

Caso práctico

Hemos visto cómo Miren ha diseñado el trazado y ha seleccionado los materiales para la red de abastecimiento, pero ¿qué pasa después de ducharnos, fregar los platos o simplemente cuando abrimos un grifo y el agua que no usamos se va por el desagüe? Para recoger el agua ya usada o sobrante están las redes de evacuación de aguas.

Aunque a Miren le encanta el diseño de las redes de abastecimiento siempre le gustó menos diseñar redes de evacuación. Repasando los conocimientos que recuerda, sabe que las redes de evacuación se encargan de llevar el agua residual hasta la Estación de Depuración de Aguas Residuales, o EDAR, pero se le plantean varias dudas:

- ¿todas las aguas residuales son iguales?
- ¿se tratan por igual todos los tipos de aguas residuales?
- ¿cómo se configuran las redes de evacuación?
- ¿se diferencian las redes de evacuación dependiendo del tipo de agua que recogen?
- ¿hay que tratar el agua antes de verterla a la alcantarilla?
- ¿se reutiliza el agua de alguna manera antes de tratarla o después?
- ¿cómo se jerarquizan los conductos?, ¿o todos son igual de importantes?
- ¿cómo se gestiona el tratamiento y el vertido?

En este caso Miren necesitará mucha ayuda, ya que no es un tema que le apasione tanto como las redes de abastecimiento y por lo tanto lo conoce menos. Vamos a acompañarla en su recorrido para trazar una red de evacuación de aguas residuales en el proyecto de la Eco Ciudad del Arga.

¿conoces el recorrido del agua desde que sale de nuestros desagües hasta que vuelve a su ciclo natural?



1.- Objetivos y conceptos generales.

Caso práctico

Lo primero que le preocupa a Miren es una pregunta que como sospecha le va a traer mucho que pensar, si las redes de evacuación se encargan de evacuar aguas residuales, ¿Qué son las aguas residuales?, ¿hay diferentes tipos de aguas residuales?, y si las hay ¿pueden evacuarse juntas? No lo tiene demasiado claro, así que va a visitar a Luis, un amigo suyo que trabaja en la Mancomunidad de Pamplona. No todas las Mancomunidades tienen los mismos criterios, pero seguro que le ayuda mucho:

- Hola Luis.
- Hola Miren. ¿Qué querías preguntarme?
- Ya sabes que me encargo del diseño estratégico de las infraestructuras de agua del proyecto de la Eco Ciudad y necesito ayuda con las redes de evacuación, me resulta muy pesado...
- Sí, recuerdo que no eran tu punto fuerte. Empecemos por el principio. Ya sabes que aguas residuales son todas las que están usadas de alguna manera y que por lo tanto pueden estar contaminadas.
- ¿sí pero no son todas iguales no?
- No, no lo son....

¿cuántos tipos de aguas residuales conoces?, ¿crees que todas se tratan igual?

La red de saneamiento es la responsable de recoger el agua utilizada en los interiores de los edificios y conducirla hasta las estaciones de depuración de aguas residuales, EDAR. Se considera agua residual todo agua no potable que ya se haya empleado al menos una vez.

Dado su principal objetivo, las redes de evacuación siempre estarán presentes allí donde haya puntos de consumos de agua potable, por lo que podemos decir que ambas redes son simétricas y seguirán un trazado más o menos paralelo.

Los objetivos de la red de saneamiento son:

- Garantizar la recogida y tratamiento de las aguas residuales
- Evacuar y el agua de lluvia de las superficies urbanas con pavimento duro
- Separar las aguas residuales para sus diferentes tratamientos
- Permitir un tratamiento eficiente y separativo de las aguas residuales

Es importante destacar que este último punto es relevante dependiendo del carácter del agua residual que se transporta, habiendo gran diferencia en los tratamientos requeridos y por lo tanto en el coste energético de la depuración entre las aguas de lluvia, las fecales o el agua residual industrial.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 370 ([CC BY-NC-SA](#))

1.1.- Clasificación de aguas residuales.

Como definición genérica el agua residual es todo aquel _____ caudal de agua que haya sido empleado para algún uso previo, alterándose sus características de servicio. No obstante se pueden agrupar las diferentes aguas residuales en tres grandes grupos, según el nivel de contaminación que conlleva su uso:

- **Aguas pluviales:** son aquellas aguas que caen directamente de la _____ atmósfera y son recogidas por las cubiertas de los edificios y los diversos pavimentos que impermeabilizan el suelo urbano. Estas aguas apenas llevan contaminación, más allá de la propiamente atmosférica o las posibles sustancias que absorbe en su recorrido de evacuación. Este tipo de agua con un filtrado puede ser empleada para regar espacios verdes urbanos o para ciertos tratamientos industriales. Si debe ser vertida o depurada, su tratamiento es mucho más sencillo que el del resto de aguas residuales. También es habitual ver el uso de aguas pluviales para el abastecimiento de las descargas de cisternas de inodoros, por ejemplo.
- **Aguas grises:** son aguas empleadas dentro del hogar que hayan sido manipuladas únicamente para usos de lavado de ropa o aseo personal, que implican sólo tratamientos con jabones ligeros. En particular estas aguas grises carecen de partículas en suspensión o llevan muy pocas, y no tienen grasas ni productos químicos además de los jabones mencionados. En el ámbito doméstico algunos ejemplos son aguas de duchas y bañeras, lavamanos y lavadoras. Este tipo de aguas se suelen reutilizar de forma interna, hay varios ejemplos de aparatos de baño que reciclan agua del lavado de manos en las cisternas, o incluso del aprovechamiento de aguas de ducha y lavadora, previo filtrado de los jabones, para el regadío de espacios verdes o el abastecimiento de cisternas. En este caso pueden requerirse de algunos tratamientos químicos para su almacenaje y reutilización.
- **Aguas negras:** son las aguas que llevan sólidos en suspensión o que en el proceso de su utilización adquieren sustancias químicas altamente contaminantes. Dentro del hogar las más comunes son las aguas fecales de los baños o las aguas del lavavajillas, por su contenido en grasas, también aguas recogidas en garajes o en general todas aquellas aguas empleadas en la industria. Este tipo de aguas son las más contaminadas de todas y requieren de tratamientos de depuración completos, en plantas especializadas.
- **Aguas negras agresivas:** en algunos tipos de industria, dado el alto grado de contaminación de las aguas residuales, se dan aportes de sustancias químicas muy agresivas disueltas en el agua que evacúan. En estos casos puede requerirse dentro de la red domiciliaria un pretratamiento con filtros químicos antes de su vertido a la red, para evitar la difusión de estos químicos. Lo mismo sucede en el caso de industrias que contaminan el agua con grasas pesadas, en estos casos se hace un filtrado previo antes del vertido a la red.



[Piqsels](#) (CC0)

Autoevaluación

Lo que determina la clasificación del agua como residual o no es que tenga sólidos en suspensión

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Todas las aguas utilizadas de alguna forma son residuales, no sólo las que tengan sólidos en suspensión. Aunque a menudo se distingue entre aguas pluviales y residuales.

1.2.- Reutilización de aguas residuales.

Vistos los tipos de aguas residuales que se pueden dar en el uso humano podemos ver que existe un alto factor de reutilización del agua residual, pudiendo darle varios usos antes de una contaminación del agua que requiera de depuraciones completas.

De forma general es posible reutilizar el agua pluvial con pocas restricciones, las aguas grises con tratamientos de filtrado y desinfección por lejía ligeros, antes de mezclarlas con las aguas negras para su tratamiento total.

La reutilización de aguas residuales de forma privada o pública, está permitiendo una gran reducción de los costes de mantenimiento de una red urbana de consumo de aguas. Más que reducir la cantidad de agua a tratar, en muchas ocasiones nos permite reducir el volumen de agua que se consume y por lo tanto ayuda a hacer más sostenibles los sistemas de abastecimiento.



[Piqsels](#) (CC0)

Reflexiona

¿crees que reutilizamos suficiente el agua que consumimos?

Mostrar retroalimentación

En este enlace puedes consultar algunos datos sobre la reutilización de aguas en España, un sector cada vez más sostenible.

[AEDYR, Asociación Española de Desalación y Reutilización](#)

1.3.- Sostenibilidad de las redes de saneamiento.

