alto y 5 mm de espesor soldado a tope
- Tubos de fundición: Anillo igual al anterior pero soldado en primera pasada en el pasamuros con electrodo de ferro-níquel y guía enfriador y en una segunda sobre la anterior al anillo.
- Tubos de hormigón armado: Redondos de $\varnothing 12$ y 15 cm de longitud fijados mediante anclaje químico cada 30° y una segunda corona a 10 cm y girada 15° respecto de la anterior.

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS				
ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES	HA-30/F/20/XD3	NORMAL	$\gamma_c = 1.50$
	HORMIGÓN DE LIMPIEZA Y DE RELLENO	HM-20/B/20/X0	NORMAL	$\gamma_c = 1.50$
ACERO ARMADURAS	CIMENTACIÓN Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES	B 500 S	NORMAL	$\gamma_c = 1.15$
EJECUCIÓN	RECUBRIMIENTO 50 mm	--	--	--

COTAS EN metros



EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)

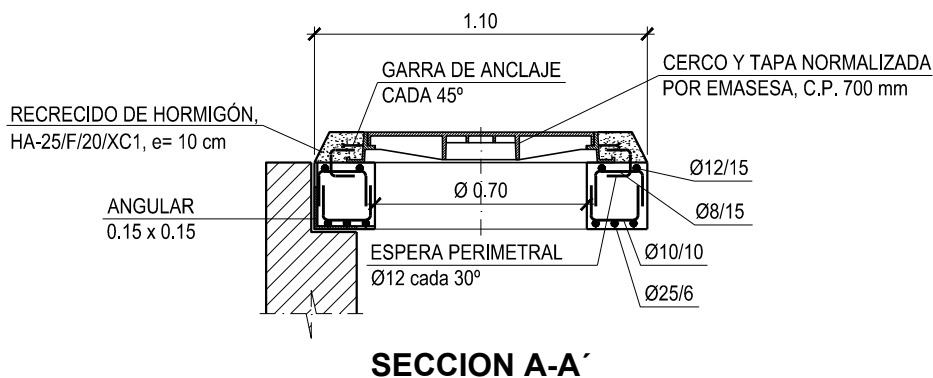
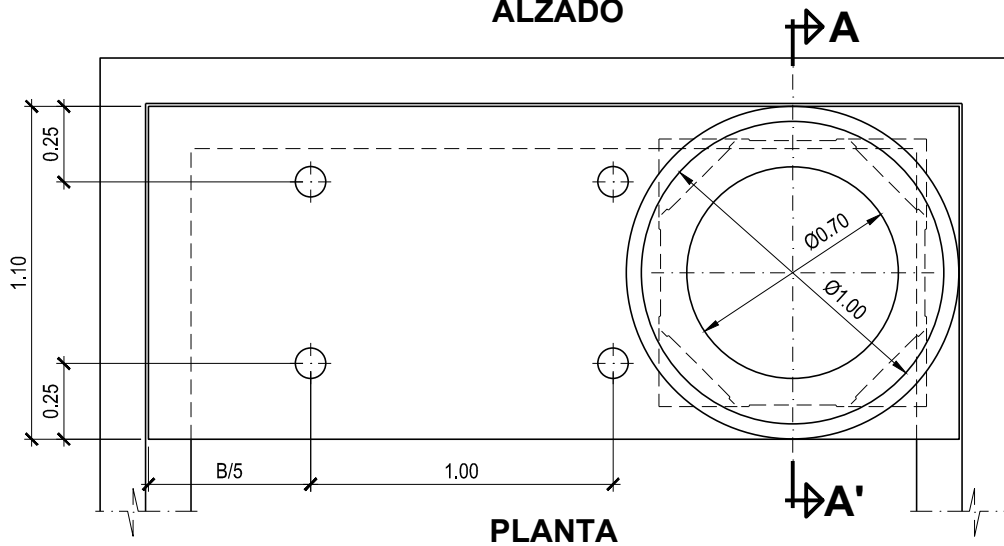
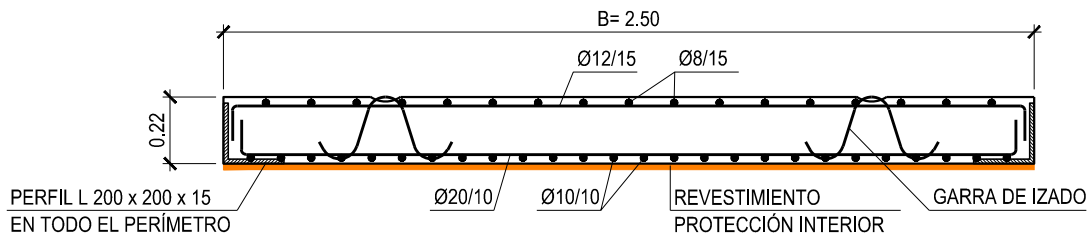
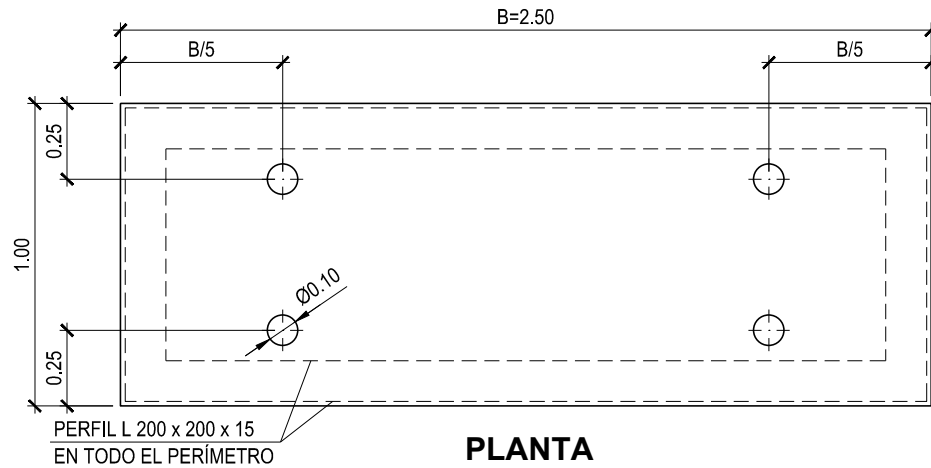
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-71

