ANEXO I
VERTIDOS PROHIBIDOS

A. Mezclas explosivas*: s*e entenderán como tales aquellos sólidos, líquidos o gases, que por razón de su naturaleza o cantidad sean o puedan ser suficientes, por sí mismos o en presencia de otras sustancias, de provocar fuego o explosiones. En ningún momento la medición efectuada con un explosímetro en el punto de descarga del vertido a la red de saneamiento, deberá indicar valores superiores al 5 por 100 del límite inferior de explosividad. Se prohiben expresamente: gases procedentes de motores de explosión, gasolina, queroseno, nafta, benceno, tolueno, xileno, éteres, tricloroetileno, aldehídos, cetonas, peróxidos, cloratos, percloratos, bromuros, carburos, hidruros, nitruros, sulfuros, disolventes orgánicos inmiscibles en agua y aceites volátiles.

B. Residuos sólidos o viscosos*:* Desechos sólidos o viscosos que provoquen o puedan provocar obstrucciones en el flujo del alcantarillado, o interferir el adecuado funcionamiento del sistema de depuración de aguas residuales. Se incluyen, en este apartado: grasas, tripas, tejidos animales, estiércol, huesos, pelos, pieles, carnazas, entrañas, sangre, plumas, cenizas, escorias, arenas, cal apagada, residuos de hormigones y lechadas de cemento o aglomerantes hidráulicos, fragmentos de piedras, mármol, metales, vidrio, paja, virutas, recortes de césped, trapos, lúpulo, desechos de papel, maderas, plástico, alquitrán, residuos asfálticos y de procesos de combustiones, aceites lubricantes usados, minerales o sintéticos, incluyendo agua-aceite, emulsiones, agentes espumantes y en general todos aquellos sólidos de cualquier procedencia con tamaño superior a 1,5 cm en cualquiera de sus tres dimensiones.

C. Materias colorantes: Sólidos, líquidos o gases, tales como: pinturas, tintas, barnices, lacas, pigmentos y demás productos afines, que incorporados a las aguas residuales, las colorean de tal forma que no pueden eliminarse con los procesos de tratamiento usuales que se emplean en la depuradora de aguas residuales.

D. Residuos corrosivos: *S*ólidos, líquidos, o gases que provoquen corrosiones en la red de saneamiento o en las instalaciones de depuración, tanto en equipos como en instalaciones, capaces de reducir considerablemente la vida útil de éstas o producir averías. Se incluyen en este grupo: acido clorhídrico, nítrico, sulfúrico, carbónico, fórmico, acético, láctico y butírico, lejías de sosa o potasa, hidróxido amónico, carbonato sódico, aguas de muy baja salinidad y gases como el sulfuro de hidrógeno, cloro, fluoruro de hidrógeno, dióxido de carbono, dióxido de azufre, y todas las sustancias que reaccionando con el agua formen soluciones corrosivas, como los sulfatos y cloruros.

E. Residuos tóxicos y peligrosos: *S*ólidos, líquidos o gases, en cantidades tales que por sí solos o por interacción con otros residuos puedan causar molestias públicas o peligro para el personal encargado del mantenimiento de las instalaciones (Red de Saneamiento y Estación Depuradora). Se incluyen es este grupo: Benceno, Cloroformo, Cloruro de Vinilo, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Naftaleno, Nitrobenceno, Tetracloruro de carbono, Tolueno, Uranio.

F. Residuos que produzcan gases nocivos: Residuos que produzcan gases nocivos en la atmósfera de la red de saneamiento en concentraciones superiores a los límites siguientes:

Acido Cianhídrico	10 cc/m^3 de aire
Ácido Sulfhídrico	20 cc/m^3 de aire
Amoniaco	100 cc/m^3 de aire
Bromo	1 cc/m^3 de aire
Cloro	1 cc/m^3 de aire
Dióxido de azufre	10 cc/m^3 de aire
Dióxido de carbono	5.000 cc/m^3 de aire
Monóxido de Carbono	100 cc/m^3 de aire

G. Residuos Radiactivos: Desechos radiactivos o isótopos de vida media o concentraciones tales, que puedan provocar daños en las instalaciones o peligro para el personal encargado del mantenimiento de las mismas.

H. Otros residuos: Queda prohibido el vertido a la red de saneamiento de:

- Cualquier tipo de residuos hospitalarios, fármacos incluso obsoletos o caducados que, aunque no hayan sido mencionados de forma expresa anteriormente, puedan producir alteraciones graves en los sistemas de depuración correspondientes, a pesar de que estén presentes en bajas concentraciones, como por ejemplo los antibióticos, sulfamidas, etc..
- Sangre procedente del sacrificio de animales, producido en mataderos municipales o industriales.
- Lodos, procedentes de fosas sépticas o de sistemas de pretratamiento o de tratamiento de vertidos de aguas residuales, sean cuales sean sus características.
- Suero lácteo procedente de industrias queseras y de derivados lácteos.

I. Sustancias relacionadas en la relación I del Anexo III (RD. 606/2003, RD. 849/1986).

a- Compuestos organohalogenados y sustancias que puedan dar origen a compuestos de esta clase en el medio acuático.
b- Compuestos organofosfóricos, Compuestos organoestánnicos.
c- Sustancias en las que está demostrado su poder cancerígeno en el medio acuático o por medio de él.
d- Mercurio y compuestos de mercurio.
e- Cadmio y compuestos de cadmio.
f- Aceites minerales persistentes e hidrocarburos de origen petrolífero persistentes.
g- Sustancias sintéticas persistentes que puedan flotar, permanecer en suspensión o hundirse causando con ello perjuicio a cualquier utilización de las aguas.

ANEXO II
VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARÁMETROS DECONTAMINACIÓN

Parámetros	Unidades	Valor límite instantáneo
Temperatura	ºC	<40
pH	pH	6-9
DBO5	mg/l de O2	1000
DQO	mg/l de O2	1500
Conductividad	µS/cm	4000
Materia en Suspensión	mg/l	1000
Aceites y grasas	mg/l	200
Aluminio	mg/l de AL	20
Antimonio	mg /l de Sb	1
Arsénico	mg/l de As	1
Bario	mg/l de Ba	10
Boro	mg/l de B	2
Cadmio	mg/l de Cd	0,5
Cianuros libres	mg/l de Cn	0,5
Cianuros totales	mg/l de Cn	0,5
Cobre total	mg/l de Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l de Cr VI	0,5
Cromo total	mg/l de Cr	3
Estaño	mg/l de Sn	2
Hierro	mg/l de Fe	10
Manganeso	mg/l de Mn	2
Mercurio	mg/l de Hg	0,05
Níquel	mg/l de Ni	5
Plomo	mg/l de Pb	0,5
Selenio	mg/l de Se	0,5
Zinc	mg/l de Zn	5
Cloruros	mg/l de Cl	2000
Sulfatos	mg/l de SO4	1000
Sulfuros	mg/l de S	2
Fluoruro	mg/l de F	10
Nitratos	mg/l de NO3	20
Nitrógeno total	mg/l de N	100
Fósforo total	mg/l de P	25
Agentes tenso activos	mg/l AT	5
Pesticidas	mg/l Pest	0,1
Fenoles	mg/l de Fenol	2
Hidrocarburos totales	mg/l HT	50

Asimismo, cualquier actividad o industria que vierta valores que se consideren perjudiciales y no hayan sido indicados en la relación anterior podrán limitarse en la medida que así lo estimen los Servicios Técnicos Municipales.

La concentración de los metales debe entenderse como total, salvo si se menciona otra.

En caso de que la conductividad del agua de abastecimiento dificulte el cumplimiento de los límites de conductividad de la tabla, se admite un máximo de 700 µS/cm de incremento diferencial sobre el valor de conductividad del agua de abastecimiento.

En caso de que el contenido en cloruros del agua de abastecimiento dificulte el cumplimiento de los límites de la tabla se admite un máximo de 300mg/L de Cl- de incremento diferencial sobre el valor de cloruros del agua de abastecimiento.

En caso de que el contenido en sodio del agua de abastecimiento dificulte el cumplimiento de los límites de la tabla se admite un máximo de 300mg/L de Na+ de incremento diferencial sobre el valor de sodio del agua de abastecimiento.

La suma de las fracciones de concentración real/concentración límite relativa a los elementos tóxicos (arsénico, cadmio, cromo, níquel, mercurio, plomo, selenio y zinc), no superará el valor de 5.

ANEXO III
PRETRATAMIENTOS SEGÚN INDUSTRIAS

RELACIÓN DE PRETRATAMIENTOS
Industrias cárnicas Separación de sólidos Desengrasado
Hostelería y platos preparados Desengrasado
Materiales de construcción Sedimentación
Industrias textiles Homogenización Neutralización Separación de sólidos
Curtidos Homogeneización Precipitación química Separación de sólidos Neutralización
Tintorerías Decantación Neutralización Filtración
Galvánicas Precipitación química Neutralización
Fábricas de alcohol y aguardientes Digestión aerobia Decantación
Aglomerados de madera Separación de sólidos Decantación
Industrias lácteas Homogeneización
Almazaras Separación de sólidos Neutralización Desengrasado
Químicas y farmacéuticas Precipitación química Neutralización
Cerámicas Precipitación química Decantación Neutralización

Esta relación no es exhaustiva ni excluyente, sino meramente orientativa, por lo que en todo caso, se atenderá a las indicaciones de los servicios técnicos municipales.

ANEXO IV
SOLICITUD AUTORIZACIÓN DE VERTIDOS

AYUNTAMIENTO cáceres

Nº Exp:
Autorizado por:

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE VERTIDO

DATOS GENERALES DE LA INDUSTRIA

Razón Social: .....

Actividad principal: ..... CNAE: .....

Dirección: C/ Nº..... Municipio: .....

CIF: ..... Teléfono: ..... FAX: .....

Representante o persona que efectúa la solicitud: D. .....

Cargo en la empresa: ..... DNI: ..... Telf.: .....

DATOS DEL VERTIDO

Características de la actividad causante del vertido: .....

.....

.....

Consumo de agua

Volumen de agua consumida a través de la red de abastecimiento: ..... m^3/mes

Volumen de agua potable consumida a través de otros recursos propios: ..... m^3/mes

Caudal de vertido

Volumen total anual vertido: m^3/año

Caudal medio diario vertido: ..... m^3/día

Caudal punta hora vertido: ..... m^3/hora

Horas punta de vertido: .....

Meses de máxima actividad: .....

El vertido es (Industrial, Doméstico, Industrial mas domestico): .....

El vertido a la red municipal se efectúa en (un punto/ varios puntos): .....

Se dispone de instalaciones de Pretratamiento (NO/SI (indicar cuáles)): .....

.....

Dispositivos de seguridad para prevenir descargas accidentales .....

.....

Documentación a adjuntar:

- Análisis cualitativo y cuantitativo de los principales parámetros del vertido especificando los valores indicados en el ANEXO II.
- Plano de situación y de planta y redes de saneamiento de la industria con indicación de la arqueta de toma de muestras y punto de incorporación a la red municipal.
- Descripción y planos de las instalaciones de pretratamiento, en caso de existir.

DECLARACIÓN RESPONSABLE:

D. ..... con DNI: ..... en representación de la actividad/industria. ....., declara conocer el Reglamento del servicio de saneamiento y vertido de aguas residuales y pluviales del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres y se compromete a su íntegro cumplimiento, y especialmente a no verter ninguna sustancia de las catalogadas como prohibidas en el Anexo I de dicho Reglamento.

En Cáceres, a _____ de _____ de ____ .

ANEXO V:

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento, planteado como un anejo técnico al Reglamento del Servicio de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales y Pluviales de Cáceres y con la misma fuerza legal que ésta, pretende desarrollar los aspectos más ingenieriles involucrados en la gestión de las redes de saneamiento. Se consigue con ello descargar el cuerpo normativo del documento de contenido que habría sido farragoso para su interpretación como norma legal dimanante de la administración local y, simultáneamente, dar cumplido desarrollo a sus aspectos técnicos, mejorando además la coherencia formal de la información aquí expuesta.

El presente Anejo Técnico tiene por objeto establecer las condiciones técnicas mínimas que han de cumplir las redes de saneamiento gestionadas por el Excmo. Ayuntamiento de Cáceres, así como la determinación de los criterios generales que deberán tenerse en cuenta para su proyecto, instalación y funcionamiento, con el fin de conseguir la máxima uniformidad dentro de su ámbito de aplicación.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Normativa ha sido redactada para su aplicación dentro del área de cobertura del sistema de gestión del servicio de saneamiento y depuración de aguas residuales y pluviales de Cáceres, tal y como se define en el del Reglamento.

Las obras a las que se aplicará este anejo son todas las que afectan a la red de saneamiento, tanto en la realización de nuevas instalaciones, como en la renovación o modificación de las redes existentes; así como a aquellas que vaya a recibir el Excmo. Ayuntamiento de terceros.

Los proyectos de polígonos y urbanizaciones en el área de cobertura o que sean susceptibles de incorporarse al área de cobertura de las redes de saneamiento del Municipio, deberán justificar en su memoria y en el Pliego de Condiciones, la conformidad de los mismos con el presente anejo; tanto en lo que respecta a materiales, como ejecución, instalación, etc.

Así mismo, dichos proyectos de urbanización deberán ser informados favorablemente por el Ayuntamiento con el apoyo técnico de la entidad prestadora, en su caso, en lo que respecta a las redes de saneamiento, para su posterior tramitación.

3 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

En la redacción del presente Anejo se ha intentado superar el desfase tecnológico que supone la actual legislación relativa a tuberías de saneamiento, especialmente el Pliego de prescripciones técnicas generales de tuberías de saneamiento de poblaciones del año 1986. Por ello, este documento se basa fundamentalmente en la Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano editada por el CEDEX en el año 2007.

También, se han consultado y adoptado especificaciones pertenecientes a otros Reglamentos autonómicos, municipales y a Normas para el saneamiento de agua.

4 DEFINICIONES

Además de las definiciones recogidas en el artículo 4 del Reglamento, se establecen las siguientes:

Arqueta: Registro no visitable que permite la inspección o mantenimiento de algún componente de la red de saneamiento.

Cámara: Alojamiento visitable que, aun cuando su acceso puede realizarse a través de una tapa normalizada, junto a ésta se dispone de una cubierta a base de losas desmontables de hormigón armado (cobijas), que puedan ser retiradas, en caso necesario, para realizar operaciones de mantenimiento o sustitución de las mismas.

Cámara de descarga: Depósito con un dispositivo capaz de producir una descarga de agua para arrastrar los sólidos y sedimentos depositados en un conducto por el que circula habitualmente un caudal de agua escaso.

Caudal medio (Qm): Caudal que retorna al sistema integral de saneamiento después de aplicar la dotación media específica correspondiente al uso del suelo de cada ámbito, definido por el planeamiento urbanístico en la zona objeto del proyecto.

Caudal punta (Qp): Caudal que resulte de aplicar el coeficiente punta al caudal medio.

Colector: Conducción a la que se conecta la red de alcantarillado municipal para la recogida y transporte de las aguas residuales urbanas, que dan servicio a un sólo municipio y que están comprendidas en su término municipal.

Conducción: Componente destinado al transporte de aguas residuales urbanas. Puede clasificarse según su geometría (circulares o no circulares), ubicación (acometidas, alcantarillas, colectores o emisarios) y funcionamiento hidráulico (en lámina libre o bajo presión hidráulica interior).

Diámetro exterior (OD): Diámetro exterior medio de la caña del tubo en una sección cualquiera.

Diámetro interior (ID): Diámetro interior 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 aplica tanto al diámetro interior (DN/ID) como al diámetro exterior (DN/OD), según las Normas de Producto.

Emisario: Conducción que transporta las aguas residuales urbanas de al menos un municipio distinto de aquel por el que transcurre su traza, hasta la correspondiente estación depuradora.

Galería: Elemento de gran sección transversal rectangular acabada en su parte superior en forma semicircular, habitualmente visitable y pudiendo disponer o no de un canal de aguas bajas.

Ortogonalidad: Propiedad de un tubo según la cual sus generatrices son perpendiculares a los planos que contienen los extremos del tubo.

Ovalación: Defecto de la forma circular en una sección transversal de un tubo.

Por su propia naturaleza, en los conductos de sección transversal diferente a la circular (ovoides, galerías u otros) este concepto pierde su interés práctico.

Presión de diseño (DP): Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.

Presión de funcionamiento (OP): Presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red.

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio. La presión de funcionamiento admisible deberá ser mayor o igual que la presión de diseño (PFA ≥ DP).

Presión máxima admisible (PMA): Presión máxima, incluida el golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio. La presión máxima admisible deberá ser mayor o igual que la presión máxima de diseño (PMA ≥MDP).

Presión máxima de diseño (MDP): Presión máxima de funcionamiento de la red o zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo el golpe de ariete.

Presión normalizada o nominal (PN): Presión con arreglo a la cual se clasifican y timbran los tubos, accesorios, piezas especiales y elementos de la red.

Sifón: Instalación que permite, mediante la conducción a presión de un tramo de la red de saneamiento, cruzar con escasa pérdida de carga otras instalaciones o accidentes del terreno, que interfieran en la línea piezométrica por gravedad de la conducción de saneamiento.

Sistema de emisarios y colectores: Conjunto de colectores y emisarios cuyos caudales de vertido confluyen en una estación depuradora de aguas residuales.

Tubo: Componente de sección transversal circular, diámetro interior uniforme y eje recto, cuyos extremos son lisos o con terminación en enchufe o brida.

5 CRITERIOS DE DISEÑO

5.1 Información previa

Antes de proceder al estudio de una red de saneamiento será necesario disponer de la siguiente documentación mínima:

- Cartografía de la zona.
- Plano con la red hidrográfica y las cuencas vertientes.
- Ordenanzas municipales.
- Planos de ordenación y clasificación del suelo.
- Planos de situación de todos los servicios e instalaciones subterráneas y aéreas.
- Características máximas de población y superficie edificable (techo de planeamiento).
- Características geológicas de la zona (plano geológico).
- Condicionantes de servicios existentes para la ejecución de las obras (condiciones impuestas por los organismos afectados).
- Estudio y plano de la red existente.

5.2 Criterios generales

El diseño de las redes de saneamiento deberá realizarse conforme a los siguientes criterios generales:

a) Capacidad de la red

Con carácter general, se tomará como periodo de retorno de las aguas pluviales para el cálculo de las redes de saneamiento el valor de 25 años. Con carácter excepcional, se podrá utilizar un valor diferente siempre y cuando el Ayuntamiento lo autorice de manera expresa.

En cualquier caso, el cálculo de los caudales de diseño deberá realizarse conforme lo especificado en el presente documento.

b) Protección contra la contaminación. Respeto al medio ambiente

En general, el diseño del sistema de saneamiento en su conjunto (redes de saneamiento y depuradoras) deberá ser tal que tenga en cuenta la capacidad de admisión del medio receptor, de manera que la calidad, cantidad y frecuencia de cualquier descarga a los cauces cumplan con los requisitos establecidos por la legislación vigente.

En el cálculo de la capacidad de admisión del medio receptor deberán tenerse en cuenta aspectos físicos, químicos, bioquímicos, bacteriológicos, visuales, olfativos y cualquier otra consideración que se considere relevante en su capacidad de autodepuración.

En el caso particular de las redes de alcantarillado deberá prestarse especial atención a las descargas al medio receptor producidas a través de los aliviaderos del sistema.

c) Trazado

El trazado de la red deberá ser conforme a lo especificado en el artículo 5.4.

d) Diseño hidráulico de las conducciones que integran la red

Las redes de alcantarillado pueden ser: unitaria o **separativas**, conforme lo especificado en el artículo 5.3

En cuanto al funcionamiento hidráulico de la red en la medida de lo posible deberá ser por gravedad, reduciendo al máximo las impulsiones y las estaciones de bombeo.

Con todo, el dimensionamiento hidráulico de las conducciones que componen una red de saneamiento debe ser realizado conforme a lo especificado en este Anejo Técnico.

e) Verificación de la capacidad de la red receptora

f) Diseño mecánico de las conducciones que integran la red

El cálculo mecánico se realizará conforme a lo establecido en el artículo 7.6.

5.3 Sistemas de saneamiento

5.3.1 Generalidades

Atendiendo a la naturaleza del agua residual a evacuar, las redes de saneamiento podrán ser básicamente de los dos tipos siguientes:

- Redes unitarias

La red se dimensiona con capacidad suficiente para recoger y transportar en un mismo conducto las aguas residuales y pluviales generadas en la cuenca o zona objeto de proyecto.

- Redes separativas

La red consta de dos canalizaciones independientes: una de ellas transporta las aguas residuales de origen doméstico, comercial o industrial (red de aguas negras) hasta la estación depuradora, y la otra conduce las aguas pluviales hasta el medio receptor, cumpliendo con las especificaciones que determine la Confederación Hidrográfica del Tajo y la legislación vigente.

Las redes de saneamiento de nueva implantación deberán ser **SEPARATIVAS**, siempre que sea técnicamente posible, en caso contrario se justificará técnicamente la necesidad de diseñarlas unitarias. En las obras de renovación de redes de saneamiento unitarias en zonas consolidadas, se estudiará y justificará técnicamente la necesidad de que sean unitarias (del mismo tipo preexistente) o separativas.

Las redes de pluviales deberán verter a cauces de capacidad suficiente evitando recoger grandes áreas de una sola salida.

No obstante, se cumplirá en todo momento con lo dispuesto en el Plan General Municipal, en su artículo 5.1.4 Redes de saneamiento, en lo que no contradiga el presente reglamento.

Por otra parte, atendiendo al funcionamiento hidráulico de la red, las mismas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Gravedad

Las aguas discurren a lo largo de la red por causa de la propia pendiente de las conducciones, en régimen hidráulico de lámina libre.

- Impulsión

Las aguas discurren a lo largo de la red sometidas a presión hidráulica interior por la acción de medios mecánicos.

5.3.2 Criterios de adopción

Como se ha dicho en el punto anterior: las redes de saneamiento de nueva implantación deberán ser en todo caso **SEPARATIVAS**, salvo que se justifique técnicamente la necesidad de diseñarlas unitarias, En las zonas urbanas consolidadas serán del mismo tipo del preexistente, siempre que así se justifique.

En una red separativa, habrá de tenerse en cuenta la contaminación transportada por la red de aguas pluviales (contaminación producida por lavado de calles y tejados, precipitación de contaminantes,…) con objeto de cumplir el Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas, así como los reglamentos que se desarrollen posteriormente. En este caso, no se incorporará agua procedente de escorrentía en la red de aguas negras (ni siquiera la procedente de terrazas, jardines,…).

Por otro lado, atendiendo al funcionamiento hidráulico de la red, deberán seguirse los siguientes criterios para la selección del sistema de saneamiento:

- Siempre que sea posible, deberá adoptarse un sistema por gravedad.

- Las impulsiones deberán evitarse, si bien, podrán adoptarse en casos como los siguientes, entre otros:

a) Que las pendientes disponibles no permitan velocidades del agua en los conductos de acuerdo con los límites definidos en este Anexo.

b) Que las características del terreno dificulten gravemente, imposibiliten o encarezcan extraordinariamente un sistema por gravedad.

c) Que la existencia de otras infraestructuras impida el paso de los conductos.

d) Que sea necesario disponer el agua residual a una cota tal que la misma sea inalcanzable en un sistema por gravedad

5.4 Trazados

El trazado de las redes de saneamiento deberá ser, en general, alineaciones rectas tanto en alzado como en planta entre las que se intercalará un pozo de registro en los cambios de dirección de esta alineación.

En cualquier afección a infraestructuras existentes o proyectadas de otros servicios se requerirá la autorización y las condiciones tanto de los titulares de los servicios como de los explotadores de estos.

De la misma forma, será necesaria la disponibilidad de los terrenos previamente al replanteo del proyecto.

Las separaciones mínimas entre las generatrices externas de las tuberías de saneamiento alojadas en zanja y las de los conductos, o las aristas de los prismas de los demás servicios instalados con posterioridad, serán las siguientes:

Servicio	**Separación en planta (cm)**	**Separación en alzado (cm)**
Abastecimiento	100	100
Reutilización	100	20
Gas	40	40
Electricidad	30	30
Comunicaciones	30	30

Tabla 1. Separaciones mínimas con otros servicios

Cuando no sea posible mantener estas distancias mínimas de separación, será necesario disponer de protecciones especiales aprobadas por el Ayuntamiento o la empresa suministradora correspondiente, según los casos.

Las tuberías de saneamiento estarán siempre a una cota inferior respecto a las tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano.

La distancia mínima en planta entre las conducciones de aguas negras y pluviales (caso de tratarse de redes separativas) será de 80 cm. Si no pueden cumplirse estas distancias mínimas, deberá justificarse técnicamente y obtener la autorización del Ayuntamiento.

En el caso de redes separativas, las conducciones de aguas negras deberán proyectarse a una cota inferior a las de pluviales, de manera que se faciliten las acometidas a todos los edificios. La clave de las conducciones de aguas negras se dispondrá, siempre que sea posible, por debajo de la rasante de los de aguas pluviales, asegurándose la conexión de las acometidas a la conducción de aguas negras.

Salvo autorización expresa del Ayuntamiento de Cáceres, las conducciones que se instalen bajo acera se limitarán a un diámetro nominal máximo de 600 mm y a una profundidad máxima de zanja de 2,50 m, al objeto de facilitar posibles tareas de reparación o mantenimiento.

En cuanto al trazado específico de las conducciones deberán observarse las siguientes prescripciones.

5.4.1 Trazado en planta

En las redes de saneamiento el trazado deberá seguir el viario público (calzada + acera), recomendándose que, en caso de redes separativas, las conducciones de aguas negras discurran bajo las aceras para así disminuir las cargas actuantes sobre ellas y facilitar las tareas de acceso y reparación. A este respecto no deberán instalarse dos conducciones en el mismo plano vertical.

Deberán evitarse cambios bruscos de dirección en el trazado en planta, limitándose el ángulo máximo a 45º.

En los viarios de más de 15 m de ancho de nueva ejecución y nuevos desarrollos urbanísticos, y de más 30 metros en zonas consolidadas y si técnicamente es posible, se instalarán dos conducciones de aguas residuales, una a cada lado del viario público, salvo que en alguno de los lados se prevean menos de dos acometidas por manzana. En los viarios más estrechos (menores de 15 metros en nueva construcción y menores de 30 metros en zonas ya consolidadas), se instalará una única conducción por el centro de la calzada preferentemente, salvo que se prevea una diferencia significativa de acometidas entre ambos lados del viario en cuyo caso la conducción podrá discurrir por aquel lado que tenga el mayor número de acometidas.

En caso de no poder discurrir la conducción bajo la acera y tener que hacerlo bajo la calzada, deberá evitarse la zona de aparcamiento de vehículos debiendo situarse la traza en el centro de la zona de rodadura, bajo el eje del carril de tránsito contiguo a la acera o en la línea de separación de los carriles si hubiese más de uno. Si la conducción debe ir en la zona de aparcamiento por imposibilidad de su instalación en acera o en la calzada según lo anterior, será necesaria la autorización del Ayuntamiento y en su caso los pozos de registros deben ir colocados en los sobreanchos de acera evitando que queden en la zona de aparcamientos en la medida de lo posible.

En relación con las distancias mínimas a los edificios, deberán tomarse las necesarias precauciones para evitar cualquier afección a sus cimientos, debiendo respetar, en cualquier caso, una separación mínima de unos 2,50 m a fachada, así como una distancia mínima de 1,00 m a los bordillos, para salvar distintos servicios que pueden ir en dicha franja (alcorques, farolas, conducciones eléctricas…). En renovaciones de canalizaciones existentes, que por sus características (calles estrechas, instalación de varios servicios próximos, etc…), no puedan cumplirse estas distancias mínimas a los edificios, y previa justificación técnica y aprobación por el Ayuntamiento, estas distancias podrán disminuirse al mínimo necesario.

En el proyecto se considerarán las limitaciones legales por afecciones a:

a) Dominio Público Hidráulico
b) Carreteras
c) Ferrocarril
d) Vías pecuarias
e) Patrimonio
f) Energía eléctrica
g) Otros servicios afectados

En el caso de afección a cualquier otro tipo de servicio o infraestructura, como líneas de telecomunicaciones, gaseoductos, oleoductos, etc., deberá tenerse en cuenta la legislación específica al respecto y establecer en el proyecto las limitaciones por afecciones que, en cualquier caso, serán determinadas en base al informe preceptivo del organismo gestor o compañía responsable correspondiente.

5.4.2 Trazado en alzado

La profundidad mínima de las conducciones de saneamiento se determinará de forma que se garanticen las siguientes condiciones:

- Que la conducción quede protegida frente a las acciones externas, especialmente el tráfico rodado y preservada de las variaciones de temperatura.

- Que se recojan las acometidas existentes, de acuerdo con lo indicado en las presentes normas.

Cuando la altura de relleno de tierras por encima de la generatriz superior exterior del colector sea inferior a 1,00 m, se justificará mecánicamente las tuberías y las protecciones a ejecutar; en su defecto el colector deberá quedar protegido de la siguiente manera:

- En caso de tubos de materiales termoplásticos, se protegerá mediante losa de hormigón de espesor 0,20 m y sobre-anchos respecto de las generatrices exteriores situadas en la semisección del colector de 0,30 m.

- Para el resto de tubos, macizo de hormigón HM-25. Dicho macizo deberá efectuarse de modo que el ancho del mismo contemple que en los laterales deben disponerse sobre-anchos de 0,30 m respecto de las generatrices exteriores situadas en la semisección del colector. Los espesores, sobre la clave del colector, desde su generatriz exterior serán también de 0,30 m y el de la solera de al menos 0,15 m.

Para diámetros de colector comprendidos entre 1,00 y 1,20 m los espesores anteriores se incrementarán hasta los 0,40 m. En el caso de diámetros superiores se precisará justificar, por parte del proyectista, la magnitud de los espesores y su necesidad de armado.

Los valores máximos y mínimos de pendiente de las conducciones de saneamiento deberán ser tales que garanticen las condiciones de funcionamiento hidráulico especificadas en el apartado 7. “Criterios de Cálculos”. Como criterio general de diseño, la pendiente mínima adoptará el valor de 1% y la pendiente máxima no deberá ser superior al 7%, salvo autorización expresa del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres. La validez de las pendientes deberá estar justificada por el cumplimiento de los umbrales de velocidad establecidos en citado apartado.

Por otro lado, las redes de saneamiento deberán respetar las distancias verticales respecto a otros servicios, indicadas en la Separaciones mínimas con otros servicios. En particular, deberán situarse en un plano inferior a las de abastecimiento, con una separación mínima de 1,00 m. En caso de no poderse respetar las distancias anteriores, y previa justificación técnica, el Ayuntamiento podrá autorizar la reducción de estas distancias mínimas.

6 CONDUCCIONES

6.1 Secciones

Los colectores, en función de sus dimensiones, pueden ser de sección no visitable o visitable

6.1.1 Colectores no visitables

De manera general, se consideran colectores no visitables los constituidos por secciones circulares de diámetro interior menor de 1,80 m.

En estos colectores se deberán disponer pozos de resalto por trasdós cuando la diferencia de alturas, medida desde las rasantes hidráulicas, entre el colector influente y efluente al pozo sea superior a 1,50 m. Esta condición no será estrictamente necesaria en colectores separativos de pluviales.

En el diseño de redes de saneamiento podrán existir conexiones de estos colectores influentes a pozos sin necesidad de efectuar resalto sobre la solera del pozo adaptando las pendientes de los mismos, siempre y cuando confluyan al pozo de registro en ángulo favorable al sentido del flujo del colector efluente del pozo. En el caso de que el colector influente al pozo confluya en ángulo desfavorable al sentido del flujo del colector efluente del pozo, se deberá dotar de un cierto resalto que evite flujos en sentidos opuestos. La altura del resalto deberá estar comprendida entre 0,75 y 1 veces el diámetro del colector efluente, disponiendo de pozo de resalto por trasdós para alturas mayores de 1,50 m, excepto en colectores separativos de pluviales, donde se podrá omitir la disposición de trasdós

6.1.2 Colectores visitables

Para cualquier tipología de sección (generalmente sección tubular o galería), los colectores se considerarán que tienen sección o carácter visitable cuando, de manera general, dispongan de cuna y andén practicable, para la inspección del colector por el personal de mantenimiento.

El andén se considerará practicable cuando disponga de un ancho superior a 0,50 m y la altura que exista, desde la vertical situada en el punto medio del andén hasta su intersección con la parte superior del colector, sea de al menos 1,70 m.

En cualquier caso, será requisito imprescindible para considerar un colector como visitable, que el régimen hidráulico en tiempo seco permita la inspección de los mismos y no inunde los andenes ni siquiera en momentos de vertido punta, quedando el calado hidráulico siempre debajo del resguardo del andén.

El conformado de la cuna y andén, en todos los casos, deberá ser dimensionado geométricamente para el caudal punta de aguas residuales. La cuna deberá disponer de un resguardo mínimo igual a $0{,}1 \cdot Ø_{cuna}$, siempre superior a 0,05 m, sobre el calado que se dará en la cuna correspondiente al caudal punta de residuales.

Se deberán emplear secciones visitables siempre que la rasante hidráulica de los colectores supere los 4,50 m de profundidad en casco urbano o 5,00 m en zonas no urbanizadas, salvo autorización expresa de los Servicios Técnicos del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres.

6.2 Dimensiones mínimas

Dependiendo del uso de los colectores, y de su carácter no visitable o visitable, éstos deberán poseer unas dimensiones mínimas que permitan garantizar las operaciones de conservación de los mismos. Salvo autorización expresa de los Servicios Técnicos del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres, las dimensiones mínimas serán las siguientes:

Secciones no visitables:

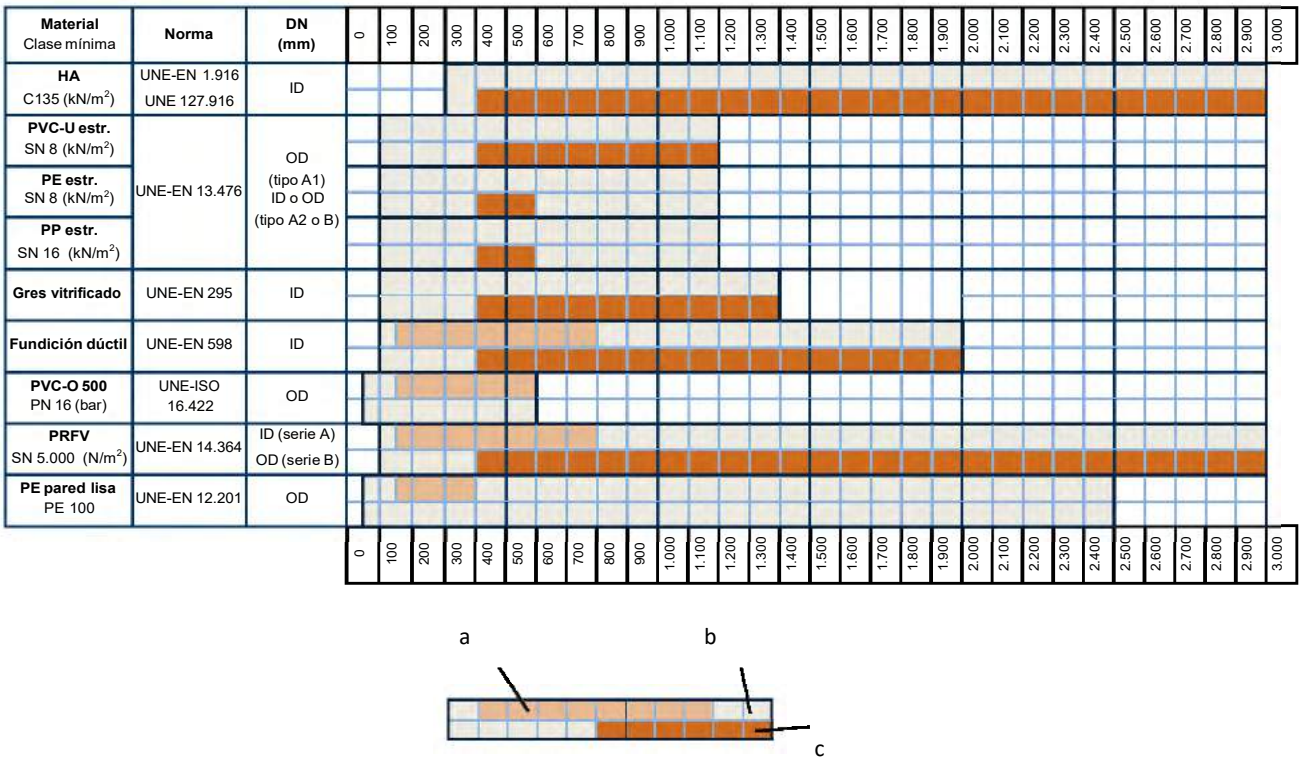
- Ramales de imbornales y acometidas: DN mínimo 200 mm.
- Colectores generales: DN mínimo 400 mm.
- Impulsiones: DN mínimo 100 mm.

Secciones visitables:

- En secciones tipo galería:
  - Altura total mínima desde andén a clave: 1,80 m.
  - Anchura mínima entre hastiales: 1,00 m.
  - Diámetro mínimo de la cuna: 0,40 m.
  - Resguardo mínimo de la cuna hasta el andén: 0,05 m.
- En secciones circulares: DN mínimo 1.800 mm con andén.
- En secciones marcos: deberán tener andén y cunas. La altura deberá ser al menos de 1,70 m desde el andén y su anchura al menos de 1,00 m entre hastiales.

6.3 Mapa de usos. Materiales

Los colectores tubulares podrán estar formados por los siguientes materiales:



a: Diámetro de usos preferentes para impulsiones

b: Rango de diámetros normalizados en las normas europeas

c: Diámetros de usos preferentes para emisarios, colectores, alcantarillas

Nota 1. ID: diámetro interior. OD: diámetro exterior.

Nota 2. La utilización de PE y PP de pared estructurada se restringirá a altura de tierra por encima de la clave del tubo menor de 3,00 m, además estos dos tipos de materiales de pared estructurada se restringirán su uso para redes pluviales y en el caso de que no exista carga de tráfico.

Nota 3. Tubos de Gres vitrificado y Fundición dúctil no son habituales para ciertas aplicaciones (gravedad, calidad/precio,...).

Figura 1. Mapa de usos del Excmo. Ayto. de Cáceres

Para cada uno de los materiales se tendrá en consideración las siguientes prescripciones:

- Tubos de Hormigón: el hormigón y acero utilizado para las armaduras cumplirá con la Instrucción de Hormigón Estructural EHE para la clase general de exposición IIa y clase específica de exposición Q_b. Cuando los cementos vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR), siempre que el contenido de sulfatos, expresado como SO_4, sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o 3000 mg/kg en el caso de suelos, tal como se indica en la Instrucción para la recepción de cementos RC-16.

- Tubos de Fundición: revestimiento interior de mortero de cemento con alto contenido en alúmina (como mínimo de un 40%).

- Tubos de Gres vitrificado: Serán siempre vitrificados.

- Tubos de PVC-U, PE y PP estructurado y PVC-O serán preferentemente de color teja.

Los colectores visitables estarán constituidos, de manera general, por lo siguientes materiales:

- Hormigón armado para sección circular.

- Fábrica de ladrillo, hormigón en masa u hormigón armado, en secciones tipo galería normalizada y ejecutadas exclusivamente en mina, u hormigón armado en caso de ejecución a cielo abierto.

Entre pozo y pozo de registro los colectores deberán poseer un único material constitutivo y las mismas propiedades geométricas y mecánicas.

Los materiales o el diseño de los distintos componentes serán los indicados en este Anejo Técnico. Cualquier otro material o variación en el diseño deberá ser debidamente justificado y aprobado por los Servicios Técnicos del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres.

6.4 Tubos de hormigón armado de sección circular

Las tuberías de hormigón armado de sección circular objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para las mismas en las normas UNE-EN 1916 y UNE 127916.