Además de la reutilización de aguas residuales, es fundamental valorar la sostenibilidad en el consumo energético a la hora de tratar las aguas residuales. Sin profundizar mucho podemos decir que el tratamiento separativo y la multiplicación de los ciclo de uso selectivos de cada tipo de aguas residuales son fundamentales para reducir al mínimo el coste energético que conlleva el consumo de agua.

Para esto se deben observar varias medidas:

- Construir redes de evacuación de aguas residuales totalmente separativas, recogiendo las aguas pluviales de forma separada, para su reutilización o tratamiento diferenciado.
- Diseñar dispositivos domiciliarios de tratamiento previo, para las aguas grises, que garanticen su mezcla con las aguas pluviales. No es una medida de aplicación global, pero estudiando a fondo los procesos e instalando filtros mecánicos y químicos sencillos, puede conseguirse un nivel de depuración de aguas grises suficiente para su tratamiento unitario con las pluviales
- Diseñar la cadena de depuración de aguas de forma que se puedan dar tratamientos diferenciados
- Introducir tantos ciclos de reaprovechamiento en el ciclo de aguas residuales como sea posible. Ciclos intradomiciliarios, ciclos urbanos y ciclos previos al vertido final.
- Promocionar la instalación de aparatos sanitarios inteligentes con ciclos de reutilización de agua.
- Flexibilizar y adaptar normativas a los ciclos de reutilización de aguas más aprovechables en el consumo habitual



Y además...

Debemos ser conscientes del uso que hacemos de las redes de alcantarillado.

<https://www.youtube.com/embed/cFBXfAc0fEk>

Vídeo sobre obstrucción de redes de evacuación

2.- Normativa de aplicación.

Caso práctico

La charla de Miren con Luis ha sido muy esclarecedora, ahora al menos tiene claro que como mínimo se deben evacuar por separado el agua de lluvia y el resto de aguas residuales, y que la reutilización es un factor muy a tener en cuenta. Pero aun así tiene muchas dudas sobre las redes de evacuación, se le ha ocurrido llamar al banco de documentación de la oficina y pedirle a María Jesús, la bibliotecaria, toda la información disponible sobre estos temas. Mientras espera investigando en internet, cuando suena la puerta:

- Hola maja! Te traigo lo que me has pedido.
- Pero... Todo ese carrito lleno??
- Sí, pues aún hay más, pero con esto me ha parecido que tenías suficiente para empezar...

¿conoces las principales normativas de referencia?

La evacuación de las aguas residuales es un requisito indispensable, en todos los casos de habilitación de un edificio. No existía hasta ahora una normativa básica específica para las instalaciones interiores de evacuación, sin embargo se hacía referencia a esta instalación en otras normativas y especialmente en todas las ordenanzas municipales, donde se define con precisión.

La nueva normativa que hace referencia explícita a las instalaciones de evacuación, y que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar dichas instalaciones es:

CTE-DB-HS5

El Código Técnico de la Edificación en su apartado de Higiene y Salubridad; tiene una sección específica a dicha instalación, titulada Evacuación de aguas, donde se especifican el ámbito de aplicación de dicha normativa, caracterización y cuantificación del nivel exigencia que se le exige a la instalación, el diseño y las partes de las que consta la instalación, dimensionado y el modo de llegar a cabo la implantación de dicha construcción.

Otras de las normativas que hasta ahora se tenía en cuenta son:

Las Ordenanzas Municipales

Hacen referencia a la forma de evacuar las aguas residuales y el estado de los vertidos, los cuales deben llegar en el mejor estado posible a la propia red de saneamiento, así por ejemplo los sistemas de desagües de garajes y aparcamientos deben llevar un sistema de depuración de grasas previa a la acometida general de la red para evitar atascos y esta normativa tiene un importante peso a la hora de realizar la instalación junto con el CTE.

NTE

Las Normas Tecnológicas de la Edificación, son una documentación de gran valor para el proyecto, por su sencillez y por la claridad en que se recogen los conceptos fundamentales de todo tipo de instalaciones, no solo de las instalaciones de evacuación y saneamiento. Y aunque esta normativa no es de obligado cumplimiento suele ser de bastante utilidad en muchas ocasiones.

NBIA

Normas Básicas de las Instalaciones Interiores de Agua, las cuales indicaban en su título segundo, la prohibición de un empalme directo de la instalación de abastecimiento de agua con cualquier conducción de evacuación de aguas. También existían diferentes disposiciones relativas a las aparatos sanitarios tales como: Vertidos de depósitos, Aliviaderos de depósitos y bañeras, Cubetas de inodoros, etc

Y en todos los casos manteniendo el criterio señalado anteriormente, de no empalmar directamente con los desagües de dichos aparatos sanitarios.

RITE

Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios. En el que se expone que cada uno de los locales o salas de máquinas deben de disponer de un desagüe si la evacuación no se realiza por gravedad, debe realizarse la previsión de un depósito o pozo de bombeo debidamente dimensionado. Este desagüe (que debiera ser como mínimo de un diámetro de 100 mm) tiene por objeto evacuar el fluido de caldeo en el caso de que haya una o más calderas y se produzcan sobrepresiones en las mismas o en los colectores de descarga. También son necesarios sumideros sifónicos en los locales destinados al almacenamiento de los combustibles.

Debes conocer

Es imprescindible conocer el apartado 5 del Documento Básico de Higiene y Salubridad del Código Técnico de la Edificación si se pretende comprender las redes de evacuación. Pues a diferencia de las redes de abastecimiento, donde podemos considerar que la labor del técnico termina al llegar a la parcela, en las de evacuación la instalación empieza en los aparatos sanitarios de cada vivienda.

CTE-DB-HS5

Además es importante conocer el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aunque no esté directamente relacionado con las redes de agua, regula aspectos de interés para nuestro campo.

RITE

Y no está de más que le eches un vistazo a alguna ordenanza municipal, aquí puedes ver la ordenanza de las redes de evacuación de Pamplona

[Ordenanza de las redes de evacuación](#)

Para saber más

Además del CTE, es importante conocer las normas anteriores que hemos mencionado, que muchas veces son importantes para comprender mejor las normas vigentes.

[Normas Tecnológicas de la Edificación](#)

[Normas Básicas de las Instalaciones Interiores de Agua](#)

3.- Secciones de la red de saneamiento.

Caso práctico

Por fin Miren ha terminado de leerse todos los informes de normativa que María Jesús le había traído. Desde luego no son lectura ligera, pero empieza a comprender mejor cómo encajan las piezas del puzzle. Desde luego el tema de las redes de evacuación es complejo. Ya tiene claro que son muy diferentes las redes interiores de los edificios y las exteriores, y que además las exteriores son diferentes si se trata de recoger el agua de lluvia o el agua que se vierte a los desagües de los edificios. Lo mejor será organizar un buen mapa mental...

¿conoces la diferentes secciones de una red de evacuación?

Dependiendo de la titularidad de la propiedad de los espacios por los que circula y de las características propias de la red, se pueden distinguir varias secciones en las redes de saneamiento:



Red domiciliaria de saneamiento Drenaje pluvial urbano

Alcantarillado urbano Red exterior general de colectores

Estación de depuración de aguas residuales

Red domiciliaria de saneamiento

La red interior de saneamiento abarca desde los puntos individuales de descarga, hasta la acometida domiciliaria de la red de evacuación, el punto donde se unirá a las redes urbanas de saneamiento. La componen todas las secciones de tubería y los desagües internos, así como los accesorios, pozos de impulsión y demás equipos electromecánicos que requiere su funcionamiento. Generalmente será separativa, presentando dos redes completamente separadas para aguas residuales y aguas pluviales, y dos acometidas, que luego pueden o no unirse antes del vertido a la red pública.

Drenaje pluvial urbano

El drenaje pluvial urbano lo compone la red de desagües, colectores y albañales, así como sus pozos de registro, tanques de tormentas y demás equipos electromecánicos para su correcto funcionamiento. Esta red discurre por espacios públicos y recoge únicamente aguas procedentes de las precipitaciones para conducir las a la EDAR o para su reutilización directa. A esta red se unen además todas las redes domiciliarias de saneamiento de aguas pluviales.