LOSAS DE CUBIERTA DE CÁMARA

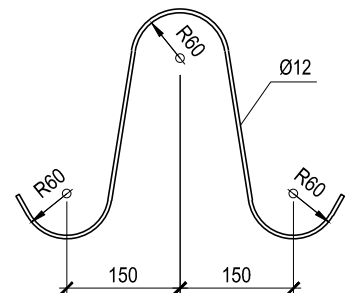
(ESCALA 1:25)



GARRA DE IZADO Ø 12

(ESCALA: 1/10)

COTAS EN milímetros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

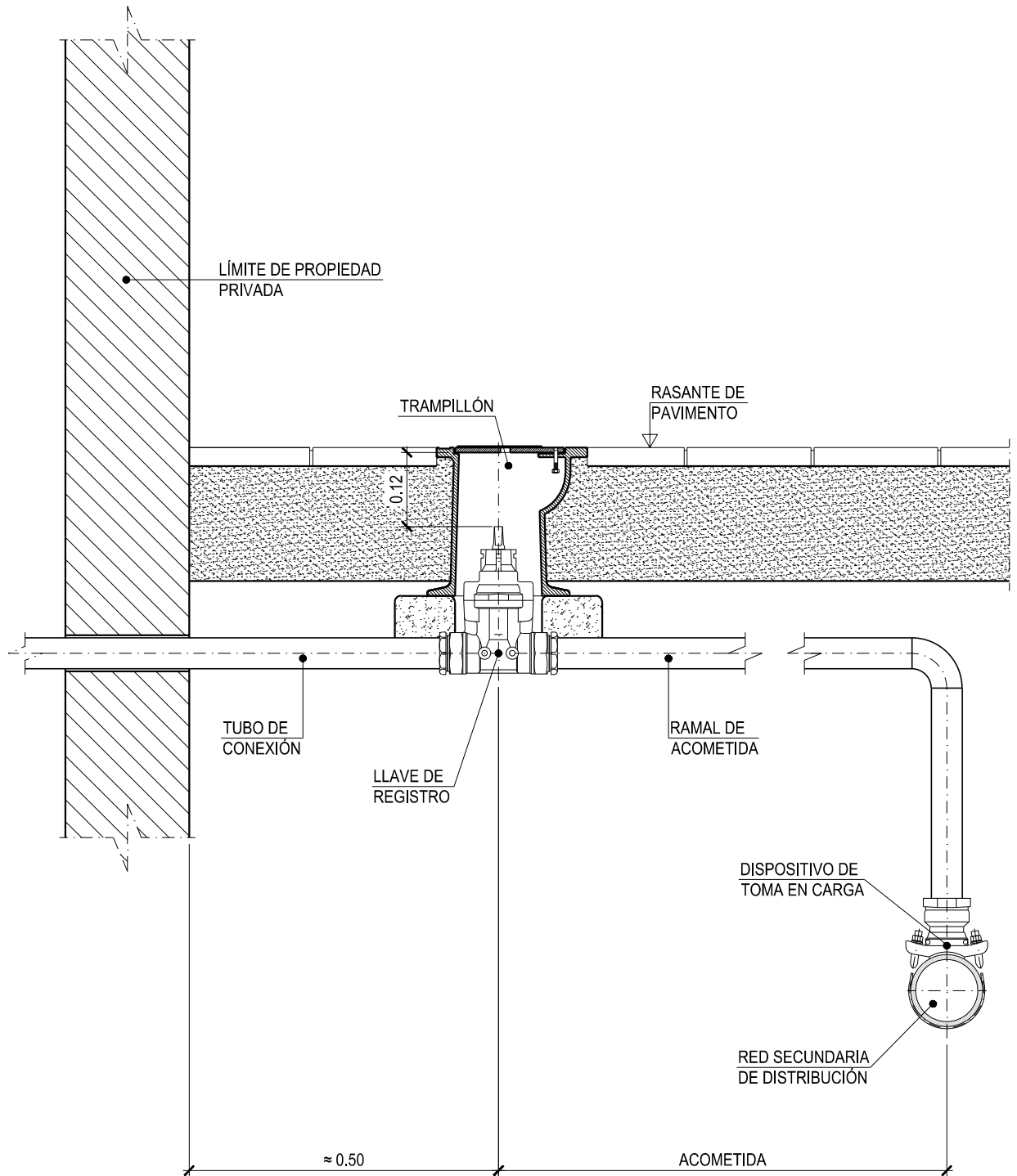
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-72