Los tubos de hormigón armado de sección circular se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y por su clase de resistencia. Los valores normalizados en UNE 127916 de los DN y de las clases de resistencia.

Los tubos deberán ser rectos, no debiendo admitirse un defecto en la rectitud mayor del 0,35% de su longitud.

La tolerancia sobre el espesor de pared del tubo será, en cualquier caso, el menor valor de los siguientes:

- el 95 % del espesor de pared declarado por el fabricante
- el espesor de pared declarado por el fabricante menos 5 mm.

Los tubos de hormigón armado se unirán con juntas flexibles mediante anillo elastomérico, siendo posible las siguientes disposiciones, atendiendo a la terminación de sus extremos:

- Uniones con macho escalonado
- Uniones con macho acanalado

- Uniones mediante virola de acero (tubos de hinca)

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante, así como lugar de fabricación
- Identificación del material
- Fecha de fabricación en la forma AAMMDD (año, mes, día)
- Diámetro nominal en mm para tubos de circulares y anchura nominal en mm para tubos en ovoides
- Clase resistente (C-90, C-135, C-180 ó C-IV, C-V)
- Referencia a las normas UNE EN 1916 y UNE EN 127916
- Identificación de cualquier entidad de certificación por tercera parte
- Marcado CE
- Identificación de las condiciones de uso distintas de las condiciones
- Identificación de la utilización particular prevista, si fuera el caso

Adicionalmente, en los tubos que no tengan la armadura circular uniformemente distribuida, deberá marcarse, de forma clara, la generatriz del tubo que deba quedar situada en su parte superior después del montaje.

6.5 Tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada

Los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la norma UNE-EN 13476.

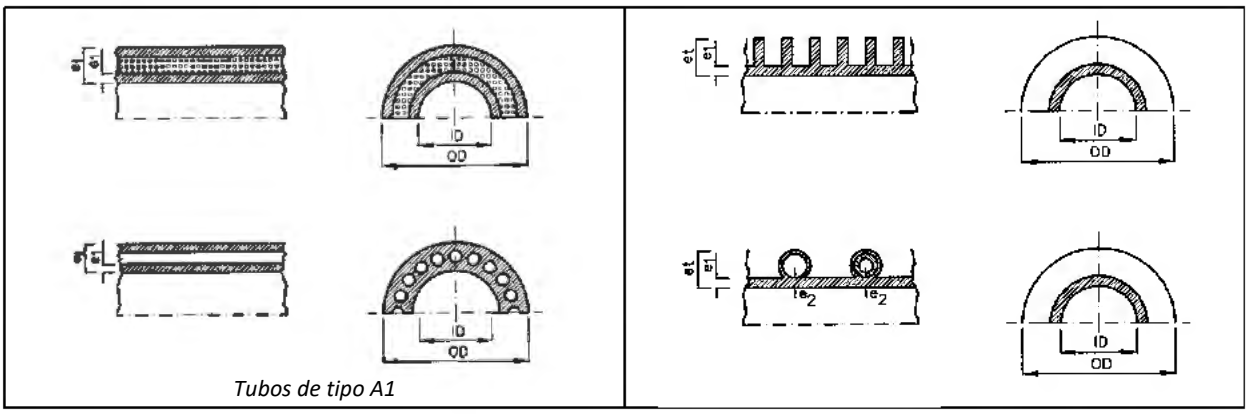
Estos tubos podrán ser fabricados con diversos materiales (PVC-U, PE ó PP) y bajo muchos posibles diseños, los cuales admiten ser clasificados de la siguiente manera:

a) Tipo A. Aquellos cuyas superficies interna y externa son lisas (UNE-EN 13476-2).

   - Tipo A1. Tubos o accesorios con superficie interior y exterior lisas y en el que las paredes exteriores e interiores están conectadas por nervios axiales internos o por una capa intermedia en forma de espuma o no, de material termoplástico.

   - Tipo A2. Tubos o accesorios con la superficie interior y exterior lisas y en el que las paredes exteriores e interiores están conectadas por nervios internos dispuestos en forma radial o helicoidal.

b) Tipo B. Aquellos cuya superficie interna es lisa y la superficie externa anular perfilada o helicoidal hueca o sólida. (UNE-EN 13476-3+A1).



Tubos de tipo A1

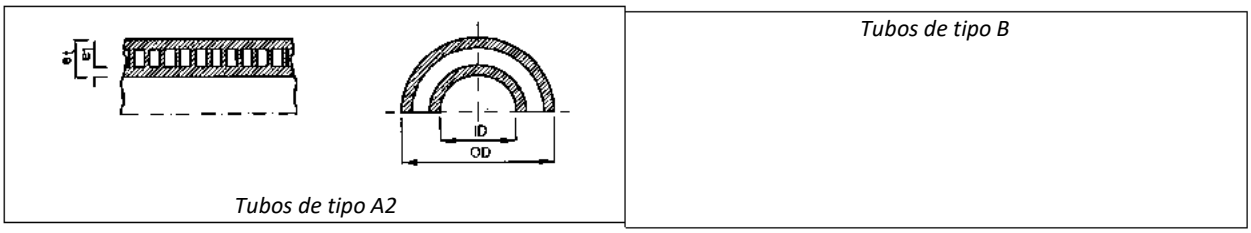


Figura 1. Ejemplos de tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada

Los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y por su rigidez nominal (SN). Los valores de SN normalizados en la norma UNE-EN 13476-1 y permitidos por el presente Anejo serán tal como se muestra a continuación:

- Para tubos de PVC-U y PE estructurado: mínimo SN 8
- Para tubos de PP estructurado: mínimo SN 16

Los sistemas de unión de los tubos de materiales termoplásticos de pared estructurada podrán ser alguno de los siguientes:

- Unión flexible de enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (o de "enchufe y campana")
- Unión flexible mediante manguito soldado a uno de los extremos de la conducción con anillo elastomérico.

  El anillo elastomérico admite ser colocado bien en el enchufe (o en el manguito en su caso) o bien en el extremo liso.

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Referencia a la norma UNE-EN 13476-2 (para los tubos de tipo A) o referencia a la norma UNE-EN 13476-3 (para los tubos de tipo B)
- Diámetro nominal, DN (e indicación de si se refiere al interior DN/ID o al exterior DN/OD)
- Nombre y/o marca del fabricante
- Clase de rigidez nominal, SN
- Material constitutivo de la conducción
- Código del área de aplicación
- Información del fabricante
- Marca o certificado de Calidad, en su caso
- Resistencia al impacto -10ºC y +23ºC

6.6 Tubos de fundición dúctil

Los tubos de fundición dúctil objeto del presente artículo se emplearán preferentemente en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la norma UNE-EN 598+A1.

Los sistemas de unión de los tubos de fundición podrán ser alguno de los que se indican a continuación, los cuales deberán ser conformes con lo especificado para los mismos en la norma UNE-EN 598+A1.

- Unión flexible de enchufe y extremo liso
- Unión flexible restringida (acerrojada resistente a las tracciones)
- Unión flexible mecánica
- Unión rígida con bridas

Revestimiento del tubo

Todos los tubos se protegerán contra la corrosión mediante revestimientos adecuados, los cuales recubrirán uniformemente la totalidad de los contornos de los tubos, constituyendo superficies lisas y regulares, exentos de defectos tales como cavidades o burbujas. Habrán de estar bien adheridos a la fundición, no descascarillándose, ni exfoliándose, y secando en un tiempo rápido. Los revestimientos se aplicarán siempre en fábrica, excepto la manga de polietileno que se colocará en la propia obra. Salvo indicación en contra, todos los tubos deberán suministrarse con las siguientes protecciones:

- un recubrimiento exterior de zinc con capa de acabado.
- un recubrimiento interior de mortero de cemento con alto contenido en alúmina.
- un recubrimiento a base de resina sintética (epoxi, poliuretano, etc.) sobre las superficies de los extremos en contacto con el efluente, salvo para los tubos destinados únicamente a la conducción de agua pluvial.

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre o marca del fabricante
- Identificación del año de fabricación
- Identificación como acero dúctil
- Diámetro nominal, DN
- Presión nominal, PN, en el caso de la existencia de bridas
- Marca de Calidad, en su caso
- Marcado CE
- Identificación de la aplicación (gravedad o presión)
- Referencia a la norma UNE-EN 598+A1

Las cinco primeras marcas indicadas arriba deben fundirse o estar estampadas en frío; las otras dos marcas se pueden aplicar por cualquier otro método, por ejemplo se pueden pintar o fundir o añadirse al conjunto.

6.7 Tubos de PVC – O

Los tubos de PVC-O objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la norma UNE-ISO 1642.

Los tubos de PVC-O se clasificarán por su diámetro nominal (DN), por su presión nominal (PN) y por la Tensión Mínima Requerida (MRS) del material.

El sistema de unión de los tubos de PVC-O será mediante juntas flexibles de enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (o de “enchufe y campana”, ver, a título orientativo, la figura adjunta). No deberán admitirse nunca en este tipo de tubos uniones simplemente encoladas.

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Nombre y/o marca del fabricante
- Material del tubo y su clasificación
- Diámetro exterior nominal, DN y el espesor nominal de pared, e
- Referencia a la norma ISO 16422

- Presión nominal, PN
- Coeficiente C
- Fecha y lugar de producción
- Marca de Calidad, en su caso

6.8 Tubos de PRFV

Los tubos de PRFV podrán emplearse tanto en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre como bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en las normas UNE-EN 14364.

Los parámetros de clasificación de los tubos de PRFV a emplear en las redes de alcantarillado son diferentes, en función de que vaya o no a estar sometida a presión hidráulica interior.

- Tubos para alcantarillados en lámina libre

  Los tubos de PRFV cuyo funcionamiento hidráulico sea en régimen de lámina libre se clasificarán por su diámetro nominal (DN) y por su rigidez nominal (SN).

- Tubos para alcantarillados bajo presión hidráulica interior

  Los tubos de PRFV cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior se clasificarán por su diámetro nominal (DN), por su rigidez nominal (SN) y por su presión nominal (PN).

Los sistemas de unión de los tubos de PRFV podrán ser alguno de los siguientes:

a) Uniones rígidas
   - Con bridas (fijas o móviles)
   - Encoladas (o pegadas)
   - Enfundadas)

b) Uniones flexibles
   - Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (en ocasiones es un doble anillo)
   - Con manguitos y elemento de estanquidad (también doble anillo)
   - Autotrabada, cuando se prevean esfuerzos de tracción

Todos los tubos deberán ser marcados en fábrica con al menos las siguientes indicaciones:

- Nombre o marca del fabricante
- Referencia a la norma UNE-EN 14364
- Fecha de fabricación
- Diámetro nominal, DN
- Serie de diámetros (A, B1, B2, B3 o B4)
- Presión nominal, PN, en aplicaciones bajo presión hidráulica interior
- Rigidez nominal, SN
- La letra “R” para indicar si el tubo es adecuado para ser utilizado con carga axial o por “RA” si el tubo es adecuado para ser utilizado con carga axial y es evaluado de acuerdo con el anexo A de la 14.364:2015
- Marca de Calidad normalizada, en su caso
- Tipo de unión y si es resistente o no al esfuerzo axial
- Letra “H” para indicar la aptitud al uso en superficie, si fuese aplicable
- Para codos, derivaciones o tomas en carga, el ángulo del accesorio diseñado
- Para las reducciones, las dimensiones nominales DN1 y DN”

6.9 Tubos de PE de pared lisa

Los tubos de PE de pared lisa objeto del presente artículo sólo podrán emplearse en redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior, debiendo cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en la norma UNE-EN 12201-1, UNE-EN 12201-2+A1, UNE-EN 12201-3+A1 y UNE-EN 12201-5.

Los tubos de PE de pared lisa se clasificarán por su diámetro nominal (DN), por su presión nominal (PN) y por la Tensión Mínima Requerida (MRS) del material.

Alternativamente a la presión nominal (PN), pueden emplearse como parámetros de clasificación la relación de dimensiones estándar (SDR) o la serie (S).

Los sistemas de unión de los tubos de PE podrán ser alguno de los que se indican a continuación (uniones rígidas):

- Uniones por fusión
- Unión por electrofusión (por embocadura o por solape)
- Unión por fusión a tope
- Uniones mecánicas
- Unión mediante accesorios de compresión
- Unión mediante bridas

Se recomienda que las uniones entre tubos de polietileno se realicen mediante electrofusión. La unión mediante accesorios mecánicos se podrá emplear en reparaciones de tuberías y la unión mediante bridas sólo se utilizará con piezas especiales y elementos de maniobra y control. La soldadura térmicamente a tope sólo será aplicable a tubos de DN 200.

Todos los tubos deberán ir marcados, de forma fácilmente legible y durable, con las siguientes identificaciones como mínimo:

- Referencia a la norma EN 12201
- Nombre o marca del fabricante
- Dimensiones (DN x e_n)
- Series SDR
- Uso previsto (W, P o W/P)
- Tipo de material y designación
- Presión nominal, PN, en bares
- Información del fabricante: Fecha de fabricación (año, mes) y lugar si produce en distintos sitios
- Tipo de tubo, si procede

6.10 Juntas y uniones

Las uniones entre los distintos componentes que integran una red de alcantarillado pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- Uniones flexibles

  Si permiten una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, y un ligero desplazamiento diferencial entre ejes.

- Uniones rígidas

  Si no permiten desviación angular significativa ni durante ni después de la puesta en obra.

- Uniones ajustables

Si solamente permiten una desviación angular significativa en el momento de la instalación, pero no posteriormente.

Alternativamente a la anterior, otra clasificación habitual de los sistemas de unión es la siguiente:

- Uniones autotrabadas o resistentes a la tracción

  Si son capaces de resistir el empuje longitudinal producido por la presión interna y, cuando se dé el caso, también por las fluctuaciones de temperatura y contracción de Poisson de la conducción bajo presión interna.

- Uniones no autotrabadas o no resistentes a la tracción

  Las que tienen un juego axial adecuado para acomodar el movimiento axial del extremo liso inducido por fluctuaciones térmicas y contracción de Poisson de la conducción bajo presión interna, además de la desviación angular especificada.

En cualquier caso, sean cuales sean las tipologías de uniones adoptadas, las mismas deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Resistir, permanentemente y sin fugas, una presión hidráulica interior de 0,2 N/mm^2 para el caso de alcantarillado por gravedad o de 1,1 N/mm^2 si el alcantarillado es bajo presión.
- Ser estancas a una presión hidráulica interior negativa (depresión) de 0,09 N/mm^2.
- Resistir, sin entrada de agua, una presión hidrostática exterior de 0,2 N/mm^2, cuando esté previsto su uso a profundidades mayores de 5 m bajo el agua.

En el caso particular de que se empleen uniones con junta de elastómero o uniones con bridas, deberán ser conformes con lo especificado por las normas UNE-EN 681, para el primer caso (juntas elastoméricas) y UNE-EN 1092, UNE-EN 1514, UNE-EN 1515, UNE-EN 1591 y UNE-EN 12560, para el segundo (uniones con bridas), independientemente de los componentes a unir.

6.11 Piezas especiales

6.11.1 Generalidades y definiciones

Únicamente se admitirán piezas especiales (o accesorios) en conducciones bajo presión hidráulica interior. Serán siempre de sección circular y podrán ser de alguno de los siguientes materiales, debiendo cumplir cada tipología con lo especificado para las mismas en los puntos siguientes.

- Fundición dúctil
- PE de pared lisa
- PRFV

Atendiendo a su tipología, las piezas especiales podrán clasificarse de la siguiente manera (ver Denominación de las piezas especiales o accesorios adjunta):

- Codo
  Componente que permite un cambio de dirección en el trazado del tubo. Podrán ser bien moldeados a partir de una sola pieza o bien estar constituidos por trozos de tubos cortados a inglete unidos entre sí formando curvas poligonales.

- Entronque, derivación, té o tubo con acometida

  Componente que permite bien la conexión de dos tubos incidentes en uno único o bien el reparto del caudal circulante por un tubo en varios de sección más reducida.

- Cono o reductor

  Componente que permite variar la sección del tubo a lo largo de una cierta longitud.

- Empalme, adaptador, conector o tubo corto o tubo de conexión

  Componente que consiste en un tubo de pequeña longitud con sus extremos terminados bien en enchufe, en campana o directamente lisos.

- Brida ciega o tapón

  Componente que, habitualmente colocado en los extremos de las conducciones o en sus derivaciones, impide que circule el agua, a la vez que evita posibles intrusiones.

- Placa reductora

  Tapón al que se le ha practicado un orificio en su zona central.

En la figura adjunta se representan las combinaciones posibles de tipologías de piezas especiales según materiales.

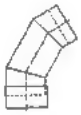
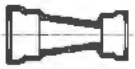
Materiales Piezas Especiales		**Fundición**	**PE**	**PRFV**
Codo	**Moldeado**			
	Segmentado 			
Derivación				
Cono 				
Tubo corto o conector				
Placa reductora				
Tapón				

Figura 2. Denominación de las piezas especiales o accesorios

En principio, las piezas especiales serán del mismo material que el de los propios tubos. En los tubos de PVC-O, no obstante lo anterior, las piezas especiales a intercalar entre ellos serán de fundición dúctil, al no existir accesorios en dicho material.

6.11.2 Piezas especiales de fundición dúctil

Las piezas especiales de fundición dúctil deberán cumplir con lo especificado para las mismas en las normas UNE-EN 545 y UNE-EN 598, pudiendo ser de la siguiente tipología:

- Codos

  Los codos de fundición dúctil se fabricarán por moldeo en una sola pieza. En la norma UNE-EN 545 están normalizadas sus dimensiones (ver Ejemplos de piezas especiales de fundición dúctil siguiente), si bien, en cualquier caso, los ángulos nominales de los mismos serán, en general, los siguientes: 90º (1/4), 45º (1/8), 22º 30´ (1/16) ó 11º 15´ (1/32).

  Los sistemas de unión normalizados de los codos serán enchufe-enchufe o brida-brida, si bien, podrán admitirse también codos enchufe-brida.

  Otra tipología de codos posibles en fundición son los conocidos como codos de pie de pato, los cuales están normalizados para ángulos de 90º (1/4).

- Tés

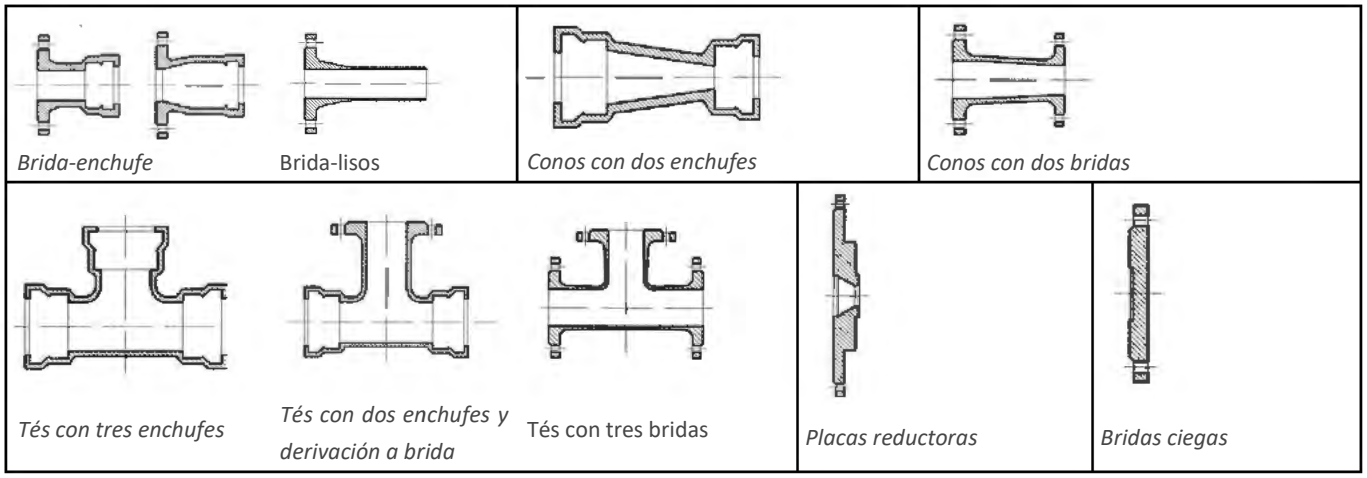
  En la norma UNE-EN 545 están normalizadas las dimensiones de la siguiente tipología de tés a 90º (ver figura siguiente): con tres enchufes, con tres bridas, con dos enchufes y derivación a brida.

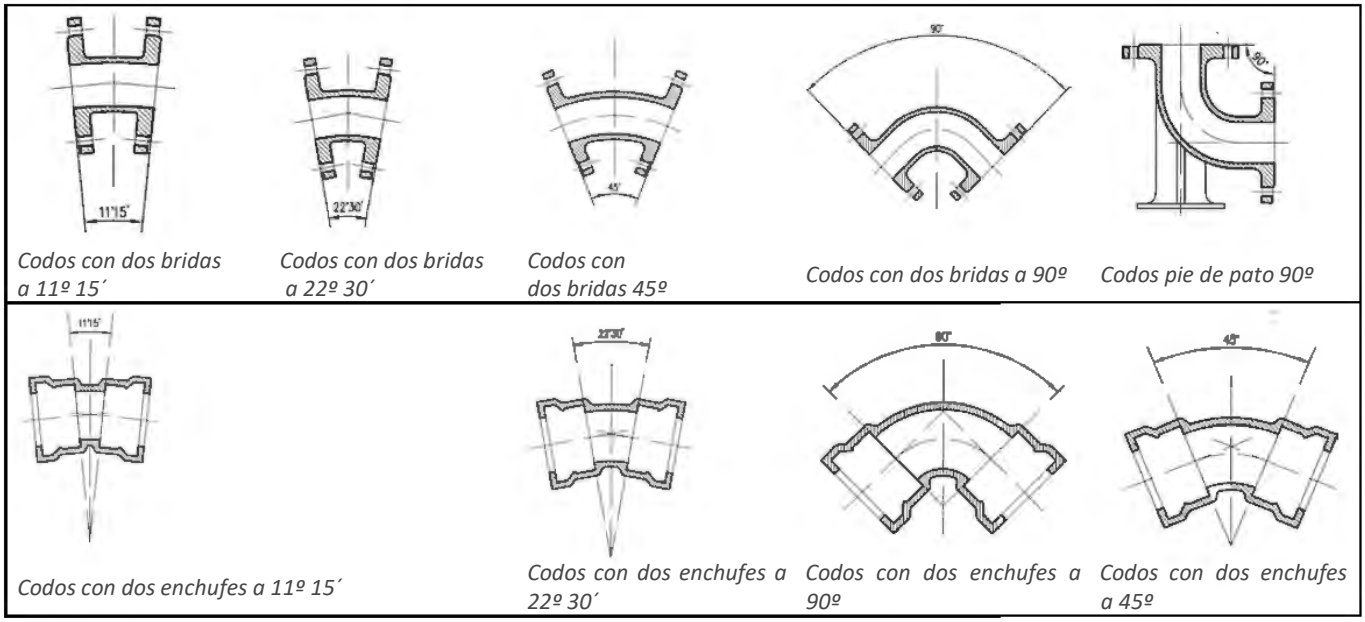
- Conos

  En la norma UNE-EN 545 están normalizadas las dimensiones de los conos de fundición dúctil. Los sistemas de unión normalizados de estos elementos serán enchufe-enchufe o brida-brida (ver figura siguiente).

- Conectores (brida-enchufe o brida-liso)
- Bridas ciegas
- Placas reductoras

En general, las piezas especiales de fundición dúctil irán provistas con un recubrimiento exterior e interior a base de resinas epoxi, si bien, excepcionalmente, y si así lo aceptan los Servicios Técnicos del Excmo Ayuntamiento de Cáceres, podrá disponerse algún otro recubrimiento de los especificados en la norma UNE-EN 598.





Codos con dos bridas a 11º 15´ | *Codos con dos bridas a 22º 30´* | *Codos con dos bridas 45º* | *Codos con dos bridas a 90º* | *Codos pie de pato 90º*

Codos con dos enchufes a 11º 15´ | *Codos con dos enchufes a 22º 30´* | *Codos con dos enchufes a 90º* | *Codos con dos enchufes a 45º*

Figura 3. *Ejemplos de piezas especiales de fundición dúctil*

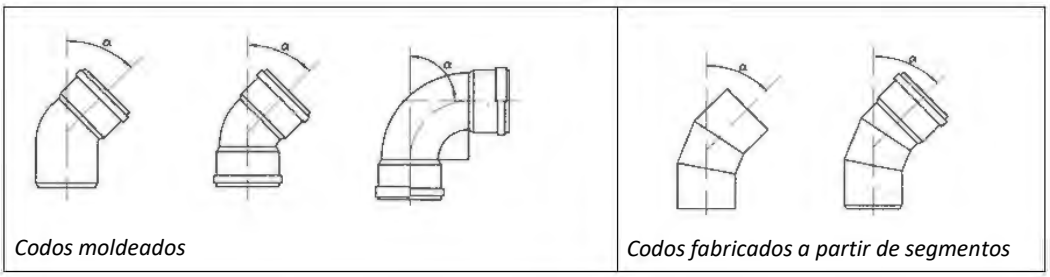
6.11.3 Piezas especiales de PE de pared lisa

Las piezas especiales de PE de pared lisa a emplear en las redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 12201-3, pudiendo ser de la siguiente tipología:

- Codos
- Derivaciones
- Conos
- Tapones

Las dimensiones de las piezas especiales deberán ser especificadas por el respectivo fabricante. El espesor mínimo será el del propio tubo, si bien, en el caso de los conos, el espesor podrá variar gradualmente de un extremo al otro.

Los codos podrán ser bien moldeados en una sola pieza o bien segmentados, construidos a partir de trozos de tubos cortados al bies.



Codos moldeados | *Codos fabricados a partir de segmentos*

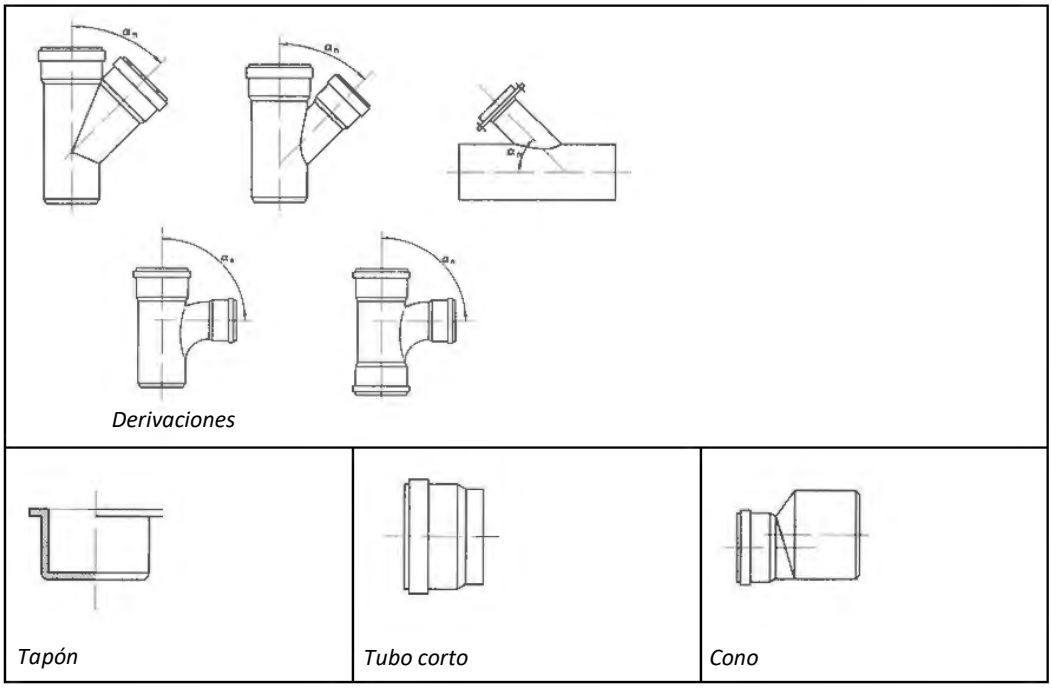


Figura 4. Ejemplos de piezas especiales de PE de pared lisa

6.11.4 Piezas especiales de PRFV

Las piezas especiales de PRFV a emplear en las redes de alcantarillado cuyo funcionamiento hidráulico sea bajo presión hidráulica interior deberán cumplir con lo especificado para las mismas en las normas UNE EN 14364, pudiendo ser de la siguiente tipología:

- Codos
- Derivaciones
- Conos (reductores)
- Tubos cortos (bridas)

Los codos de PRFV podrán ser bien moldeados de una sola pieza o fabricados a partir de la unión de trozos segmentados de tubos.

Los ángulos nominales normalizados, α, de los codos, serán, en general, los siguientes: 11º; 25º; 15º; 22,5º; 30º; 45º; 60º y 90º, si bien, previa aceptación de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, podrán admitirse otros valores. Además, el ángulo de cada uno de los segmentos que componen el codo no deberá ser superior a 30º.

El radio de curvatura mínimo del codo, r, no deberá ser, en ningún caso, inferior al DN de la conducción.

Las derivaciones en PRFV tendrán, en general, un ángulo nominal normalizado, α, de 90º.

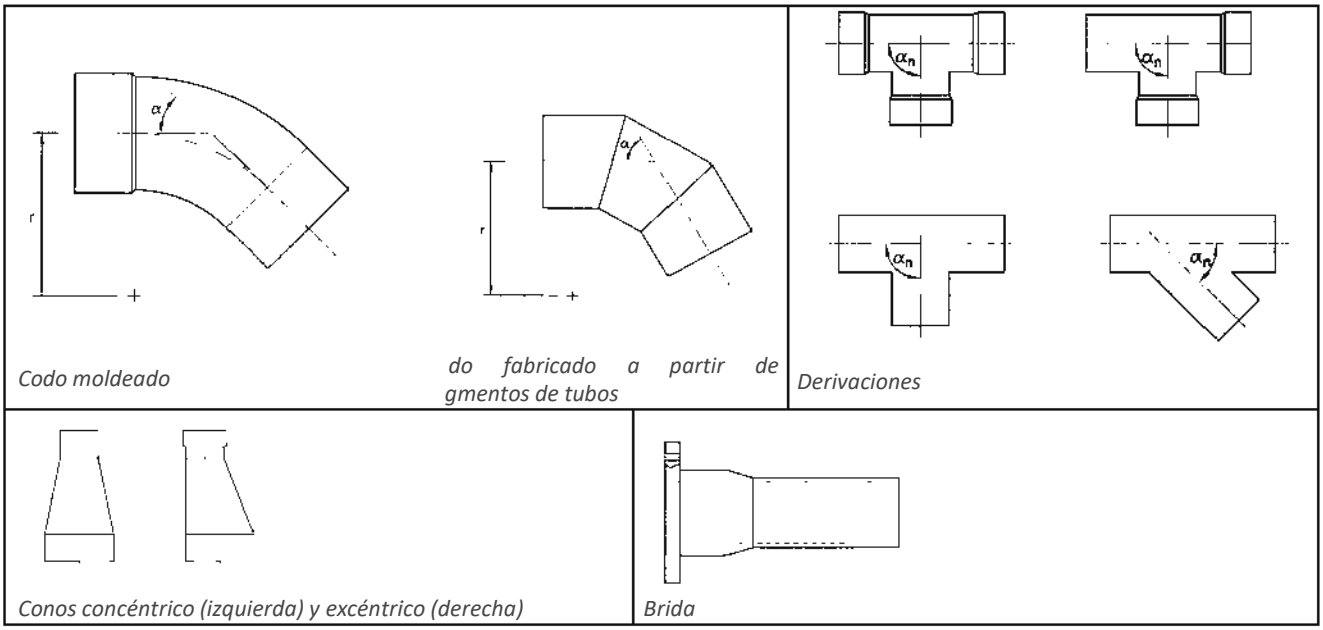


Figura 5. Ejemplos de piezas especiales de PRFV

7 CRITERIOS DE CÁLCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

7.1 Pendientes admisibles

Además de los criterios de velocidad máxima y mínima, en la siguiente tabla se establecen los criterios de pendiente de las tuberías instaladas en función del diámetro de la conducción:

Tabla 2. Pendientes mínima, máxima y óptima

DIÁMETRO CONDUCCIÓN	PENDIENTE		
	MÍNIMA	MÁXIMA	ÓPTIMA
Acometidas	1:100	7:100	
400-600	3:1000	7:100	1:100 / 5:1000
600-1000	3:1000	4:100	5:1000 / 2:1000
>1000	1:1000	1.5:100	3:1000 / 2:1000

7.2 Cálculo hidráulico

El diseño hidráulico de las conducciones tendrá por objeto principal la determinación de las dimensiones de estas, debiendo comprender, al menos, las siguientes comprobaciones:

- velocidades máximas y mínimas
- llenado de las conducciones

7.2.1 Determinación de caudales de diseño

Previo a todo ello, en cualquier caso, deberán calcularse los caudales de diseño de las conducciones. Las conducciones que forman parte de un sistema integral de alcantarillado deberán diseñarse de

manera que se consideren en su cálculo la totalidad de las aguas residuales generadas en las zonas atendidas por las mismas y las aguas de lluvia asociadas periodo de retorno de 25 años.

Las aguas residuales para evacuar por las conducciones podrán ser de procedencia diversa, debiendo considerar de forma expresa en el cálculo, al menos, las reflejadas en el Reglamento del Servicio de Abastecimiento de Agua de Cáceres, de los siguientes orígenes:

- Domésticas o de consumo urbano residencial (se considerarán de manera independiente edificaciones univivienda y multivivienda).
- Usos terciarios, dotacionales e industriales.

Cuando a las conducciones acometan vertidos de otra naturaleza, deberán tenerse en cuenta en el diseño de la misma.

7.2.2 Dotaciones de cálculo

Las dotaciones de cálculo de abastecimiento a emplear en los proyectos de redes nuevas de alcantarillado de serán las indicadas en el Reglamento del Servicio de Abastecimiento de Agua de Cáceres.

Los coeficientes de retorno a aplicar a dichas dotaciones, para los distintos usos considerados, serán los siguientes:

Tabla 3. Coeficientes de retorno para usos de planeamiento futuro

USO DEL SUELO	Viviendas unifamiliares	Viviendas multifamiliares	Terciario, dotacional e industrial
Suelo urbano no consolidado (SUNC) sin desarrollar	0,800	0,950	0,855
Suelo urbanizable sectorizado (SUS) sin desarrollar			
Suelo urbanizable no sectorizado (SUNS) sin desarrollar			

Nota: No se incluye el uso de zonas verdes al considerarse un coeficiente de retorno de 0 para el mismo

7.2.3 Caudales de aguas residuales

Para el cálculo de las aguas residuales generadas en la zona objeto de proyecto se seguirán los criterios que se indican a continuación.

- Caudales medios: se calcularán según las formulaciones indicadas a continuación:
  - Caudales medios de aguas residuales domésticas (procedentes de consumo urbano residencial), QDm (l/s):

$$QD_m = \frac{\sum D_j \cdot C_{rj} \cdot S_j}{86.400}$$

Siendo:

D_j Dotación de agua para cada procedencia j, viviendas unifamiliares y viviendas multifamiliares (l/m^2 edificable y día)

C_{rj} Coeficiente de retorno para cada procedencia j, según Tabla 3 anterior

S_j Superficie edificable permitida para cada procedencia j (m^2)

- Caudales medios de aguas residuales industriales (procedentes de usos terciarios, dotacionales e industriales), QIm (l/s):

$$QI_m = \frac{D_I \cdot C_{rI} \cdot S_I}{86.400}$$

Siendo:

D_I Dotación de aguas industriales (l/m^2/día)
C_{rI} Coeficiente de retorno según Tabla 3
S_I Superficie edificable permitida para las industrias ó servicios (m^2)

- Caudal medio total de aguas residuales, QT_m (l/s): será la suma de los dos caudales indicados anteriormente.

$$QT_m = QD_m + QI_m$$

- Caudales mínimos: se calcularán aplicando un coeficiente de 0,35 respecto a los caudales medios:

  - Caudal mínimo de aguas residuales domésticas (procedentes de consumo urbano residencial), QD_{min} (l/s):

$$QD_{\min} = 0{,}25 \cdot QD_m$$

  - Caudal mínimo de aguas residuales industriales (procedentes de usos terciarios, dotacionales e industriales), $Q_{I\,min}$ (l/s):

$$QI_{\min} = 0{,}25 \cdot QI_m$$

  - Caudal mínimo de aguas residuales, Q_{min} (l/s): será el menor de los siguientes valores: QD_{min} y QI_{min}.

- Caudal punta de aguas residuales, Q_p (l/s): se utilizará la siguiente expresión para su cálculo:

$$Q_p = 1{,}6 \cdot \left(\sqrt{QT_m} + QT_m\right) \cdot 3 \cdot QT_m$$

En el dimensionamiento de redes residuales en sistemas Separativos, se tendrá en cuenta que deberán evacuar al menos el 15% de las aguas pluviales.

7.2.4 Caudales de aguas pluviales

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual QT, correspondiente a un período de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3{,}6}$$

Q_T.- caudal de aguas pluviales (m^3/s)

I(T,t) (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo de tiempo t en horas

C coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional)

A (km^2) área de la cuenca o de la superficie drenada

Kt coeficiente de uniformidad (adimensional)

La intensidad de precipitación I (T, t) correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T,t) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

Id (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T

F_{int} Factor de intensidad (adimensional)

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca Q_T, es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t = tc) de dicha cuenca.

Para calcular dicha intensidad de precipitación necesitamos obtener el valor de la intensidad media diaria de precipitación recogida correspondiente al periodo de retorno de estudio. Para ello se emplea la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

P_d Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T (mm)

K_A (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

La precipitación de lluvia diaria (Pd) que descargará sobre la cuenca correspondiente para un periodo de retorno T se debe adoptar del mayor valor de los obtenidos a partir de:

- Datos publicados por la Dirección General de Carreteras.
- Estudios estadísticos de las series de precipitación diarias máximas anuales, medidas en pluviómetros existentes en la cuenca o próximos a ella.

Para el caso de las conducciones de pluviales, el valor de la precipitación adoptado se obtiene de la publicación “Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular”, mediante el siguiente procedimiento:

1. Localizar en los planos el punto geográfico deseado. En este caso, Cáceres se encuentra en la Hora 2-4 Badajoz-Elvas.
2. Estimar mediante las isolíneas presentadas el coeficiente de variación Cv y el valor medio de la precipitación máxima diaria anual. Para nuestro caso de estudio el coeficiente Cv tiene un valor de 0.36 y el valor medio de precipitaciones es 43.