Alcantarillado urbano

La red de alcantarillado público es el conjunto de pozos de registro, pozos de impulsión, tuberías y equipos electromecánicos para su correcto funcionamiento, que recoge exclusivamente las aguas residuales domiciliarias y las conduce a la EDAR para su tratamiento. Esta red discurre por espacios públicos y suele tener una configuración paralela a la red de drenaje pluvial en el ámbito urbano, separándose al llegar a la EDAR. En municipios que no disponen de red de drenaje pluvial separada, esta red recoge el drenaje pluvial urbano y además el agua de las redes domiciliarias de aguas pluviales.

Red exterior general de colectores

La red de general de _____ colectores, no suele seguir el trazado urbano, discurre entre el límite de las redes urbanas y la _____ EDAR y su configuración es variable dependiendo de factores como la distancia entre los núcleos de población y la EDAR, o si el municipio dispone de redes separadas de alcantarillado y drenaje urbano. También se ve alterada según el diseño del tratamiento depurativo que se dispone o de los ciclos de reutilización del agua y de los procesos de reciclaje de los lodos resultantes de la depuración.

Estación de depuración de aguas residuales

La _____ EDAR es el centro de tratamiento, donde por diversos procedimientos bioquímicos y mecánicos se depuran las aguas residuales. Suele componerse de una gran extensión próxima a la fuente o curso de agua en la que vierte el caudal depurado, donde se disponen varias construcciones y piscinas, entrelazadas con conductos y tuberías. El cometido de la EDAR es depurar conforme a los parámetros establecidos por normativas estatales, autonómicas y municipales las aguas que recibe y devolverlas al ciclo natural del agua atendiendo a criterios ecológicos del ecosistema.

Antes de empezar...

En este vídeo podemos ver un breve resumen de la configuración global de las redes de evacuación de aguas.

<https://www.youtube.com/embed/VULX21Yzk8k>

Vídeo resumen de redes de evacuación

3.1.- Clasificación de las redes de saneamiento.

Según el grado de especialización y la separación de las aguas residuales que transportan las redes de evacuación pueden clasificarse de varias formas:

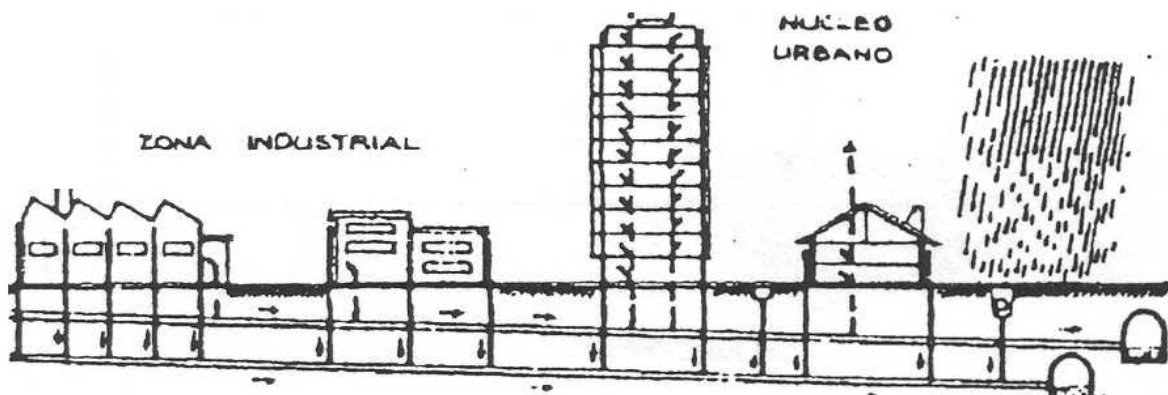
Redes separativas

Redes semi-separativas

Redes unitarias

Redes separativas

Son redes en las que se dispone de dos trazados completamente independientes para las aguas residuales y las aguas pluviales, desde los puntos de descarga o de drenaje, hasta la EDAR o los puntos donde el agua es reutilizada, en el caso de las aguas pluviales. Estas redes tienen todas las secciones estudiadas completamente separadas, lo que permite una gestión eficiente y diferencia de los distintos tipos de aguas residuales. Es el modelo que fijan la mayoría de las ordenanzas municipales, pero que no está tan extendido como cabría pensar, ya que se aplica a medida que se renuevan las instalaciones urbanas.

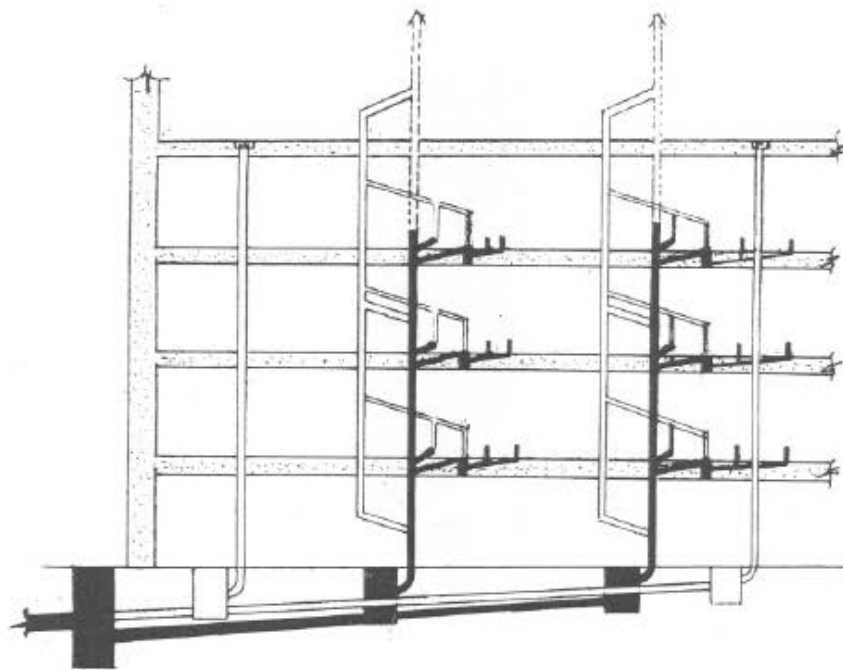


[Gemma Vázquez Arenas](#) . Manual de Instalaciones de fontanería, pag.197 (CC BY-NC-SA)

Redes semi-separativas

Son redes en las que se dispone de dos trazados completamente independientes para las aguas residuales y las aguas pluviales en el interior de los edificios, pero de un único trazado desde las acometidas de los edificios hasta las EDAR. Es el modelo más extendido en España, debido a que existen normativas que obligan a separar las redes dentro de los edificios, mientras que aunque los municipios reconocen las redes separativas como la solución que se debe implantar, en muchos casos las antiguas redes unitarias no están actualizadas. Es por este

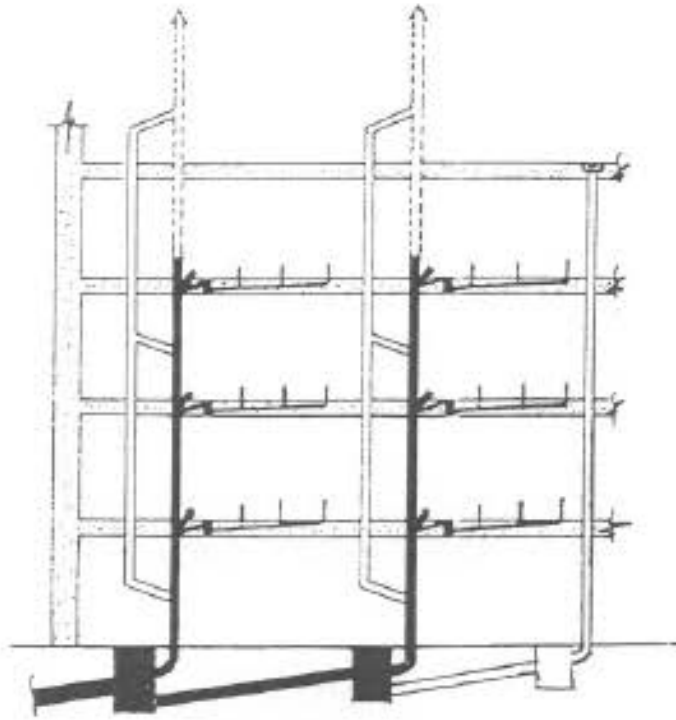
motivo, que una gran proporción de redes de evacuación sigue siendo semiseparativa. Su mayor ventaja es que al renovar las partes públicas de la red es sencillo convertirlas en redes separativas.