ESQUEMA GENERAL DE ACOMETIDA

(ESCALA: 1/10)



COTAS EN metros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

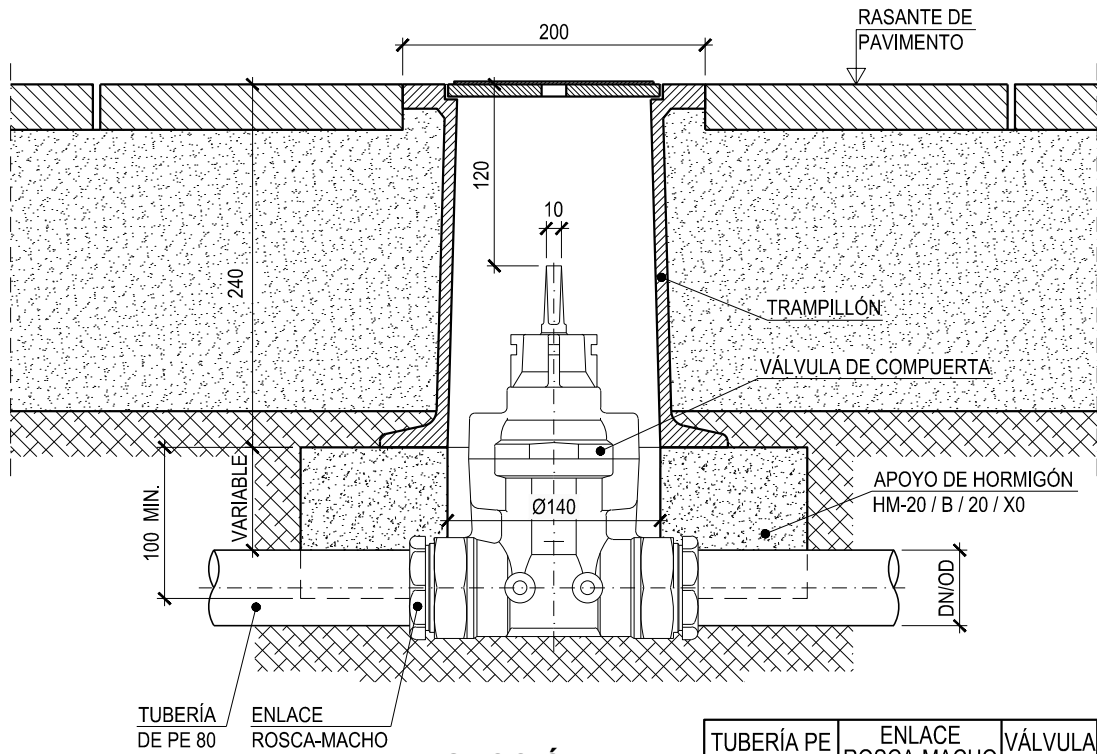
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-90