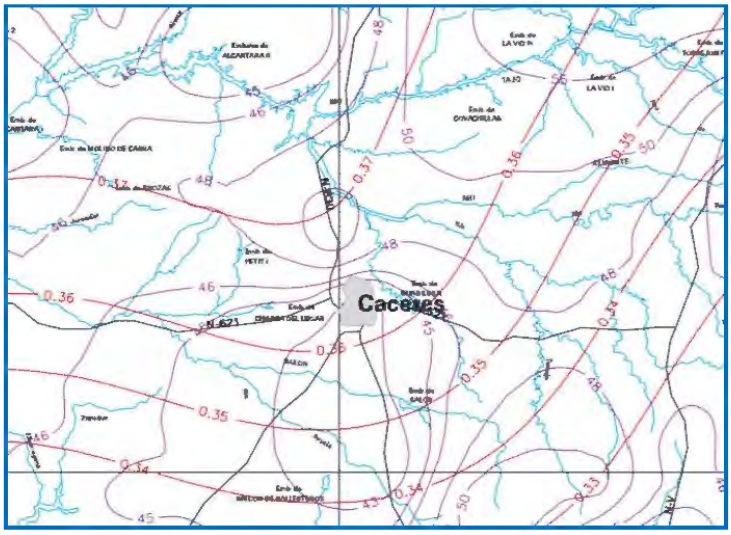


Figura 6. Coeficiente de variación Cv y valor medio de la precipitación diaria anual

3. Para el periodo de retorno deseado, que será 25 años y el valor de Cv obtenido anteriormente, determinamos el factor de ampliación Kt mediante el uso de la siguiente tabla y la fórmula:

$$P_{\mathrm{d}} = K_{\mathrm{T}} * P;\ P_{\mathrm{d}} = 1.747 * 43;\ \boldsymbol{P_d = 75.12mm}$$

Cv	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,30	0,935	1,194	1,377	1,625	1,823	2,022	2,251	2,541
0,31	0,932	1,198	1,385	1,640	1,854	2,068	2,296	2,602
0,32	0,929	1,202	1,400	1,671	1,884	2,098	2,342	2,663
0,33	0,927	1,209	1,415	1,686	1,915	2,144	2,388	2,724
0,34	0,924	1,213	1,423	1,717	1,930	2,174	2,434	2,785
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,220	2,480	2,831
0,36	0,919	1,225	1,446	1,747	1,991	2,251	2,525	2,892
0,37	0,917	1,232	1,461	1,778	2,022	2,281	2,571	2,953
0,38	0,914	1,240	1,469	1,793	2,052	2,327	2,617	3,014
0,39	0,912	1,243	1,484	1,808	2,083	2,357	2,663	3,067
0,40	0,909	1,247	1,492	1,839	2,113	2,403	2,708	3,128
0,41	0,906	1,255	1,507	1,854	2,144	2,434	2,754	3,189
0,42	0,904	1,259	1,514	1,884	2,174	2,480	2,800	3,250
0,43	0,901	1,263	1,534	1,900	2,205	2,510	2,846	3,311
0,44	0,898	1,270	1,541	1,915	2,220	2,556	2,892	3,372

Tabla 4. Tabla para obtener valor del Factor de ampliación Kt

De acuerdo con Plan General Municipal del Ayuntamiento de Cáceres, que en su artículo 5.1.4 del *Tomo 1 Normas Urbanísticas* señala lo siguiente:

El cálculo del caudal de lluvia a evacuar se realizará teniendo en cuenta la intensidad media horaria de un aguacero de duración en tiempo de concentración de la cuenca, la superficie del área de la cuenca vertiente y los coeficientes de escorrentía adecuados, que salvo justificación será considerado 1.

Para la determinación de la intensidad media horaria se tendrá en cuenta la intensidad horaria máxima de la zona con un periodo de retorno de 25 años. El valor de la intensidad horaria máxima en la ciudad de Cáceres para este periodo de retorno será el resultado de dividir la precipitación diaria máxima entre las 24 horas del día.

Para el cálculo de cualquier otra infraestructura hidráulica se tomarán los valores marcados en el cuadro adjunto. La duración máxima del aguacero será igual al tiempo de concentración, salvo justificación en contra.

Periodos de retorno Años	Precipitaciones diarias máximas esperadas mm
2	37.5
5	55.3
10	67.1
25	**82.1**
50	93.2
75	99.6
100	104.2
200	114.0
500	129.6
1000	140.5

Tabla 5. Tabla PGM para obtener el valor Pd

Por lo tanto, se tomará como valor de Pd un valor de 82.1mm, considerándose este como valor medio de la máxima precipitación diaria anual.

El factor de reducción de la precipitación por área de la cuenca Ka, tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda la superficie.

Si $A < 1\ km^2$ $\qquad K_A = 1$

Si $A \geq 1\ km^2$ $\qquad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$

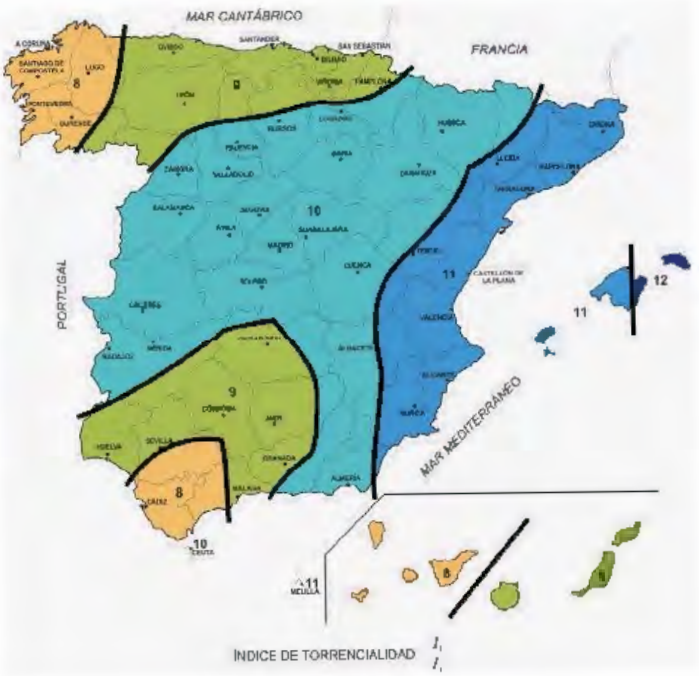
El otro factor corrector necesario para calcular la intensidad de precipitación (factor de intensidad) introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio. Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

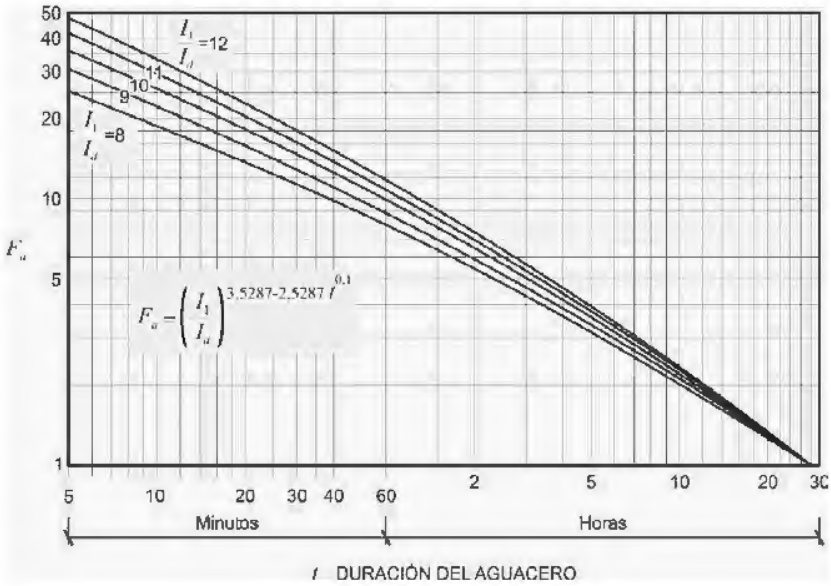
$$F_{int} = máx\ (F_a, F_b)$$

- Fa (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id)
- Fb (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

Para el primero de ellos (Fa), se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t=tc), a partir de las figuras extraídas de la instrucción 5.2 IC expuestas a continuación.

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287\, t^{0,1}}$$





Para obtener el segundo de ellos (Fb), empleamos la siguiente expresión:

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T,t_c)}{I_{IDF}(T,24)}$$

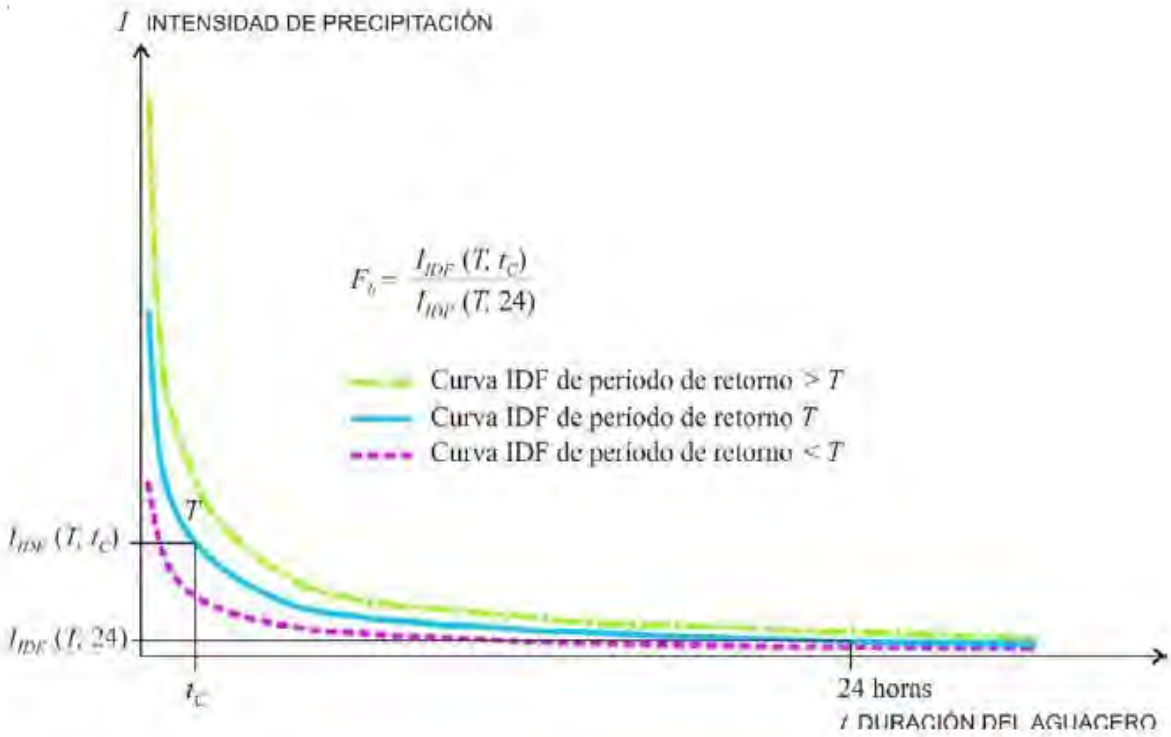
donde:

Fb (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

I_{IDF} (T,tc) (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración tc, obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.

I_{IDF} (T,24) (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas (t=24h), obtenido a través de curvas IDF.

k_b (adimensional) Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar k_b = 1.13



El tiempo de concentración de la cuenca necesario para desarrollar alguno de los cálculos anteriormente expuestos, es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe y se determina mediante la siguiente expresión:

$$t_c = 0{,}3 \cdot L_c^{0{,}76} \cdot J_c^{-0{,}19}$$

t_c (horas) Tiempo de concentración

L_c (km) Longitud del cauce

J_c (adimensional) Pendiente media del cauce

No obstante el tiempo de concentración mínimo a efectos de cálculos será de 10 minutos.

Otro coeficiente necesario para la obtención final del caudal buscado es el de escorrentía de la cuenca. Se define como la parte de la precipitación de intensidad I (T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

Si $P_d \cdot K_A > P_0$

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right)\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

Si $P_d \cdot K_A \leq P_0$

$$C = 0$$

donde:

Pd (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno *T* considerado

K_A (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

P_0 (mm) Umbral de escorrentía

Para determinar el coeficiente de escorrentía, se requiere el umbral de escorrentía (P_0), precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

P_0^i (mm) Valor inicial del umbral de escorrentía. Obtención según 5.2 IC.

β (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Por otro lado, para obtener su factor de corrección, teniendo en cuenta el tipo de obra que nos concierne en este anejo y de las cuencas de estudio se aplicará la siguiente expresión:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

donde:
β^{PM} (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía
β_m (adimensional) Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía
F_T (adimensional) Factor función del período de retorno T

Para resolver esta expresión debemos obtener los datos de la siguiente tabla y gráfico:

Región	Valor medio, β_0	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del 50% $\Delta\beta$	67% $\Delta\beta$	90% $\Delta\beta$	Periodo de retorno T (años), F_T 2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,88	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,80	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,10	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,98
22	1,00	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,78	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,80	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,78	0,88	1,15	1,36	1,67
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,45	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,66
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,15	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,83	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,88	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,78	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,25	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,10	0,25	0,35	0,60	0,78	0,88	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,95	0,15	0,25	0,40	0,72	0,90	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,90	1,00	1,00	1,00
941	1,30	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,45	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,85	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 51.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos F_0=1,90

Figura 1: Grafico y tabla de la instrucción de cálculo 5.2 IC

Ya con los datos necesarios para la caracterización de las lluvias es necesario obtener los datos específicos para cada cuenca de estudio que interviene. El primero de ellos es el coeficiente de uniformidad K, que se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

donde:
K_t (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.
t_c (horas) Tiempo de concentración de la cuenca
El otro dato necesario es el área de la cuenca, siendo este a los efectos de este anejo y la norma de aplicación 5.2 – IC la superficie medida en proyección horizontal que drena sobre un punto de desagüe

Para cuencas urbanas, de pequeño tamaño, a las que resulta de aplicación este método de cálculo, la heterogeneidad de cuencas se debe a la variación espacial del coeficiente de escorrentía y no tanto de la intensidad de precipitación. En tales circunstancias se considera, razonable adoptar un valor medio para la intensidad de precipitación en la cuenca I (T, tc) por lo que resulta:

$$Q_T = \frac{K_t}{3,6} \cdot I(T, t_c) \cdot \sum_i [C_i \cdot A_i]$$

7.2.5 Caudales de cálculo de las conducciones

Para las necesarias comprobaciones hidráulicas de las conducciones que forman parte de un sistema integral de alcantarillado se calcularán el caudal máximo y mínimo de diseño a partir de los

anteriores caudales de aguas residuales y pluviales, conforme a los criterios que se indican a continuación:

a) Caudal máximo de diseño, Qmax

a1). Redes unitarias

- Conducciones aguas arriba de los aliviaderos

$$Q\ max = Qp + QP$$

- Conducciones aguas abajo de los aliviaderos y tanques de tormentas

Se ejecutarán en cumplimiento del Plan Hidrológico de cuenca, en cuanto a los vertidos autorizados en los alivios.

a2). Redes separativas

- Conducciones de aguas residuales

$$Q = Qp_{max}$$

- Conducciones de aguas pluviales:

$$Q_{max} = QP$$

Qmax - caudal máximo de diseño de las conducciones de la red de alcantarillado (l/s)

Qp - caudal punta de aguas residuales (l/s)

QP - caudal de aguas pluviales (l/s)

b) caudal mínimo de diseño, Qmin

El caudal mínimo de diseño será el menor de los siguientes valores: QD_{min} y QI_{min}

Qmin - caudal mínimo de diseño de las conducciones de la red de alcantarillado (l/s)

QDmin - caudal de aguas residuales domésticas mínimo (l/s)

QImin - caudal de aguas residuales industriales mínimo (l/s)

7.3 Velocidad del agua

Deberá comprobarse la velocidad de circulación del agua en las secciones que se consideren representativas de las conducciones en, al menos, las siguientes hipótesis:

- La velocidad mínima no deberá ser inferior a 0,6 m/s bajo el caudal mínimo de aguas residuales. En caso de que ésta no se cumpliera, será admisible la pendiente y sección dispuesta si se verifica el cumplimiento de la velocidad anterior para el caudal medio de aguas residuales.

- En colectores de aguas residuales pertenecientes a redes separativas, la velocidad máxima, bajo el caudal máximo de diseño, no deberá ser superior a 3 m/s para colectores de hormigón armado, y de 5 m/s para colectores de material plástico. De la misma forma, para el caso de redes unitarias, la velocidad no será superior a 3 m/s, considerando el caudal punta de aguas residuales (o lo que es lo mismo, caudal máximo en tiempo seco).

- En colectores unitarios o en colectores de pluviales de redes separativas, la velocidad máxima, bajo el caudal máximo de diseño, no deberá ser superior a 5 m/s. De manera excepcional, dicha velocidad se podrá considerar de 6 m/s, en caso de colectores de hormigón armado.

7.4 Llenado de la conducción

En las conducciones cuyo funcionamiento sea en lámina libre, deberá comprobarse que, en la hipótesis de circulación del caudal máximo de proyecto (Qmax), el llenado de las mismas es inferior al 80% del calado, tanto en las conducciones de aguas residuales como en las de aguas pluviales, respectivamente.

Para el caso de redes unitarias el llenado será inferior al 80% del calado.

En las conducciones de redes en zonas consolidadas que se deban renovar y no puede cumplirse con los llenados anteriores, previa justificación técnica, el llenado de las mismas en la hipótesis de circulación del caudal máximo de proyecto (Qmax) podrá llegar al 90 %.

7.5 Pérdidas de carga

7.5.1 Continuas

Las pérdidas de carga continuas, J, en una conducción parcialmente llena se identifican con la pendiente de esta. Su cálculo se podrá realizar, de manera simplificada, mediante la expresión de Manning:

$$J = \frac{\Delta H_c}{L} = \frac{v^2 n^2}{R_H^{4/3}}$$

J - pérdida de carga continua, por unidad de longitud, en m/m (igual a la pendiente de la conducción)

Hc - pérdida de carga continua, en m

L - longitud del tramo, en m

v - velocidad del agua, en m/s

n - coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

RH - radio hidráulico de la conducción, en m

$$R_H = \frac{A_m}{P_m}$$

Am - área mojada de la conducción, en m2

Pm - perímetro mojado, en m

En la siguiente figura, se representa la relación entre la velocidad y el caudal a sección llena y parcialmente llena, en función del grado de llenado de la conducción, relaciones que son independientes de la pendiente, rugosidad o diámetro de la conducción. Así mismo, se pueden utilizar la tabla de Thormann y Franke de variaciones de caudales y velocidades en función de la altura de llenado.

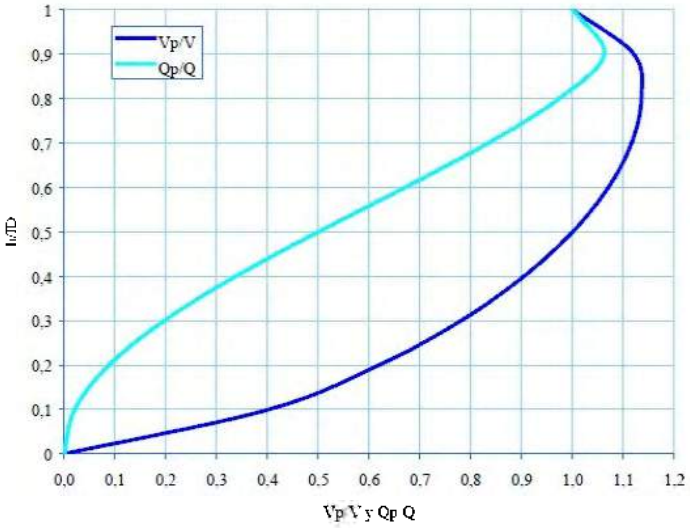


TABLA DE THORMANN-FRANKE

Q/Q'	h/D	V'/ V
0,001	0,023	0,170
0,002	0,032	0,210
0,003	0,038	0,240
0,004	0,044	0,260
0,005	0,049	0,280
0,006	0,053	0,290
0,007	0,057	0,300
0,008	0,061	0,320
0,009	0,065	0,330
0,010	0,068	0,340
0,011	0,071	0,350
0,012	0,074	0,360
0,013	0,077	0,360
0,014	0,080	0,370
0,015	0,083	0,380
0,016	0,086	0,390
0,017	0,088	0,390
0,018	0,091	0,400
0,019	0,093	0,410
0,020	0,095	0,410
0,021	0,098	0,420
0,022	0,100	0,420
0,023	0,102	0,430
0,024	0,104	0,430
0,025	0,106	0,440
0,026	0,108	0,450
0,027	0,110	0,450
0,028	0,112	0,450
0,029	0,114	0,460
0,030	0,116	0,460
0,031	0,118	0,470
0,032	0,120	0,470
0,033	0,122	0,480
0,034	0,123	0,480
0,035	0,125	0,480
0,036	0,127	0,490
0,037	0,129	0,490
0,038	0,130	0,500
0,039	0,132	0,500
0,040	0,134	0,500
0,041	0,135	0,510
0,042	0,137	0,510
0,043	0,138	0,510
0,044	0,140	0,520
0,045	0,141	0,520
0,046	0,143	0,520
0,047	0,145	0,530
0,048	0,146	0,530
0,049	0,148	0,530
0,050	0,149	0,540
0,051	0,151	0,540
0,052	0,152	0,540
0,053	0,153	0,550
0,054	0,155	0,550
0,055	0,156	0,550
0,056	0,158	0,550
0,057	0,159	0,560
0,058	0,160	0,560
0,059	0,162	0,560

TABLA DE THORMANN-FRANKE

Q/Q'	h/D	V'/ V
0,060	0,163	0,570
0,061	0,164	0,570
0,062	0,166	0,570
0,063	0,167	0,570
0,064	0,168	0,580
0,065	0,170	0,580
0,066	0,171	0,580
0,067	0,172	0,580
0,068	0,174	0,590
0,069	0,175	0,590
0,070	0,176	0,590
0,071	0,177	0,590
0,072	0,179	0,590
0,073	0,180	0,600
0,074	0,181	0,600
0,075	0,182	0,600
0,076	0,183	0,600
0,077	0,185	0,610
0,078	0,186	0,610
0,079	0,187	0,610
0,080	0,188	0,610
0,081	0,189	0,620
0,082	0,191	0,620
0,083	0,192	0,620
0,084	0,193	0,620
0,085	0,194	0,620
0,086	0,195	0,630
0,087	0,196	0,630
0,088	0,197	0,630
0,089	0,199	0,630
0,090	0,200	0,630
0,091	0,201	0,640
0,092	0,202	0,640
0,093	0,203	0,640
0,094	0,204	0,640
0,095	0,205	0,640
0,096	0,206	0,650
0,097	0,207	0,650
0,098	0,208	0,650
0,099	0,210	0,650
0,100	0,211	0,650
0,105	0,216	0,660
0,110	0,221	0,670
0,115	0,226	0,680
0,120	0,231	0,690
0,125	0,236	0,690
0,130	0,241	0,700
0,135	0,245	0,710
0,140	0,250	0,720
0,145	0,254	0,720
0,150	0,259	0,730
0,155	0,263	0,740
0,160	0,268	0,740
0,165	0,272	0,750
0,170	0,276	0,760
0,175	0,281	0,760
0,180	0,285	0,770
0,185	0,289	0,770
0,190	0,293	0,780

TABLA DE THORMANN-FRANKE

Q/Q'	h/D	V'/ V
0,195	0,297	0,780
0,200	0,301	0,790
0,210	0,309	0,800
0,220	0,316	0,810
0,230	0,324	0,820
0,240	0,331	0,830
0,250	0,339	0,840
0,260	0,346	0,850
0,270	0,353	0,860
0,280	0,360	0,860
0,290	0,367	0,870
0,300	0,374	0,880
0,310	0,381	0,890
0,320	0,387	0,890
0,330	0,394	0,900
0,340	0,401	0,910
0,350	0,407	0,920
0,360	0,414	0,920
0,370	0,420	0,930
0,380	0,426	0,930
0,390	0,433	0,940
0,400	0,439	0,950
0,410	0,445	0,950
0,420	0,451	0,960
0,430	0,458	0,960
0,440	0,464	0,970
0,450	0,470	0,970
0,460	0,476	0,980
0,470	0,482	0,990
0,480	0,488	0,990
0,490	0,494	1,000
0,500	0,500	1,000
0,510	0,506	1,000
0,520	0,512	1,010
0,530	0,519	1,010
0,540	0,525	1,020
0,550	0,531	1,020
0,560	0,537	1,020
0,570	0,543	1,030
0,580	0,550	1,030
0,590	0,556	1,030
0,600	0,562	1,040
0,610	0,568	1,040
0,620	0,575	1,040
0,630	0,581	1,050
0,640	0,587	1,050
0,650	0,594	1,050
0,660	0,600	1,050
0,670	0,607	1,060
0,680	0,613	1,060
0,690	0,620	1,060
0,700	0,626	1,060
0,710	0,633	1,060
0,720	0,640	1,070
0,730	0,646	1,070
0,740	0,653	1,070
0,750	0,660	1,070
0,760	0,667	1,070
0,770	0,675	1,070

TABLA DE THORMANN-FRANKE

Q/Q'	h/D	V'/ V
0,780	0,682	1,070
0,790	0,689	1,070
0,800	0,697	1,070
0,805	0,701	1,080
0,810	0,705	1,080
0,815	0,709	1,080
0,820	0,713	1,080
0,825	0,717	1,080
0,830	0,721	1,080
0,835	0,725	1,080
0,840	0,729	1,070
0,845	0,734	1,070
0,850	0,738	1,070
0,855	0,742	1,070
0,860	0,747	1,070
0,865	0,751	1,070
0,870	0,756	1,070
0,875	0,761	1,070
0,880	0,766	1,070
0,885	0,777	1,070
0,890	0,775	1,070
0,895	0,781	1,070
0,900	0,786	1,070
0,905	0,791	1,070
0,910	0,797	1,070
0,915	0,802	1,060
0,920	0,808	1,060
0,925	0,814	1,060
0,930	0,821	1,060
0,935	0,827	1,060
0,940	0,834	1,050
0,945	0,841	1,050
0,950	0,849	1,050
0,955	0,856	1,050
0,960	0,865	1,040
0,965	0,874	1,040
0,970	0,883	1,040
0,975	0,894	1,030
0,980	0,905	1,030
0,985	0,919	1,020
0,990	0,935	1,020
0,995	0,955	1,010
1,000	1,000	1,000

7.6 Dimensionamiento mecánico

El presente artículo tiene por objeto establecer unos criterios básicos para el diseño mecánico de las conducciones en lámina libre que formen parte de un sistema integral de saneamiento. A los efectos del diseño mecánico de las conducciones, éstas se clasificarán, según la Norma UNE-EN 805:2000, en:

-Rígidas: "aquellas cuya capacidad de carga está limitada por la rotura, sin que previamente aparezcan deformaciones significativas en su sección transversal"

-Flexibles: "las que su capacidad de carga está limitada por la deformación admisible"

-Semirrígidas: "aquellas cuya capacidad de carga puede estar limitada bien por la rotura o bien por la deformación transversal"

El cálculo mecánico de las conducciones deberá realizarse para todas las disposiciones de estas que figuren en el Proyecto, y en cada una de sus secciones más desfavorables, al objeto de dimensionar y comprobar su correcto funcionamiento, de acuerdo con las consideraciones que para cada tipo de tubo se especifican en los diferentes artículos de esta Norma.

En este cálculo, se considerará en cada una de las secciones a estudiar la hipótesis pésima de carga, entendiendo por tal aquella combinación de acciones de cálculo que produzca la máxima solicitación o deformación en esa sección, habida cuenta del tipo de apoyo adoptado.

El método de cálculo que figure en el Proyecto podrá ser cualquiera de los de uso frecuente dentro del ámbito de las tuberías, recogidos o no en las diferentes normas específicas para cada tipo de tubo, de forma que, con los coeficientes de seguridad y demás criterios que se indican en los artículos de este Anejo Técnico para cada tipo de tubo, se asegure el adecuado dimensionamiento de la tubería.

Las principales acciones que, en general, deben considerarse en el cálculo mecánico de las conducciones son las siguientes:

- a) Acciones gravitatorias
  - a.1) Peso propio
  - a.2) Cargas permanentes o cargas muertas
  - a.3) Sobrecargas de uso
    - a.3.1) Carga debida al peso del agua en el interior de la tubería
    - a.3.2) Presión interna actuante, incluyendo el golpe de ariete, en su caso
- b) Acciones del terreno
- c) Acciones del tráfico
- d) Acciones climáticas
  - d.1) Acciones del viento
  - d.2) Acciones térmicas
  - d.3) Acciones de la nieve
- e) Acciones debidas al nivel freático
- f) Acciones reológicas
- g) Acciones sísmicas

En cualquier caso, además de las acciones anteriores, deberán tenerse en cuenta en el dimensionamiento mecánico de la tubería aquellas acciones específicas que puedan producirse durante la instalación de la tubería (como, por ejemplo, el empuje producido en los tubos instalados mediante hinca).

8 INSTALACIÓN DE COLECTORES

8.1 Seguridad y salud

Deberá prestarse especial atención a la seguridad y salud en el trabajo, a cuyo efecto será preceptivo el cumplimiento de la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo en lo que le sea de aplicación. En particular la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, el RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y el RD 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el RD 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

8.2 Gestión de residuos durante las obras

Según el RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) con arreglo a la orden MAM/304/2002 de 8 de Febrero y sus modificaciones posteriores, el productor de los residuos debe incluir un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con los contenidos mínimos que indica el citado Real Decreto.

8.3 Medidas de prevención y seguridad en las instalaciones

Todas las instalaciones deberán cumplir con todos los requisitos de seguridad y salud establecidos en la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales, así como en materia de seguridad industrial, que sean de aplicación durante su posterior explotación.

Las obras ejecutadas deberán contar con las medidas preventivas y de seguridad necesarias que permitan evitar riesgos en la explotación de las instalaciones.

8.4 Transporte, almacenamiento y manipulación

Las operaciones de transporte, almacenamiento y manipulación de todos los componentes deberán hacerse sin que ninguno de estos elementos sufra golpes o rozaduras, teniendo que depositarlos en el suelo sin brusquedades y sin dejarlos caer en ningún momento. En el caso de los tubos, debe evitarse que rueden sobre piedras. Cualquier defecto, daño o deterioro detectado en los mismos podrá ser razón suficiente para su rechazo. En este sentido, se prestará especial atención a las tuberías de PRFV.

8.4.1 Transporte

Las operaciones de transporte de los tubos deberán hacerse, en su caso, conforme a las vigentes normas de seguridad vial y tráfico.

No se admitirán cargas adicionales sobre los tubos que puedan producirles deformaciones excesivas. También se garantizará su inmovilidad y se apilarán de forma que no queden en contacto unos con otros, disponiendo para ello cuñas de madera o elementos elásticos. Especial atención deberá prestarse a todo ello en el caso de los tubos flexibles, y más cuidadosamente en el PRFV.

8.4.2 Almacenamiento

Cuando los tubos se almacenen sobre el terreno deberá comprobarse que éste tenga la suficiente resistencia para soportar las cargas a las que vaya a estar sometido y sea lo suficientemente liso para

que aquellos se apoyen en toda su longitud, sin riesgo de poder ser dañados por piedras u otros salientes. Las precauciones deben ser máximas cuando se almacenen tubos de PRFV.

El acopio de los tubos en obra se hará, habitualmente, en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad. Sin embargo, los tubos de hormigón podrán almacenarse en posición vertical, siempre que no se ocasionen daños en sus boquillas al colocarlos en esta posición, si se dispone de una solera rígida y se garantizan las debidas condiciones de seguridad.

El tiempo de almacenamiento deberá restringirse al mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente. Además, habrá que procurar la adecuada protección frente a posibles daños externos, especialmente en los anillos elastoméricos y las válvulas, los cuales deberán situarse en lugar cerrado y protegidos de la luz solar y de temperaturas elevadas. En los tubos de hormigón en particular, deberá evitarse que sufran secados excesivos o fríos intensos.

El acopio de las juntas elastoméricas se realizará en locales cerrados y se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- Las juntas se mantendrán limpias y no se expondrán a la intemperie hasta el momento de su utilización.
- La temperatura de almacenaje estará comprendida entre 10ºC y 25ºC.
- Los anillos elastoméricos se protegerán de la luz, en especial de la radiación solar directa y de las radiaciones artificiales con un elevado porcentaje de ultravioletas, y se almacenarán en contenedores opacos.
- Estos anillos también se protegerán del aire en circulación, envolviéndolos y almacenándolos en envases cerrados.
- Las juntas no se almacenarán en locales con equipos capaces de generar ozono como, por ejemplo, lámparas de vapor de mercurio, material eléctrico de alta tensión u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas. También deberán protegerse de los gases de combustión y los vapores orgánicos, ya que pueden producir ozono por vía fotoquímica.
- Las juntas se almacenarán libres de tensión, compresión u otra deformación. Por ejemplo, no deberán estar suspendidas por ninguna parte de su circunferencia.
- No estarán en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites y grasas, ni con metales.

8.4.3 Manipulación

Las operaciones de carga y descarga deberán realizarse de tal manera que los distintos elementos no se golpeen entre sí o contra el suelo. La descarga se hará, en la medida de lo posible, cerca del lugar donde vayan a ser colocados, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

8.5 Instalación de colectores a cielo abierto

8.5.1 Geometría de las zanjas

En general se procurará excavar las zanjas con un talud estable de forma natural siguiendo las recomendaciones de los estudios geotécnicos. Si esto no fuera posible y de dichos estudios se desprendiera que hay riesgo de inestabilidad en las paredes de la zanja, éstas deberán entibarse.

En cualquier caso, es también recomendable ataluzar el borde superior de la zanja, tal como se muestra en la figura.

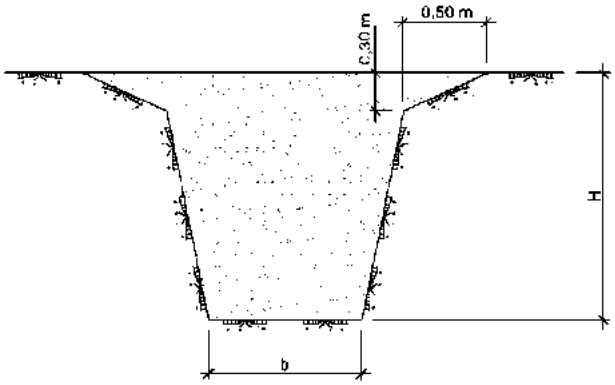


Figura 1 Bordes ataluzados en zanjas

Si la profundidad de la zanja fuera superior a unos cuatro o cinco metros, será recomendable que se dispongan en los taludes bermas del orden de un metro de ancho que dividan el desnivel existente entre el fondo de la zanja y la superficie natural del terreno en partes aproximadamente iguales, las cuales tampoco deberán exceder profundidades superiores a cuatro o cinco metros de altura.

8.5.2 Ejecución de las zanjas

Las zanjas para el alojamiento de la tubería serán lo más rectas posibles tanto en planta como en alzado. La excavación se hará de tal forma que minimicen las líneas quebradas, procurando tramos de pendiente uniforme de la mayor longitud posible.

Entre la apertura de la zanja, el montaje de la tubería y el posterior relleno parcial deberá transcurrir el menor tiempo posible.

8.5.3 Agotamiento de zanjas y rebajamiento del nivel freático

La presencia de agua en el interior de las zanjas deberá ser evitada a toda costa, achicándola antes de comenzar las tareas de montaje de los tubos y comprobando que los codales de la entibación, en caso de ser necesaria, no se hayan relajado.

8.5.4 Entibaciones

Si la excavación de la zanja hubiera de realizarse con taludes inestables de forma natural, y si de los estudios geotécnicos realizados se desprendiera que hay riesgo de inestabilidad en las paredes de la zanja, de tal manera que la pendiente de las paredes sea superior a la del ángulo de deslizamiento del terreno o talud natural, las mismas deberán entibarse.

El sistema de entibación empleado será tal que permita su puesta en obra sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que su estabilidad esté garantizada. En cualquier caso, deberá ser conforme con las normas UNE-EN 13331-1y UNE-EN 13331-2.

8.5.5 Camas de apoyo

Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual o una línea de soporte. No deberán apoyarse directamente en el fondo de la zanja, sino que deberán hacerlo en una cama de apoyo en un ángulo de 60º como mínimo. La cama de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones exteriores sobre la conducción y garantizar la uniformidad de la pendiente de diseño del colector.

Para tuberías con protección exterior, el material y ejecución de la cama de apoyo deberán ser tales que el revestimiento protector no sufra daños.

En los casos en que la tubería esté colocada en zonas de agua circulante, deberá adoptarse un sistema tal que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cama.

Las camas de apoyo podrán ser de material granular o de hormigón.

a) Camas de material granular:

Deberán cumplir con las especificaciones que se indican a continuación:

- Espesor mínimo bajo la generatriz inferior del tubo de 10 cm para asegurar el perfecto asiento de la tubería.
- El material a emplear para asiento y protección de tuberías deberá ser no plástico, exento de materias orgánicas, con tamaño máximo de 25 mm, pudiendo utilizarse arenas gruesas o gravas rodadas, con granulometrías tales que, en cualquier caso, el material sea autoestable (condición de filtro y de dren), pudiéndose usar material reciclado.

b) Camas de hormigón:

En el caso de emplear camas de hormigón, las características geométricas y mecánicas deberán figurar en el proyecto, debiendo en general cumplir con las siguientes especificaciones:

- Espesor mínimo bajo la generatriz inferior del tubo de 15 cm.
- Resistencia característica no inferior a 20 N/mm^2.
- Tamaño máximo del árido no mayor de la cuarta parte del espesor de la cama bajo el tubo.
- Ángulo de la cama de apoyo de 90º a 180º, en función del factor de apoyo.

La cama de hormigón se construirá con los tubos colocados en su posición definitiva, apoyados sobre calzos que impidan movimientos en la tubería y debiendo asegurar el contacto del tubo con el hormigón en toda la superficie de apoyo.

8.5.6 Colocación y montaje de la conducción

Previamente a la instalación de la tubería, y una vez realizado el replanteo general de las obras y ejecutada la excavación de la zanja, se realizará el replanteo de la tubería, para lo que se señalarán sus vértices y se fijarán puntos de referencia, de alineación y de nivel, a partir de los cuales se colocarán los tubos.

Las tuberías, sus accesorios, el material de juntas y, cuando sean aplicables, los revestimientos de protección interior o exterior se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

Una vez situados los tubos en el fondo de la zanja, deberán examinarse de nuevo para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, suciedad, etc., para a continuación realizar su centrado y alineación. Posteriormente deberán ser calzados y acodalados con un poco de material de relleno para impedir su movimiento.

Los extremos libres de las tuberías instaladas deberán ser tapados diariamente al finalizar la jornada de trabajo.

8.5.7 Rellenos

Deberá prestarse especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrá de reducirse en lo necesario el

espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación. Asimismo, en el caso de los tubos flexibles, habrá que prestar especial atención a la compactación del relleno.

8.6 Control de la calidad de la ejecución de las obras

- Transporte, almacenamiento y manipulación de componentes: acorde a lo mencionado anteriormente.
- Recepción e inspección visual de componentes
    - La recepción podrá efectuarse directamente en obra o bien desplazándose una persona autorizada a fábrica. Las comprobaciones o ensayos podrán efectuarse por muestreo dentro de cada lote de fabricación. El resultado del muestreo se asignará al total del lote siendo significativo para su rechazo o aceptación global.
    - Una vez recibido cualquier componente, y previamente a su instalación, será sometido a un examen visual a fin de comprobar que no presenta deterioros perjudiciales producidos durante el transporte.
    - Se procederá a la devolución de aquellos componentes defectuosos que no superen la inspección visual o no cumplan las condiciones técnicas establecidas de forma previa al suministro.
- Comprobaciones dimensionales
- Comprobación de trazado y secciones tipo
- Control de calidad de materiales utilizados en camas de apoyo y rellenos: Las características de los materiales se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo dependerán de las características de la obra
- Control de calidad de la ejecución o de producto terminado.
- Control de la instalación de las conducciones y ejecución de uniones
- Control de la construcción de los elementos complementarios de la red
- Pruebas de funcionamiento de la instalación. Protocolo de pruebas: señales y secuencias.
- Pruebas de la tubería instalada:
    - Cuando el funcionamiento hidráulico de la conducción sea en régimen de lámina libre, la prueba de la tubería instalada se realizará conforme a la metodología de la norma UNE-EN 1610, según la cual la prueba podrá hacerse bien con aire o con agua.
    - Cuando el funcionamiento hidráulico de la conducción sea bajo presión hidráulica interior, la prueba de la tubería instalada se realizará conforme a la metodología general de la norma UNE-EN 805.