[Gemma Vázquez Arenas](#). *Manual de Instalaciones de fontanería*, pag.200 ([CC BY-NC-SA](#))

Redes unitarias

Las redes unitarias son aquellas en las que sólo se dispone de una red domiciliaria de evacuación, por lo que no es posible separar la recogida para su tratamiento. A comienzos de la instalación de infraestructuras urbanas de saneamiento en el siglo XIX, eran las únicas redes que se configuraban, y por lo tanto son esquemas de distribución que han estado o siguen estando parcialmente, en todas los municipios Españoles, y en muchas ocasiones siguen vigentes puesto que en al acometerse obras de renovación no se disponía de medios ni presupuesto o aún era escasa la concienciación social para implantar redes separativas. El mayor problema que presentan es la modificación de las partes privadas de la instalación en edificios muy antiguos.



[Gemma Vázquez Arenas](#). *Manual de Instalaciones de fontanería*, pag.200 ([CC BY-NC-SA](#))

Reflexiona

Ya sabes que la mejor configuración para las redes de evacuación es la separativa o incluso la doblemente separativa (que separa las aguas residuales industriales de las urbanas), pero, ¿crees que las instalaciones urbanas son así habitualmente?

Mostrar retroalimentación

La mayoría de las instalaciones de redes de evacuación urbanas son unitarias, y en casi todos los edificios anteriores a la entrada en vigor del CTE, las redes internas de evacuación también son unitarias, por lo que estamos muy lejos de llegar a gestionar de forma separativa los residuos que generamos. Lo más habitual es encontrar una mezcla de los tres tipos de red conviviendo en diferentes zonas de la ciudad, que lentamente van convirtiéndose en red separativas.

3.2.- Secciones de la red domiciliaria de evacuación de aguas residuales.

La red de evacuación de aguas residuales es el conjunto de tuberías accesorios, depósitos y equipos electromecánicos que abarca desde los puntos de descarga o desagüe, hasta la estación de depuración de aguas residuales, EDAR. Vamos a ver los principales componentes de la red:

- A. **Puntos de descarga:** Los puntos de descarga son elementos fijos, formados por una concavidad con forma cónica y pendiente descendente, que recogen y guían el agua hasta un agujero, denominado sumidero, por el que conecta a través de una rejilla de filtrado con el ramal de evacuación individual del aparato en cuestión.
- B. **Cierres hidráulicos:** Los cierres hidráulicos son dispositivos de múltiples formas que permiten una acumulación de agua entre la parte de tubo que conecta el sumidero y el tubo del ramal de derivación individual, cuyo objetivo es que el aire de ambas partes nunca entre en contacto.
- C. **Redes de evacuación:** Las redes de evacuación son el conjunto de secciones de tubo y piezas de conexión y válvulas que regulan, recogen y evacúan las diferentes aguas residuales del interior y envolvente de las construcciones. Trabajan generalmente por gravedad y se distinguen en diferentes tramos, dependiendo de la ubicación y las zonas a las que dan servicio:
- Red de evacuación local: es el conjunto de tuberías que a modo de colector local, recoge los diferentes ramales individuales de cada aparato de una misma habitación y los guía hasta las bajantes
 - Red vertical de evacuación: es esta red, compuesta por uno o varios tubos verticales, denominados bajantes, recoge todas las redes de evacuación locales y ramales y la descarga hacia la planta baja de los edificios.
 - Red horizontal de evacuación: esta red, generalmente instalada bajo el forjado de la planta baja, se compone de unos tubos de gran diámetro con pendientes suaves, que recoge de forma solidaria las descargas de todas las bajantes y las conduce a un único colector, en el límite del edificio y el espacio público.
 - Red de evacuación forzada: de todas las redes, esta es la única que trabaja contra gravedad, esta red se encarga de recoger todos los vertidos que se producen por debajo de la cota de evacuación y de enviarlos hasta un pozo de impulsión
- D. **Pozos de impulsión:** Los pozos de impulsión son arquetas de gran dimensión, generalmente de construcción soterrada y con un cerramiento estanco, dentro de la cual los colectores de redes forzadas de evacuación vierten sus aguas residuales. En el interior de estos pozos, se disponen de varias bombas de lodo registrables con cadena desde la parte superior, estas bombas están conectadas a una columna por la que elevan las aguas residuales hasta la cota de evacuación, donde la instalación entronca con la red de colectores.

E. **Acometida general:** La acometida general es el punto único por el que la instalación domiciliaria se une a la red pública de evacuación, generalmente está instalada en una pared lateral del sótano de la propiedad, colindante con el viario público. La acometida consta de un _____ sifón y cierre hidráulico construido in situ por embocadura del propio _____ colector, una válvula anti retorno y la boca de salida hacia el exterior.

3.3.- Secciones de la red domiciliaria de evacuación de aguas pluviales.

La red de aguas pluviales es el conjunto de sumideros y desagües, tuberías, colectores y registros que va desde las cubiertas, terrazas y patios de los edificios, hasta el sistema de drenaje pluvial urbano. Es muy similar a la red de saneamiento de aguas residuales, pero tienen algunas particularidades:

- A. **Sumideros:** Los sumideros son los desagües con rejilla de filtrado de sólidos grandes que dan servicio a una superficie de drenaje. Las superficies de drenaje son todos aquellos paramentos horizontales o inclinados que forman parte de la envolvente del edificio y están en contacto con la atmósfera. Estos paramentos se seccionan, mediante un sistema de pendientes que guían toda el agua recogida en una superficie de evacuación, hasta el sumidero en cuestión. Estos sumideros cuentan además con un cierre hidráulico.
- B. **Imbornales:** Los imbornales son canales longitudinales protegidos por rejillas de filtrado en la parte superior, que siguen una pendiente en sentido descendente longitudinal hasta uno de sus extremos o desde ambos extremos hasta el punto más bajo en su centro. Mediante este sistema las superficies de servicio vierten el agua a lo largos de uno o los dos bordes longitudinales del imbornal, y luego desde el interior del canal llegan hasta la salida donde se ubica el sumidero. Este sistema permite en cubiertas transitables, minimizar los sumideros y por lo tanto los puntos de descarga de aguas pluviales. Además simplifica el sistema de pendientes de las superficies de evacuación, facilita los encuentros con paramentos verticales y estéticamente resuelve mejor todo el conjunto, aunque suele requerir de mayores recrecimientos para el sistema de pendientes, ya que el canal está embebido en la base de la cubierta.
- C. **Canalones:** Los canalones son canales semicirculares o rectangulares que se instalan de forma longitudinal al final de un plano inclinado que recoge el agua de lluvia. Este sistema permite reconducir el agua de los lienzos de tejado inclinado de los edificios y llevarlos gracias a las inclinaciones con las que se instalan hasta los sumideros.
- D. **Red vertical de evacuación:** La red vertical se compone de bajantes que llevan el agua pluvial, generalmente recogida en zonas altas de los edificios hasta la planta baja. Por lo general se tiende a minimizar la instalación de bajantes, lo que requiere seleccionar cuidadosamente el número de sumideros que se instalan. Por esa misma razón a veces se instalan ramales de conexión entre diferentes sumideros para minimizar el número de bajantes, lo mismo se consigue instalando canalones o imbornales. Este tipo de instalaciones pueden discurrir por el exterior o por el interior de los edificios. Aunque no parezca muy lógico introducir la evacuación de aguas pluviales dentro de los edificios es una decisión que, a menudo, se adopta por criterios estéticos.
- E. **Arquetas de registro:** En el punto de unión entre las redes verticales y las horizontales, cuando las bajantes discurren por el exterior de los edificios, se dispone siempre de una arqueta de registro donde la bajante hace entrega del caudal de evacuación y se vierte el mismo a la red de albañales o colectores, que en estos casos discurre enterrada por el perímetro del edificio. También es habitual que en centros históricos, esta arqueta sea el propio punto de vertido a la red de drenaje urbano, ya que suele estar en la vía pública.