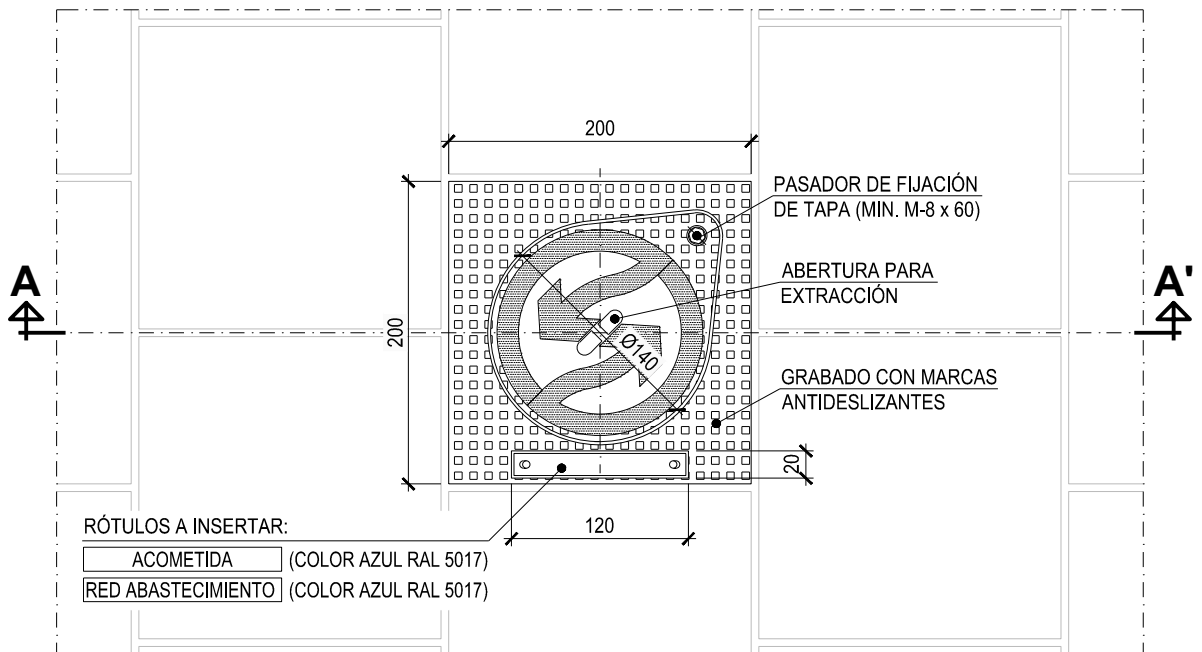
DISPOSICIÓN DE LLAVE DE REGISTRO EN ACOMETIDA CON DN / OD ≤ 63 mm

(ESCALA: 1/5)



SECCIÓN A-A'

TUBERÍA PE (DN/OD)	ENLACE ROSCA-MACHO (DNxR)	VÁLVULA (DN)
Ø 32	32 x 1 1/4"	Ø 25
Ø 40	40 x 1 1/2"	Ø 30
Ø 50	50 x 2"	Ø 40
Ø 63	63 x 2"	Ø 50



RÓTULOS A INSERTAR:

- ACOMETIDA (COLOR AZUL RAL 5017)
- RED ABASTECIMIENTO (COLOR AZUL RAL 5017)

PLANTA

COTAS EN milímetros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

FECHA: JUNIO 2022

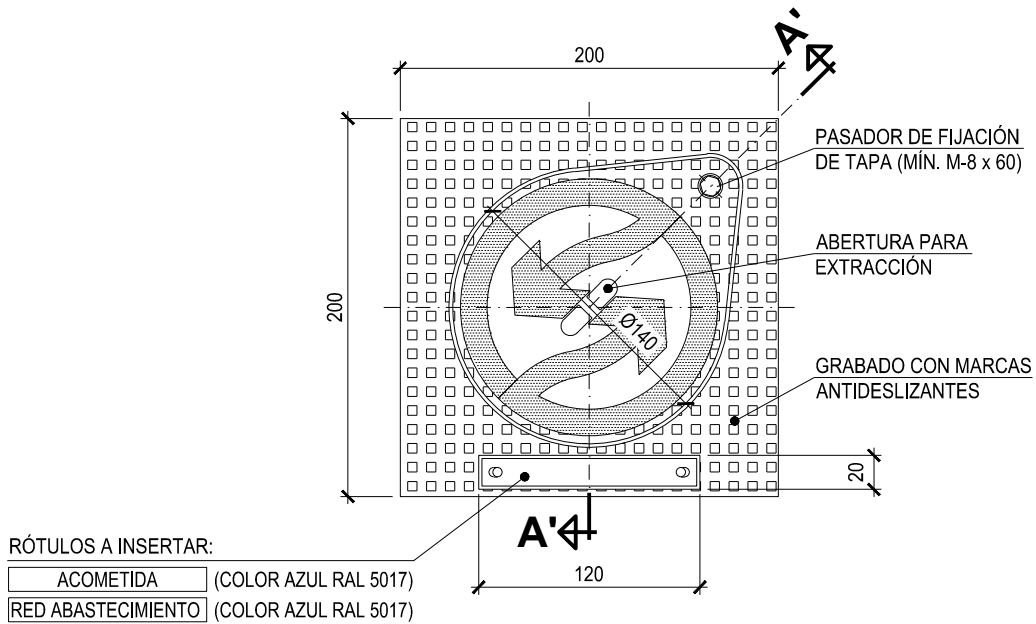
DETALLE Nº:

AB-91

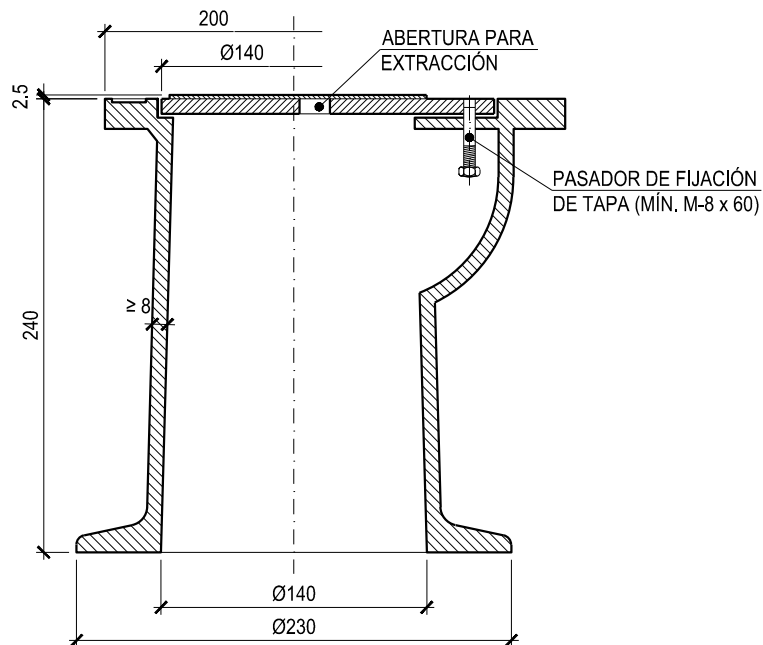
TRAMPILLÓN PARA VÁLVULAS DE COMPUERTAS ENTERRADAS

(ESCALA: 1/4)

- REVESTIMIENTO CUERPO/TAPA: PINTURA ANTICORROSIVA COLOR NEGRO. ESPESOR MÍNIMO 180 μ
- RESISTENCIA DEL CONJUNTO: EQUIVALENTE A B 125, C 250 O D 400 S/ UBICACIÓN UNE EN 124
- MATERIALES: -CUERPO/TAPA: FUNDICIÓN DÚCTIL EN-GJS-400-15
-RÓTULO: NYLON
- PESO MÍNIMO: 10,70 kg



PLANTA



ALZADO SECCION A-A'

TOLERANCIA ± 0.05 mm
COTAS EN milímetros



EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)

FECHA: JUNIO 2022

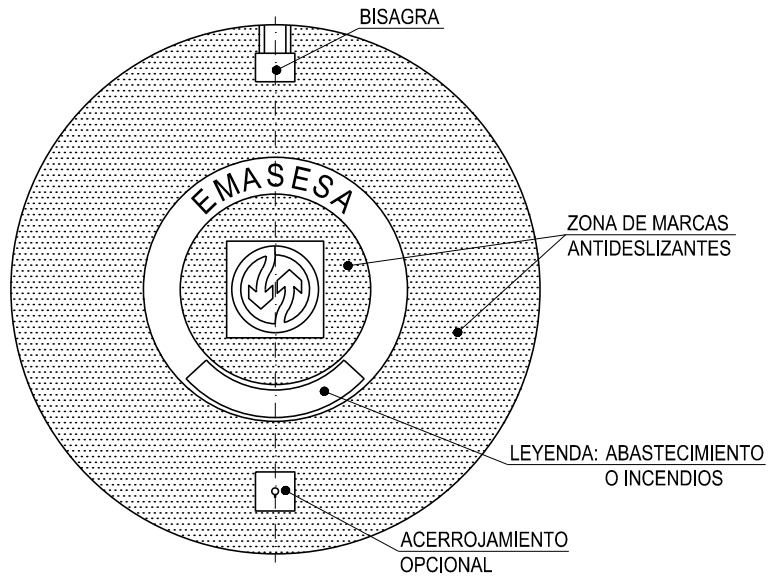
DETALLE Nº:

AB-100

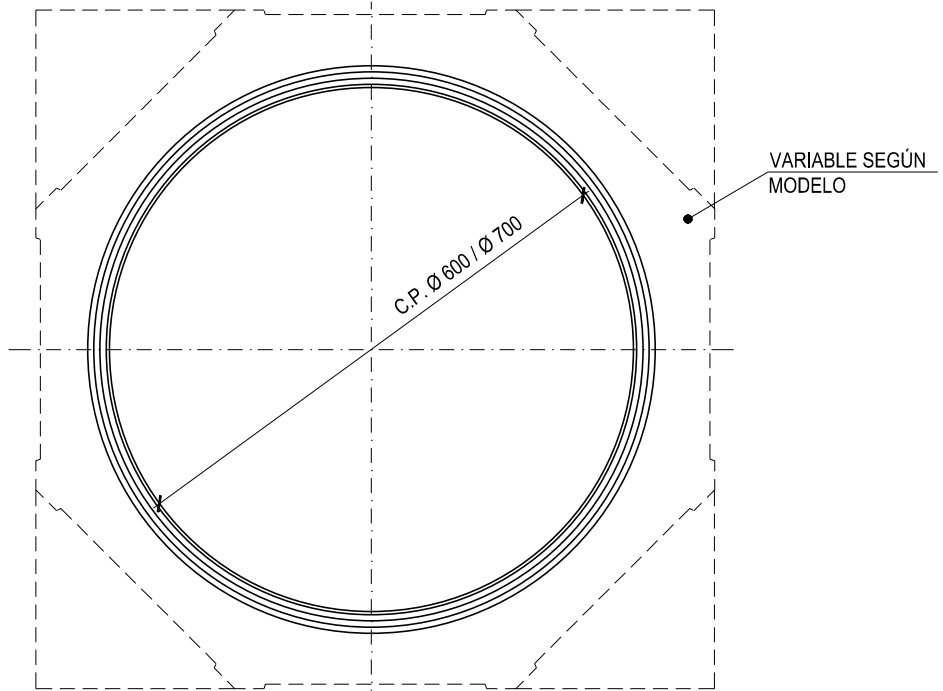
TAPA Y CERCO DE FUNDICIÓN DUCTÍL

(ESCALA: 1/10)

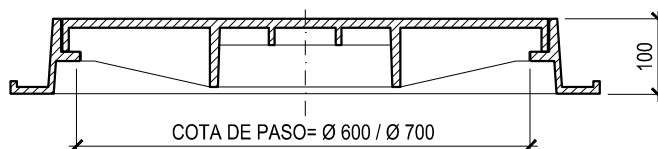
- PINTURA DE PROTECCIÓN | ABASTECIMIENTO: COLOR NEGRO (C.P. Ø 600 / Ø 700)
min 80 µ DE ESPESOR | INCENDIOS: COLOR ROJO (RAL 3020) (C.P. Ø 600)
- CONJUNTO DE TAPA Y CERCO DE F.D., Clase D 400.



PLANTA DE LA TAPA



PLANTA DEL CERCO



SECCIÓN DEL CERCO Y TAPA

COTAS EN milímetros



EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)

FECHA: JUNIO 2022

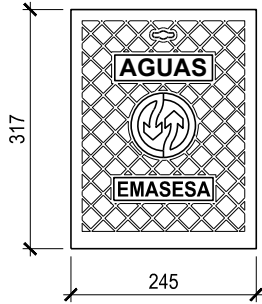
DETALLE Nº:

AB-110

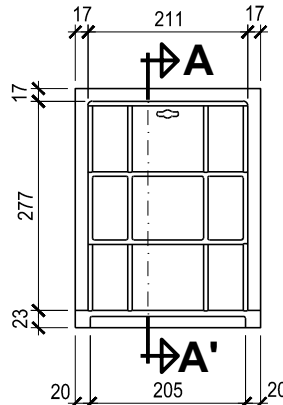
CAJA PARA TOMA DE AGUA POTABLE

(ESCALA: 1/10)

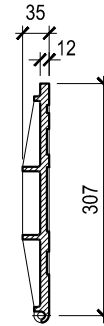
TAPA



PLANTA

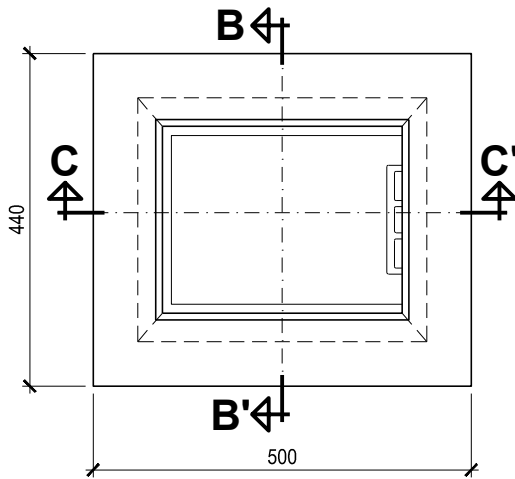


PLANTA POSTERIOR

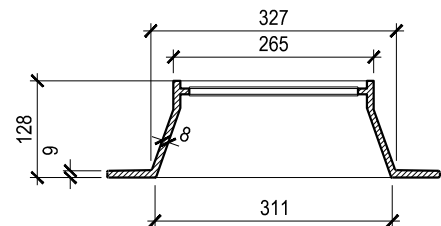


SECCIÓN A-A'