9 AFECCIONES A COLECTORES

9.1 Cruces de obras lineales

En las redes de saneamiento de nuevas urbanizaciones, y en las zonas consolidadas siempre que sea técnicamente posible:

- En los cruces con carreteras, vías de ferrocarril, etc., deberán disponerse cámaras de registro a ambos lados de dichas infraestructuras, posibilitando las labores de registro, limpieza y mantenimiento del colector.
- Cuando sea necesario cruzar infraestructuras lineales mediante ejecución de conducciones en hinca se deberán disponer dos conducciones gemelas siempre y cuando el colector no sea visitable, disponiendo, en el inicio, una cámara de derivación con compuertas a la entrada de los tubos y construyendo una cámara de reunión al final de la

hinca. Alternativamente a las dos conducciones gemelas se podrá ejecutar una hinca mediante sección visitable con andén. En colectores visitables con andén no se precisará la doble hinca anteriormente indicada.

- Las cámaras de derivación y reunión deberán contar con los correspondientes andenes y cunas de encauzamiento que inducirán la circulación del agua transportada, únicamente, hacia uno de los tubos, dejando el otro en reserva.
- En el caso de que la distancia entre las cámaras de registro que se dispongan a uno y otro lado de la hinca supere los 50 m, el colector deberá tener carácter visitable.
- Cuando los colectores de hinca tengan secciones visitables se podrá sustituir su instalación por la hinca de 2 o más colectores de diámetro inferior, no visitables, condicionándose esta opción a la viabilidad de poder disponer de un pozo de registro intermedio para cada colector, para tareas de limpieza y reconocimiento, en caso de que el tramo en hinca fuese superior a 50 m. Para tramos inferiores se podrá efectuar la doble hinca indicada sin necesidad de pozo intermedio.
- En estos casos se deberá realizar una cámara de reparto y derivación, dotada de compuertas, ubicada en el extremo de aguas arriba de las hincas y ejecutar, también, una cámara de reunión a la salida de las hincas.

- Cuando de los estudios geotécnicos que se precisen realizar, para el proyecto del colector, se pueda concluir un riesgo elevado de producirse subducciones por desestabilización del terreno que pudieran afectar a las vías o calzadas bajo las que se cruce, podrá procederse del modo siguiente:

    - Valorar la viabilidad de la consolidación integral del terreno mediante procedimiento de jet grouting a ejecutar desde la superficie.
    - Valorar la viabilidad de la protección del frente y la minimización de deformaciones, a las vías objeto de cruce, mediante la ejecución de un paraguas superior semicilíndrico efectuado por micropilotes desde los pozos de ataque; de este modo se evitan interferencias sobre el tráfico rodado.

9.2 Desvío de colectores por afección de otras infraestructuras

Cuando se realice un desvío de un colector, deberá quedar justificado que el colector de desvío presentará una capacidad igual o mayor a la del colector existente.

9.3 Sustitución de colectores por afección de otras infraestructuras

En caso de que el titular de las obras de afección pretendiera desarrollar la sustitución de un cierto colector debido a que el existente no fuese capaz de soportar las acciones que indujese la nueva infraestructura, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- El colector de sustitución deberá tener una capacidad igual o superior a la del colector existente. En el caso general de que tanto la pendiente como la sección se conserve deberá cumplirse que los materiales que constituyan al colector deberán poseer una rugosidad relativa menor o igual que la del colector existente.

- Deberán diseñarse los desvíos necesarios para poder ejecutar las obras de sustitución en seco.

- Si se acudiese a desvíos en impulsión mediante la implementación de bombas auxiliares, a ubicar en el pozo de aguas arriba del tramo objeto de sustitución, las mismas deberán cumplir:

1. Estar correctamente seleccionadas para poder elevar el caudal punta de aguas residuales más el caudal de pluviales deducido para una intensidad de lluvia de periodo de retorno igual o mayor a 2 veces la duración prevista para la obra de sustitución.
   De este modo se determinará la potencia de las bombas y se obtendrá su funcionamiento evaluando las pérdidas de carga de la conducción de bypass y comprobando que para dicho punto de funcionamiento el caudal es superior o igual al de diseño indicado.
   Las bombas deberán ser aptas para aguas residuales y el paso del rodete de las mismas deberá ser superior a 80 mm o bien el rodete de la bomba será dilacerador.
2. Establecer un protocolo de vigilancia, mantenimiento e inspección de bombas para las 24 h del día de tal modo que se garantice su funcionamiento constante, disponiendo bombas de reserva en la propia obra de iguales potencias, para que cuando se efectúe la extracción de una bomba, para su mantenimiento o limpieza, ésta sea inmediatamente sustituida por la de reserva.
3. Establecer un protocolo de seguimiento meteorológico que permita conocer el pronóstico del tiempo de al menos las 48 horas subsiguientes a cada jornada. Si existiese riesgo previsto de precipitaciones, en el inicio de una determinada jornada, se suspenderán los trabajos de sustitución durante la totalidad de dicha jornada.
   Deberán establecerse las medidas extraordinarias a adoptar si durante la ejecución de las obras se presentase un evento lluvioso de carácter local no contemplado en las previsiones meteorológicas, procediendo en todo caso a la evacuación inmediata del personal.
4. El tajo estará organizado y configurado de tal modo que la entrada en servicio de las zanjas, por el caudal de lluvia excedente sobre el de evacuación de las bombas, no ocasione erosiones o socavamientos a las zanjas donde se ejecute la sustitución. Así, los tramos de avance sucesivos deberán estar dispuestos con los taludes protegidos mediante gunitado y con el extendido del hormigón de limpieza necesario para la posterior instalación del colector.
   El gunitado se extenderá, como mínimo, desde la cota del fondo de zanja hasta una altura igual a 1,25·D siendo D el diámetro del colector de sustitución.
5. La ataguía a disponer en el pozo de bombeo que se instale para evitar el paso del agua al tajo donde se esté efectuando la sustitución deberá tener una altura igual al calado que impone el caudal máximo a bombear en tiempo de lluvia, indicado anteriormente, en régimen uniforme. Superado dicho caudal y de forma extraordinaria, el colector verterá sobre la coronación de la ataguía aliviando de este modo sobre el tajo, en las condiciones de seguridad expresadas previamente.
6. Se deberán contemplar los requisitos anteriores, detallando los mismos y justificando hidráulica e hidrológicamente su dimensionamiento.

9.4 Protección de colectores por afección de otras infraestructuras

En caso de necesitar efectuar el refuerzo o protección de una cierta conducción de saneamiento, ante cruces o paralelismos puntuales con otras infraestructuras que incrementen las acciones sobre los colectores, se podrá optar por las siguientes alternativas:

- Embebido del colector en prisma o macizo de hormigón en masa: esta alternativa no se deberá realizar para colectores de materiales plásticos.

a) Cuando los diámetros de los colectores no superen 1,00 m, deberá embeberse el colector en un macizo o prisma de hormigón en masa cuyos espesores sean de 0,30 m, en las generatrices correspondientes que se generan en la intersección con el tubular de los planos de simetría horizontal y vertical de la conducción.
b) Para diámetros comprendidos entre 1,00 y 1,20 m los espesores anteriores se incrementarán hasta los 0,40 m. En el caso de diámetros superiores se precisará justificar, por parte del proyectista, la magnitud de los espesores y su necesidad de armado.
    - Losas de protección: deberá establecerse la rigidez de la losa, dimensionando el canto y determinando su anchura en la dirección transversal del colector, de tal manera que se verifique su capacidad para resistir el incremento tensional sobre la clave del colector mediante el uso del MEF (Método de Elementos Finitos).
    - Refuerzo mediante instalación de mangas continuas de poliéster reforzado con fibra de vidrio impregnadas con resinas epoxi. Se deberá asegurar la validez de la manga para poder soportar el incremento de carga que se origine.
    - Disminución de las cargas permanentes del terreno mediante uso de materiales de relleno de baja densidad: arlitas, poliestireno expandido, etc.
    - Estructuras porticadas apoyadas en pilotes o pantallas y dintel realizado mediante losas continuas o prefabricadas.
    - En colectores visitables se podrá acudir a tratamientos de consolidación cuando se hayan de realizar cruces de nuevos túneles. Dichos tratamientos deberán garantizar la no aparición de subducciones que se puedan trasladar a los colectores y podrán consistir en inyecciones de consolidación, del terreno contiguo al colector, a efectuar desde el interior del colector mediante lechada de cemento a presión.

El proyectista deberá estudiar los puntos de inyección en las secciones y su cadencia de uso longitudinal, a lo largo del colector, estableciendo las distancias entre las secciones sucesivas de inyección.

Así mismo, será requisito, para su autorización por parte del Excmo Ayuntamiento de Cáceres, el efectuar un estudio de integridad estructural del colector afectado en el cual se demuestre que el mismo es válido para soportar los incrementos tensionales que las inyecciones a presión provocaran al colector, estableciendo así de este modo las presiones máximas de inyección. El proyectista deberá evaluar el incremento de tensión que experimentará el colector en la clave del mismo con objeto de que éste pueda determinar la validez de las conducciones existentes o dimensionar correctamente su refuerzo.

10 REGISTROS: ARQUETAS Y POZOS

10.1 Clases de registros

Los registros normalizados para las tareas de explotación y mantenimiento de las redes de alcantarillado podrán ser de los tipos siguientes: arquetas y pozos.

Las arquetas se dispondrán, en general, como elemento de conexión en el arranque de las acometidas.

Atendiendo a su finalidad, los pozos podrán ser para el registro de la conducción, para incorporar acometidas o ramales de imbornal, o para efectuar resaltos, cambios de sección o cambios de alineación en planta o alzado en los colectores.

Respecto a los materiales constitutivos de los registros, los pozos y las arquetas podrán ser bien construidos in situ o bien prefabricados, pudiendo, en este último caso, ser de una sola pieza o estar compuestos por varios elementos.

En cualquier caso, todos ellos deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 476 para los mismos, debiendo ser las dimensiones de los registros tales que cumplan con la reglamentación vigente en materia de seguridad y salud.

10.2 Arquetas

Las arquetas de arranque de las acometidas se encuentran definidas en el capítulo de acometidas.

10.3 Pozos

Los pozos, atendiendo a su finalidad, podrán ser simplemente para el registro de la conducción, de resalto o para incorporar acometidas.

Respecto a los materiales constitutivos de los mismos, a su vez, podrán ser, bien construidos in situ (hormigón armado o en masa o fábrica de ladrillo macizo), o bien prefabricados.

10.3.1 Requisitos generales

En general los pozos serán de sección interior circular, salvo los construidos in situ de hormigón armado para tubos de diámetro interior mayor de 600 mm, que podrán tener su base de sección rectangular.

El diámetro interior (nominal en el caso de prefabricados) de la base de los pozos de sección circular deberá ser, como mínimo, de 1,00 m, de manera que permitan las operaciones de limpieza, mantenimiento de la red, control de las características de las aguas residuales, etc.

En el caso de pozos de sección rectangular las dimensiones nominales mínimas interiores serán de 800 x 1.200 mm.

En cualquier caso, la boca del pozo deberá tener al menos 0,60 m de diámetro interior, pudiendo estar sobre un elemento abocinado o sobre la propia estructura del pozo.

10.3.2 Pozos de registros

Sobre la solera de los registros deberá disponerse una cuna o media caña hasta el eje de la conducción, de la misma sección hidráulica que la mitad inferior de las conducciones que acometen. Además, sobre la solera deberá existir una plataforma o andén practicable coincidente con la zona donde esté colocado el elemento de acceso.

- Pozos de registro prefabricados de hormigón armado

Deberán cumplir, en general, con lo especificado para los mismos en las normas UNE-EN 1917 y UNE 127917.

Para tubos de diámetro interior $ID_{tubo} \leq 1.200$ mm, los pozos de registro prefabricados de hormigón armado se componen de un módulo base y otro de ajuste, de varios módulos de recrecido, y, opcionalmente, de módulos cónicos y losas de transición hasta alcanzar la altura necesaria, conforme a la geometría y dimensiones que se indican en los plano de este Anejo.

A ambos lados de la cuna deberá existir una plataforma o andén de al menos 25 cm.

Los valores normalizados en UNE 127917 de las clases de resistencia, serán las que se muestra en la tabla adjunta. La clase 30 se denomina *serie normal* y la 60 *serie reforzada*.

Los pozos de registro prefabricados deberán ir provistos a la salida de fábrica con los orificios necesarios para la unión con las conducciones, no siendo admisible en general, salvo aceptación expresa por parte del Excmo Ayuntamiento de Cáceres, la perforación in situ de los pozos.

En los pozos prefabricados, además, las juntas entre los módulos que conforman el registro deberán incorporar, en general, un anillo elastomérico de forma que se asegure la estanquidad entre los elementos.

Cargas de fisuración y de rotura (en kN/m) en los pozos de registro prefabricados de hormigón armado de sección circular (UNE 127.917:2015)

DN_{pozo}	**Clase 30** **Serie normal**		**Clase 60** **Serie reforzada**	
	Carga de fisuración (kN/m)	**Carga de rotura (kN/m)**	**Carga de fisuración (kN/m)**	**Carga de rotura (kN/m)**
1.000	20	30	40	60
1.200	24	36	48	72
1.500	30	45	60	90
1.800	36	54	72	108

Para tubos de $1.200 < ID_{tubo} < 1.800$ mm no se normalizan pozos prefabricados.

En el caso de conducciones de $ID_{tubo} \geq 1.800$ mm, los pozos de registro prefabricados de hormigón armado serán pozos tipo chimenea excéntricos (ver los Planos 2.4 y 2.5 anexos a este Anejo Técnico). Se entiende por pozos tipo chimenea, aquellos que se sitúan directamente sobre la parte superior de la sección del colector bien coincidiendo el eje de su fuste con el eje de simetría de la sección o bien teniendo el eje del fuste una excentricidad tal que uno de los paramentos exteriores del fuste coincida con un plano vertical de tangencia de la sección del colector (estos últimos son los considerados excéntricos).

- Uso de pozos chimenea en secciones circulares: sólo serán admisibles cuando el colector sea de diámetro interior mínimo 1.800 mm, disponga de andén practicable, al cual se pueda acceder desde el fuste del pozo, y el fabricante efectúe la pieza especial tubular para poder acoplar los anillos del fuste al colector. Para ello, el eje del fuste tendrá la excentricidad necesaria para que uno de los paramentos exteriores del mismo coincida con un plano vertical de tangencia de la sección del colector. En caso contrario el pozo deberá ser realizado in situ, tal como se indica en la Tipologías normalizadas **de pozos de registro**.
- Uso de pozos chimenea para secciones en galería: podrán disponerse pozos chimenea en colectores cuya sección sea en galería visitable, siempre y cuando una de las generatrices exteriores del fuste de dichos pozos se situé tangente a uno de los hastiales de la galería, de tal manera que el personal de inspección tenga continuidad en la bajada por el fuste del pozo hasta el andén del colector sin necesidad de tener que efectuar saltos al andén si el pozo se situase, inadecuadamente, coincidiendo su eje con el eje vertical de la galería. El fuste del pozo se situará, en consecuencia, sobre la vertical donde se encuentre el andén de colector visitable tipo galería.

- Pozos de registro construidos in situ

La solera de los registros construidos in situ deberá ser siempre de hormigón armado o en masa, y deberá tener conformada una media caña del mismo material que la conducción que le acomete. El espesor de la misma por debajo de la generatriz inferior de la cuna no será inferior a 10 cm.

Los alzados serán, en general, de hormigón armado o en masa, o fábrica de ladrillo macizo, debiendo cumplir en el caso del hormigón con lo especificado por la vigente EHE. El espesor mínimo de las paredes será de 25 cm.

En el caso de fábrica de ladrillo, ésta será de ladrillo macizo enfoscado interiormente mediante mortero hidrófugo bruñido.

Las fábricas de ladrillo deberán realizarse con mortero M-10 (UNE-EN 998-2). Los enlucidos se realizarán con mortero CS-IV-W2 (UNE-EN 998-1).

- Pozos de registro prefabricados de otros materiales

Previa justificación técnica y autorización de los Servicios Técnicos del Excmo Ayuntamiento de Cáceres, se podrán instalar pozos prefabricados de otros materiales que deberán cumplir la normativa que se especifica para cada uno:

- PRFV (UNE-EN 15383)
- PVC (UNE-EN 13598)

10.3.3 Tipologías de pozos de registro

En general, y dentro de la variabilidad y heterogeneidad de estos, se normalizan los siguientes tipos de pozos de registro, en función de la zona donde se vayan a ejecutar y del diámetro interior de la conducción incidente. En los planos anexos a este Anejo Técnico puede verse el detalle de los mismos.

Tabla 6. Tipologías normalizadas de pozos de registro

SECCIÓN **ID conducción (mm)** **h ovoide (mm)** **Galería**	**Tipo de pozo de registro**	**Zona**	**Nº plano Anexo 6**
400, 500	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φbase 1,0 m)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.1
	Pozo de fábrica de ladrillo (Φbase 1,1 m)	Urbanizada	2.2
600	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φbase 1,2 m)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.1
	Pozo de fábrica de ladrillo (Φbase 1,1 m)	Urbanizada	2.2
800, 1.000	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φbase 1,5 m)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.1
	Pozo in situ sección rectangular		2.3
	Pozo fábrica ladrillo (*)	Urbanizada	Bajo diseño
1.200	Pozo prefabricado de hormigón armado (Φbase 1,8 m)	Urbanizada No urbanizada o	2.1

	Pozo in situ sección rectangular	no urbanizable	2.3
1.400, 1.500 Ovoide h<1.800	Pozo in situ sección rectangular	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.3
≥ 1.800 Ovoide h≥1.800	Pozo prefabricado de hormigón armado excéntrico sección tubular u ovoide (chimenea)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.4
	Pozo in situ sección rectangular		2.3
Sección en galería fábrica de ladrillo, hormigón en masa u hormigón armado	Pozo in situ con galería de acceso (Φ 0,8 m) (cerrojo)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.6
Sección en galería prefabricada de hormigón armado	Pozo prefabricado de hormigón armado excéntrico sección galería (chimenea)	Urbanizada. No urbanizada o no urbanizable	2.5
	Pozo con cámara de unión entre la galería de acceso y el colector galería de acceso (Φ 0,8 m) (cerrojo)		2.7

* La posibilidad de ejecutar pozos de fábrica de ladrillo para diámetros de conducción 800 y 1.000 mm en zona urbana estará condicionada a una justificación estructural previa del mismo.

Cualquier otra tipología de pozo propuesta deberá contar con la autorización previa de los Servicios Técnico del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres.

10.3.4 Pozos de resalto por trasdós

En determinadas situaciones, y al objeto de ajustar la pendiente de los colectores a valores aceptables, o debido a la existencia de obstáculos en la traza, se pueden producir saltos en la rasante de las conducciones. En este caso, los pozos a ejecutar para salvar dicho salto deberán contar con un conducto vertical que canalice el agua, el cual finalizará en una pieza con forma de codo o placa de disipación a 45º.

En redes separativas de pluviales podrá admitirse la instalación de resaltos superiores a 1,00 m sin necesidad de ejecutar resalto por trasdós, aunque es estos casos deberá estudiarse el refuerzo de la solera y del fuste del pozo, para evitar su erosión.

Respecto del uso de codos en la unión entre el tubo vertical y el fuste del pozo, sólo se admitirá dicha tipología cuando el diámetro del tubo de resalto sea inferior a DN 0,4 m.

La unión del colector influente al pozo de trasdós deberá realizarse en una pequeña cámara cuyas dimensiones mínimas deberán ser de al menos 0,80 m de altura y con un ancho de OD más 0,40 m y una longitud en sentido del colector influente de 1,00 m. El fuste del pozo deberá presentar un aliviadero de pluviales que vierta en momentos de fuerte caudal al propio fuste del pozo o sirva para garantizar la continuidad del flujo en caso de atasco del colector vertical de trasdós y para poder efectuar la limpieza e inspección del tramo influente. El labio de dicho aliviadero se situará coincidiendo con la cota del eje del colector influente.

El diámetro del colector tubular vertical de trasdós será de 0,20 m de diámetro interior mínimo, para diámetro del colector influente inferior a 0,50 m. Para diámetro del colector influente mayor o igual a 0,50 m y no superior a 0,80 m, el colector tubular vertical de trasdós será de 0,40 m de diámetro interior mínimo. Si el colector influente en el pozo fuese de diámetro igual a 0,80 m el diámetro del colector tubular de trasdós será de 0,50 m de diámetro interior mínimo.

Tabla 7. Diámetro tubo influente-tubo resalto

Φi tubo influente (mm)	Φr tubo resalto (mm)
< 0,50	0,20
0,50 ≤ Φ < 0,80	0,40
0,80	0,50

10.3.5 Pozos areneros

Con carácter general, no se permitirá la ejecución de colectores con pozos de registro en los que la cota de la rasante hidráulica del colector efluente sea superior a la cota de la rasante hidráulica de la solera del pozo, excepto en aquellos casos que queden adecuadamente justificados, por estar ubicados en cuencas cuya naturaleza haga prever fuerte arrastre de arenas por escorrentía.

Es preciso exponer que el uso de esta tipología será expresamente sometido a consideración de Excmo Ayuntamiento de Cáceres quien efectuará la correspondiente autorización en caso procedente.

10.3.6 Pozos para acometidas

Los pozos cuya finalidad sea el entronque de acometidas al sistema de alcantarillado podrán ser de cualquiera de las tipologías definidas en el artículo 10.3.3 (prefabricados o construidos in situ), debiendo cumplir con lo especificado en dicho artículo según los casos, y con lo estipulado en el capítulo de acometidas, para los entronques de las mismas.

En el caso específico de los pozos para el entronque de las acometidas, las uniones de éstas a los registros podrán realizarse mediante diversos procedimientos (junta elástica/estanca, pieza elástica/estanca, manguito pasamuros in situ o injerto rígido) conforme a lo especificado en el capítulo de acometidas.

10.3.7 Disposición y ubicación de los pozos de registro

En general, se deberán disponer pozos de registro en las siguientes situaciones:

- En los inicios de cada ramal (pozos de cabecera).
- En los cambios de pendiente en alzado y alineación en planta de la conducción. Excepcionalmente, no obstante, lo anterior, la unión de conducciones visitables en planta podrá hacerse de forma tangencial, evitando la colocación del correspondiente pozo de registro.
- En los tramos rectos, a una distancia máxima variable en función del diámetro de la conducción (ver tabla adjunta).
- En los cambios de diámetro o de material de la conducción.
- Deberán disponerse pozos de registro cuando sea necesario efectuar un resalto en el perfil longitudinal del colector para adaptar las pendientes a valores admisibles por esta norma. Cuando el resalto entre el colector influente y efluente al pozo sea superior a 1,50 m, éste se ejecutará mediante pozo de resalto por trasdós, excepto en redes separativas de pluviales, que podrá admitirse la instalación de resaltos superiores a 1,50 m sin necesidad de ejecutar resalto por trasdós.
- Pozos para entronque de las acometidas a la red de saneamiento, cuando éstas sean de distinto material que el colector general.
- En general, en todas las singularidades de la red.

La separación que deberá existir entre los pozos de registro se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 8. Separación máxima entre pozos de registro en función del diámetro de la conducción

DN conducción (mm)	Separación máxima entre pozos (m)
DN < 1000	50
1.000 ≤ DN < 1.500	100
Visitable o DN ≥ 1.500	200

En relación a la ubicación de los pozos de registro en zonas urbanas, en virtud de la naturaleza de los colectores sean estos visitable o no, se observan las siguientes prescripciones:

- Ubicación de pozos registro para colectores tubulares no visitables:

  En vías de sentido único o de sentido doble, pero con un único carril por sentido, el eje del colector y en consecuencia los pozos de registro, se proyectarán ubicados sobre las aceras o aparcamientos de las vías de tal modo que su acceso pueda realizarse sin necesidad de efectuar desvíos de tráfico.

  En vías cuya sección sea más amplia que las anteriores, la situación del eje del colector y de sus pozos de registro serán dispuestos según las prescripciones especificas del Excmo Ayuntamiento de Cáceres que hayan de regir en función del tipo de la sección de la vía.

- Ubicación de pozos registro para colectores visitables:

  El pozo de registro deberá proyectarse con galería de acceso asociada y se ubicará, en zonas urbanas consolidadas o en nuevas urbanizaciones, sobre las aceras de las vías de tal modo que su acceso pueda realizarse sin necesidad de efectuar desvíos de tráfico.

En colectores cuyo trazado discurra por zonas no urbanas o no desarrolladas urbanísticamente, los pozos de los mismos deberán quedar recrecidos sobre la cota del terreno unos 0,75 m, salvo que por condicionados medioambientales se exija un límite menor.

En pozos a instalar en taludes con objeto de evitar su soterramiento, la tapa del pozo deberá sobresalir 0,75 m con respecto al punto de intersección entre la línea del talud y el eje del fuste del pozo, salvo que por cualquier otro condicionante se exija un límite menor.

10.4 Elementos auxiliares

Los pozos de registro deberán ir provistos con distintos elementos auxiliares, entre ellos los siguientes, los cuales deberán cumplir con lo especificado para los mismos:

10.4.1 Marco y tapa exterior de cierre

Los marcos y tapas de cubrimiento deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 124.

Las tapas serán, en general, redondas y su cota de paso será, como mínimo, de 600 mm. Sólo en arquetas de dimensiones interiores 60 x 60 cm se admitirán tapas cuadradas de dimensiones también 60 x 60 cm. Los marcos, por su parte, podrán ser bien redondos o cuadrados.

La selección de la clase del dispositivo de cierre dependerá del lugar de instalación. Para ello, se estará en lo establecido en el artículo 5.1.2 del PGM, incluidos en la norma UNE-EN 124:

- Clase mín. C 250: En aceras y zonas no transitadas por vehículos.

- Clase mín. D 400: Calzadas de carreteras (incluyendo calles peatonales), arcenes estabilizados, zonas de aparcamiento para todo tipo de vehículos y en general cualquier zona de la vía pública que por sus características iniciales o modificación posterior soporten tráfico de vehículos como pozos situados en aceras que coincida con la entrada de garaje, viales peatonales de un parque por donde sea necesario circular con vehículos para mantenimiento, etc...

Todo dispositivo deberá estar marcado de manera duradera y visible tras la instalación conforme a lo que se establece en la Norma UNE-EN 124 y deberá constar de:

- Referencia a la norma UNE-EN 124.
- Clase resistente.
- Información del fabricante: Nombre y/o sigla del mismo y lugar de fabricación.
- Marca de organismo de certificación.

Adicionalmente podrá identificarse el producto con nombre y/o referencia de catálogo.

Además de las anteriores prescripciones de la Norma UNE-EN 124, en los dispositivos de cierre se incluirá en relieve la Imagen Corporativa del Excmo Ayuntamiento de Cáceres y la indicación del servicio (SANEAMIENTO u otro marcado relacionado con el servicio o tipología correspondiente de la red).

Dispondrán de un sistema antirrobo y de junta elastomérica para suavizar los impactos entre tapa y cerco

El diseño y la ubicación del marcado completo deberán ser aprobados por los Servicios Técnicos del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres.

10.4.2 Pates de acceso

Los pates a instalar en obras de fábrica serán de polipropileno con alma de acero, debiendo cumplir en este último caso con lo especificado para los mismos en la norma UNE-EN 13101. En el caso particular de pozos de hormigón, deberán cumplir con lo especificado para ellos en las normas UNE 127917 y UNE-EN 1917.

Los pates se dispondrán en una única alineación vertical, y se deberán colocar de tal manera que den acceso a la zona de tránsito de la cámara o pozo, nunca sobre la alineación del colector.

El pate tendrá el diseño adecuado para que el travesaño de apoyo tenga topes laterales que impidan el deslizamiento lateral del pie. Además, este travesaño de apoyo contará con estrías, resaltes, etc. que faciliten el antideslizamiento.

El límite al cual el pate debe ser insertado en un registro, debe ser claramente indicado en el propio pate, excepto cuando sea fijado en una pieza de hormigón prefabricado en fábrica. En cualquier caso deberán cumplir con lo especificado para la correcta instalación en la normativa de aplicación. Con carácter general, y previa limpieza de los agujeros, se aplicará el taco químico, anclaje químico o resina y se introducirá el pate hasta su inserción total.

La separación del pate superior más próximo a la boca del pozo estará comprendida entre cuatrocientos y quinientos milímetros (400-500 mm).

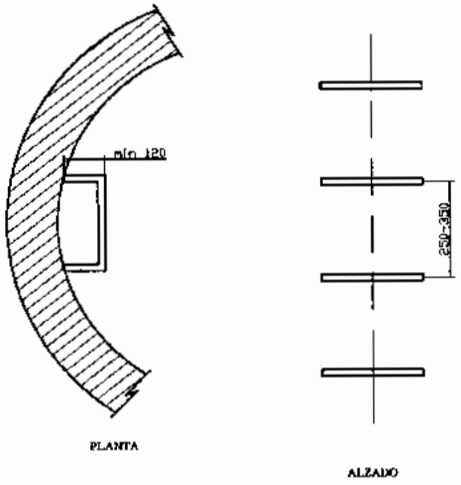


Figura 2 Disposiciones de los pates, en una sola alineación vertical

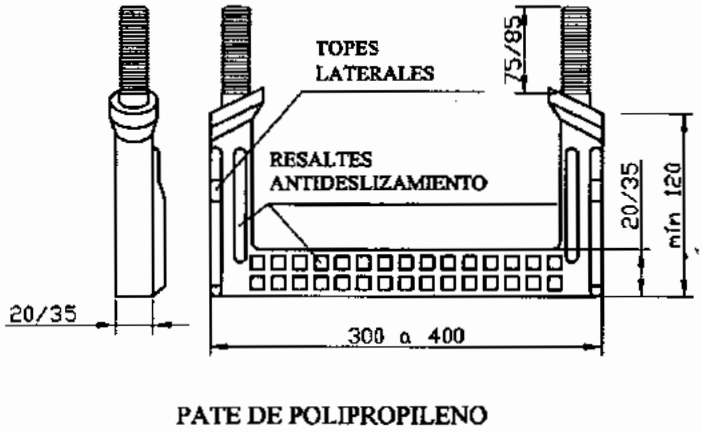


Figura 3 *Dimensiones de los pates de polipropileno*

10.4.3 Escaleras

Las escaleras serán fijas, ancladas a la pared de la estructura (escalas fijas) o transportables. En este último caso, podrán ser de una sola pieza o telescópicas y deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.

Las escaleras fijas de acceso a los alojamientos o a las obras de fábrica deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 14396: “Escaleras fijas para pozos de registro” y RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

La anchura mínima de las escalas fijas será de cuarenta centímetros (40 cm) y la distancia máxima entre peldaños de treinta centímetros (30 cm).

Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 m por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.

Las escalas fijas que tengan una altura superior a dos metros (2,00 m) dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante.

En el caso de alturas superiores a 9,00 m será obligatorio la instalación de plataformas de descanso cada 9,00 m o fracción.

Las escaleras deberán disponer de huella, contrahuella y pasamanos.

Los pavimentos de las huellas estarán formados por tramex que serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316, acero galvanizado en caliente o PRFV.

10.4.4 Barandillas y cadenas de seguridad

Las barandillas y cadenas de seguridad serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316 o de acero galvanizado en caliente. En el interior de las instalaciones, previa aprobación de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II, se admitirá la colocación de barandillas de PRFV.

Las barandillas deberán ser conformes al RD 486/1997, tendrán una altura mínima de 90 cm y dispondrán de protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

10.4.5 Tramex

Los tramex serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316, acero galvanizado en caliente o PRFV y estarán constituidos por pletinas de 30 x 2 ó 30 x 3 mm, unidas formando mallas de 30 x 30 mm. Estas mallas conformarán a su vez, piezas unitarias de dimensiones máximas de 3 m x 1 m.

Los cercos y piezas angulares de apoyo para encajar los tramex tendrán la misma protección frente a la corrosión que estos.

El acabado deberá ser antideslizante, para lo cual los metálicos serán de doble pletina con doble diente de sierra.

Los tramex irán sujetos a la estructura soporte mediante tornillos, tuercas y piezas inferiores adaptables de acero inoxidable.

Las zonas de tránsito de peatones por debajo de la superficie cubierta con los tramex, llevarán incorporado en éste, una malla de protección cuya abertura máxima de los intersticios será de ocho milímetros (8 mm).

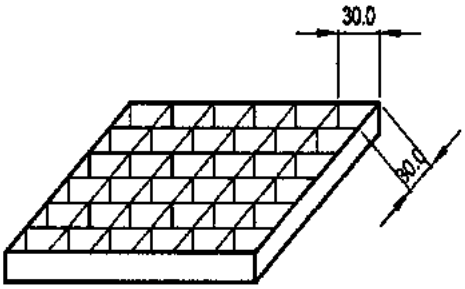


Figura 4 *Detalle de tramex*

11 ACOMETIDAS

11.1 Generalidades

Todo inmueble, oficina o vivienda deberá disponer de sus correspondientes instalaciones para la evacuación de aguas residuales y pluviales.

Las aguas residuales en ningún caso podrán ser evacuadas a la red de drenaje superficial, debiendo acometer obligatoriamente a la red de residuales.

El diseño y ejecución de las acometidas deberá garantizar el correcto estado del sistema integral de saneamiento y facilitar las condiciones de funcionamiento y conservación del mismo.

Las acometidas tendrán carácter particular, y su titular será el propietario del inmueble o finca, el cual deberá asegurar su correcto mantenimiento, al objeto de garantizar una adecuada explotación de la red.

El punto de acometida de la finca con la red de saneamiento municipal deberá ser aprobado por el Excmo Ayuntamiento de Cáceres, en función de las infraestructuras y necesidades de planificación urbanística existentes.

Se denomina Acometida al conducto y demás elementos, destinados a transportar las aguas residuales desde un edificio o finca hasta una alcantarilla pública. Por defecto, una acometida estará formada por los siguientes elementos:

- Arqueta de registro e inspección (arqueta de arranque)
- Tubería de conexión de la arqueta domiciliaria con la alcantarilla pública (albañal).
- Enganche a la alcantarilla pública (entronque)

Atendiendo a la naturaleza del agua evacuada, las acometidas de alcantarillado se clasifican de la siguiente manera:

- Pluviales
- Residuales domésticas
- Residuales industriales

A su vez, las acometidas podrán ser separativas o unitarias. En redes separativas cada edificio tendrá, al menos, dos acometidas, mientras que en redes unitarias podrá ser suficiente con una sola. En el caso particular de las acometidas industriales, cada usuario industrial tendrá una acometida independiente.

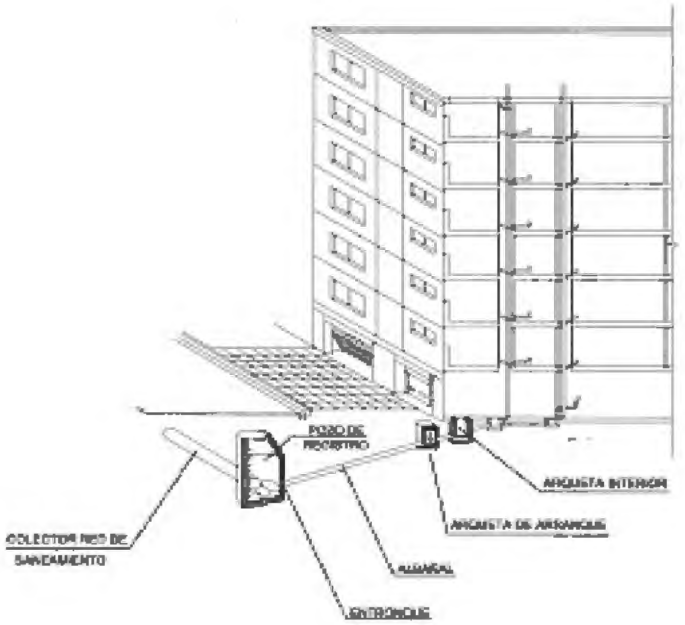


Figura 5 Esquema de acometida

11.2 Arqueta de registro e inspección (arqueta de arranque)

La arqueta de registro e inspección puede estar en el interior de edificio o inmueble "arqueta interior", o en su defecto en el exterior. De existir la arqueta interior ésta se tomará como arqueta de arranque, debiendo cumplir las condiciones recogidas en este apartado.

Si se debe instalar una arqueta de registro e inspección en el exterior, se ubicará en terreno público, lo más cerca posible de la fachada del inmueble o de la línea divisoria entre la propiedad privada y pública. No debe ser registrable, debe estar claramente localizada.

La longitud máxima de las acometidas (medida desde la arqueta de arranque hasta el entronque) será, en general de 10 a 20 m.

Las arquetas de arranque de las acometidas podrán ser bien prefabricadas o bien construidas in situ, debiendo cumplir con lo especificado en el presente artículo.

La sección interior de dichas arquetas podrá ser, en general, de forma rectangular o circular, debiendo disponer, en cualquier caso, de una media caña de tubo que garantice la continuidad del efluente a través de la arqueta.

En el caso de arquetas circulares, el diámetro interior mínimo de las mismas será de 40 cm, mientras que, caso de emplear arquetas cuadradas construidas in situ, las dimensiones mínimas serán 40 x 40 cm ó 60 x 60 cm, según que la conducción incidente a las mismas sea igual o mayor de 200 mm, respectivamente.

11.2.1 Arquetas prefabricadas

Las arquetas prefabricadas serán, en general, de PVC-U de pared lisa, de materiales termoplásticos de pared estructurada o de hormigón. Excepcionalmente, podrán instalarse arquetas prefabricadas de otros materiales, como por ejemplo PRFV.

En el caso de emplear arquetas prefabricadas circulares de PVC-U de pared lisa o de materiales termoplásticos de pared estructurada, se admitirán diferentes diseños y dimensiones (ver a título de

ejemplo la figura adjunta), debiendo cumplir, en cualquier caso, con los requisitos especificados en la norma UNE-EN 13.598-1:2004 para las mismas.

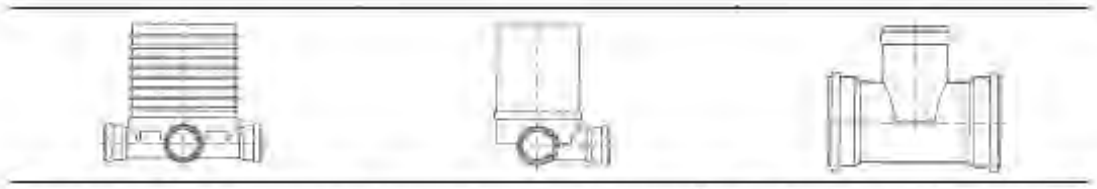


Fig 26. Geometría de las arquetas prefabricadas de materiales termoplásticos de pared estructurada (UNE-EN 13.598-1:2004)

11.2.2 Arquetas construidas in situ

La solera de las arquetas construidas in situ deberá ser siempre de hormigón en masa o armado, con un espesor que no será inferior a 20 cm.

Los alzados podrán ser bien de hormigón (en cuyo caso deberán cumplir con lo especificado por la vigente EHE), o de fábrica de ladrillo macizo enfoscado interiormente mediante mortero hidrófugo bruñido. El espesor mínimo de las paredes será de 15 cm.

11.3 Tubería de conexión de la arqueta domiciliaria con la alcantarilla pública (albañal)

Las tuberías de conexión o albañales de nueva instalación se realizarán en PVC SN 8.

Se permitirán tubería de conexión PVC SN4, previa justificación técnica de su instalación y aprobación por el Ayuntamiento, en estos casos se deberá recubrir citada tubería con hormigón u otro elemento para conseguir una rigidez similar al PVC SN8.

Las uniones entre los tubos que integran el albañal deberán ser conformes a lo especificado para las mismas en las presentes Normas.

El diámetro mínimo nominal del albañal será de 200 mm y el máximo será igual al de la conducción de la red de alcantarillado a la que vierta.

11.4 Enganche a la alcantarilla pública (entronque)

Se efectuará, siempre que sea posible, a pozo de registro. En otro caso, el enganche se realizará por la parte superior del tubo de alcantarillado, y utilizando el correspondiente elemento para asegurar la estanqueidad de la unión.