- F. **Red horizontal de evacuación:** La red horizontal de evacuación se dispone bajo el forjado de la losa de planta baja, igual que la de aguas residuales cuando las bajantes discurren por el interior del edificio y enterrada en el perímetro del edificio cuando las bajantes discurren por la fachada. Su cometido es recoger el agua evacuada y llevarla hasta el punto de acometida único donde se verterá a la red urbana. La conforman los albañales y colectores.
- G. **Acometida general:** La acometida general es el punto único por el que la instalación domiciliaria se une a la red pública de evacuación, generalmente está instalada en una pared lateral del sótano de la propiedad, colindante con el viario público. La acometida consta de un sifón y cierre hidráulico construido in situ por embocadura del propio colector y la boca de salida hacia el exterior en redes pluviales de evacuación, rara vez se dispone de válvula anti retorno.

Para saber más

Las redes de evacuación de aguas pluviales se enfrentan a un gran reto ante el cambio climático y las fluctuaciones de las precipitaciones. En este vídeo puedes ver la gran complejidad que llega a requerir el diseño de este tipo de red dependiendo de las condiciones de cada ciudad.

<https://www.youtube.com/embed/qDP5AtGwFqY>

Vídeo redes de evacuación de aguas pluviales en Guayaquil, Ecuador

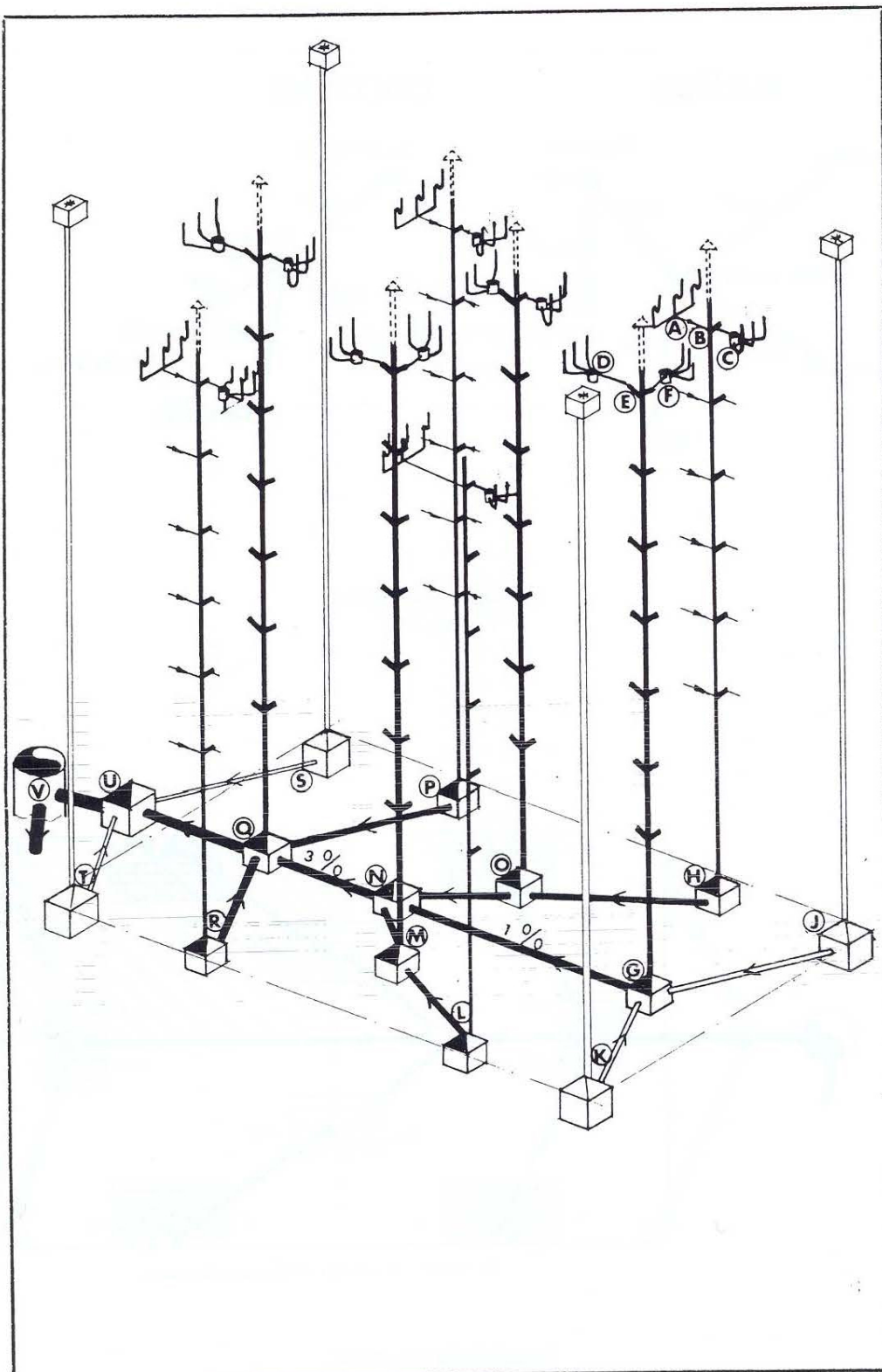
4.- Definiciones y conceptos de aplicación.

Caso práctico

Ahora que han quedado claras las diferentes secciones de una red. Miren se pregunta si es que funcionan sólo por gravedad o como en el caso del abastecimiento, a veces se requiere de estaciones de bombeo. Por otro lado está claro que las secciones de la red están muy vinculadas con la titularidad de los espacios por los que discurren: público o privado, urbano o rústico... Necesita algunas orientaciones para entender mejor qué es lo que pasa dentro de esas redes. ¿Cómo se hará para evitar que el mal olor salga de los desagües? Necesita algunas orientaciones y va a visitar a su amiga Laura, que da clases de hidráulica en la universidad:

- Hola Laura.
- Hola Miren. ¿tenías dudas sobre cómo funcionan a nivel hidráulico las redes de evacuación no?
- Sí, exacto.
- Pues antes de empezar, sabes, de verdad, qué es un sifón?

¿sabes cómo se hace para evitar que el mal olor salga de los desagües?

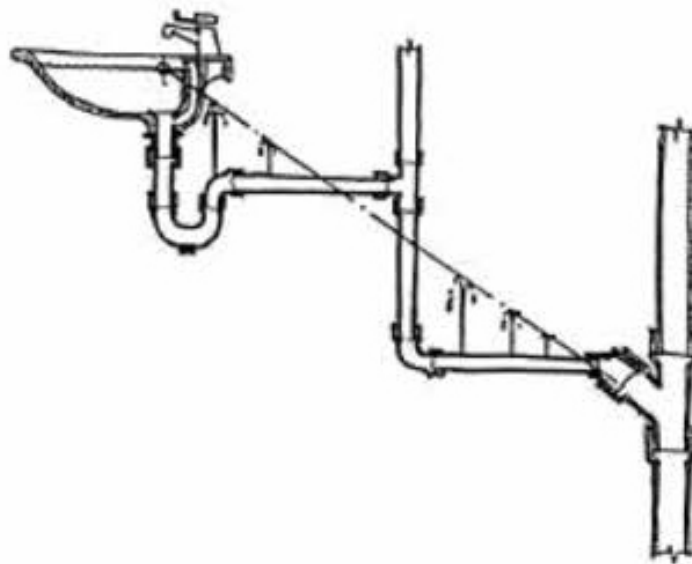


4.1.- Pendientes hidráulica y desagüe.

El Saneamiento es la ciencia de evacuar del hábitat del hombre, edificio o ciudad, las aguas por él introducidas con fines sanitarios o industriales, además de las aguas provenientes de los fenómenos meteorológicos, y proceder tras los oportunos tratamientos, a su aprovechamiento y/o reincorporación al medio natural.

Por lo que en primer lugar se conduce por gravedad el agua contenida en los aparatos sanitarios o la lluvia de las cubiertas, a conductos generales verticales o "bajantes", a partir de otros de menor diámetro denominados "**desagües**".