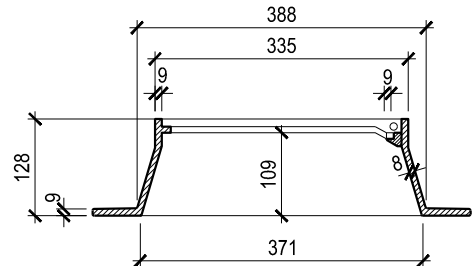
ARQUETA



PLANTA

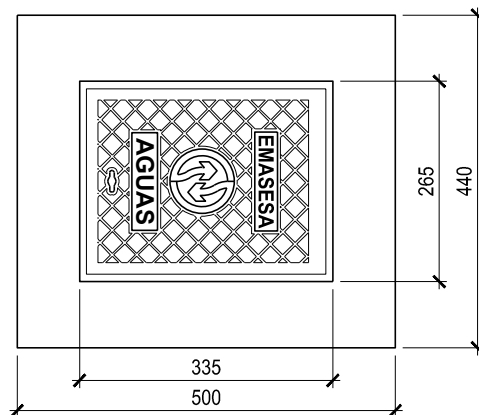


SECCIÓN B-B'

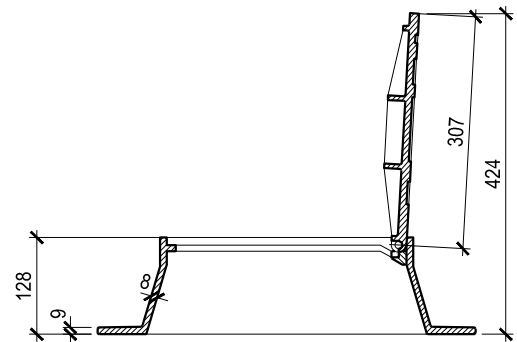


SECCIÓN C-C'

CONJUNTO FD min: C-250



PLANTA



ALZADO

COTAS EN milímetros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)

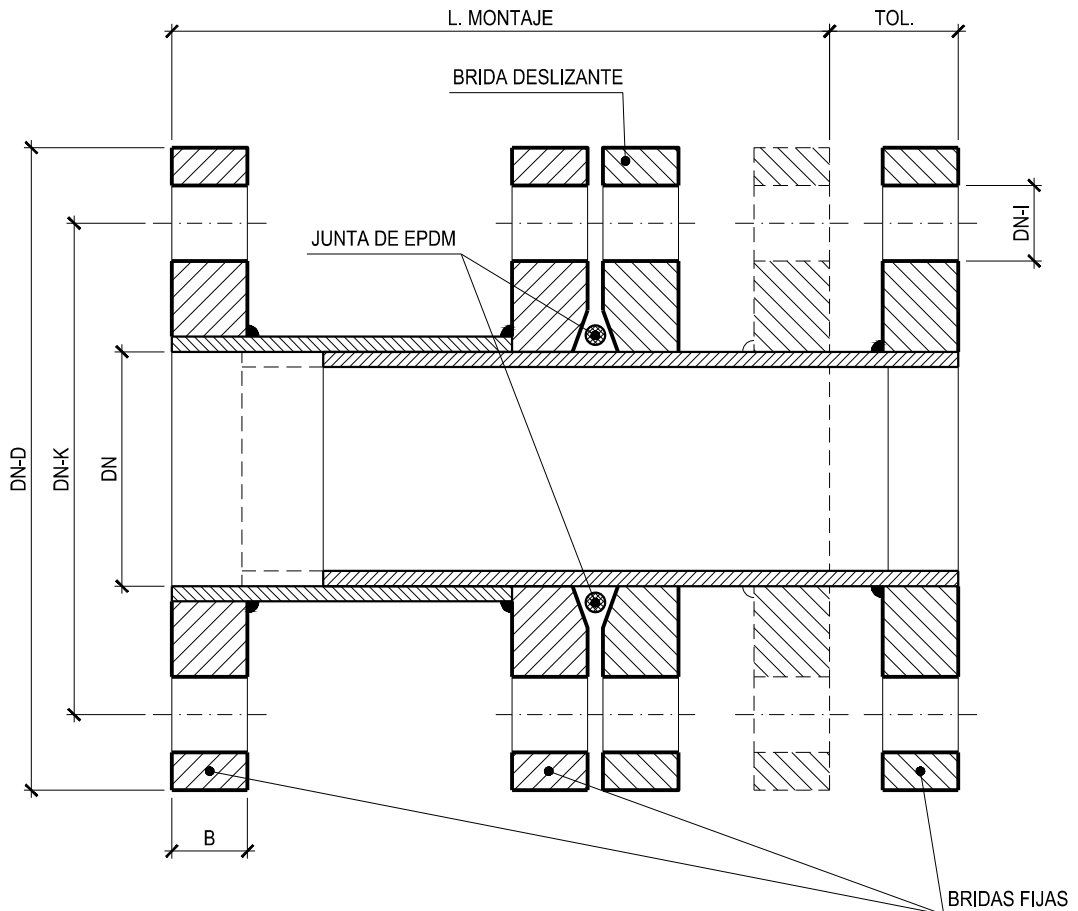
FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-120

CARRETE DE DESMONTAJE

(SIN ESCALA)