El entronque del albañal a la conducción principal de la red se realizará a través de un pozo de registro en el caso de redes tubulares, y directamente sobre el colector en el caso redes visitables (con un ángulo de 90º a ser posible o, en otro caso, con un ángulo agudo medido aguas arriba del punto de conexión del colector entre la dirección de éste y la de la acometida). Dicho pozo deberá, en cualquier caso, cumplir con lo especificado para los mismos en el presente anexo.

En el caso de que haya concurrencia de varias acometidas al mismo entronque, y en función del diámetro y de la profundidad del pozo al que acometan, se podrá exigir la construcción de una cámara de servicio asociada al pozo.

Salvo en pozos prefabricados que dispongan de los correspondientes orificios, la perforación de los pozos, deberá efectuarse (siempre que sea constructivamente posible) mediante taladro con máquina adecuada de gran broca.

El entronque del albañal con el pozo de registro de la red de alcantarillado (o con el colector visitable en su caso) deberá garantizar un resalto (medido entre las cotas inferiores del albañal y del colector

receptor) situado entre 0´4 y 0´8 metros, respetando siempre que sea posible una distancia mínima de 20 cm entre las generatrices inferior del albañal y superior del colector.

El entronque del conducto de la acometida al pozo de la red de alcantarillado podrá realizarse de diversas maneras, recomendándose el empleo de junta elástica/estanca (ver figura adjunta):

- mediante junta elástica/estanca

- mediante piezas elástica/estanca

- mediante manguito pasamuros in situ

- mediante injerto rígido (no estanco)

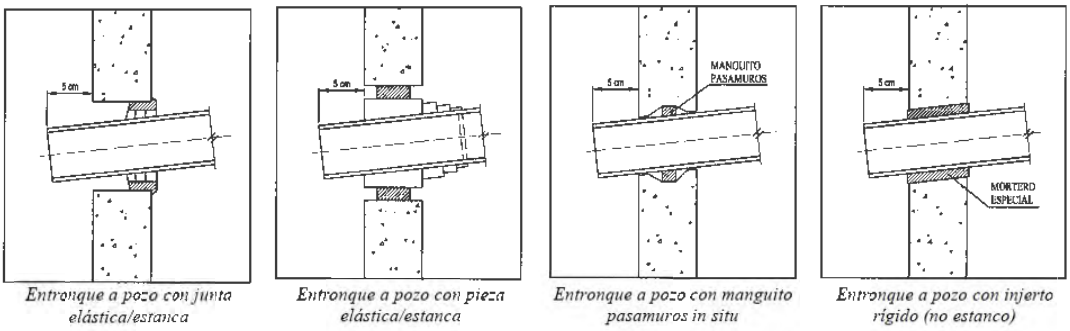


Figura 6 Tipología de entronques en acometidas

11.5 Obras de ejecución de acometidas

Las obras de construcción e instalación de las acometidas se realizarán por el peticionario y a su costa, siempre y cuando sea conforme con lo estipulado en este Reglamento.

En todo caso, las nuevas acometidas deberán adecuarse a las siguientes características:

- El comienzo de las obras se comunicará por escrito a la Entidad Gestora con cinco (5) días hábiles de antelación. En el caso que las obras afecten a la calzada, se deberá informar además a la Policía Local con la misma antelación. El inicio de las obras estará supeditado a la concesión de la pertinente Licencia por parte del Ayuntamiento y al depósito de la fianza que corresponda.
- Como norma general se ejecutará una acometida individual de aguas negras por vivienda, salvo mejor criterio técnico de la Entidad Gestora y previa autorización de los Servicios Técnicos Municipales. En caso de que la infraestructura municipal o las condiciones del entorno permitan el sistema separativo, será obligatorio ejecutar una acometida de aguas pluviales.
- El trazado en alzado de la acometida, será siempre descendente con una pendiente mínima del 1%. El entronque se realizará lo más próximo posible a la clave del mismo.
- El trazado en planta de la acometida será como norma general, perpendicular al eje de la calle salvo mejor criterio de la Entidad Gestora y previa autorización de los Servicios Técnicos Municipales.
- La dirección de la acometida será rectilínea, no admitiéndose quiebros ni curvas en el desarrollo de su trazado.

- El entronque de la tubería de acometida con el colector de la red de saneamiento se realizará siempre mediante corte rotativo del colector con una broca de corona del diámetro necesario, de acuerdo al diámetro de la acometida.
- Si el colector donde se produce el enganche es de hormigón, la unión de la tubería de la acometida con el colector se realizará directamente a pozo, o se realizará uno nuevo si este estuviera muy alejado.
- En los colectores generales de PVC la unión se realizará directamente a pozo, o mediante un click con patillas o clip elastomérico, que garantice su estanqueidad. No se colocará dado de hormigón.
- Previo al tapado de la conexión con el colector general, se dará aviso a la Entidad Gestora a fin de que verifique el buen estado de dicha conexión.
- Cualquier casuística particular que no quede englobada en estas condiciones requerirá informe favorable de la Entidad Gestora previa supervisión de los Servicios Técnicos Municipales.
- Las zonas de pavimento a demoler se delimitarán mediante serrado, quedando cortes perfectamente rectos y paralelos. La reposición del firme en calzada podrá ser:
  - Si la zanja es transversal a la calzada, se repondrá una anchura de pavimento tal que quede incluida la totalidad de la obra realizada entre dos líneas paralelas perpendiculares al bordillo de la calzada.
  - Si la zanja es longitudinal a la calzada, se repondrá la anchura del firme comprendida entre el bordillo y la línea paralela que comprenda la totalidad de la obra.
- La reposición del firme se realizará:
  - En acera, con un espesor mínimo de 15cm de hormigón HM/20/P/40/IIA, y el mismo tipo y color de baldosa. Si no fuera posible la coincidencia o si se afectase a un porcentaje de la acera igual o superior al 50% del ancho, se repondrá el ancho completo del acerado según las indicaciones del Servicio de Infraestructuras del Ayuntamiento. La demolición del acerado afectará en ancho y largo al número entero de baldosas necesarias, para el desarrollo de la zanja. El peticionario se comprometerá en la comunicación de comienzo de obras a reponer el pavimento con baldosas iguales a las existentes en las aceras. En el caso de que no sea posible, deberá renovar el pavimento en su totalidad en la longitud afectada y según las instrucciones que se le dicten desde ese Servicio.
  - Podrá establecerse, particularmente en zonas en las que se atraviese perpendicularmente alguna vía, un material de reposición provisional que tendrá características similares al definitivo y que será sustituido por el definitivo en un plazo no superior a 15 días.
- El relleno de la zanja en calzada o acera se realizará habitualmente con material tipo zahorra artificial o reciclada compactado por tongadas de un espesor no superior a los 30cm hasta conseguir una densidad del 95% de la obtenida mediante el ensayo Próctor Modificado del material; cualquier otra forma de relleno se solicitará previamente en la solicitud de licencia, justificándola y debiendo ser autorizada por la Unidad de Infraestructuras.
- El enrasado con el firme primitivo será esmerado, no permitiéndose una diferencia de rasante con la teórica superior a un 1% del ancho total de la zanja. En el caso de superarse este límite, se deberá proceder al fresado mecánico o la demolición de la última capa del firme y su reconstrucción según el límite establecido.

- No se permitirá la construcción de arquetas registrables pertenecientes a la acometida en viario público, debiendo en su caso construirse dentro de la propia parcela privada.
- La zanja se alejará lo suficiente del sistema radicular de las plantas para no afectar su desarrollo y durante las obras se protegerá el arbolado forrando con tablas de madera los árboles que pudieran verse afectados por los movimientos de las máquinas a emplear.
- Con carácter general, las acometidas se conectarán por gravedad al alcantarillado correspondiente; si el nivel de desagüe no permite dicha conexión, el cliente será responsable de la instalación y mantenimiento de la elevación de las aguas hasta la cota de la arqueta de registro.

Las acometidas domiciliarias son propiedad del titular o titulares de su uso, que son responsables de todos los gastos derivados de su instalación, mantenimiento, limpieza, desatranque, reparación, renovación, o reposición, incluyéndose la reposición del pavimento que se deteriore durante la ejecución.

Se estudiará y justificará que la incorporación de caudales de la acometida no ponga en carga a la red de alcantarillado, no siendo admisible que una acometida se incorpore a una red de alcantarillado de menor diámetro.

12 IMBORNALES Y SUMIDEROS

12.1 Imbornales

12.1.1 Generalidades

El diseño de los imbornales debe ser tal que permita su fácil limpieza. En el caso de redes unitarias se recomienda instalar imbornales sifónicos, mientras que en las redes separativas, en los conductos de recogida de aguas pluviales, podrán instalarse sifones directos.

El número y distancia de los imbornales a instalar dependerá de la intensidad y frecuencia de las lluvias locales, así como de la pendiente de las calles, si bien, en general, la separación máxima será de 50 m. En cualquier caso, se procurará que los cruces de peatones en las intersecciones de las calles queden libres de agua. Es también imprescindible ubicar imbornales en los puntos bajos de las calles.

Al objeto de evitar introducir en la red a través de estos dispositivos elementos sólidos que puedan producir atascos, no se deben instalar imbornales, en general, en calles no pavimentadas, excepto que se disponga junto a ellos de un arenero o arqueta registrable para la recogida y extracción periódica de la arena y demás depósitos.

Las tolerancias en las dimensiones del cuerpo de los imbornales y sumideros construidos in situ no serán superiores a 10 mm respecto a lo especificado en los planos de Proyecto.

Los imbornales estarán constituidos, en general, por los siguientes componentes:

- Elemento de recogida de las aguas pluviales
- Rejilla
- Albañal
- Entronque

12.1.2 Componentes de los imbornales

a) Elemento de recogida de las aguas pluviales

Consistirá en una arqueta o en un pozo de registro el cual tendrá practicada una abertura que permita la recogida de las aguas pluviales y que, en cualquier caso, deberá cumplir con lo especificado en este anejo técnico.

El elemento de recogida de aguas pluviales podrá clasificarse de distintas maneras:

- Con arenero (sumidero) o sin él (absorbedero)
- Sifónicos o no sifónicos
- De rejilla (consistente en una abertura cubierta por una reja sobre la que cae el agua) o de rejilla y buzón o mixtos (consistente en una abertura, o buzón, situada en el bordillo de la acera con una rejilla adosada)
- Prefabricados (materiales termoplásticos de pared estructurada u hormigón) o construidos in situ (hormigón armado)

b) Rejilla

Las rejillas a instalar en los sumideros o imbornales deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 124:2000. La clase mínima (C 250 o D 400) dependerá de su ubicación tal y como se recoge en el apartado de "Marco y tapa exterior de cierre" de "Registros: arquetas y pozos".

Las rejillas se dispondrán generalmente con las barras en dirección de la corriente y la separación entre ellas no excederá de 4 cm. Tendrán la resistencia necesaria para soportar el paso de vehículos y estarán sujetas de forma que no puedan ser desplazadas por el tráfico.

Admitirán distintos diseños según fabricantes, como por ejemplo, con las barras transversales, diagonales, formando huecos, etc., si bien, en cualquier caso, deberán de ser de fundición dúctil.

c) Albañal

El diámetro del conducto de unión con la red de alcantarillado (albañal) estará comprendido entre 200 y 300 mm, debiendo cumplir con lo especificado para los mismos en este anexo. La pendiente mínima del albañal de acometida del imbornal a la red de alcantarillado debe ser del 2%, mientras que la pendiente máxima, por su parte, será tal que la velocidad no exceda el valor de 3 m/s.

c) Entronque

El entronque de los sumideros con las redes de alcantarillado deberá cumplir con lo especificado en el presente anexo.

12.2 Canales y rejillas de desagüe

Complementariamente a los imbornales a instalar, en calzadas cuyo bombeo lateral sea muy inferior a la pendiente longitudinal de la calle, o en grandes superficies pavimentadas, se situarán canales y rejillas de desagüe transversales perpendicularmente al sentido de circulación del tráfico.

Dichos canales recogerán las aguas superficiales que no puedan ser introducidas directamente en imbornales y las conducirán hasta los imbornales más cercanos.

Se deberá prestar especial atención a las dimensiones de estos canales al objeto de evitar que se atasquen por insuficiencia de sección.

Constarán de una canaleta de recogida, cubierta por una rejilla de fundición dúctil, que deberá cumplir las mismas especificaciones que para los imbornales.

Las canaletas propiamente dichas, podrán ser de hormigón (en masa, armado o polímero), fundición o de materiales plásticos, admitiéndose diversos diseños, como los que se indican en la figura adjunta, debiendo cumplir, en cualquier caso, las especificaciones de la norma DIN 19580.

Las rejillas serán de fundición dúctil y estarán provistas de un dispositivo de sujeción. El ancho entre ranuras será el que cumpla la normativa de accesibilidad según el lugar de colocación. Deberán cumplir con lo especificado para las mismas en la norma UNE-EN 124:2000.

La conexión del canal de desagüe con la red pública de alcantarillado se realizará a través de un albañal que deberá cumplir con lo especificado para los mismos en el presente anexo.

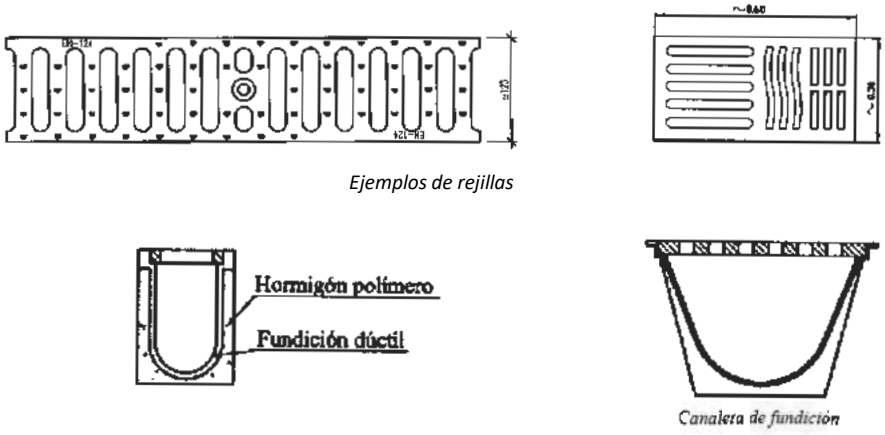


Figura 7 Ejemplo de canaletas

13 ALIVIADEROS Y TANQUES DE RETENCIÓN

13.1 Disposición de aliviaderos y tanques de retención

En general, podrán disponerse aliviaderos en las redes de saneamiento siempre que se cumplan los requisitos establecidos por el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo o legislación vigente al respecto.

Los aliviaderos situados entre las incorporaciones de las redes de saneamiento unitarias urbanas y los interceptores principales (o al menos previo a las depuradoras) podrán complementarse con un tanque de tormentas previo al alivio, diseñado de tal modo que se evite el vertido a los cauces públicos de las primeras aguas de lluvia, en general altamente contaminadas.

Los tanques de retención son infraestructuras hidráulicas que se disponen en las redes de saneamiento con el objetivo de retener volúmenes y reducir el caudal de las conducciones aguas abajo de los mismos y/o evitar vertidos cuya carga contaminante no es apta para ser incorporada a un cauce receptor.

13.2 Características generales de los aliviaderos

Los aliviaderos serán, en general, de sección rectangular en planta. El aliviadero se emplazará directamente en uno de los muros laterales del canal principal. Si el caudal a aliviar fuera tal que no

bastara con el alivio por un solo lado podrá disponerse de tal manera que los dos lados del canal principal hagan de aliviadero.

En la solera del canal principal deberá disponerse una cuna de sección semicircular con capacidad para transportar el caudal punta de aguas residuales en tiempo seco. Igualmente, dicha solera deberá tener una pendiente transversal entre un 5% y un 10% hacia dicha cuna. La pendiente longitudinal será, como mínimo del 1%.

El canal principal deberá tener un ancho superior a 2 veces el diámetro del colector influente al aliviadero. La distancia entre el colector de entrada al aliviadero y el comienzo de la ventana lateral de vertido deberá ser la suficiente para permitir estabilizar la lámina de alivio dentro del canal previamente al vertido.

La cota superior de la cámara de alivio vendrá determinada por el cumplimiento de que la distancia libre entre la cara inferior de la cubierta del aliviadero y el máximo nivel de agua en el mismo deberá ser como mínimo de 1,00 m. Además, se asegurará una altura libre de trabajo en el interior del aliviadero de 2,00 m.

El labio del aliviadero se recomienda tenga forma triangular con su vértice redondeado para reducir al máximo las acumulaciones de sedimentos. Igualmente, el hormigón tanto de la cámara como del canal principal debe ser lo más liso posible para evitar también acumulaciones.

Por otro lado, los aliviaderos deberán disponer de un elemento limitador de caudal (una compuerta o una válvula) que regule (incluso cerrando en su totalidad) el paso del caudal hacia el colector situado aguas abajo. El elemento de accionamiento de dicho elemento será un volante colocado en posición horizontal con el eje de giro vertical, y se ubicará bajo la cubierta del aliviadero, no pudiendo sobresalir de la misma.

Excepcionalmente, y previa autorización de los Servicios técnicos del Ayuntamiento de Cáceres, se podrá disponer de un desarenador corrido a lo largo de todo el canal principal, en caso de que el colector de aguas abajo tenga pendientes pequeñas o se prevean velocidades bajas. Se deberá realizar el correspondiente mantenimiento y limpieza de dicho desarenador.

13.3 Elementos auxiliares de los aliviaderos

Los aliviaderos deberán estar dotados con los siguientes elementos auxiliares:

- Elementos de regulación.
    - El elemento de regulación para el paso del caudal hacia la red de saneamiento podrá ser en general una compuerta mural o compuerta canal fabricada íntegramente en AISI 316L, con accionamiento manual con volante o reductor y motorización.
- Dispositivos para evitar el vertido de sólidos y flotantes al cauce receptor.
    - Consistirán en un tamiz sobre vertedero y pantalla deflectora, fabricados en AISI 316L, autolimpiable o de limpieza automática, para que su residuo vuelva al colector o proceder a su retirada.
- Instalaciones de iluminación y electricidad, siempre que sea posible.
- Instalaciones de ventilación y seguridad, conforme a normativa vigente.
- Instrumentación. Instalaciones de telemando y telecontrol para disponer de registros y cuantificación de alivios.
- Otros elementos auxiliares (marcos y tapas exteriores de cierre, pates de acceso o escaleras, barandillas, cadenas de seguridad, rejillas tramex, etc.). Todos ellos deberán cumplir con lo especificado para los mismos en el presente anexo.

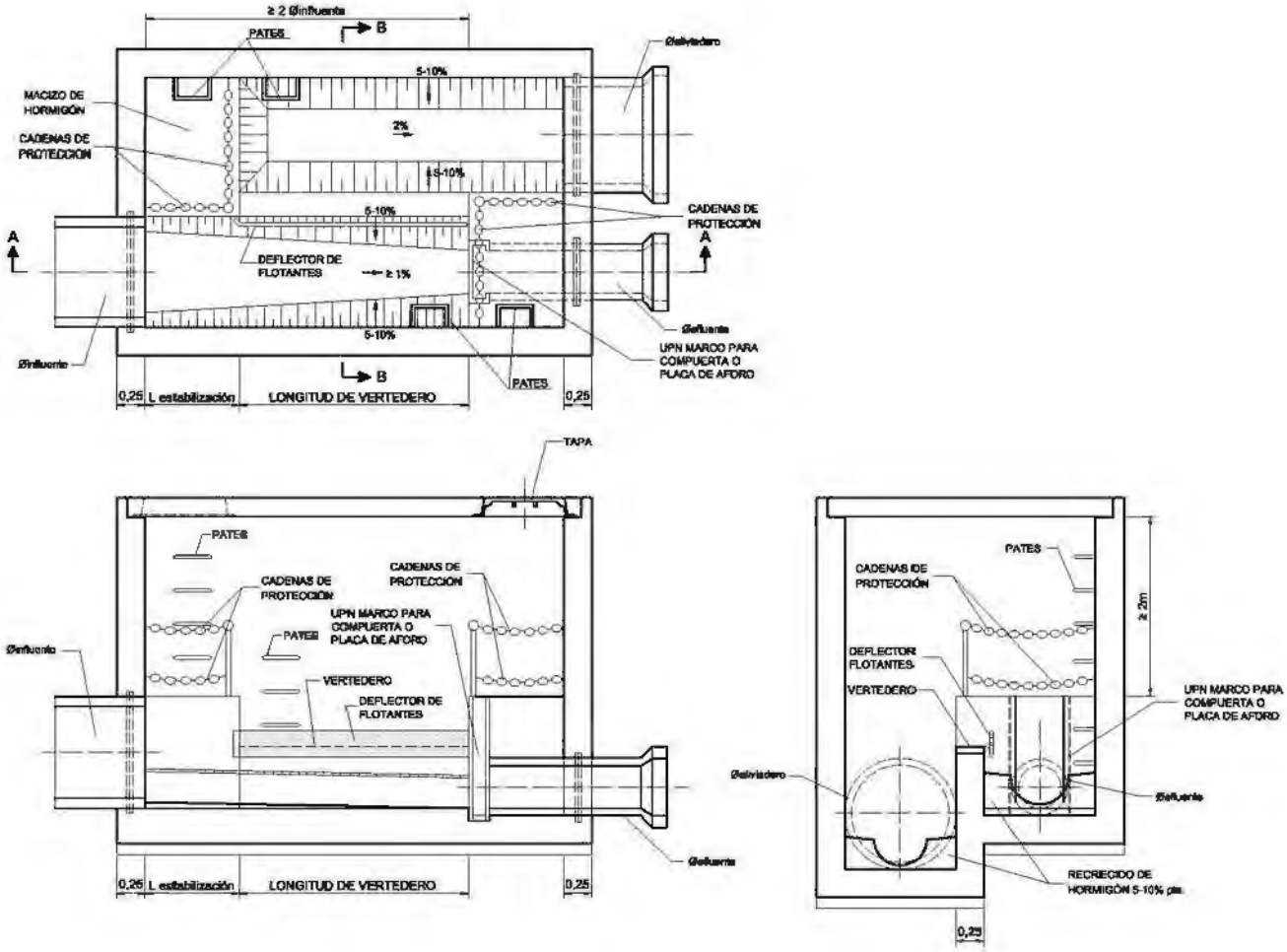


Figura 8 Ejemplo de aliviadero

13.4 Dimensionamiento de los aliviaderos

El aliviadero deberá diseñarse con el labio de alivio dispuesto a una cota tal:

- Que con dicha cota se inicie el vertido por el aliviadero y se traslade hacia el colector efluente aguas abajo del aliviadero un caudal que cumplan los requisitos establecidos por el Plan Hidrológico del Tajo o legislación vigente al respecto, con el fin de reducir el caudal de las conducciones aguas abajo de los mismos.
- Que la sobreelevación máxima que se dará sobre el labio de vertido llegará a una cota tal que no sea superior a la cota correspondiente al 75% de grado de llenado del colector influente (grado de llenado para el periodo de retorno de diseño considerado) y que como máximo traslade hacia aguas abajo el caudal que el sistema integral de saneamiento permita.
- Preferiblemente, que dicha cota diste de la solera una magnitud comprendida entre 1,25 veces a 1,50 veces el diámetro del colector efluente de residuales.

La última condición establece la preferencia de que el colector efluente desagüe cuando llegue la avenida de diseño mediante condición de vertido bajo orificio o compuerta cuyas curvas de gasto son conocidas con suficiente precisión. Las dos últimas condiciones se consiguen ajustando la longitud del labio del aliviadero y la sección de salida hacia el colector efluente de aguas residuales.

- El colector efluente del aliviadero deberá ser capaz de evacuar hasta el caudal que el sistema integral de saneamiento permita, con un grado de llenado inferior al 75%.

- La capacidad del colector de alivio será al menos igual a la del colector influente.

Los aliviaderos deberán diseñarse, en general, de modo que su vertido se realice a la cámara o canal de descarga a cauce sin que se produzca en régimen anegado, es decir que la lámina de agua en el canal de descarga a cauce no condicione a la lámina de agua del aliviadero.

Los colectores de vertido a cauce deberán verter con su generatriz inferior por encima de la cota de la lámina de agua de la avenida de 50 años en el cauce.

13.5 Tanques de retención

Los tanques pueden clasificarse del siguiente modo:

- Tanques anti-inundación (también llamados de regulación hidráulica o laminadores): su objetivo es suplir la falta de capacidad de un cierto colector mediante el almacenamiento en el tanque de los volúmenes de agua que dicho colector no es capaz de transportar porque la capacidad de éste sea inferior al caudal influente al tanque.
- Tanques anti-contaminación (también llamados anti-DSU): en redes unitarias, los tanques anti-contaminación son infraestructuras cuya misión es almacenar aquellos volúmenes que no pueden ser tratados por la depuradora de la cuenca, al superar los caudales generados en tiempos de lluvia la capacidad de tratamiento de ésta. El tanque evitará de este modo los vertidos al cauce receptor que no sean susceptibles de incorporación por su contaminación.

  Estos tanques cuya misión es controlar el impacto que ocasionan las descargas a los cauces receptores de sistemas unitarios (DSU) y de redes de aguas pluviales en el caso de redes separativas, se pueden disponer previamente a la EDAR o bien en los colectores tributarios de los emisarios que conducen los caudales a la EDAR o de ambas formas.

  En redes separativas, se ha demostrado que los vertidos directos de las aguas transportadas por los colectores de pluviales tienen carga contaminante y en consecuencia estos vertidos habrán de ser tratados en función de lo que establezca la Confederación Hidrográfica del Tajo, cuando informe la correspondiente autorización de vertido.

- Tanques mixtos: son aquellos cuya función es la regulación del caudal y además la retención de volúmenes con objeto de proteger al cauce receptor.

13.5.1 Tipos de tanques por su disposición relativa

Los tanques pueden disponerse en línea o fuera de línea dependiendo de su disposición relativa al colector:

- Tanques en línea: los tanques en línea se disponen implantados sobre el colector y no tienen capacidad de regular el caudal influente al tanque. En consecuencia, esta disposición no es adecuada para discriminar los caudales a retener cuando se desea seguir una cierta estrategia de llenado que se base en la evolución de las cargas contaminantes durante la tormenta y tampoco es válida para poder evitar el llenado del tanque cuando ingresa un caudal que supera el caudal a partir del cual se podría verter a cauce al alcanzarse la dilución de vertido.

  La disposición del tanque en línea es la que se emplea en los tanques anti-inundación en los que el colector suele discurrir por el eje mayor del tanque dejando pasar el máximo caudal que puede ser transportado sin ocasionar la puesta en carga de la red de aguas abajo y comenzando a retener cuando el caudal de entrada al tanque supera el caudal anteriormente indicado. La regulación del caudal se realiza en el colector, generalmente en el lado del tanque opuesto al punto de entrada de caudal, ya sea mediante compuerta o válvulas de regulación.

Esta disposición también se usa en tanques anti-contaminación cuando el llenado del tanque se realiza sin discriminar diluciones o cargas contaminantes, es decir, el llenado se realiza directamente cuando se supera el máximo caudal a trasvasar hacia la depuradora.

- Tanques fuera de línea: estos tanques tienen una flexibilidad y versatilidad de llenado que no poseen como se ha indicado anteriormente, los tanques en línea. En ellos mediante una cámara de derivación de caudales previa al tanque se segregan los caudales del hidrograma que pueden derivarse hacia el tanque para su llenado, los caudales que se trasvasan a la EDAR o los caudales que son directamente vertidos a cauce al superarse la dilución de vertido o cuando se cumplan estándares de vertido al disminuir los polutogramas asociados al hidrograma de la tormenta.

13.5.2 Diseño de tanques anti-inundación

Estos tanques se instalarán donde sea necesario cumplir una función fundamentalmente laminadora, y especialmente en la entrada a las EDAR (estos tanques también son anti-DSU de manera indirecta).

Se dimensionarán para almacenar la diferencia entre la capacidad máxima de entrada a la EDAR (3 veces el caudal medio de residuales) y el caudal que entregan los aliviaderos asociados a los tanques anti-DSU durante un periodo comprendido entre 2 y 6 horas, que dependerá de las características concretas de la cuenca y de la EDAR. Dicho periodo podrá ser modificado justificadamente por los Servicios Técnicos municipales.

Los tanques anti-inundación que se instalen en las redes municipales para solventar la falta de capacidad de los colectores, tendrán un tratamiento individualizado, que dependerá del hidrograma esperado, de la capacidad de aliviar o no el exceso y del espacio disponible dentro de la trama urbana.

13.5.3 Diseño de tanques anti-contaminación

Con carácter general, los tanques con función fundamentalmente anti-DSU se diseñarán en el punto de entrega de las aguas procedentes de vertidos municipales (o de sectores aislados o urbanizaciones) a los colectores o emisarios.

Los tanques anti-DSU se dimensionarán con el criterio de utilizar el número de vertidos anuales como estándar de emisión. Para ello se diseñarán con el criterio de que, cumpliendo con las condiciones indicadas en el Plan Hidrológico de Cuenca o legislación correspondiente vigente permitan un número máximo de 20 vertidos anuales utilizando la pluviometría del año medio correspondiente a la última década de registros diezminutales de que se disponga (siempre empleando datos de una estación representativa de la zona). Este número se bajará a 15 vertidos cuando se trate de tanques que vayan a verter a embalses empleados para la captación de agua de consumo humano o en zonas cercanas a los mismos en los cauces afluentes a dichos embalses.

Se considerarán sucesos de lluvia diferentes cuando transcurra al menos 24 horas entre episodios desde el final de un episodio al inicio del siguiente.

Así mismo, y como medida de seguridad, se comprobará que no se produce vertido para la lluvia crítica definida en la Norma Alemana ATV-128, que se muestra a continuación:

$$l = \frac{15 \cdot 120}{T_c + 120}$$

Donde I es la intensidad en l/s/Ha y Tc el tiempo de concentración en minutos. Si el tiempo de concentración es superior a 120 minutos, se trabajará con una intensidad crítica 7,5 l/s/Ha.

El caudal a enviar a la EDAR o aguas abajo del tanque por el colector: será el considerado en cada caso.

En todo caso, dichos estándares cumplirán la legislación vigente en cada momento.

13.5.4 Compartimentación del tanque

En tanques cuya solera necesite desarrollar más de 5 calles de limpieza, el cuerpo de retención del mismo podrá subdividirse en otros recintos o compartimentos de menor volumen, con objeto de que cuando se suceda un evento pluviométrico que no origine un gran volumen de retención, éste no se extienda en la totalidad de la superficie del tanque. De este modo, una vez se produzca su vaciado, no se precisará una limpieza que se extienda a la totalidad de la solera, sino únicamente a aquellos recintos que hubiesen sido llenados total o parcialmente, ahorrándose la limpieza en los que no se ha producido vertido.

13.5.5 Elementos principales de tanques de retención

13.5.5.1 Elementos de regulación

Los elementos de regulación se podrán disponer aguas arriba del tanque o bien en su extremo de aguas abajo.

De forma general, aguas arriba estarán en la derivación del colector hacia el tanque, en caso de que el tanque se dispusiera en derivación. Dichos elementos regularán el caudal que se desee almacenar en el tanque y el que discurrirá, como diferencia, por el colector principal hacia aguas abajo. Entre otros podrán ser:

- Compuertas frontales.
- Compuertas laterales.
- Compuertas de vagón.

Los elementos de regulación de caudales que permiten controlar los caudales hacia aguas abajo del tanque, en función de los criterios de diseño del mismo podrán ser:

- Válvulas vórtex.
- Válvulas de seccionamiento de cierre accionado por flotación.
- Compuertas frontales.

Las compuertas dada su capacidad de regulación variable en función de su apertura podrán requerir la necesidad de efectuar su apertura de modo telecontrolado y en consecuencia, sus grupos oleohidráulicos o motor eléctrico de accionamiento deberán ser comunicados con el centro de control del propio tanque y del centro de control global del sistema con objeto de ser asistidas por las consignas de un PLC.

13.5.5.2 Elementos de pretratamiento

En tanques cuyo volumen se desagüe mediante bombeo deberán disponerse instalaciones de pretratamiento a la entrada de estos. Cuando la evacuación se efectúe por gravedad se deberá disponer de un separador de gravas y arenas gruesas.

La finalidad de los pretratamientos será la protección del cuerpo del tanque y de las bombas en caso de que éstas se dispusieran para su desagüe, así como conseguir hacer eficaz o viable el proceso de

limpieza de las soleras del tanque, con retención de gruesos, gravas, arenas y sólidos flotantes, mediante pozos de gruesos, desarenadores y rejas automáticas.

13.5.5.3 Elementos de tratamiento del vertido

Los tanques de retención anticontaminación deberán disponer de un sistema de retención de sólidos y flotantes previo al alivio de los caudales cuando se supere el volumen de retención del tanque.

13.5.5.4 Elementos de limpieza

La limpieza de los sedimentos que se decantan sobre las soleras del cuerpo del tanque exige que éstas, en general, se doten de calles de limpieza que se configuran mediante la disposición de muretes de unos 0,30 m de altura aprovechando las alineaciones de las pilas y pilares que sustentan la cubierta del tanque.

De este modo se diseñan una serie de líneas o calles de limpieza cuyo objeto es servir de canales de pequeño calado sobre los que se descarga un volumen de agua que genera una onda superficial rápida que barre las soleras y consigue de este modo su limpieza. Los cajeros de estos canales son precisamente los muretes, anteriormente indicados, que se disponen en las alineaciones de pilas y pilares.

Las soleras de las calles deberán presentar un acabado fino, liso y regular con objeto de maximizar el arrastre de sólidos, debiendo incluirse en el proyecto el pulido del hormigón de las soleras.

Las calles de limpieza deberán tener una pendiente mínima del 1% y finalizarán en un canal de recogida común a todas ellas, que deberá finalizar en una poceta de recogida de los volúmenes de agua y sedimentos generados por la limpieza de las soleras.

Los elementos de limpieza de las soleras del cuerpo del estanque podrán consistir en los siguientes sistemas, justificando la elección del mismo:

- Cámaras de descarga rápida
- Tanques basculantes
- Sistema de impulsión de bombas para vaciado

13.5.5.5 Aliviadero de seguridad

El tanque deberá estar provisto de un aliviadero de seguridad que vierta aquellos volúmenes a cauce receptor que no son susceptibles de ser almacenados en el tanque al haberse agotado su volumen de retención de diseño.

13.5.5.6 Ventilación del tanque

El tanque deberá estar provisto de un sistema de ventilación natural o forzada que consiga que el aire contenido entre la lámina de agua y la cubierta del tanque se renueve al menos 7 veces a la hora.

13.5.5.7 Bombeo

Se tratará de efectuar el desagüe del tanque por gravedad, sin necesidad de recurrir a sistemas de bombeo.

En este sentido y cuando se hayan agotado todas las alternativas factibles para desaguar la totalidad del volumen de diseño de manera integral por gravedad, se podrá optar por realizar compartimentaciones que consigan maximizar el volumen desaguado por gravedad y el resto, por diferencia frente al volumen de diseño, por bombeo.

El bombeo deberá configurarse, preferentemente, mediante la instalación de bombas sumergidas.

El pozo de bombeo deberá proyectarse de tal manera que el diseño permita garantizar la evacuación integral de los lodos que se trasladarán desde las soleras del tanque hacia él, cuando se efectúe la limpieza de las mismas, mediante la instalación de bombas con sistemas de eyección de agua para conseguir la puesta en suspensión de los lodos, mediante implementación de agitadores, y el diseño de un pozo que permita la retirada de los lodos con un sistema de rasquetas y bombas de purga, etc.

Las bombas deberán tener un paso en su rodete de 120 mm y serán susceptibles de regulación de velocidad mediante variadores de frecuencia. En ningún caso se utilizará un único variador para dos o más motores.

El sistema de bombeo deberá tener una bomba suplementaria al número estrictamente necesario de bombas, a modo de reserva.

Los colectores de aspiración e impulsión estarán constituidos por acero inoxidable AISI316L.

13.5.5.8 Auxiliares

El tanque deberá disponer de:

- Iluminación, siempre que sea posible.
- Grupo electrógeno con arranque automatizado.
- Medios de elevación con puentes grúa o polipastos.
- Accesos con pasarelas interiores de servicio.
- Ventilación y desodorización.
- Instrumentación:
    - Caudalímetros del influente, efluente y alivio.
    - Monitorización de elementos de regulación.
    - Niveles de llenado.
    - Sensores de gases.
    - Sonda multiparamétrica.

14 ESTACIONES DE BOMBEO

14.1 Características generales

En el presente apartado se especifican unas prescripciones básicas relativas a los componentes que intervienen en las estaciones de bombeo de las redes de saneamiento.

En general, las estaciones de bombeo constarán de los siguientes elementos y procesos unitarios:

- Cámara de entrada
- Pozo de gruesos
- Desbaste de sólidos
- Contenedores de residuos
- Cámara de retención de seguridad
- Elevación de agua bruta
- Colector de impulsión

- Colector de impulsión general

- Instalaciones adicionales

Al objeto de facilitar operaciones de mantenimiento y explotación, todos y cada uno de los elementos de las estaciones de bombeo dispondrán de bypass.

Todas las instalaciones deberán estar dotadas de agua potable que, dependiendo de los casos, se empleará en operaciones de baldeo, servicio de equipos electromecánicos (limpieza de tamices de escalera), así como operaciones de limpieza en general.

Independientemente de cuál sea su geometría, todos los compartimentos que integren la estación de bombeo deberán ser accesibles, debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución.

Los accesos a los edificios deberán ser amplios para facilitar las operaciones de entrada y salida de los equipos que integran la estación de bombeo y de los vehículos o maquinaría que fueran necesarios para el servicio o mantenimiento de la estación.

14.2 Cámara de entrada

Cuando a la estación de bombeo acometan varios colectores simultáneamente, deberá disponerse una cámara de entrada con la misión de recibir y unificar esas incorporaciones y en la que se iniciará la línea de agua.

En la cámara de entrada se dispondrá un aliviadero de emergencia, qué dispondrá de un sistema autolimpiable de eliminación de residuos. Desembocará en una cámara de alivio que tendrá pendiente hacia el tubo de alivio, el cual deberá desaguar convenientemente.

La instalación dispondrá de una serie de compuertas murales de acero inoxidable AISI 316L, de tamaño mínimo 400 x 400 mm, de manera que, maniobrándolas oportunamente, pueda desviarse todo el caudal bien por la estación de bombeo o bien por la cámara de alivio. El aliviadero estará diseñado, por tanto, de tal forma que pueda evacuar todo el caudal entrante.

El colector o colectores de llegada a la cámara de entrada deberán estar situados por encima de la línea de agua en toda la instalación, evitando la puesta en carga de dichos colectores durante el funcionamiento normal del bombeo.

14.3 Pozo de gruesos

Antes del desbaste se dispondrá un pozo de gruesos que permitirá la sedimentación de los sólidos más pesados y voluminosos, con el fin de proteger los equipos de elevación. Tendrá fondo tronco-piramidal invertido de fuerte pendiente, con el fin de concentrar los sólidos decantados en una zona específica donde se puedan extraer de forma eficaz, para lo que el pozo se equipará con los equipos necesarios para su recogida, instalándose un sistema de extracción mecánica de residuos. El sistema de extracción consistirá en una cuchara bivalva o similar, que sujeta a un puente grúa o polipasto eléctrico, permitirá abarcar toda la superficie del pozo de gruesos y la fácil evacuación de los residuos a contenedores metálicos. Éstos tendrán una capacidad suficiente para garantizar un tiempo de almacenamiento de 24 horas para la máxima producción de residuos.

La cuchara bivalva deberá descansar sobre un soporte diseñado para tal fin. Se ejecutará con perfilería de acero inoxidable y se ubicará preferentemente en alguna de las paredes perimetrales del pozo de gruesos, sin suponer ningún obstáculo para la correcta limpieza del pozo.

El orificio o canal de entrada de agua al pozo de gruesos dispondrá de una compuerta estanca de acero inoxidable AISI 316L con el fin de aislar completamente el mismo en las situaciones de mantenimiento que lo requieran.