Los desagües trabajan normalmente a sección llena en la mayor parte de su recorrido, por lo que en sus paredes actúan presiones, que se materializarían, en el caso de orificios de diámetro mínimos, en una línea envolvente descendente desde la superficie libre del líquido hasta la caída libre en el bajante , constituyendo la denominada "**pendiente hidráulica**" o "**piezométrica**" del desagüe, la cual es muy importante tener en cuenta a la hora de establecer las distancias de conexión con las tuberías de evacuación general o bajantes, y de la cual también dependen algunos problemas de obstrucción asociados a los desagües.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.154 ([CC BY-NC-SA](#))

Autoevaluación

La pendiente piezométrica es igual que el recorrido de la tubería de desagüe

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

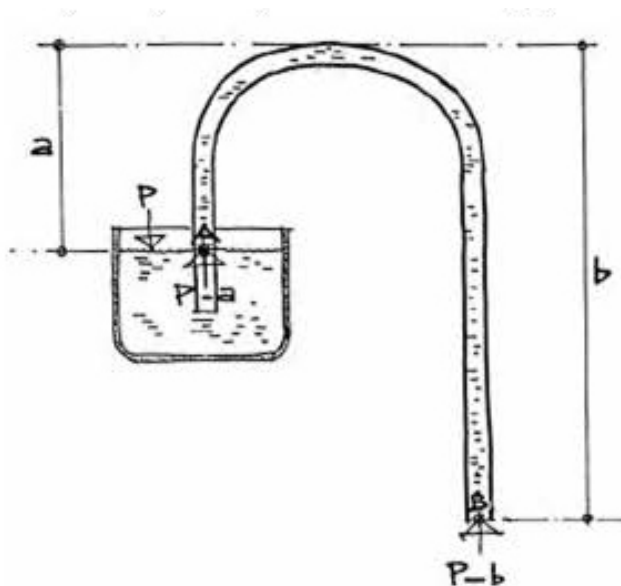
La pendiente piezométrica al ser una diagonal ficticia que une el punto de descarga con el final de la tubería, siempre será igual o inferior al recorrido de la tubería. Y por regla general será menor.

4.2.- Sifonado.

En Física se llama **sifón** a un tubo lleno de líquido, curvado en forma de "U" invertida con las ramas desiguales, en el que se produce una corriente a causa de la diferencia del peso del líquido que ocupa ambas ramas.

Explicemos su funcionamiento, como sigue: La presión en el punto A será la atmosférica "P" menos la originada por el peso de la columna líquida "a"; y la presión en B será asimismo "P" menos la originada por el peso de la columna líquida "b", y se dará que $P-a > P-b$. Si se ha provocado una depresión inicial en el tubo, y el extremo corto está introducido en un recipiente con líquido, se producirá el referido movimiento de A hacia B, continuando dicho movimiento hasta que por el extremo del ramal corto entra aire.

Así, cualquier ventilación o agujero practicado en el conducto que pusiera la vena líquida en contacto con la atmósfera, detendría el funcionamiento del sifón o **"sifonado"**.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.154 (CC BY-NC-SA)

Para entender mejor...

https://www.youtube.com/embed/fyEITC_84TI

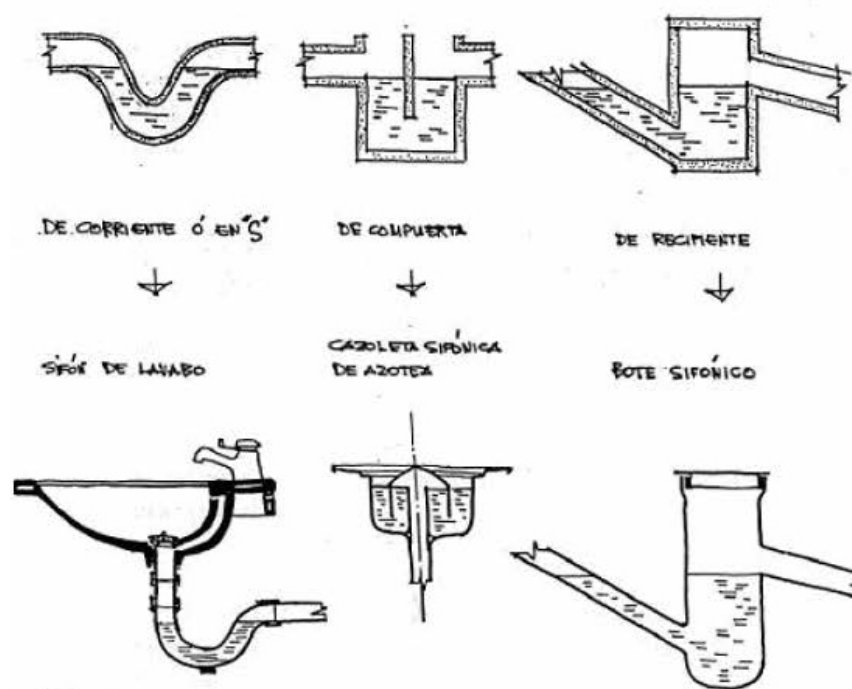
Vídeo demostrativo del fenómeno de sifonado

4.3.- Cierre hidráulico.

Un cierre hidráulico consiste en una depresión o punto bajo de un sistema de desagüe tal que, reteniendo una porción de agua, impide el paso de los gases meffíticos de la red de saneamiento hacia las válvulas de los aparatos o puntos de recogida de las aguas pluviales. .

De todos ellos, el primero que se ve en la figura retiene la última porción del líquido que ha sido desaguado, mientras que los restantes actúan frecuentemente por reboso del líquido que llega al cierre. Estos últimos, llamados también antisucción, inicialmente resisten mejor los fenómenos que provocan la destrucción del cierre hidráulico, pero tienen el inconveniente de acumularse en ellos suciedad, y así perder sus cualidades por lo que son rechazados por muchos reglamentos de países anglosajones.

En España son de uso generalizado pues reducen, como veremos más adelante, los sistemas de ventilación. Como regla genérica no deben utilizarse en redes de desagües de fregaderos, piletas, lavavajillas y lavadoras, duchas de playa y otras instalaciones proclives a la formación de posos; tampoco, por obvias razones higiénicas, como cierre hidráulico de urinarios, ni inodoros.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.155 ([CC BY-NC-SA](#))

Autoevaluación

El objetivo principal del cierre hidráulico es contener agua para garantizar la estanqueidad entre sus dos extremos

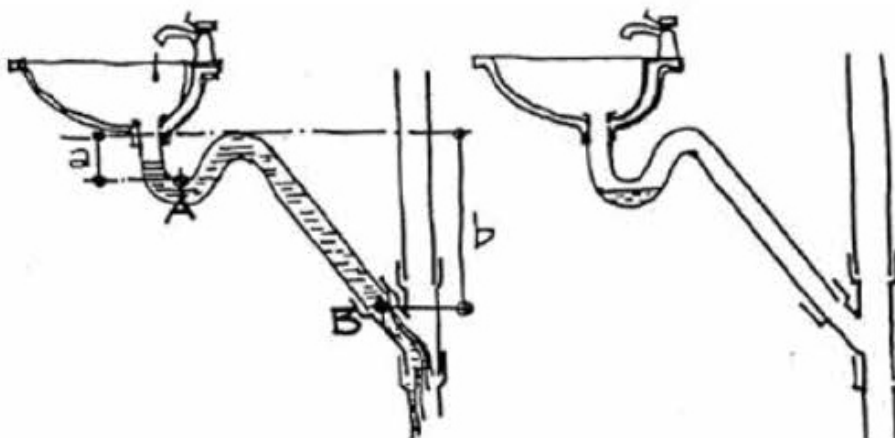
☒ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

4.4.- Sifonado en cierres hidráulicos.

La función de los cierres hidráulicos puede ser anulada por el fenómeno de sifonado. De ello proviene la inapropiada denominación de "sifón" con que se denomina a los cierres hidráulicos, así como los nombres de "bote sifónico", "sifón de botella", "cazoleta sifónica", etc., con el que se designan a los restantes auxiliares que nos podemos encontrar en este tipo de instalaciones.

Podemos observar cómo, al llenarse el conducto de agua, se produce el necesario fenómeno de sifonado en un cierre hidráulico en "S" entre los puntos A y B, y en la segunda figura se observa como después de la descarga o sifonado el cierre hidráulico ha sido destruido, ya que dejaría pasar gases y vapores de las conducciones de evacuación al interior del local húmedo.