- L. MONTAJE: LONGITUD DE MONTAJE
- TOL: TOLERANCIA DE MONTAJE
- DN: DIÁMETRO NOMINAL
- DN-D: DIÁMETRO EXTERIOR DE LAS BRIDAS
- DN-K: DIÁMETRO ENTRE CENTROS DE TALADROS
- DN-I: DIÁMETRO DE TALADROS
- B: ESPESOR DE BRIDAS
- T: NÚMERO DE TALADROS

DN	L. MONTAJE	TOL	DN-D	DN-K	DN-I	T	B
300	315	40	445	400	22	12	26
350	315	40	505	460	22	16	28
400	350	40	565	515	26	16	32
450	350	40	615	565	26	20	38
500	350	50	670	620	26	20	38
600	400	50	780	725	30	20	40
700	400	50	895	840	30	24	48
800	420	50	1015	950	36	24	50
900	420	50	1115	1050	36	28	50
1000	420	50	1230	1160	36	28	55



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

FECHA: JUNIO 2022

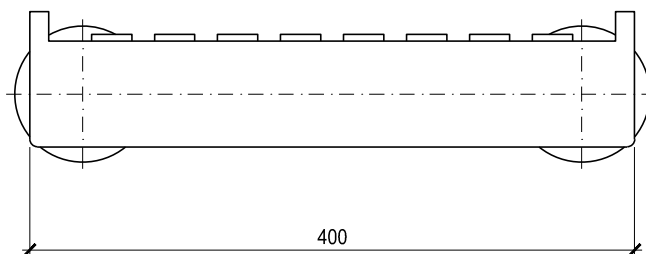
DETALLE Nº:

AB-130

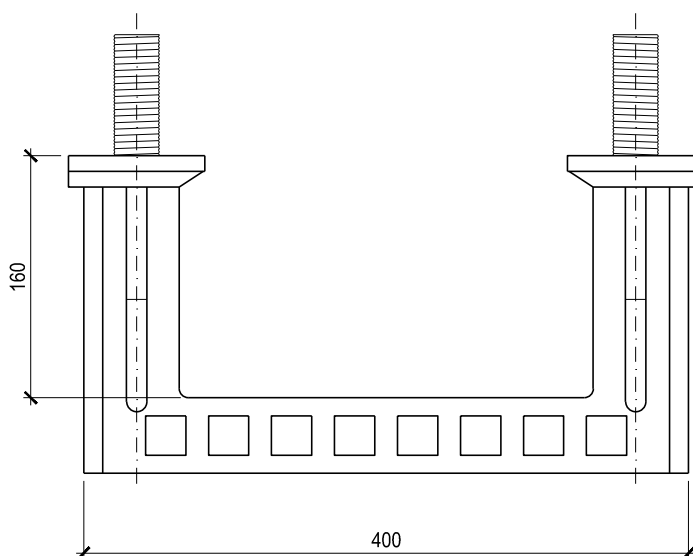
PATE DE POLIPROPILENO

(ESCALA: 1/5)
COLOR: NARANJA

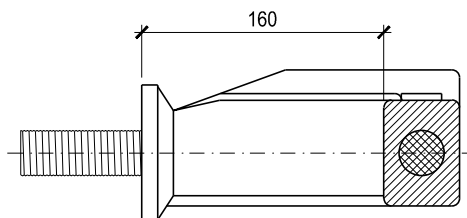
SÓLO EN POZOS Y CÁMARAS VISITABLES



ALZADO



PLANTA



SECCIÓN

COTAS EN milímetros



**EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO
Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA**

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES
DE ABASTECIMIENTO (PD 005 02-REV. 8)**

FECHA: JUNIO 2022

DETALLE Nº:

AB-140

ACTA DE PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA
(GOLPE DE ARIETE ESTIMADO)

Obra:

Expte.:

Reunidos en el lugar de las Obras D. _____, responsable de la Supervisión de las mismas, en representación de EMASESA y D. _____, en nombre y representación de la empresa Adjudicataria _____, se procede a la prueba de la tubería instalada procediéndose de acuerdo al procedimiento operativo descrito en las Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento.

Características de la Prueba:

Tubería			Prueba de Presión		Prueba de Volumen
Material	ID	L	STP	ΔP	ΔV

CRITERIOS DE VALIDEZ	P. Presión = $\Delta P \leq 0,02$
	P. Volumen = $\Delta V_{\text{máx.}} \leq 10^{-8} \cdot ID^2 \cdot L \cdot (1 + K \frac{ID}{e})$

STP: Presión de prueba = 1,00 N/ mm²

ΔP : Descenso de presión, en N/ mm²

ΔV : Volumen adicional suministrado, en litros

ID: Diámetro interior de la tubería, en mm

L: Longitud del tramo de prueba, en m

e = espesor de la tubería, en mm

K = 0,0124 (fundición), 0,01(acero), 0,07 (hormigón), 2,1 (polietileno)

Y para que conste, se levanta la presente **ACTA DE PRUEBAS** la cual, una vez leída y ratificada, es firmada por los presentes en _____, a