El pozo de gruesos tendrá, anclados a sus muros y solera, unos carriles ferroviarios dispuestos en vertical y de modo paralelo cada 0,40 m entre sus ejes, de tal forma que se evite dañar las fábricas de hormigón del pozo cuando entre en funcionamiento la cuchara bivalva.

En el pozo de gruesos, previa entrada a los canales de desbaste, se instalará una reja de desbaste de gruesos de limpieza manual, fabricada en acero inoxidable AISI-316 y con paso entre barrotes de 100 mm como máximo, con el fin de evitar el paso de grandes residuos que pudieran provocar atascos en los sistemas de desbaste de finos posteriores. Así mismo la reja de gruesos deberá contar con guías para su fácil extracción y mantenimiento.

14.4 Desbaste de sólidos

Tras el anterior pozo se colocarán las instalaciones de desbaste, las cuales consistirán, al menos, en dos líneas de entrada colocadas en paralelo, una de ellas a modo de reserva, y calculada cada línea para su caudal de diseño total.

En cada una de ellas se colocará una reja de finos. Se limitará el ancho de las rejas a 2 m por unidad y su paso deberá ser inferior a 50 mm; en cualquier caso la distancia entre barrotes deberá ser al menos un 30% menor que el máximo tamaño de sólidos admitido por la bomba más pequeña según especificaciones de la misma.

Las rejas se colocarán inclinadas, y para su limpieza se instalarán equipos automáticos en cada línea.

Tanto la reja como los peines del limpiarrejas y el bastidor, serán de acero inoxidable AISI 316L.

Cada línea de rejas tendrá una compuerta a la entrada y otra a la salida, de tal modo que se pueda aislar completamente cada canal de reja para operaciones de mantenimiento, conservación o sustitución.

Se deberán disponer también las instalaciones necesarias para la retirada de los residuos retenidos en la reja, como por ejemplo, tornillos transportadores compactadores sin fin de acero inoxidable AISI 304 o 316L, cestillos perforados o contenedores tipo municipal.

Al objeto de limitar la altura de rejas, en caso de que la profundidad de los canales de desbaste sea superior a 5 m, se realizarán plataformas intermedias adosadas al propio canal para colocar contenedores para la extracción de residuos

14.5 Contenedores de residuos

Los contenedores serán metálicos con tratamiento especial anticorrosión y deberán descansar sobre una dársena de carriles ferroviarios embebidos dentro de la solera de hormigón de la estación hasta la parte inferior del ala superior del perfil.

Dichos contenedores, y por su parte interior, tendrán un doble fondo con chapa perforada que facilite el drenaje del agua con una toma de desagüe por el exterior. Para facilitar la operación de carga, izado y vaciado de los residuos, los contenedores se podrán enfundar en su interior mediante sacas tipo big bag, sujetas al contenedor por sus esquinas.

La separación entre los ejes de los carriles que se dispondrán en paralelo estará comprendida entre 0,35 y 0,45 m.

Esta dársena dispondrá de cierta pendiente hacia un drenaje perimetral constituido por canales prefabricados de hormigón polímero con rejillas de fundición dúctil de clase resistente F-900 kN, según la UNE-EN 124, y la evacuación de estos canales se realizará al pozo de gruesos mediante tubo de PVC-U-SN8 kN/m2 de 0,25 m de diámetro.

14.6 Cámara de retención de seguridad

Las estaciones de bombeo deberán estar dotadas de una cámara de retención capaz de almacenar las aguas residuales influentes durante un periodo de 6 horas a caudal medio de aguas residuales.

La cámara dispondrá de conexiones varias a otros elementos de la estación de tal manera que se pueda compartimentar la línea de agua.

La limpieza de la cámara se deberá realizar mediante tanques basculantes dispuestos en el extremo de la cámara opuesto al canal de recogida cuando la superficie de la cámara sea superior a 50 m^2. En caso contrario, podrá admitirse la limpieza mediante baldeo manual de la cámara.

La cámara de retención deberá disponer una red y puntos de toma para el llenado de los tanques basculantes o para el baldeo manual. El suministro se realizará preferentemente mediante agua reutilizada. La cámara de retención tendrá las soleras de hormigón con acabado pulido y deberán tener pendiente hacia un canal de recogida que se situará en el extremo opuesto al de disposición de los tanques basculantes.

El desagüe de la cámara se efectuará mediante un colector de, al menos, 0,50 m de diámetro, el cual se conectará al pozo de bombeo regulado mediante una compuerta tajadera situada en el extremo final del colector en el pozo de bombeo, y dispondrá de una válvula anti-retorno.

Con objeto de poder aliviar los caudales que excedan, de manera extraordinaria, el volumen de diseño de la cámara de retención, deberá disponerse un aliviadero calculado para poder evacuar el caudal punta de entrada a la estación de bombeo. La cota de sobrellenado que permita garantizar el vertido del caudal punta sobre el labio de dicho aliviadero, constituirá el MNV (máximo nivel en el punto de vertido) de la estación de bombeo.

La planta de ocupación de la cámara de retención, y por ende la propia EBAR, no podrá estar situada en la zona de inundación del cauce para un periodo de retorno de 500 años.

Esta cámara deberá estar dotada de un limnímetro de control de llenado, cuya señal se enviará al PLC para su lectura en la propia estación o desde un centro de control remoto.

El sistema de ventilación de la cámara será, preferentemente, mediante rejillas para ventilación natural ubicadas a distinta altura y en fachadas opuestas. Para el caso en que no fuese factible la existencia de rejillas en contacto con el exterior, o que sólo con la ventilación natural no se llegue a alcanzar un nivel óptimo de ventilación, se procederá a instalación de ventilación forzada mediante dos ventiladores que se activarán mediante termostatos al llegar a una determinada temperatura. Para el caso de que uno de ellos se averíe, la temperatura será tarada de forma diferente para cada uno de ellos, de forma que no actúen ambos de forma simultánea.

Deberán instalarse sensores de detección de gases que prevengan, de forma óptica y acústica, la entrada a la cámara de personal de mantenimiento cuando se superen los umbrales máximos permisibles que se establezcan en la evaluación de riesgos de la EBAR. Estos sensores medirán los niveles de CH_4, NH_3, H_2S, O_2 y su señal se enviará al PLC para su lectura en la estación.

14.7 Elevación de agua bruta

En función de la tipología y forma de instalación de las bombas, las estaciones de bombeo se pueden clasificar en los grupos siguientes:

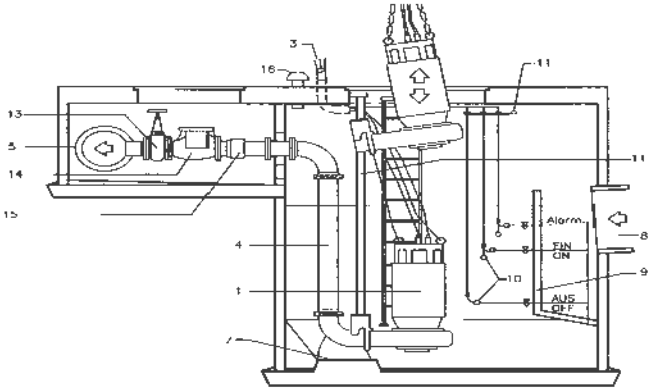
- Estaciones de bombeo con bombas instaladas en seco.
- Estaciones de bombeo con bombas sumergidas en el propio depósito de bombeo.
- Estaciones de bombeo con bombas tornillo de Arquímedes (BTA).

14.7.1 Características generales de las cámaras de aspiración

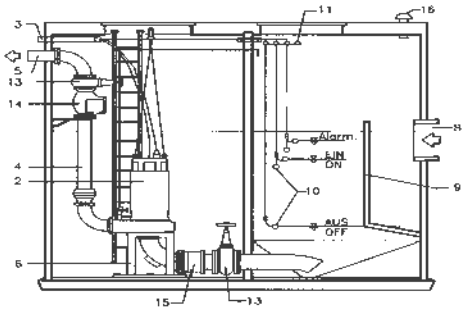
En el caso de estaciones con bombas sumergidas, y para prevenir la acumulación de sedimentos, las generatrices de la solera de las cámaras de aspiración estarán achaflanadas, dándole pendiente hacia el centro de la misma. En instalaciones en seco, la solera de la cámara de aspiración tendrá pendiente hacia el centro como en el caso anterior, mientras que en el compartimiento para la instalación de las bombas no será necesario achaflanar las generatrices de la solera.

Con carácter general, la cámara de bombeo se compartimentará en varias cámaras de aspiración, de forma que haya al menos dos líneas completas de bombeo. En esos casos, además, cada compartimento deberá estar conectado con los adyacentes mediante compuertas murales.

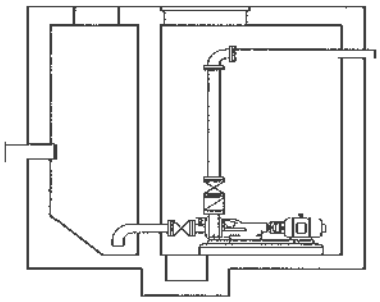
El orificio o canal de entrada de agua al pozo de bombas dispondrá de una compuerta estanca de acero inoxidable AISI 316L, con el fin de aislar completamente el mismo en las situaciones de mantenimiento que lo requieran.



Esquema de instalación sumergida con bomba vertical



Esquema de instalación en seco con bomba vertical



Esquema de instalación en seco con bomba horizontal

1 Bomba sumergible
2 Bomba instala en seco
3 Tubo para cables
4 Tubo de impulsión
5 Conducción general
6 Hase soporte
7 Pedestal
8 Emisario de entrada
9 Cámara tranquilizadora o pantalla deflectora
10 Reguladoras de nivel
11 Soporte para los reguladores de nivel
12 Tubo guía
13 Válvula de compuerta
14 Válvula de retención
15 Carrete de desmontaje
16 Ventilación

Figura 9 Instalaciones sumergidas o en seco

14.7.2 Cámaras tranquilizadoras

En la entrada a la cámara de aspiración deberán disponerse cámaras tranquilizadoras para disipar la energía cinética del flujo entrante (ver figura adjunta). Estas cámaras serán de hormigón armado y tendrán practicados unos agujeros en la solera enfrentados a las bombas, de manera que se distribuya el caudal de entrada entre ellas de manera uniforme.

14.7.3 Bombas y colectores

Cuando la sala de bombas sea susceptible de inundación, las bombas a instalar en este tipo de instalaciones de bombeo de aguas residuales deberán ser centrífugas y sumergibles (grado de protección IP 68, es decir totalmente protegido contra el polvo y contra la inmersión continua en agua, según norma UNE 20324), incluso para instalaciones en cámara seca. En aquellas instalaciones en las que no exista esta posibilidad, las bombas a instalar también podrán ser centrífugas en cámara seca. Además, las bombas podrán instalarse en posición horizontal o vertical.

Las bombas sumergibles deberán acompañarse de válvulas de autolimpieza, capaces de eyectar un chorro de agua que ponga en suspensión las partículas que tiendan a decantarse en el pozo de bombeo, entre la parada y el arranque de las bombas.

El número mínimo de bombas a instalar será de n+1, siendo n el número necesario para elevar todo el caudal requerido, y añadiendo una de reserva. El número mínimo de bombas será 2, incluida la de reserva.

En el caso de disponer varias bombas, se preferirá que sean todas iguales, tanto para las bombas en funcionamiento como para las de reserva y deberá existir una distancia libre mínima de un metro en todo el perímetro de cada equipo o la mínima recomendada por los fabricantes.

Cuando el régimen de caudales sea muy variable, podrán instalarse varios grupos de bombas para acoplarse a cada régimen de funcionamiento. Todas las bombas de un mismo grupo serán iguales. No obstante lo anterior, se preferirá la instalación de bombas iguales con variador de velocidad.

Los equipos de bombeo deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos y/o mojados.

Los colectores de aspiración e impulsión se ejecutarán en acero inoxidable AISI 316L, con seccionamiento mediante válvulas de compuerta, retención de bola o clapeta simple para DN>300mm. La impulsión estará dotada de caudalímetro, respetando las distancias de 5DN por delante y 3DN por detrás.

El colector de impulsión se alojará en una cámara de las dimensiones necesarias para alojar el tubo de impulsión y la valvulería asociada, dicha cámara será fácilmente accesible para poder realizar el mantenimiento de los elementos albergados en la misma. La solera de esta cámara deberá disponerse a una cota superior que el nivel máximo que pueda alcanzar el agua en la cámara de aspiración.

Las impulsiones desde la EBAR hasta la arqueta de rotura de carga deberán tener doble conducción gemela, desde la propia EBAR hasta la mencionada arqueta. En los casos en que el trazado de la impulsión discurra bajo carreteras o ferrocarriles, las impulsiones se ejecutarán “encamisadas” discurriendo por el interior de otro tubo de mayor diámetro; de tal forma que se pueda realizar la sustitución de las mismas sin necesidad de realizar excavaciones.

Los anclajes de la tubería de impulsión deberán ajustar su diseño a las prescripciones descritas en el Reglamento de Abastecimiento, relativas al anclaje de conducciones a presión, adjuntando tablas con

las dimensiones de los anclajes, la armadura final para cada caso, detallando y justificando la presión de comparación considerada.

Las impulsiones no deberán romper en carga a nivel de solera de la cámara de rotura, a efectos de evitar posibles obstrucciones por depósito de residuos en la misma, así como el retorno de agua en caso de existir dos impulsiones.

Se estudiarán los puntos altos y bajos relativos, de modo que se ubiquen ventosas trifuncionales aptas para agua residual, así como desagües, respectivamente. En ambos casos con accesos para su mantenimiento y válvula de corte para su desmontaje.

14.7.4 Cámaras de rotura de carga

Las cámaras de rotura que se dispongan al final de las conducciones a presión serán de hormigón armado (o fábrica de ladrillo de manera excepcional para pequeñas dimensiones), con dos compartimentos separados (uno para la rotura de la carga en sí misma y la necesaria disipación de energía y el otro para la conducción del agua hacia la red en lámina libre), conforme puede verse en el esquema adjunto.

La solera de hormigón tendrá una pendiente longitudinal no inferior al 2%, y una pendiente transversal de al menos el 5% a dos aguas, y tendrá conformados andenes y cunas. Los andenes deberán ser diseñados de modo que sus alineaciones hagan converger las aguas hasta el colector efluente de la cámara. La solera irá revestida de granito en el punto de incidencia del agua a su salida del tubo acodado.

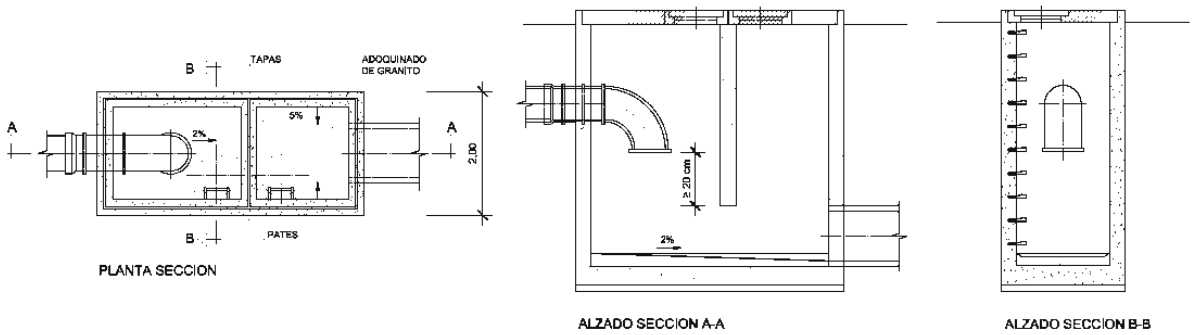


Figura 2. Cámara de rotura

14.8 Instalaciones adicionales

En el presente apartado, se especifican las características principales que deben cumplir las instalaciones adicionales básicas (instrumentación, equipos eléctricos, equipos para la desodorización, etc.) que sean necesarias instalar en las estaciones de bombeo.

En cualquier caso, los sistemas de control y eléctricos se dispondrán, preferentemente, en un armario instalado en una sala independiente a la cámara de elevación de agua bruta. Es necesario que no exista ningún posible foco de contaminación directa desde la sala de bombas a la sala de cuadros eléctricos (sistema de ventilación, canalizaciones eléctricas, etc.), garantizando la ventilación de la sala desde el exterior de la estación de bombeo y procurando que esta sala esté siempre

presurizada. El paramento hacia el interior del edificio de dicha sala será de cristal o metacrilato transparente, facilitando la visibilidad del conjunto interior de la instalación.

Se deberá estudiar en detalle la posible afección del golpe de ariete a la instalación. Si fuera necesario, la impulsión se equipará con los equipos necesarios para aminorar los efectos de las posibles sobrepresiones debidas al golpe de ariete como, por ejemplo, ventosas, válvulas de alivio, calderines sin membrana u otros mecanismos. Igualmente, deberá constar de las piezas especiales necesarias (codos, tes, pantalones, reducciones, etc.) para dar continuidad a la conducción.

14.8.1 Instrumentación

Se dispondrán sensores de nivel para el accionado automático de las bombas de los dos siguientes tipos:

- Reguladores basculantes con interruptor interno (boyas)
- Medidores en continuo tipo radar o ultrasónicos

En los canales de desbaste se incluirán sensores de nivel ultrasónicos de medida diferencial delante y detrás de las rejas, así como detectores de nivel tipo boya para el control redundante de las rejas y tamices.

Cuando la cámara de bombeo esté compartimentada, habrá que disponer sensores de nivel en cada uno de los compartimentos.

Deberá también disponerse de un sistema redundante de detección del vertido que permita saber si se está vertiendo por el aliviadero de emergencia, por ejemplo, boya o detector de proximidad.

En el interior de la caseta se colocará un armario que contenga el cuadro eléctrico con los automatismos necesarios para, al menos, las siguientes operaciones:

- Arranque y parada de las bombas en función de la altura en las sondas de nivel
- Parada de las bombas por sobrepresiones
- Accionamiento mecánico del limpiarrejas (en su caso)
- Protecciones térmicas de los motores
- Sistema de transmisión de señales
- Alarmas

14.8.2 Controlador lógico programable PLC

La estación de bombeo dispondrá de un Controlador Lógico Programable (PLC), también denominado Autómata Programable, que permita controlar el funcionamiento de las bombas, de tal manera que los niveles de agua en la cámara de aspiración se mantengan entre los niveles previamente prefijados. Igualmente, deberá poder controlar y gestionar el resto de equipos mecánicos (reja, tornillo, prensa, etc.).

El programa de funcionamiento deberá estar diseñado para que todas las bombas, incluidas las de reserva, trabajen aproximadamente el mismo número de horas mensuales, minimizando el número de arranques y paradas.

El PLC estará equipado con un microprocesador en que se pueda programar, mediante display o desde un PC externo (software modificable), el protocolo de funcionamiento de las bombas en función del nivel en la cámara de aspiración, el caudal entrante y el sistema de rotación elegido.

El microprocesador tendrá la memoria suficiente para poder almacenar el historial de bombeo (incluyendo todos los parámetros significativos) durante al menos 45 días, con independencia de realizar el volcado de la información almacenada cada mes a un PC externo.

El PLC dispondrá de tantas señales analógicas y digitales, de entrada y salida, como sean necesarias, más un 30% libre previendo futuras ampliaciones.

Todos los elementos del PLC tendrán un grado de protección, al menos, IP21. Se dispondrán como mínimo las siguientes entradas y salidas:

- Tantas entradas analógicas como sensores de nivel tenga la instalación. A estas entradas se conectará la salida de los transductores de nivel. Se considerará, como mínimo, un 20% de porcentaje de reserva para futuras ampliaciones.
- Una entrada analógica para la señal del caudal total de bombeo. A esta entrada se conectará la salida del caudalímetro dispuesto a la salida de la tubería de bombeo.
- Una entrada analógica para la señal de la presión.
- Las salidas analógicas que sean necesarias, más 4 para futuras ampliaciones, de 0-10 V, para la señal regulada, a efectos de conexión a los variadores de frecuencia de las bombas.
- Los relés de salida (contacto libre de tensión) que sean necesarios, más 4 para futuras ampliaciones, a efectos de ejecutar la maniobra de paro o marcha de los variadores.
- Dos salidas para la alimentación del transductor de niveles y del caudalímetro.
- Comunicación serie RS232 o RS485.

Además, el PLC dispondrá una pantalla donde se visualiza rápidamente el conjunto de la instalación del grupo de bombeo, mostrando, como mínimo:

- Todos los niveles que disponga la instalación, así como las consignas de arranque y paro de las bombas.
- En caso de que la instalación requiera la regulación del nivel, la consigna de nivel a mantener.
- El estado de paro/marcha y fallo de las protecciones eléctricas de las bombas, así como las velocidades de funcionamiento si están en marcha.
- Velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas
- El caudal bombeado obtenido del caudalímetro dispuesto a la salida de la tubería de bombeo, así como la presión.
- Señales de alarma en el caso de que el funcionamiento no se ajuste a lo programado.

Igualmente, el PLC dispondrá de un sistema para ajustar los siguientes parámetros o consignas de funcionamiento:

- Los niveles de arranque y paro de las bombas, así como el máximo y mínimo de la cámara de aspiración.
- La velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas.
- Control de la parada o marcha de las bombas y su velocidad de funcionamiento (cuando el selector esté en situación LOCAL).

Se deberá definir e instalar un sistema compatible de comunicación con el sistema implantado en el resto del Servicio, capaz de enviar toda la información del estado de la instalación según sus señales digitales y analógicas, y siguiendo los estándares y protocolos que fije Canal de Isabel II para recibir dicha información en su Centro Principal de Control.

Se preverá la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), con autonomía suficiente para permitir al PLC el envío de señales de alarma ante fallo general del suministro de energía eléctrica.

El conjunto del PLC y de los variadores de frecuencia irán montados en un armario metálico con protección IP54, conteniendo todos los elementos necesarios para protección y ventilación. El armario estará formado por, al menos, 2 módulos de 800 mm de ancho, 2.000 mm de alto y 500 mm de fondo.

El PLC dispondrá de un selector con dos modos de funcionamiento, LOCAL o AUTOMÁTICO, de tal manera que, en situación LOCAL, se pueda hacer un chequeo del funcionamiento de las bombas. No obstante, en cualquiera de los modos de funcionamiento, se impedirá la activación de las bombas cuando el nivel de agua esté por debajo del mínimo fijado, las válvulas estén cerradas o algún elemento este averiado.

Las secuencias de control implementadas en el sistema contemplarán, al menos, los siguientes protocolos de funcionamiento:

- Todos los equipos podrán ser controlados de forma manual o automática, mediante el conmutador M-0-A (manual-cero-automático) del correspondiente cubículo del CCM o cuadro eléctrico. En todos los casos, se tendrán contempladas las protecciones y seguridades mínimas de la máquina.
- Ante una parada por fallo general del suministro de energía eléctrica, se realizará una puesta en servicio de la instalación, de forma secuencial, respetando unos tiempos mínimos de seguridad entre arranques.
- Se generarán secuencias que agrupen a motores de distintas líneas que realicen las mismas funciones (desbaste, elevación, desodorización, etc.), incluidos los equipos de reserva, que contemplen puntos de consignas, tiempos de marcha/paro, tiempos mínimos de funcionamiento o número de maniobras, PID´s, generación de alarmas en distintos grados de criticidad, etc.
- El Panel de Operador permitirá gobernar, mediante conmutadores lógicos M-0-A, todas las máquinas de la instalación para incluirlas o no en secuencia de funcionamiento automático. También mediante conmutadores lógicos se activará o no el funcionamiento de cada secuencia. Asimismo permitirá que todas las variables de puntos de consignas, tiempos, rotaciones, grado de criticidad de alarmas, etc., sean modificables. Se presentarán los valores recogidos por los distintos equipos de instrumentación.

14.8.3 Regulación de caudal

Si la potencia de cada una de las bombas instaladas es superior a 18,5 Kw, se equiparán con un variador de frecuencia para la regulación de la velocidad y, por lo tanto, de su caudal de bombeo. Y si la potencia es inferior a 18,5 kW y no es necesaria la instalación de variadores, se realizará el arranque mediante arrancadores suaves. En cualquier caso, será necesario instalar un sistema de medición de nivel en continuo mediante ultrasonidos o radar y, de forma redundante, mediantes boyas, tantas como bombas haya más una de parada, complementarias a la de emergencia.

Los variadores de frecuencia deberán cumplir con las especificaciones de la norma UNE-EN 61800-1 y con los siguientes requisitos:

- Deberán ser capaces de funcionar correctamente con temperaturas de funcionamiento de hasta 50ºC.
- Deberán ser capaces de absorber una intensidad de sobrecarga del motor de la bomba de un 250% en caso de que se sucediese atasco en el rodete.

- Deberán poseer filtro dV/dt para disminuir los picos de tensión de salida y prolongar la vida útil del motor (dV/dt entre 500 a 800 V/µs).
- La protección de los componentes del variador será al menos IP54.

La potencia individual de los variadores instalados deberá ser, aproximadamente, un 25% superior a la nominal de cada bomba.

La regulación de la velocidad se realizará mediante una entrada de tensión de 0 ÷ 10 V, en correspondencia con las revoluciones de la bomba. La impedancia de entrada al variador para dicho control no será inferior a 20 kΩ. El tiempo de aceleración y de deceleración recomendado para los variadores es de 0,02 – 500 Hz/s, disponiendo curvas en S (suaves) programables para aceleración y deceleración.

La salida del variador alimentará al motor de la bomba a 400 V, 50 Hz El variador, por su parte, se alimentará a la entrada con una red trifásica de 400 V ±15%, 50 Hz.

Los variadores se instalarán en un armario diferente al del controlador programable e irán equipados con los siguientes equipos para las señales de operación y control:

- Regulador PID interno que permita el control de diferentes funciones (control de nivel, bombeo a presión constante, etc.) y que sea autoajustable sin necesidad de un control externo.
- El variador será comunicable con el sistema de telecontrol de Canal de Isabel II, de forma que el control del variador también se podrá realizar en remoto.
- Dos entradas analógicas (como mínimo), una de ellas configurable a 0 – 10 Vcc ÷ 10 Vcc y la otra estará diseñada para señal de control de 4 a 20 mA.
- Seis entradas digitales (como mínimo), tres de ellas configurables.
- Dos relés de salida (como mínimo) a 250Vac/30Vdc/2A, uno de ellos conmutado y el otro normalmente abierto.
- Panel de control LCD alfanumérico de 32 caracteres de iluminación, donde se tendrá información de la temperatura del motor y de la frecuencia. Deberá disponer de la posibilidad de control local o remoto.

Los variadores deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos y/o mojados, así como con la Directiva Europea de compatibilidad electromagnética 2004/108/CE.

En particular, la compatibilidad electromagnética de estos equipos deberá ser conforme a las normas UNE-EN 55011 y UNE-EN 61000-6. La seguridad eléctrica cumplirá con la norma UNE-EN 61010.

14.8.4 Grupo electrógeno

En los bombeos se deberá instalar un grupo electrógeno de emergencia, con una potencia mínima que se establecerá como la potencia nominal de todas las bombas menos la de reserva más la potencia que demanden los elementos de pretratamiento (rejas automáticas, tamices, etc.), cuadros de control, PLC, variadores de frecuencia e iluminación de emergencia.

El grupo electrógeno deberá tener carenado y equipo silenciador cuando la EBAR se halle en zona urbana o zona de especial protección, cumpliendo la normativa vigente de aplicación.

El grupo electrógeno funcionará mediante motor diesel refrigerado por agua y contará con equipo precalentador del refrigerante del motor. El motor deberá funcionar en un rango de temperaturas comprendido entre -15ºC y 50ºC.

El motor y el alternador deberán poder soportar una sobrecarga del 10% durante 1 hora.

El grupo electrógeno tendrá regulador electrónico de velocidad y contará con un sistema de control y cuadro de conmutación.

El depósito de carburante para el grupo electrógeno tendrá un volumen equivalente al consumo acumulado que demandará la potencia mínima eléctrica que deberá servirse a la EBAR con objeto de garantizar el funcionamiento de las instalaciones básicas durante un periodo de 24 horas.

El depósito estará dotado de doble pared, equipo de aspiración y retorno y detector de fugas. Los depósitos deberán disponer de sensores de nivel con objeto de poder efectuar una señal de alarma que avise de la necesidad de proceder a la recarga de carburante. Así mismo, deberá tener un nivel mínimo de parada del grupo cuando se agote el carburante para evitar la entrada de aire o partículas al motor. Los sensores de los depósitos quedarán conectados con el PLC de la EBAR.

14.8.5 Equipos de elevación

Deberán disponerse los equipos necesarios para el izado del equipamiento electromecánico pesado, los cuales, según sea el tamaño del mismo, serán, en general, de uno de los siguientes tipos:

- Polipastos fijos en pequeñas instalaciones
- Polipastos móviles a lo largo de una viga
- Puentes grúa

Los polipastos serán de accionamiento eléctrico, evitándose disponer sistemas de elevación manual. Su capacidad nominal será de al menos el doble del peso del equipo mayor a extraer o mover.

Los equipos de izado deberán estar a una altura tal que permitan el izado de los equipos a desplazar y su descarga a nivel del suelo y en un lugar cercano o accesible desde la puerta del edificio.

Se deberá ejecutar en el interior del edificio una plataforma fija desde la que poder acceder al mantenimiento de los equipos del polipasto o puente grúa: cuadros eléctricos, carro de elevación, etc., cumpliendo con los requerimientos en materia de prevención de riesgos laborales.

14.8.6 Desodorización

A fin de evitar la proliferación de malos olores, todos los elementos que integran las estaciones de bombeo irán alojados en un edificio cerrado, con renovación y tratamiento del aire.

El sistema de desodorización habitual en estaciones pequeñas será mediante carbón activo o mediante biofiltros. En este caso, la instalación deberá ser tal que permita un fácil sistema de carga y descarga para mantenimiento.

El sistema de ventilación de la cámara será, preferentemente, mediante rejillas para ventilación natural ubicadas a distinta altura y en fachadas opuestas. Para el caso en que no fuese factible la existencia de rejillas en contacto con el exterior, o que sólo con la ventilación natural no se llegue a alcanzar un nivel óptimo de ventilación (mínimo 7 renovaciones/hora), se procederá a la instalación de ventilación forzada.

14.8.7 Eliminación de ruidos

Las estaciones de bombeo deberán cumplir con la Reglamentación vigente en materia de ruidos. Cuando se instalen en las cercanías de núcleos urbanos, deberán realizarse estudios detallados de los niveles de ruidos emitidos para proponer las medidas correctoras necesarias.

14.8.8 Elementos complementarios

Los elementos auxiliares que sea necesario instalar en las distintas cámaras que integran las estaciones de bombeo (marcos y tapas exteriores de cierre, pates de acceso o escaleras, barandillas, cadenas de seguridad, rejillas tramex, etc.) deberán cumplir con lo especificado para los mismos en la legislación vigente de prevención de riesgos laborales y seguridad.

En espacios donde se necesiten disponer tramex, pasarelas y barandillas, éstas serán de acero inoxidable AISI 304 o bien PRFV. Las pasarelas de servicio y/o tramex deberán dimensionarse para soportar una sobrecarga de 5 kN/m2.

Por otro lado, cuando la cámara seca de válvulas, o cualquier área del bombeo, se encuentren por debajo del nivel del alivio de seguridad y/o sean susceptibles de sufrir inundación dañando el equipamiento electromecánico existente; se instalará entonces un sensor de inundación con generación de alarma que además dará orden de paro a las bombas.

14.9 Acabados de superficies

Será de aplicación los sistemas de pintura recogidos en la norma UNE-EN 12944-5, considerando ambientes clasificados como C5-I y durabilidades de pintura altas (H).

Como mínimo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las superficies metálicas sometidas a inmersión continua en agua o enterradas, se tratarán mediante tres capas de recubrimiento de pintura negra alquitrán-epoxi, de ciento veinte y cinco micras (125 µm) de espesor cada una.
- Las superficies metálicas no sumergidas expuestas en atmosferas industriales o en exteriores (componentes aéreos), se tratarán mediante aplicación de una pintura de imprimación, silicato de zinc, con un espesor de sesenta y cinco micras (65 µm) de película seca, una capa intermedia de pintura, epoxi-poliamida, con un espesor de setenta y cinco micras (75 µm) de película seca y una pintura de acabado, poliuretano alifático, con un espesor de cincuenta micras (50 µm) de película seca.

14.10 Dimensionamiento de las estaciones de bombeo

En cualquier caso, en el diseño de estas infraestructuras, deberá tenerse en cuenta que los vertidos al cauce habrán de cumplir siempre con lo estipulado por el Plan Hidrológico del Tajo.

14.10.1 Determinación de los caudales de diseño

Los caudales de diseño que intervienen en el dimensionamiento de las estaciones de bombeo son los siguientes:

- Caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo, Q_d
  En redes unitarias, el caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo, Q_d vendrá dado por lo que determine la legislación vigente, o bien, en ausencia de la misma, lo que se determine en cada caso particular.
  En consecuencia, en las redes unitarias deberá colocarse, aguas arriba de la estación de bombeo, un aliviadero limitante de caudal que disminuya el máximo caudal circulante por la red hasta el valor anterior.
  Si no se localizase un cauce próximo aguas arriba de la estación al que verter el alivio, se llevará todo el caudal hasta la estación de bombeo, en donde se aliviará todo el excedente antes de la elevación.

En redes separativas, el caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo que eleve el caudal de aguas residuales, Q_d, será la suma de los caudales de aguas residuales domésticas e industriales punta.

- Caudal unitario de cada bomba, Q_b

  Cuando todas las bombas de la estación sean iguales, el caudal unitario de cada bomba Q_b será, como mínimo, el caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo Q_d dividido entre el número de bombas a instalar menos el número de bombas en reserva:

$$Q_b = \frac{Q_d}{(n - n_r)}$$

Además, en todo momento deberá cumplirse la siguiente relación:

$$(n_f - 1)Q_b < Q_d < n_f Q_b$$

Siendo:

n	número de bombas instaladas
n_r	número de bombas en reserva
n_f	número de bombas en funcionamiento
Q_d	caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo (m^3/s)
Q_b	caudal unitario de cada bomba (m^3/s)

Cuando, por el contrario, las bombas de la estación sean de dos tamaños diferentes por que el régimen de caudales sea muy variable, el caudal unitario de cada una de las bombas se calculará mediante las siguientes expresiones:

Bombas de menor tamaño

$$Q_{b,1} = \frac{3(QD_m + QI_m)}{(n_1 - n_r)}$$

Bombas de mayor tamaño

$$Q_{b,2} = \frac{Q_d - 3(QD_m + QI_m)}{n_2}$$

Siendo:

n_1	número de bombas de menor tamaño
n_2	número de bombas de mayor tamaño
n_r	número de bombas en reserva
Q_d	caudal de dimensionamiento de la estación de bombeo (m^3/s)
$Q_{b,1}$	caudal unitario de cada una de las bombas de menor tamaño (m^3/s)
$Q_{b,2}$	caudal unitario de cada una de las bombas de mayor tamaño (m^3/s)
QD_m	caudal medio de aguas residuales domésticas (m^3/s)
QI_m	caudal medio de aguas residuales industriales (m^3/s)

Caudal de salida de la estación de bombeo

Cuando todas las bombas de la estación sean iguales, el máximo caudal de salida de la estación de bombeo Q_{SB} se calculará mediante la siguiente expresión (igual notación que en el caso anterior):

$$Q_{SB} = (n - n_r)Q_{bponderada}$$

Siendo Qbponderada el caudal unitario de la bomba en su funcionamiento en paralelo, si se diese el caso, con $(n-n_r)$ bombas. En el caso de que las impulsiones fuesen independientes para cada bomba, si se podría utilizar el valor Q_b de caudal unitario de una bomba.
Cuando, por el contrario, las bombas de la estación sean de dos tamaños diferentes por que el régimen de caudales sea muy variable, el máximo caudal de salida de la estación de bombeo Q_{SB} se calculará mediante la siguiente expresión (igual notación que en el caso anterior):

$$Q_{SB} = (n_1 - n_r)Q_{bponderada1} + n_2 Q_{bponderada2}$$

14.10.2 Dimensionamiento hidráulico

14.10.2.1 Volumen del depósito de bombeo

El volumen total del depósito de bombeo será la suma del volumen útil más el volumen muerto condicionado por la cota de aspiración.

El volumen útil será el volumen comprendido entre los niveles máximo y mínimo de operación.

Aunque la explotación de tales estaciones se realizará, habitualmente, de manera que el nivel de agua en su interior se mantenga constante (mediante variadores de frecuencia), el cálculo del volumen útil necesario podrá hacerse de forma conservadora en alguna de las dos hipótesis de arranque y parada de las bombas que a continuación se establecen, suponiendo, además, que el caudal bombeado sea constante e igual para todas las bombas que integran la estación e independiente de la altura manométrica:

- Hipótesis 1: arranque y paro sucesivos de las bombas
- Hipótesis 2: arranque sucesivo y paro común de las bombas

En ambas hipótesis, conforme aumenta el caudal de entrada van entrando en accionamiento las distintas bombas. En la hipótesis 1, al disminuir el citado caudal de entrada, las bombas van deteniéndose sucesivamente, mientras que en la hipótesis 2 todas las bombas dejan de funcionar a la vez, cuando se ha vaciado por completo el depósito.

La primera hipótesis proporciona un caudal de salida más uniforme (tanto más, cuantas más bombas se instalen), mientras en la segunda hipótesis el caudal es más variable, si bien el volumen necesario para el depósito es menor en este caso.

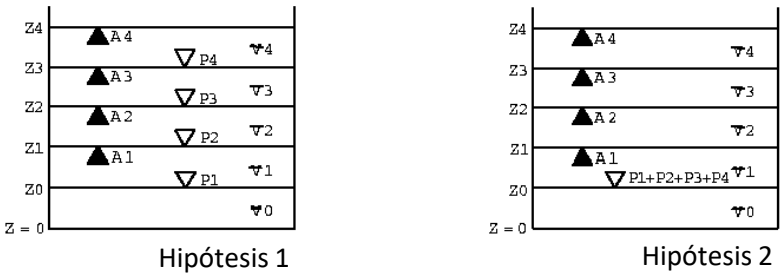


Figura 10 Posibles hipótesis de funcionamiento de las bombas

El cálculo del volumen del depósito de bombeo se realizará conforme se especifica a continuación, según cuál sea la hipótesis de funcionamiento seleccionada.

- Hipótesis 1

  En este caso, el volumen V del depósito de bombeo vendrá dado por la siguiente expresión, supuesto el caudal bombeado constante e igual para todas las bombas:

$$V = (n - n_r)\frac{900 \cdot Q_b}{N_a} = (n - n_r) \cdot V_i$$

V	Volumen mínimo del depósito de bombeo (m^3)
V_i	Volumen parcial mínimo del depósito de bombeo para 1 bomba (m^3)
n	Número de bombas instaladas
n_r	Número de bombas en reserva
Q_b	Caudal unitario de cada bomba (m^3/s)
N_a	Nº de arranques por hora (ver Tabla 9)

En la tabla inferior se indican unos valores orientativos del número de arranques por hora en una bomba en función de su potencia nominal, si bien el fabricante del equipo deberá especificar el valor concreto en cada caso particular.