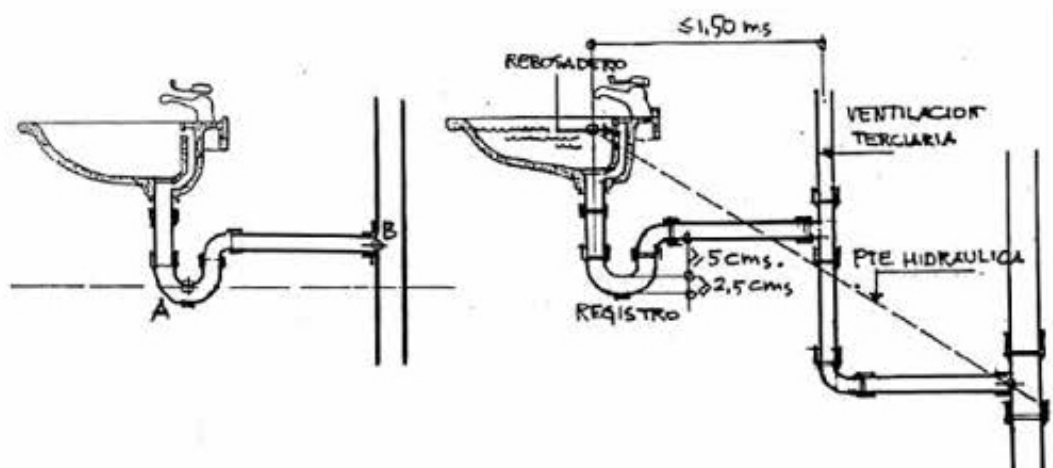


[Gemma Vázquez Arenas](#) . *Manual de Instalaciones de fontanería*, pag.156 ([CC BY-NC-SA](#))

Las soluciones a este problema consisten en:

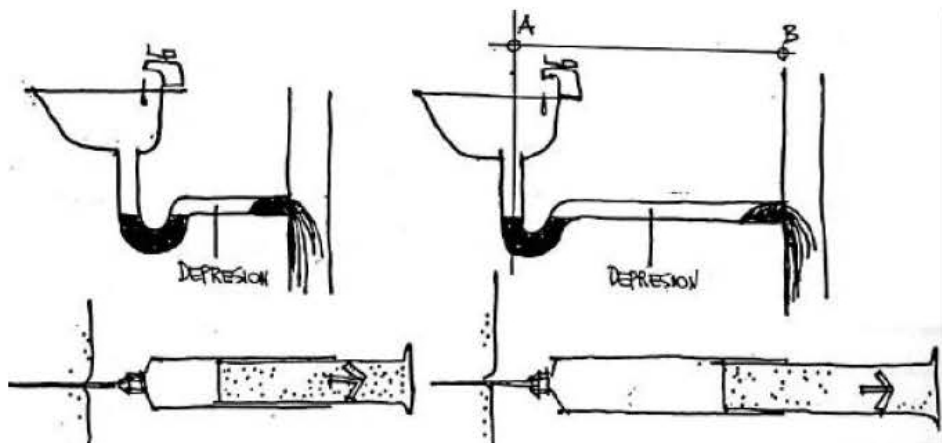
1. Sobredimensionar el conducto para que el agua no descienda a sección llena; cuestión antieconómica y problemática con recipientes de gran concavidad
2. Colocar el punto B más alto que el A, cuestión no siempre viable constructiva
3. Por último, proceder a la ruptura del sifonado mediante la llamada "ventilación terciaria".

Dicha ventilación, se realiza a través de un conducto a presión atmosférica, el cual es aconsejable situarla por encima de la pendiente hidráulica para evitar su obstrucción por suciedad.



4.5.- Autosucción.

Otro fenómeno que hay que tener en cuenta es el de la succión que origina sobre el cierre hidráulico el paso del último tramo del líquido, actuando a modo de émbolo. Los esquemas que siguen aclaran conceptos y ahorran palabras. Habrá más demanda de líquido en el segundo caso que en el primero, por lo que si la distancia AB es superior a 1.50 m. habrá que interponer una ventilación terciaria.



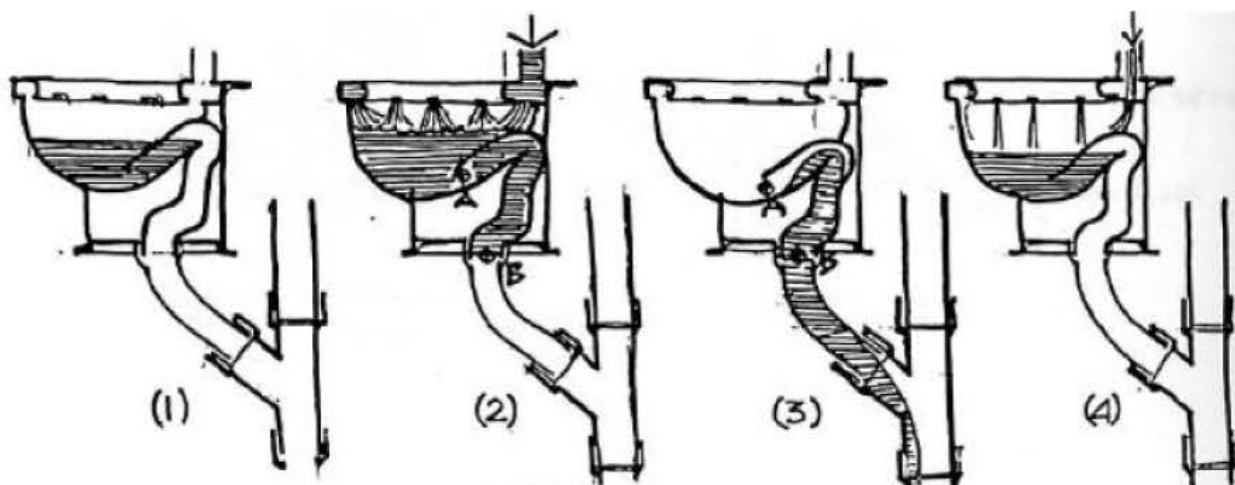
[Gemma Vázquez Arenas](#) . *Manual de Instalaciones de fontanería*, pag.158 ([CC BY-NC-SA](#))

Algunos autores indican distancias no superiores a 1 m., incluso si el cierre hidráulico está constituido por un bote sifónico, aunque este valor no se impone, excepto para los desagües de inodoros.

El algunos casos este fenómeno subsiste, incluso cuando el agua no discurre por el tubo a sección llena, y más adelante veremos cómo se puede subsanar.

4.6.- Aplicaciones del sifonado en cierres hidráulicos.

En los últimos 20 años se ha extendido la aplicación del fenómeno del sifonado a los inodoros que se denominan, en tal caso, "sifónicos" y que presentan grandes ventajas sobre los denominados "no sifónicos" al eliminar con garantías las materias fecales en suspensión. Su esquema de funcionamiento se representa en la siguiente imagen:



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.158 (CC BY-NC-SA)

Inicialmente el cierre hidráulico se encuentra en la posición (1); al realizarse la descarga del tanque (15-20 litros, con un caudal de 2 l/seg) el vaso se llena bruscamente (2) provocándose el sifonado entre los puntos A y B, lo que arrastra toda la materia en suspensión (3). El cierre hidráulico es restituido mediante un pequeño chorro complementario a la descarga (4). En el breve momento en que se destruye el cierre hidráulico el aire es arrastrado por la vena líquida, debido a la depresión propia del fenómeno, por lo que no existe peligro de paso de olores de la red al local.

Se deben colocar tanques con capacidad no inferior a los 15 litros o caudales de descarga, en el caso de fluxores, no inferiores a 1,5 l/seg.

5.- Red interior de evacuación.

Caso práctico

La charla con Laura ha sido de gran ayuda, ahora Miren comprende mucho mejor cómo se aprovecha la hidráulica para optimizar las red de evacuación, quién hubiera dicho que precisamente es necesario retener parte del agua en el cierre hidráulico para evitar que los malos olores salieran de las tuberías, o que es necesario ventilar las redes de evacuación. Ahora que ha aclarado esas dudas, y aunque no le han dicho que sea necesario dominarlo, siente mucha curiosidad por cómo son las redes interiores. Así que va a hacerle una visita a Raúl, su amigo arquitecto a un edificio en construcción.