Tabla 9. Número máximo de arranques/hora recomendado en función de la potencia nominal de los motores

Potencia kW	Arranques/hora
<37	8
>37	5

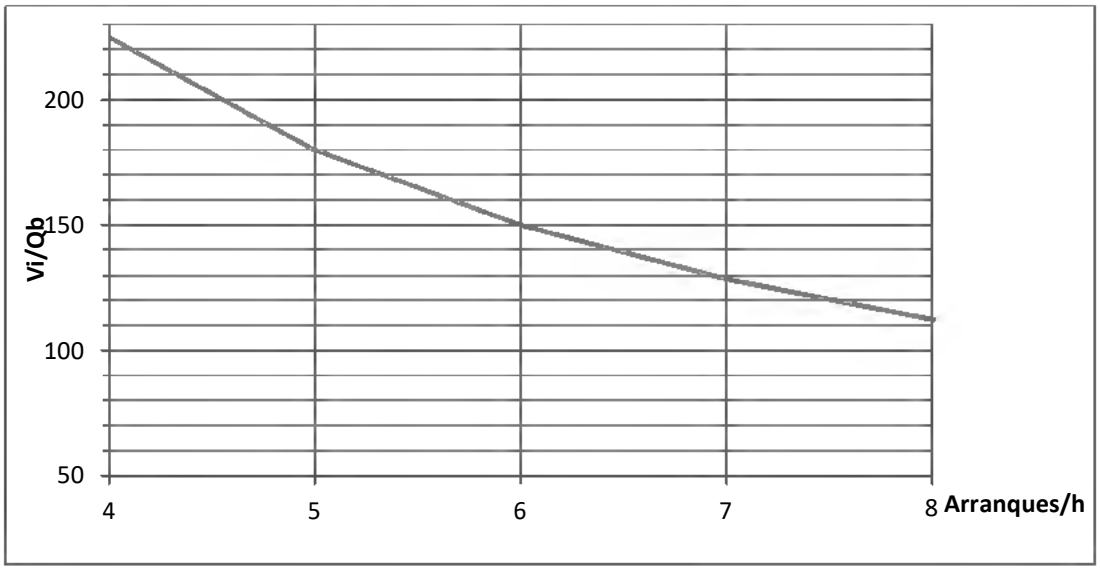


Figura 11 Diagrama para el cálculo de la Hipótesis 1

- Hipótesis 2

  En este caso, el volumen V del depósito de bombeo vendrá dado por la siguiente expresión, supuesto el caudal bombeado constante e igual para todas las bombas:

$$V = \sum_{i=1}^{n-n_r} V_i$$

Tabla 10. Cálculo de los volúmenes parciales del depósito de bombeo en función del número de bombas

Nº bombas	Volumen parcial (m^3)
1	$V_1=(0,9Q_b)/N_a$
2	$V_2=0,392(0,9Q_b)/N_a$
3	$V_3=0,264(0,9Q_b)/N_a$
4	$V_4=0,216(0,9Q_b)/N_a$
5	$V_5=0,188(0,9Q_b)/N_a$
6	$V_6=0,167(0,9Q_b)/N_a$
7	$V_7=0,152(0,9Q_b)/N_a$
8	$V_8=0,140(0,9Q_b)/N_a$

V	Volumen mínimo del depósito de bombeo (m^3)
V_i	Volumen parcial mínimo requerido (m^3)
Q_b	Caudal unitario de cada bomba (l/s)
n	Número de bombas instaladas
n_r	Número de bombas en reserva
N_a	Nº de arranques por hora (ver Tabla 9)

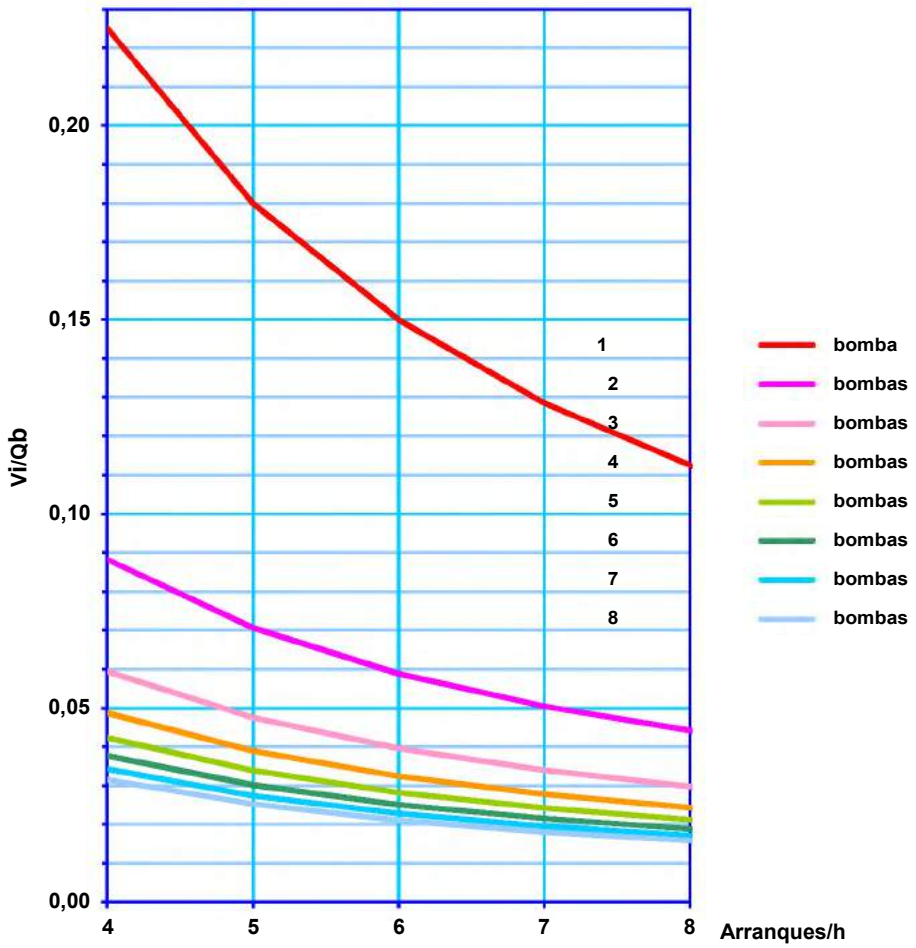


Figura 12 Diagrama para el cálculo de la Hipótesis 2

14.10.2.2 Tubo de aspiración

Cuando la estación de bombeo vaya equipada con tubo de aspiración, éste será horizontal y con extremo acampanado. Asimismo, la distancia de entrada de la campana a la solera del depósito será un valor próximo a 0,6 veces el diámetro exterior de la campana de entrada al tubo de aspiración.

Si existen varios tubos de aspiración se recomienda que como mínimo se distancien en 3 veces el diámetro de la campana de entrada.

La relación entre el diámetro de entrada a la campana y el del tubo de aspiración (D/d) debe estar comprendida entre 1,5 y 1,8.

En las dos siguientes figuras se presentan esquemas del tubo.

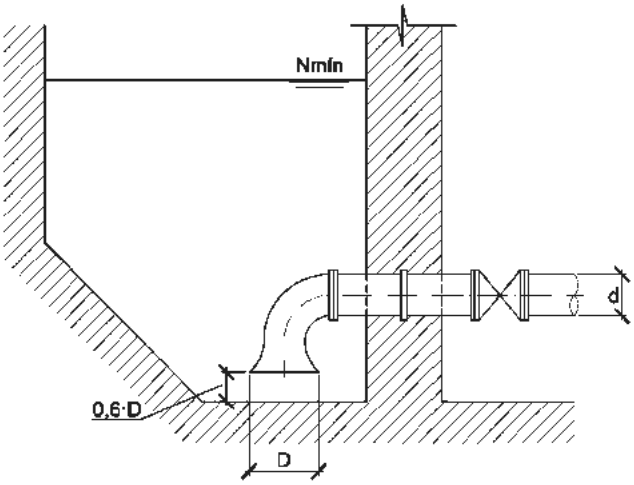


Figura 13 Esquema de condicionantes geométricos orientativos en el tubo de aspiración

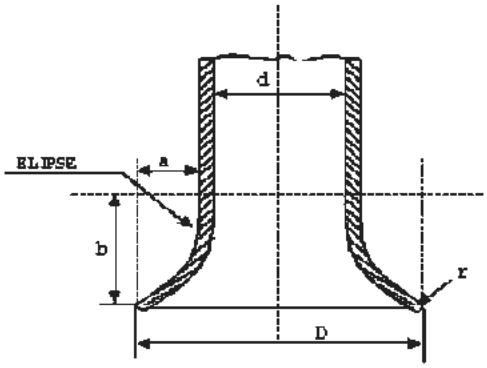


Figura 14 Esquema de la campana de entrada a la tubería

El diámetro del tubo de aspiración ha de ser al menos igual al de la brida de aspiración de la bomba. Los codos, en caso de ser necesarios, deberán tener un radio igual o superior a 1,5 veces el diámetro de la tubería de aspiración.

Los cambios de sección en el tubo de aspiración, en su caso, deben ser graduales y realizados mediante conos excéntricos para evitar acumulaciones de aire. Igualmente, entre dos secciones de diferentes características o entre las que varíe la dirección del flujo se recomienda disponer un tramo recto de longitud igual o superior a 1,5 veces el diámetro del tubo.

14.10.2.3 Tubo de impulsión

El tubo de impulsión de cada bomba será al menos del mismo diámetro que la brida de descarga.

La velocidad del agua no será superior a 3 m/s. No obstante, en tramos muy cortos, como los previos al colector general, podrán permitirse velocidades mayores.

La velocidad mínima no será inferior, en general, a 0,6-0,7 m/s para evitar sedimentaciones en la tubería. A la salida de las bombas, la velocidad mínima será de 1,00 m/s para evitar atascos en el impulsor.

El diámetro del tubo de la impulsión se podrá calcular mediante la siguiente expresión (seleccionado el diámetro comercial más próximo al obtenido con ella):

$$Q_b = v \cdot S \qquad D = 1{,}128\sqrt{\frac{Q_b}{v}}$$

Siendo:

Q_b	Caudal unitario de cada bomba (m^3/s)
v	Velocidad (m/s)
S	Sección del tubo (m^3)
D	Diámetro teórico de la conducción (m)

Entre la salida de la bomba y el tubo de impulsión se acoplará un difusor, consistente en un cono recto con un ángulo de 8º a 10º.

14.10.2.4 Diseño de otros elementos de la estación

En el diseño del resto de elementos que componen la estación de bombeo, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones, complementariamente a lo expuesto en artículos anteriores:

- Desbaste de sólidos
  La reja de finos y/o gruesos a colocar en las instalaciones de desbaste se dimensionará de forma que pueda circular por ella el caudal máximo con una velocidad máxima de 1,20 m/s por la superficie libre de paso entre barrotes.
  El resguardo de la coronación de la reja sobre el nivel máximo de la lámina prevista será de, al menos, 50 cm.
- Pozo de gruesos
  Se dimensionará para un tiempo de estancia mínimo de 1 minuto para el caudal punta. La velocidad ascensional será inferior a 300 m^3/m^2/hora para el mismo caudal punta.
  Las dimensiones mínimas del pozo de gruesos serán 1,00 x 1,00 m^2 en planta, debiendo, en cualquier caso, ser tales que sean compatibles con el sistema de extracción de los residuos empleados (cuchara bivalva, etc.).

14.10.3 Dimensionamiento geométrico

El proyecto deberá contener un perfil longitudinal que muestre los diversos niveles de la lámina de agua en situación normal y extraordinaria de servicio de la EBAR. El proyecto deberá seguir las siguientes condiciones respecto a cotas relativas:

- En la cámara de retención o en la derivación a ésta, entre la cota de la rasante hidráulica del colector de entrada a la estación y la cota del umbral del vertedero lateral hacia la cámara de retención de seguridad, existirá una distancia igual a 0,85·D, siendo D el diámetro del colector o la distancia entre la generatriz inferior y la clave del mismo (secciones rectangulares, ovoides, etc.).
- En el pozo de gruesos, la cota de la rasante hidráulica del colector de entrada al pozo de gruesos será, al menos, la cota del máximo calado del canal de desbaste en condiciones de máxima colmatación, incrementada en 0,50 m de margen de seguridad.
- Las compuertas de aislamiento de canales (cierre estanco por tres de sus lados, salvo el lado superior), deberán tener una altura tal, que la cota de la lámina de vertido para el máximo caudal a evacuar por el aliviadero quede 0,25 m por debajo del límite superior del tablero de las compuertas cuando se encuentren cerradas. Y en cualquier caso, las dimensiones de las compuertas deberán impedir en cualquier situación el paso de agua aguas abajo de las mismas.

- En el extremo de aguas abajo de la línea de rejas, entre la cota de salida de la solera de la línea de rejas y el máximo nivel normal de arranque de las bombas (MNN), deberá existir una distancia mínima de 0,25 m.
- Las soleras y tramex (pasarelas o cubiertas de zonas) de la estación de bombeo, deberán situarse a una cota superior a 0,50 m con respecto al MNE.

Las dimensiones del depósito de bombeo deberán ser conformes a lo especificado a continuación y a lo recogido en los planos incluidos en el Anexo a estas Normas.

Tabla 11. Dimensiones recomendadas de los pozos rectangulares

Cota (mm)	Descripción	Valor recomendado (mm)
A mínimo	Distancia entre ejes de bombas y entrada de agua	$162Q^{0,5}$
B mínimo	Distancia entre ejes de bombas contiguas	$70Q^{0,5}$
C máximo	Distancia entre eje de bomba a muro más próximo	$34Q^{0,5}$
D	Lado del hueco de comunicación	$22Q^{0,5}$
E	Distancia entre entrada de agua y pantalla deflectora	$304Q^{0,28}$
F mínimo	Nivel de agua	$178Q^{0,274}$
G mínimo	Distancia entre volutas contiguas	200
H mínimo	Distancia entre muro y voluta extrema	200

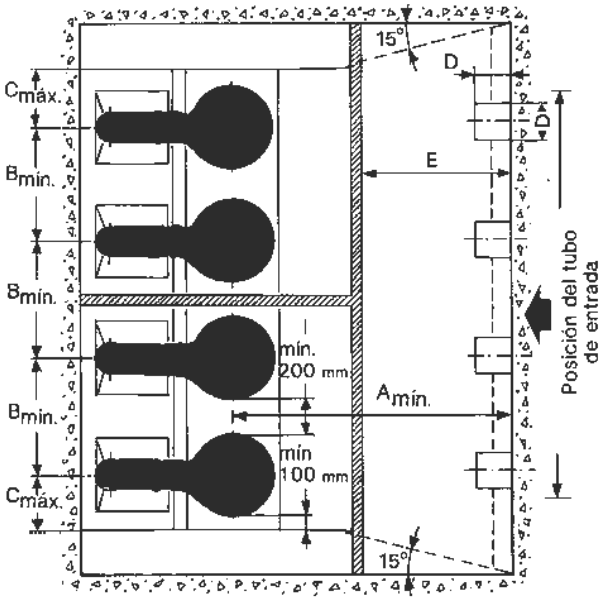


Figura 15 Esquema de dimensiones de pozos rectangulares

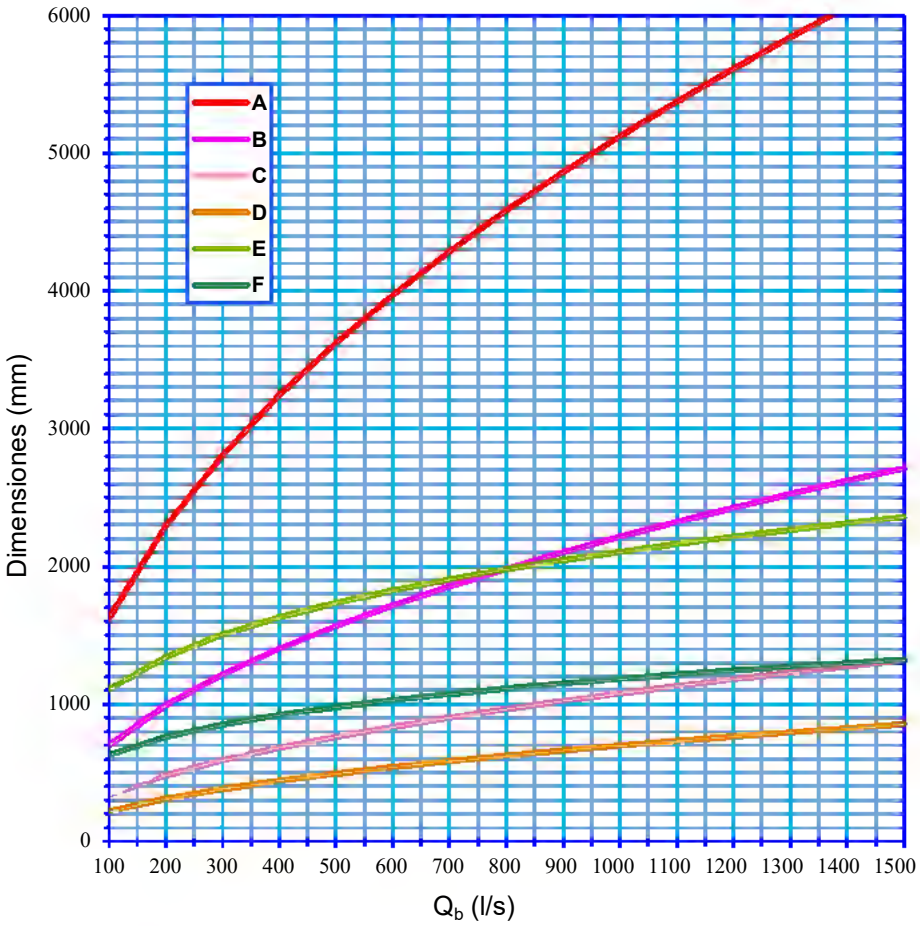
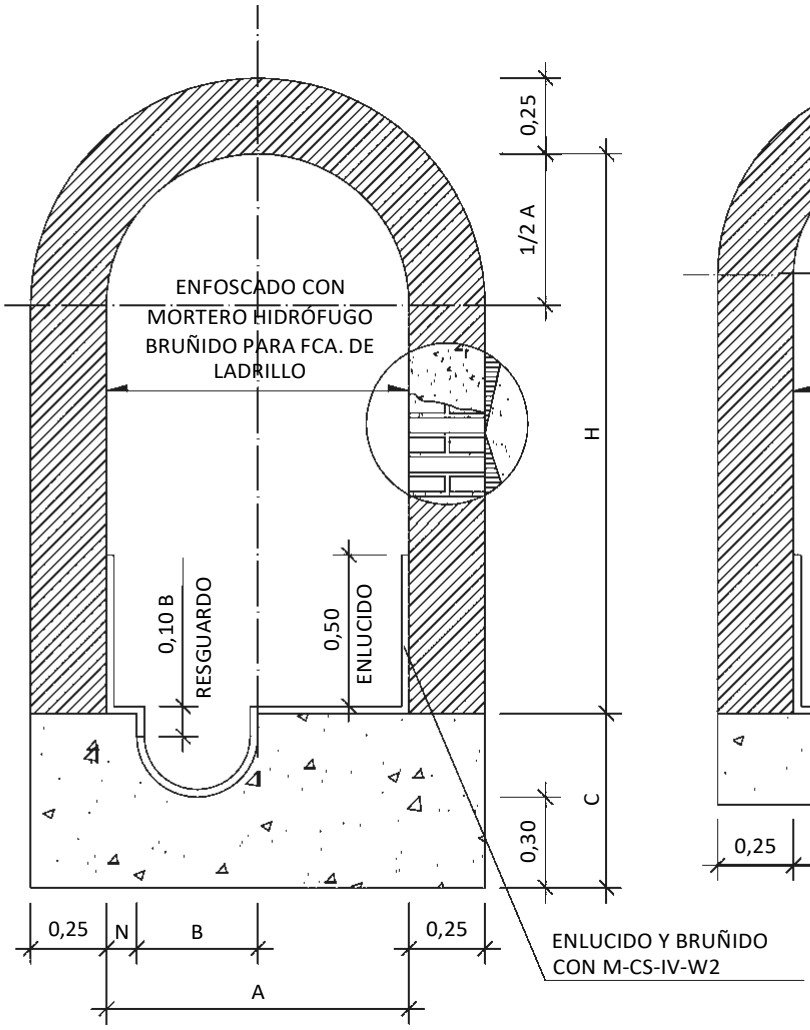


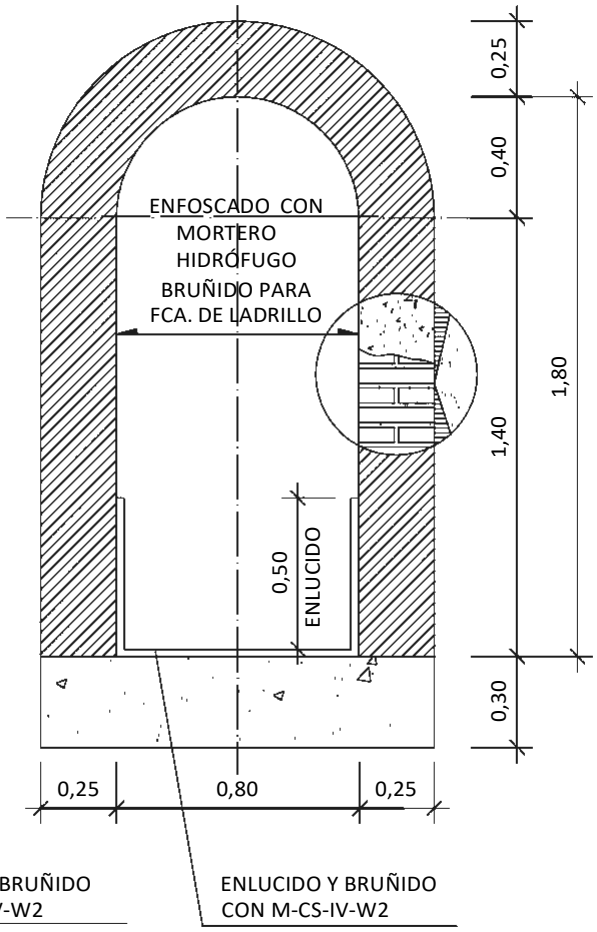
Figura 3. Dimensiones mínimas de los pozos rectangulares

En la solera de los depósitos se realizará una poceta de 10-15 cm de profundidad y 40 x 40cm de superficie que permita introducir una bomba pequeña con la misión de vaciar completamente el depósito.

15 PLANO



GALERÍA CON CUNA

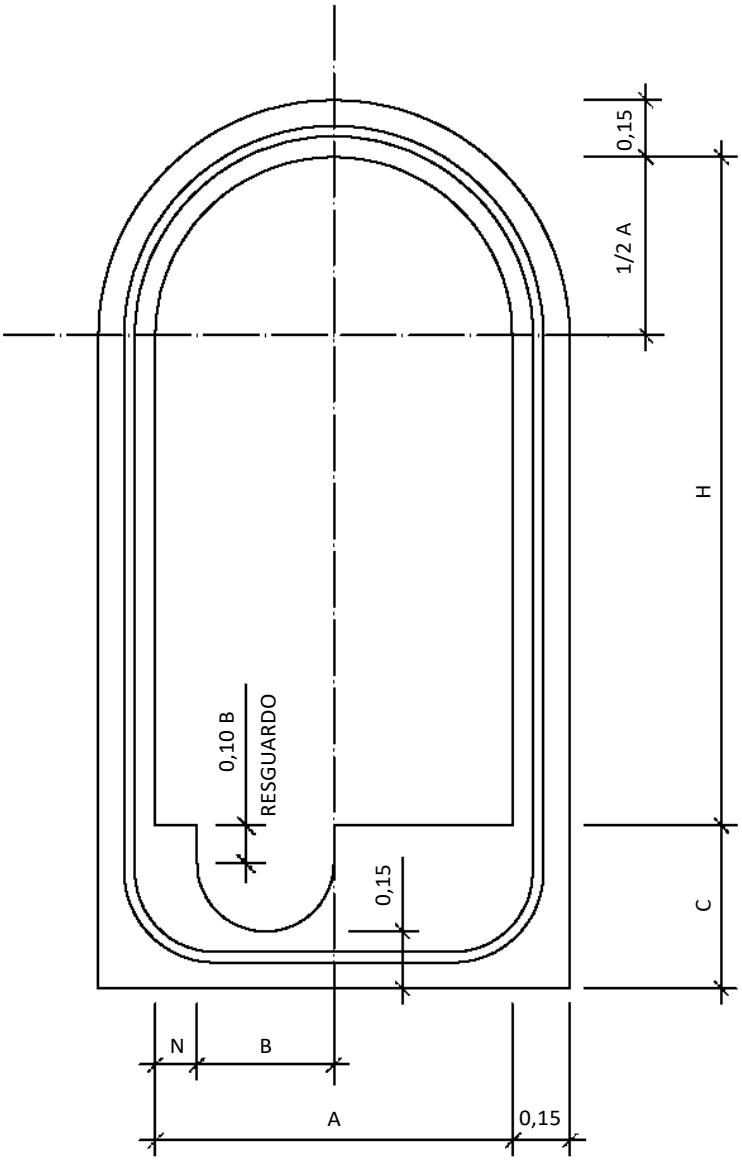


GALERÍA DE ACCESO

MATERIALES

- CONSTRUCCIÓN A CIELO ABIERTO: HORMIGÓN HA-25, ARMADO SEGÚN PROYECTO
- CONSTRUCCIÓN EN MINA
  - SOLERA: HORMIGÓN HM-20 O HA-25
  - ALZADOS: FÁBRICA DE LADRILLO MACIZO CON M-10, HORMIGÓN HM-20, HORMIGÓN ARMADO (HA-25).

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES	
TITULO DEL PLANO: GALERÍAS CON CUNA Y GALERÍA DE ACCESO IN SITU	
FECHA: MAYO 2020	ESCALAS: 1:25
	Nº DEL PLANO 1.1
COTAS EN m	



GALERÍA VISITABLE

LONGITUD MÍNIMA 2 m

HORMIGÓN HA-40

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

TITULO DEL PLANO:

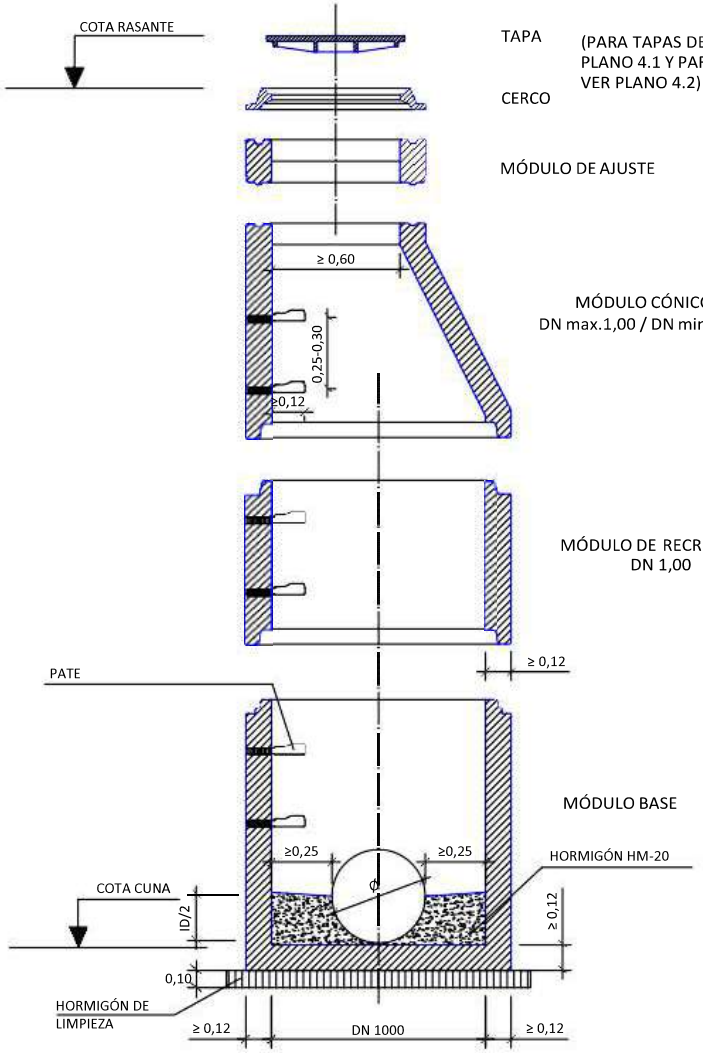
GALERÍAS VISITABLES CON CANAL PREFABRICADAS

FECHA: MAYO 2020

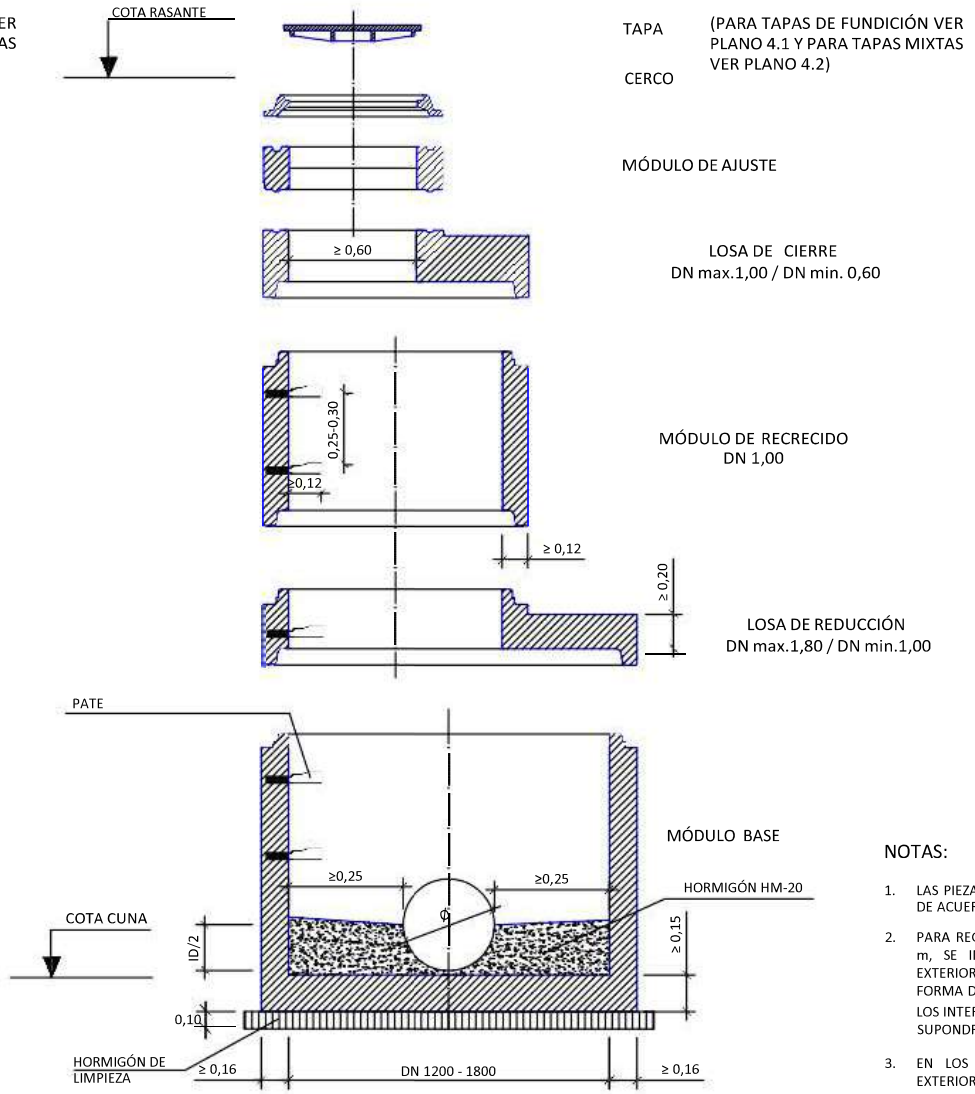
ESCALAS: 1:20

Nº DEL PLANO 1.2

COTAS EN



POZO DN 1000



POZO DN 1200 - 1800

HORMIGÓN HA-40

CARGAS DE FISURACIÓN Y ROTURA

kN/m

DN POZO (mm)	CLASE RESISTENTE			
	CLASE 30 SERIE NORMAL		CLASE 60 SERIE REFORZADA	
	FISURAC.	ROTURA	FISURAC.	ROTURA
1.000	20	30	40	60
1.200	24	36	48	72
1.500	30	45	60	90
1.800	36	54	72	108

MATERIALES:

TODAS LAS PIEZAS SERÁN ARMADAS.
SERIE REFORZADA SEGÚN UNE 127917

NOTAS:

1. LAS PIEZAS IRÁN RECIBIDAS Y SUS JUNTAS SELLADAS DE ACUERDO CON UNE-EN 1917.
2. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.
3. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

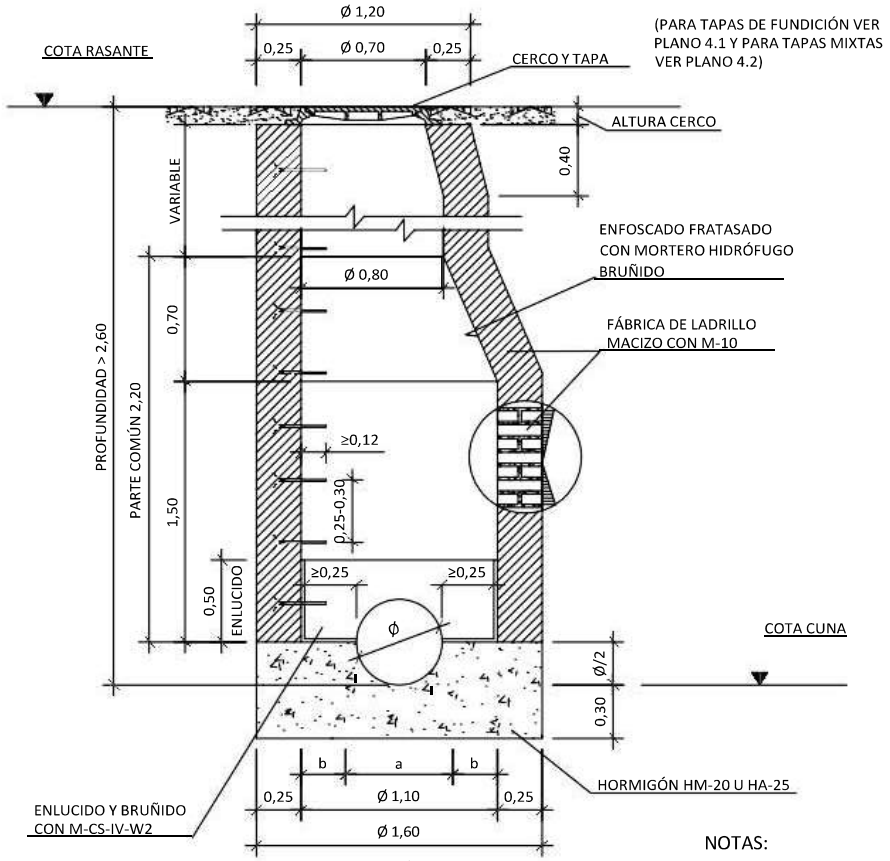
CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZOS PREFABRICADOS CIRCULARES DE HORMIGÓN

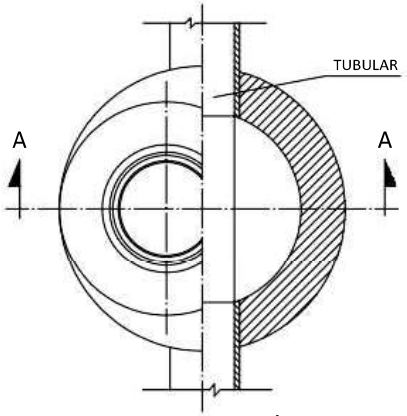
FECHA: MAYO 2020
ESCALAS: 1:25
Nº DEL PLAN 2.1

COTAS EN m

POZO DE REGISTRO PARA ALCANTARILLADO TUBULAR
(Profundidad > 2,60 m)

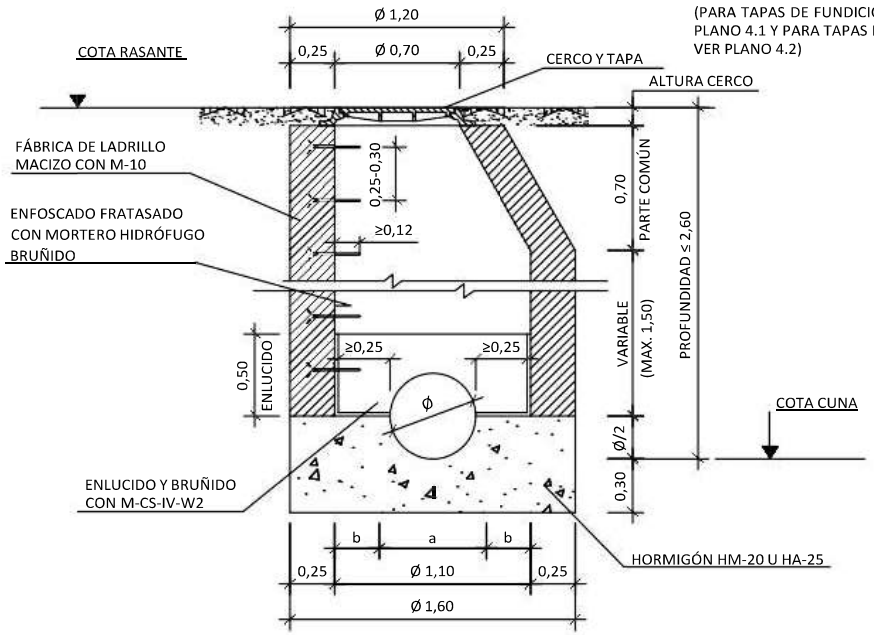


SECCIÓN A-A

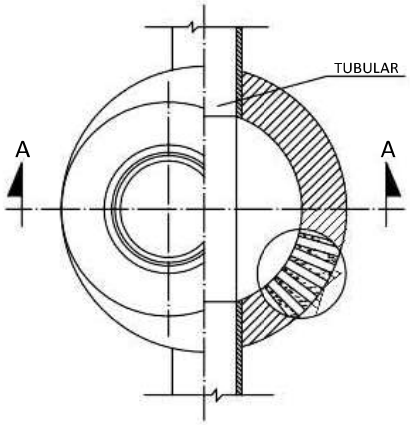


PLANTA - SECCIÓN

POZO DE REGISTRO PARA ALCANTARILLADO TUBULAR
(Profundidad ≤ 2,60 m)



SECCIÓN A-A



PLANTA - SECCIÓN

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

DIMENSIONES SOLERA

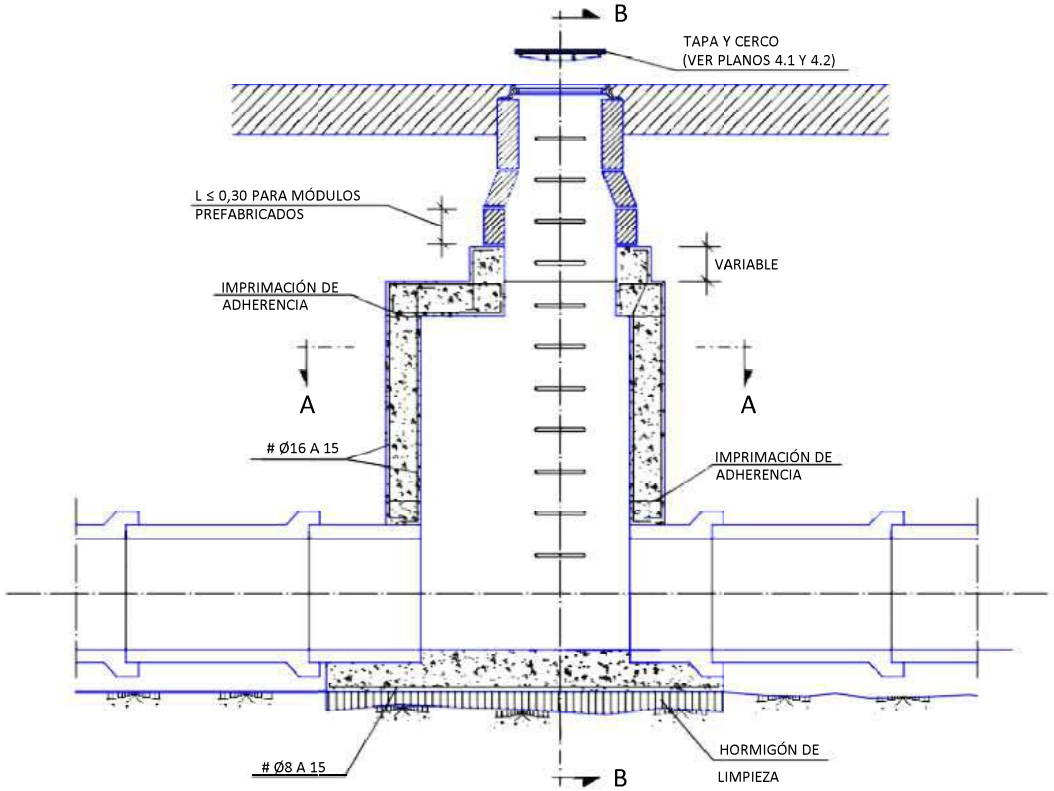
DIAMETRO TUBULAR Ø (cm)	a (m)	b (m)
30	0,30	0,40
40	0,40	0,35
50	0,50	0,30
60	0,60	0,25

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

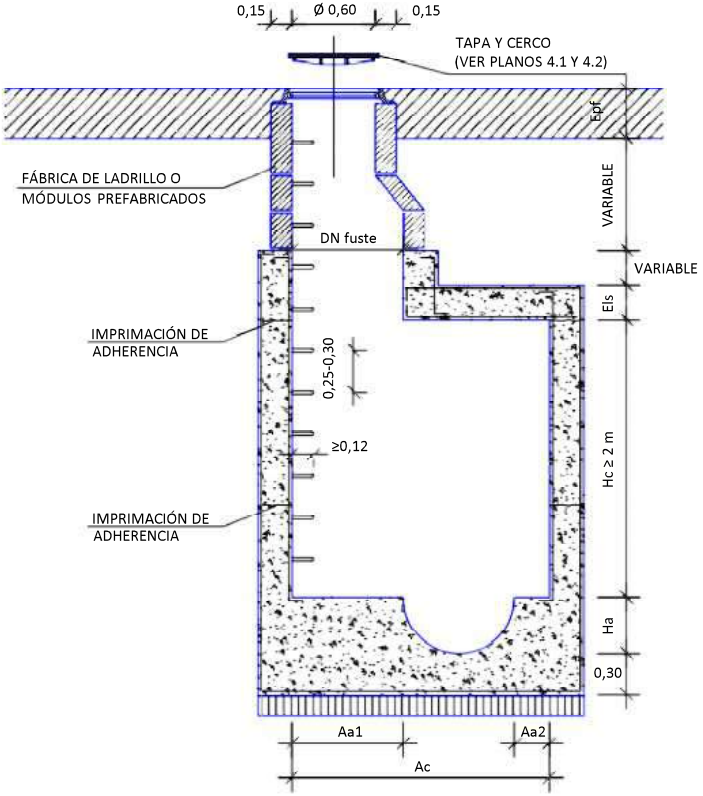
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZOS DE REGISTRO IN SITU CIRCULARES DE FÁBRICA DE LADRILLO

FECHA: MAYO 2020
ESCALAS: 1:30
Nº DEL PLANO 2.2

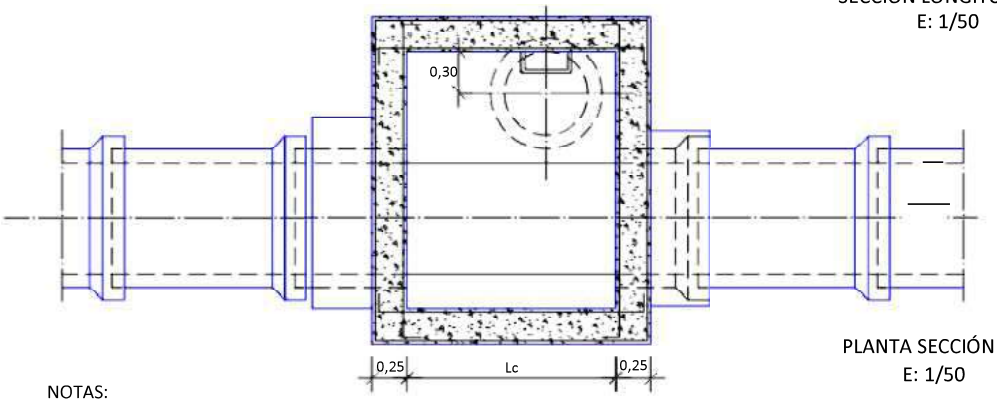
COTAS EN m



SECCIÓN LONGITUDINAL
E: 1/50



SECCIÓN TRANSVERSAL NORMAL B-B
E: 1/25



PLANTA SECCIÓN A-A
E: 1/50

DN (mm)	H_{lim} (Profundidad de la rasante hidráulica)	Ha (Altura del andén)	Aa_1 (Ancho del andén 1)	Aa_2 (Ancho del andén 2)	Lc (Longitud cámara)	Ac (Anchura cámara)	DN fuste
800	3,00	0,40	0,80	0,25	1,50	1,85	0,80
1.000	3,10	0,50	0,80	0,25	1,50	2,05	0,80
1.200	3,20	0,60	0,80	0,25	2,00	2,25	0,80
1.400	3,30	0,70	0,80	0,25	2,00	2,45	0,80
1.500	3,35	0,75	0,80	0,25	2,00	2,55	0,80
1.800	3,50	0,90	1,00	0,25	2,00	3,05	0,80
2.000	3,60	1,00	1,00	0,25	2,00	3,25	0,80
2.500	3,85	1,25	1,00	0,25	2,00	3,75	0,80
3.000	4,10	1,50	1,00	0,25	2,00	4,25	0,80

Epf: Espesor paquetes firmes (m)	0,35
Els: Espesor losa superior (m)	0,25
Hc: Altura cámara desde andén (m)	2

Ha: Semisección del colector (ID/2)
Aa1: Estimado
Aa2: Estimado
H_{lim} = Ha + Hc + Els + Epf

NOTAS:

1. SI UNA VEZ DESENCOFRADO EXISTIERAN HUECOS O COQUERAS, EN EL HORMIGÓN O EN LA UNIÓN CON LOS TUBOS, SE RELLENARÁN CON MORTERO CON ADICIÓN DE IMPERMEABILIZANTE.

2. LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y LAS PAREDES DE LOS TUBOS EN CONTACTO CON EL HORMIGÓN SE IMPRIMARÁN CON UNA LECHADA DE ADHERENCIA CON RESINAS INMEDIATAMENTE ANTES DEL HORMIGONADO.

3. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

4. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

1. SI LA RASANTE DEL COLECTOR DISCURRE A UNA PROFUNDIDAD MAYOR O IGUAL QUE Hlim, SE PODRÁ DISPONER ESTA TIPOLOGÍA DE POZOS.

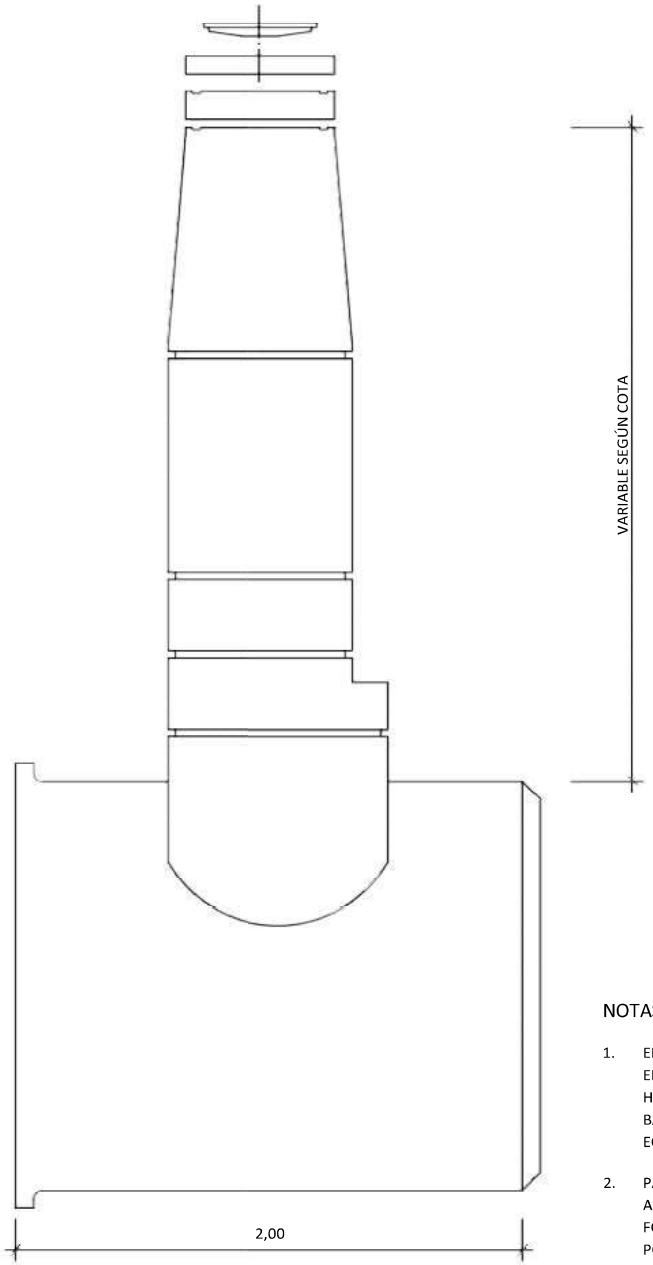
2. SI LA RASANTE DEL COLECTOR DISCURRE A UNA PROFUNDIDAD MENOR QUE Hlim, LA LOSA SUPERIOR DEBERÁ LLEGAR AL NIVEL DEL TERRENO Y TENDRÁ QUE SER PARCIAL O TOTALMENTE DESMONTABLE (TIPO COBIJAS), PARA QUE SE PUEDAN REALIZAR LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN.

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

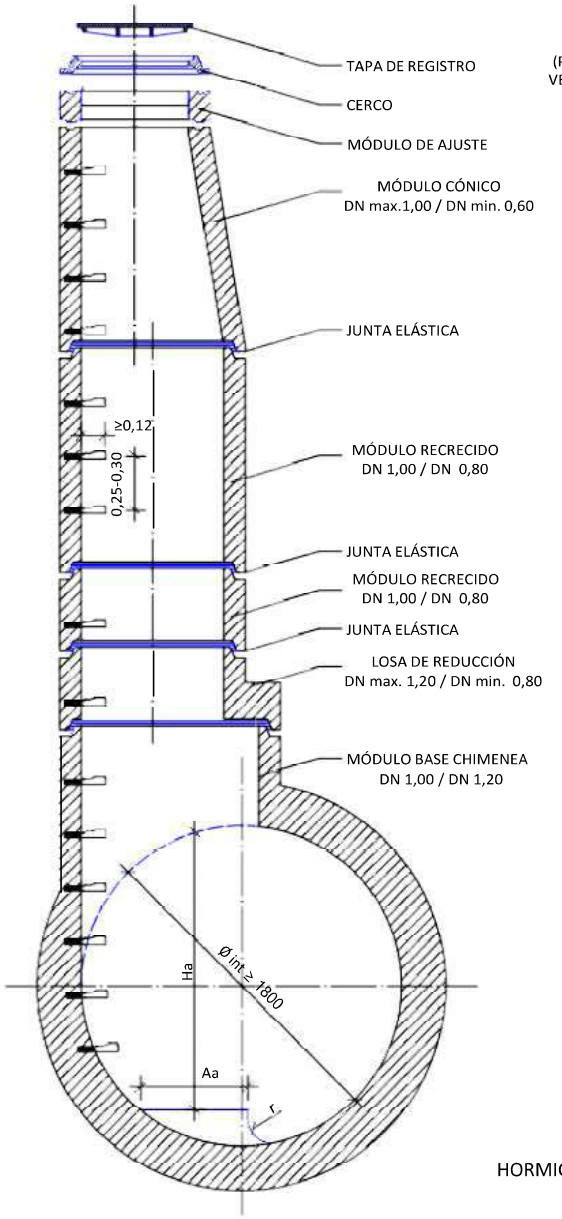
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZOS IN SITU. SECCIÓN RECTANGULAR

FECHA: MAYO 2020
ESCALAS: 1:50
Nº DEL PLAN: 2.3

COTAS EN m



ALZADO



(PARA TAPAS DE FUNDICIÓN VER PLANO 4.1 Y PARA TAPAS MIXTAS VER PLANO 4.2)

HORMIGÓN HA-40

SECCIÓN

NOTAS:

1. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

2. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

3. LOS VALORES DE Ha, Aa Y r, DEPENDERÁN DE LA SECCIÓN DEL COLECTOR AL QUE CONECTAN, DE TAL MANERA QUE SE MANTENDRÁ LA CONTINUIDAD DEL MISMO.

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

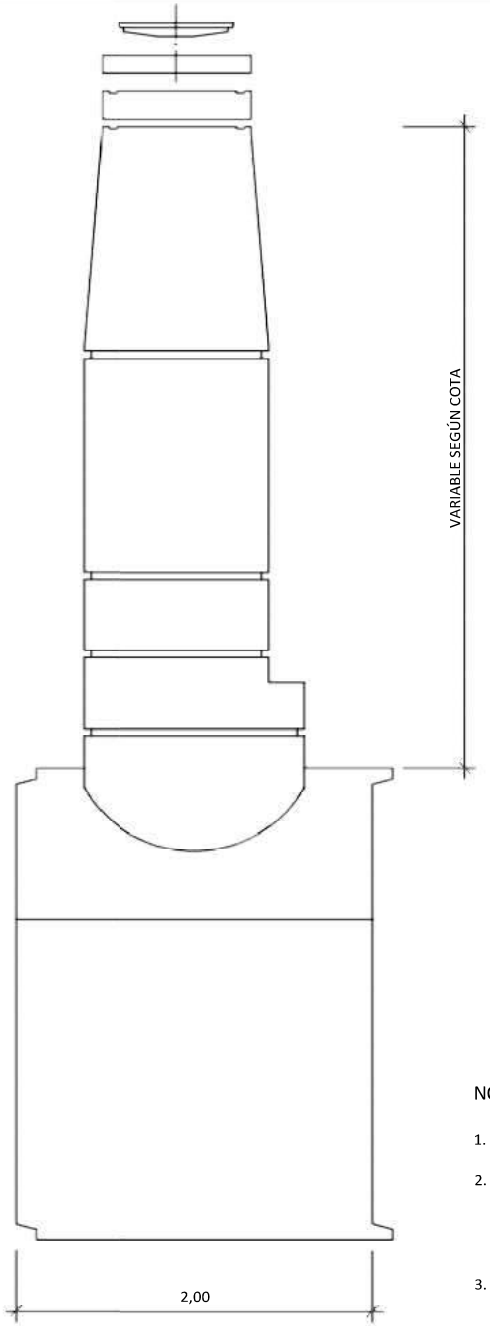
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO PREFABRICADO EXCÉNTRICO. SECCIÓN TUBULAR

FECHA: MAYO 2020

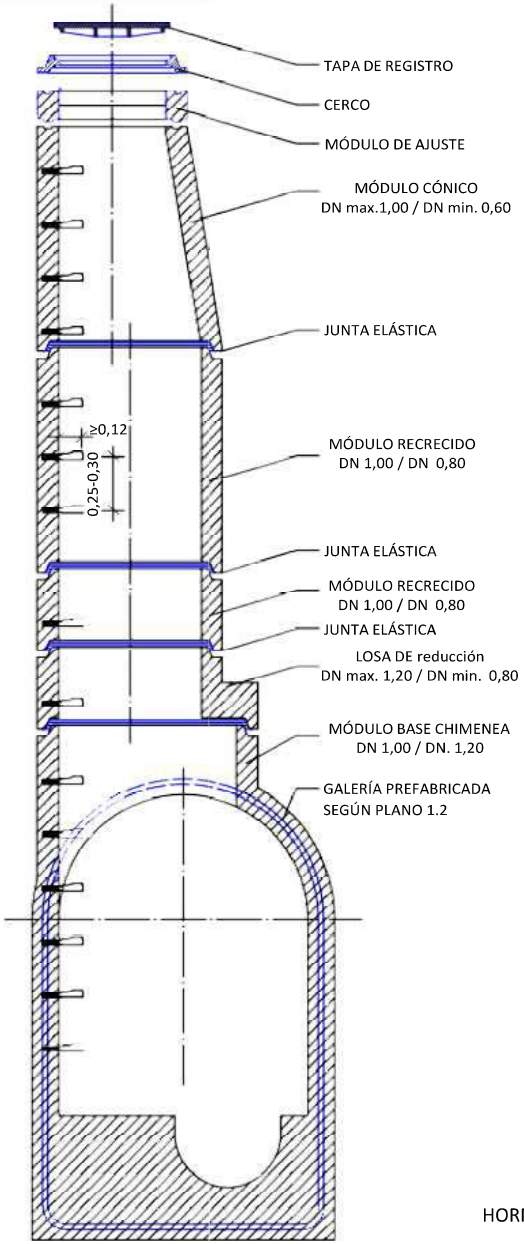
ESCALAS: 1:30

COTAS EN m

Nº DEL PLANO 2.4



ALZADO



(PARA TAPAS DE FUNDICIÓN VER PLANO 4.1 Y PARA TAPAS MIXTAS VER PLANO 4.2)

HORMIGÓN HA-40

SECCIÓN

NOTAS:

1. EN CASOS PARTICULARES LOS POZOS PUEDEN LLEVAR HERRAJES DE SUJECIÓN.
2. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.
3. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

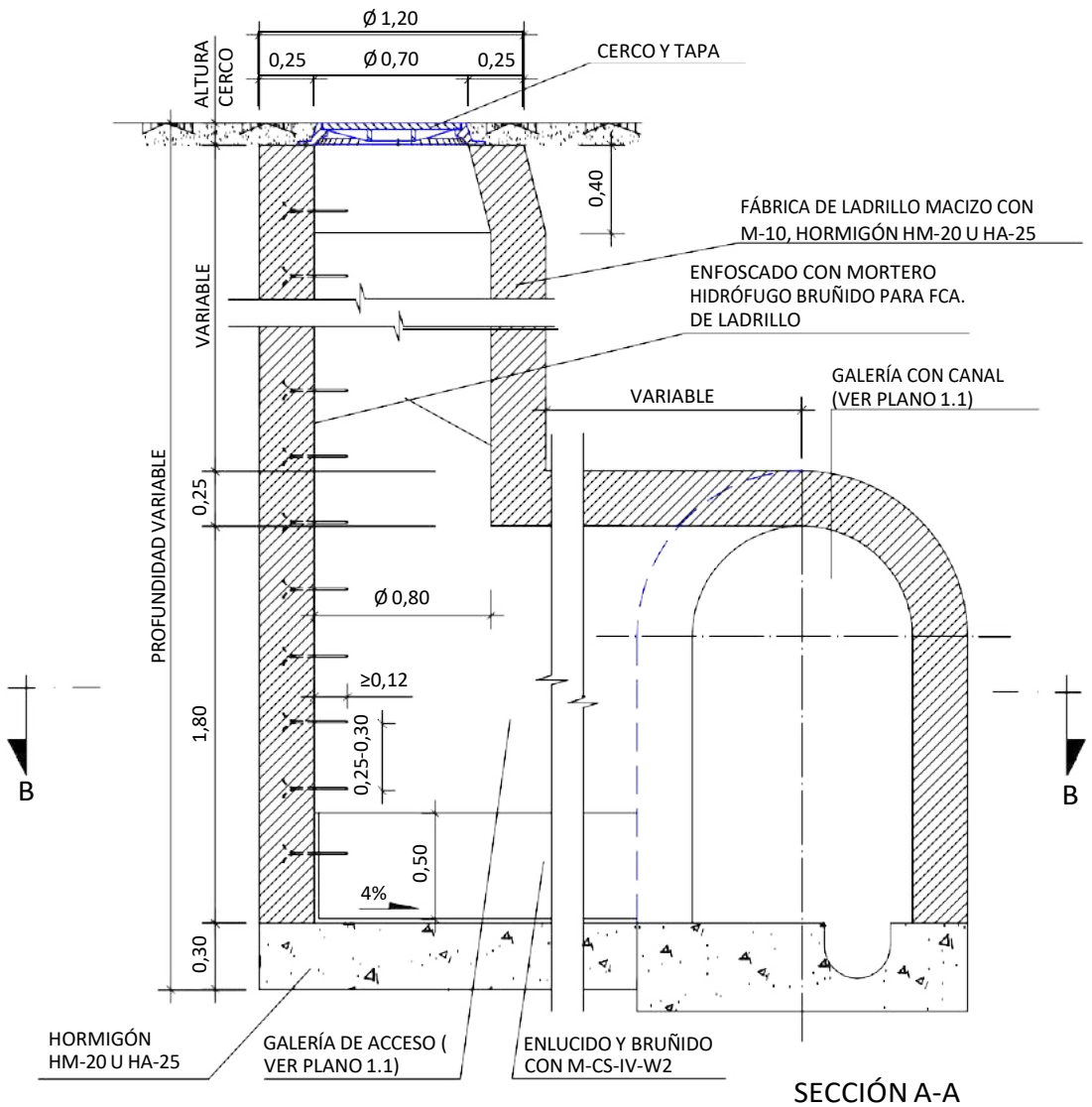
TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO
POZO PREFABRICADO EXCÉNTRICO. SECCIÓN GALERÍA

FECHA: MAYO 2020

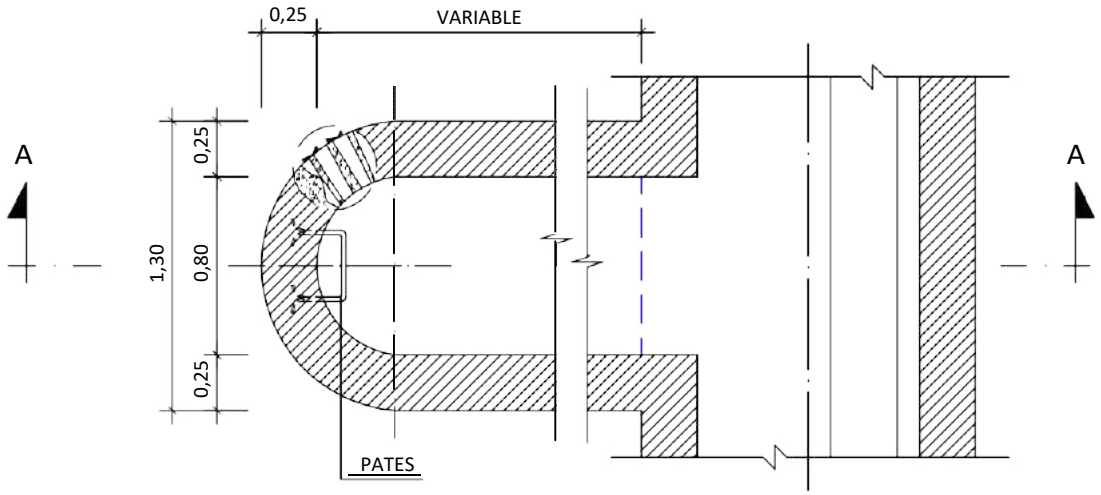
ESCALAS: 1:30

COTAS EN m

Nº DEL PLANO: 2.5



SECCIÓN A-A



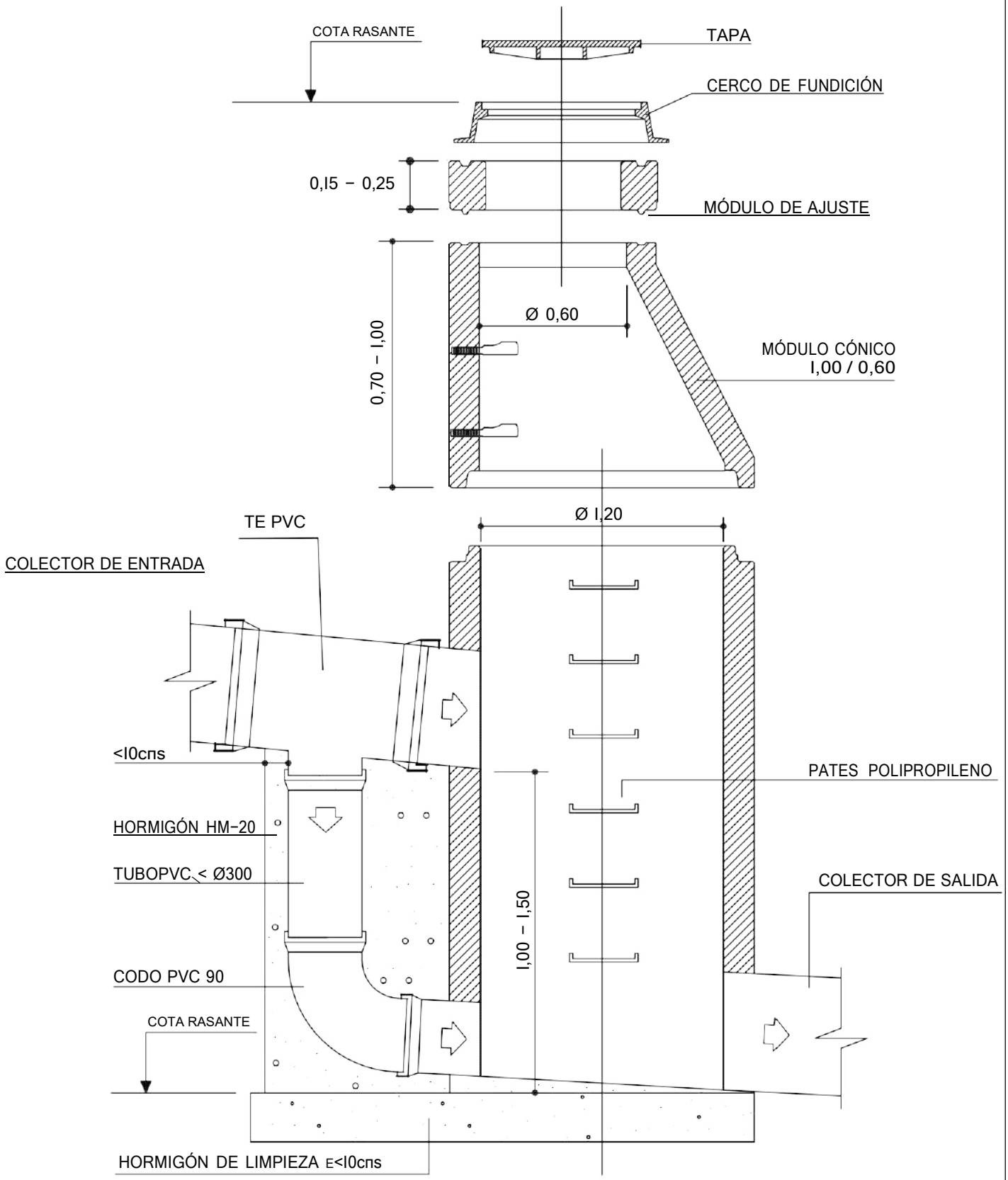
SECCIÓN B-B

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.

caceres	
CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES	
TITULO DEL PLANO:	POZOS DE REGISTRO POZO IN SITU CON GALERÍA DE ACCESO
FECHA: MAYO 2020	ESCALAS: 1:30
	Nº DEL PLANO 2.6
	COTAS EN m



CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

TITULO DEL PLANO: POZOS DE REGISTRO

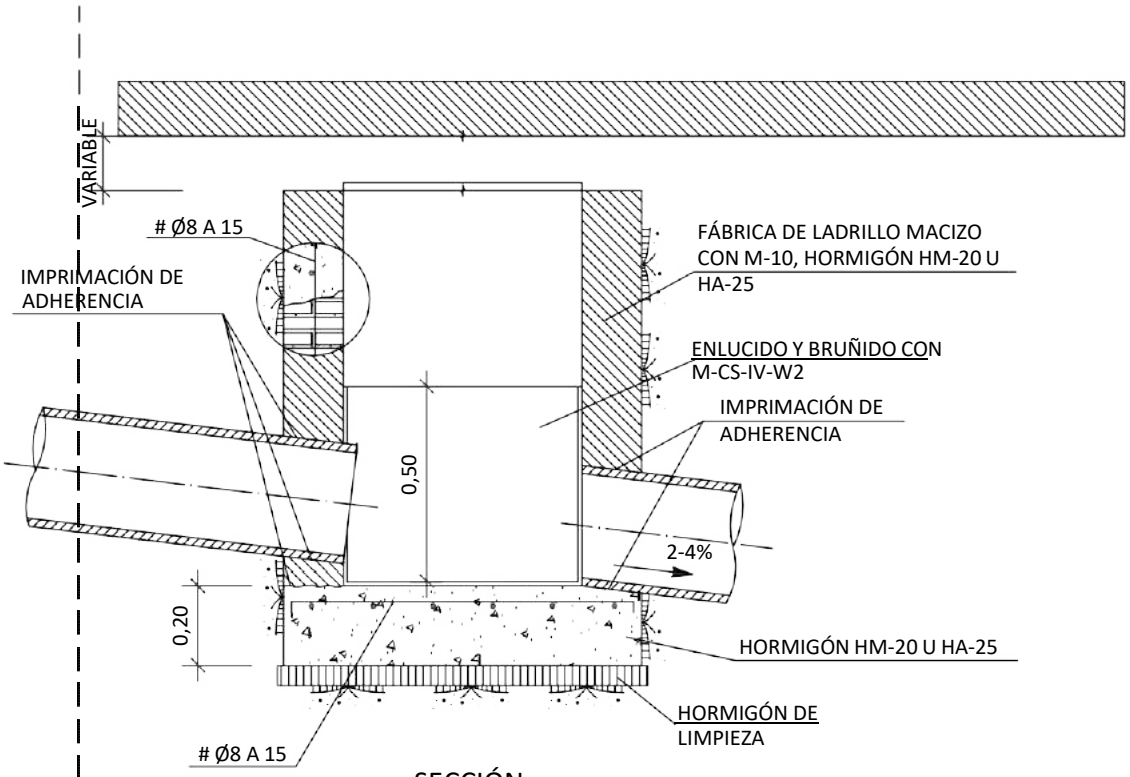
POZO DE RESALTO CON TE. CONEXIÓN A TUBULAR

FECHA: MAYO 2020

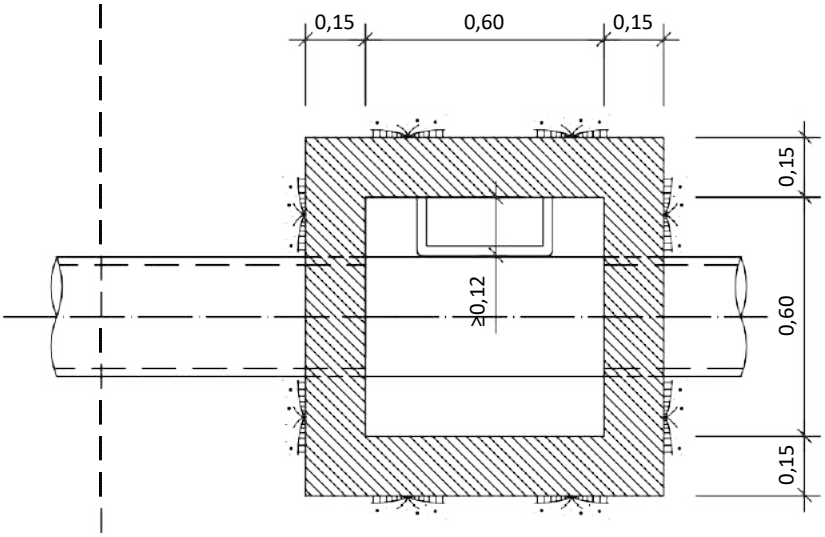
ESCALAS: VARIAS

Nº DEL PLAN 2.7

COTAS EN m



SECCIÓN



PLANTA

LÍMITE DE LA PROPIEDAD

VÍA PÚBLICA

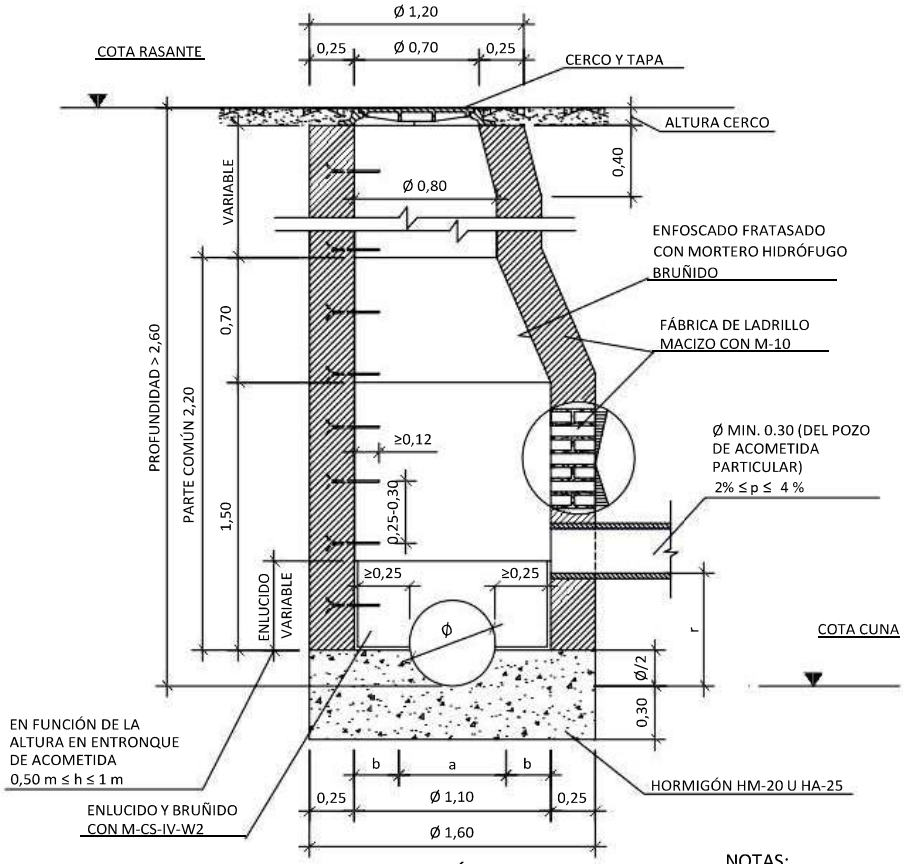
NOTAS:

1. SI UNA VEZ DESENCOFRADO EXISTIERAN HUECOS O COQUERAS, EN EL HORMIGÓN O EN LA UNIÓN CON LOS TUBOS, SE RELLENARÁN CON MORTERO CON ADICIÓN DE IMPERMEABILIZANTE.

2. LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y LAS PAREDES DE LOS TUBOS EN CONTACTO CON EL HORMIGÓN SE IMPRIMARÁN CON UNA LECHADA DE ADHERENCIA CON RESINAS INMEDIATAMENTE ANTES DEL HORMIGONADO.

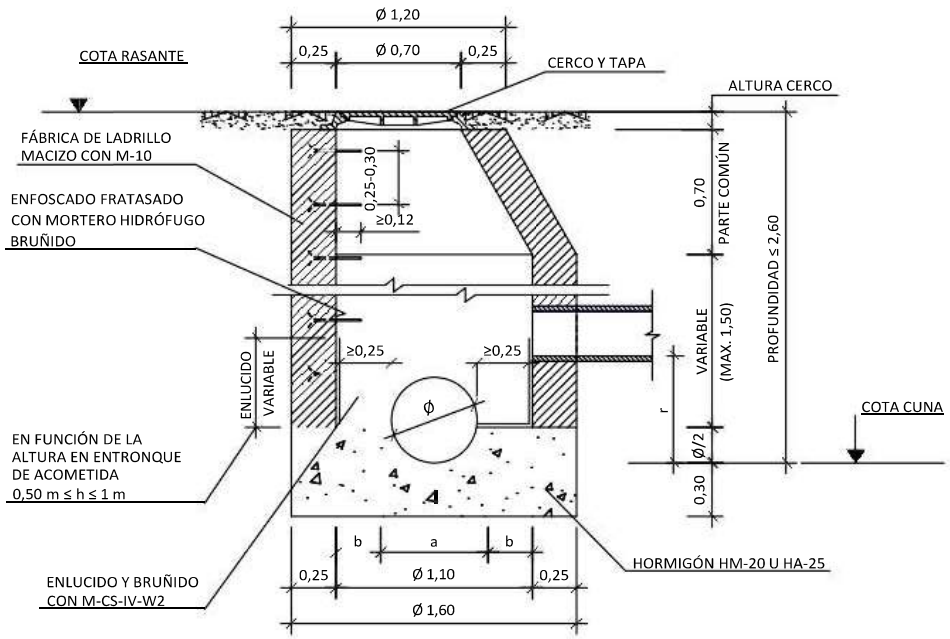
CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES	
TITULO DEL PLANO:	ACOMETIDAS ARQUETA DE ARRANQUE
FECHA: MAYO 2020	ESCALAS: 1:20
	Nº DEL PLAN 3.1
COTAS EN m	

POZO DE ENTRONQUE
(Profundidad > 2,60 m)

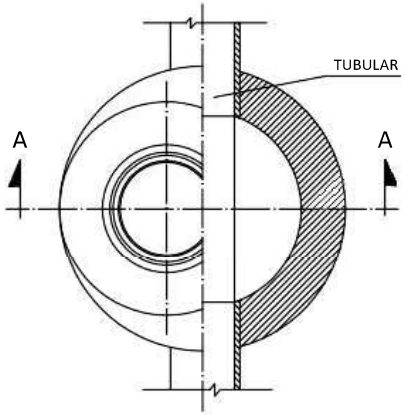


SECCIÓN A-A

POZO DE ENTRONQUE
(Profundidad ≤ 2,60 m)



SECCIÓN A-A

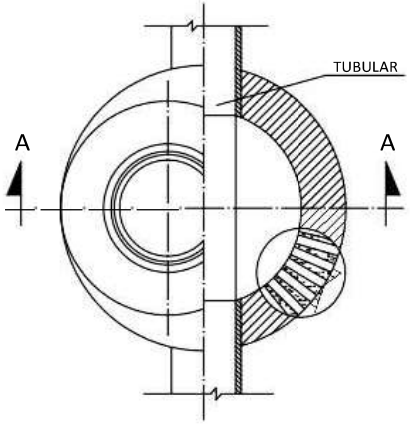


PLANTA - SECCIÓN

NOTAS:

1. PARA REGISTROS CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2 m, SE INSTALARÁ UN ASIDERO O PATE EN EL EXTERIOR QUE FACILITE EL ACCESO. SE COLOCARÁ EN FORMA DE "U" INVERTIDA (GIRADO 90º RESPECTO A LOS INTERIORES DEL POZO). SU UBICACIÓN NO SUPONDRÁ RIESGO DE TROPIEZO PARA TERCEROS.

2. EN LOS REGISTROS Y CÁMARAS CUYO ACCESO EXTERIOR SE ENCUENTRE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, CON RIESGO DE CAÍDA SUPERIOR A 2 m, SE DEBERÁ HABILITAR ACCESO SEGURO Y PROTEGER ADECUADAMENTE MEDIANTE BARANDILLAS U OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD EQUIVALENTE.



PLANTA - SECCIÓN

DIMENSIONES SOLERA

DIAMETRO TUBULAR Ø (cm)	a (m)	b (m)
30	0,30	0,40
40	0,40	0,35
50	0,50	0,30
60	0,60	0,25

NOTA:
El resalto estará comprendido entre Ø + 5 cm. y 1 m., es decir, Ø + 5 cm. ≤ r ≤ 1 m.

CONDICIONES TÉCNICAS DEL REGLAMENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES DE CÁCERES

TITULO DEL PLANO: ACOMETIDAS POZOS DE ENTRONQUE

FECHA: MAYO 2020

ESCALAS: 1:30

Nº DEL PLANO 3.2

COTAS EN m