- Hola Raúl
- Hola Miren. ¿qué tal?
- Bien, bien. Quería ver cómo vais con la obra de estos bloques. Ya sabes que estoy profundizando sobre las redes de evacuación. Y aunque no es obligación mía directa, quería conocer los pormenores de las redes interiores.
- Eso está bien. Pues empezaré por decirte dos cosas: a primera, que las redes de evacuación de un bloque de viviendas se basa en columnas verticales llamadas bajantes que no pueden desviarse en todo su recorrido, y la segunda que nunca le prometas a un cliente que le puedes hacer un baño en algún sitio de una casa sin saber si hay una bajante cerca....

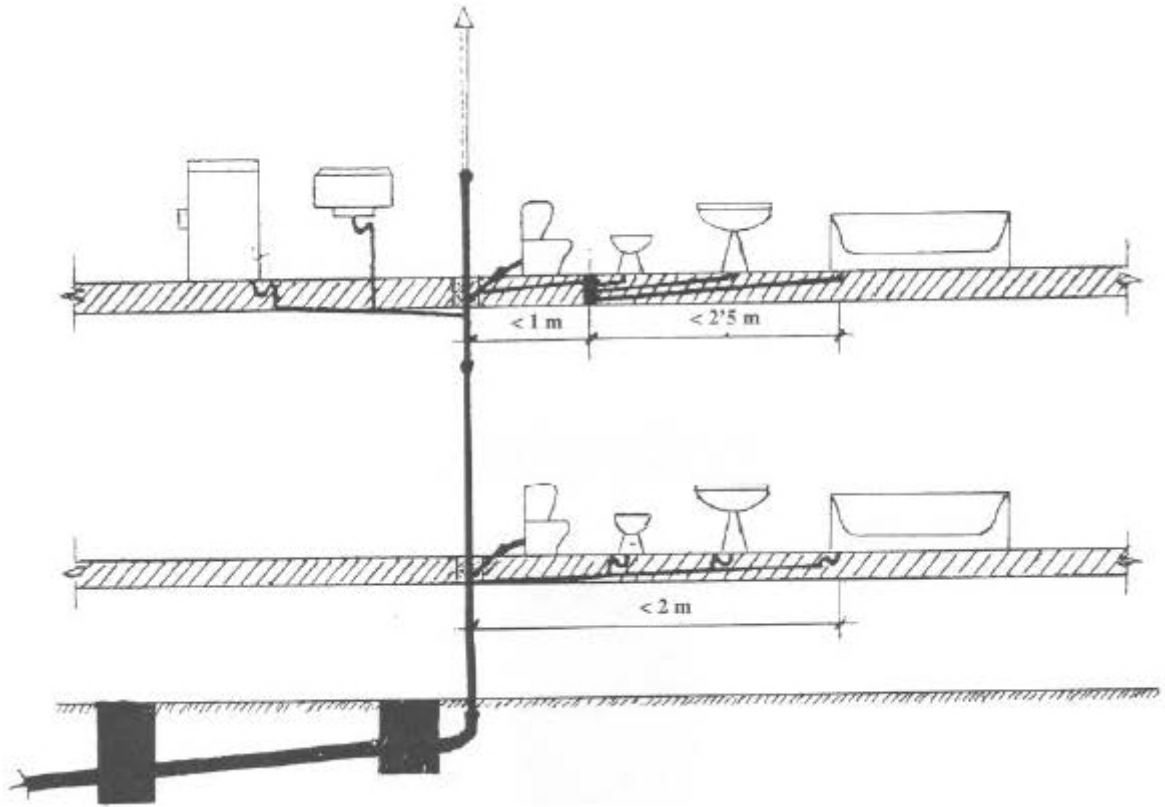
¿sabes cómo se evacua el agua en un bloque de viviendas?

Se considerará parte de la red interior de evacuación todos los elementos de la misma que discurren por el interior de los edificios o de las parcelas de titularidad privada. Las redes interiores casi en su totalidad se construyen con tubería de PVC. La industria está muy desarrollada a ese respecto, ofreciendo todos los fabricantes piezas de conexión y registro, entronque y codos, bridas y soportes de todo tipo e incluso arquetas prefabricadas. La mayoría de los fabricantes además dispone de catálogos separados de redes de evacuación de aguas residuales y pluviales.

Los principales elementos se configuran de la siguiente manera:

- Aparatos individuales
- Cierres hidráulicos
- Derivaciones individuales
- Ramales colectores
- Bajantes
- Arquetas de registro y entrega
- Pozos de impulsión
- Colectores

- Red de ventilación



[Gemma Vázquez Arenas](#). *Manual de Instalaciones de fontanería*, pag.162 ([CC BY-NC-SA](#))

5.1.- Aparatos individuales.

Los aparatos individuales son todos aquellos aparatos que generan caudales de agua residual de algún tipo. En el ámbito doméstico destacan lavamanos, inodoros, bidés, bañeras, duchas, lavadoras, lavavajillas, calderas y aerotermos con abastecimiento de agua. Mientras que en el ámbito industrial o equipacional, destacan sistemas de refrigeración o climatización, griferías, duchas de vestuarios, inodoros y todo tipo de procesos industriales con consumo de agua.

Los aparatos individuales dispondrán según fabricante de un diámetro de desagüe que podemos identificar según las fichas técnicas de instalación. Sus sifones y sus ramales de derivación en ningún caso serán inferiores a los diámetros de salida especificados en sus fichas técnicas.

Para el ámbito doméstico además el CTE-DB-HS5 tabla 4.1, especifica unos diámetros mínimos de descarga para cada aparato. En los casos industriales, se debe estudiar el ciclo de producción de aguas residuales de las máquinas, considerando su trabajo a plena potencia, este será el caudal máximo de descarga que permitirá dimensionar el conducto de salida.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

[CTE-DB-HS5](#). 08/05/2020_Pag.117 ([CC BY-NC-SA](#))

Reflexiona

¿ Crees que las dimensiones de las tuberías de evacuación son suficientes?

Mostrar retroalimentación

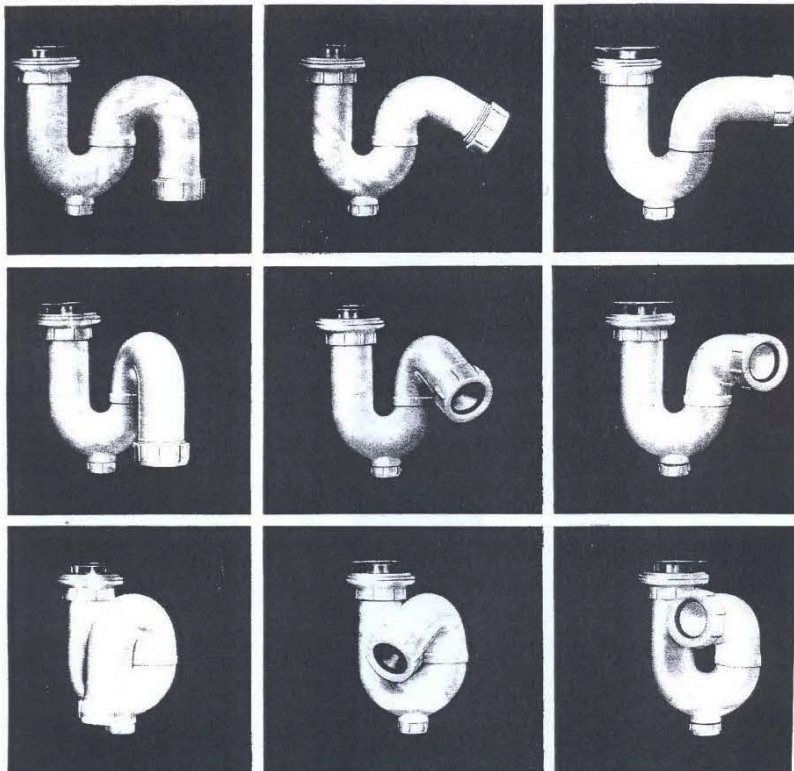
En el sector de la arquitectura podemos encontrarnos con graves problemas en la conducción de las aguas residuales, generalmente debido al mal uso que se hace de los inodoros y fregaderos para deshechar residuos que no deberían verterse a estas redes. Es por eso que conviene no ir a mínimos en el dimensionado de este tipo de redes.

5.2.- Cierres hidráulicos.

Los cierres hidráulicos son de muchos tipos y configuraciones. En el ámbito doméstico se distinguen dos grandes grupos, los cierres encastrados, generalmente de registro superior (duchas y bañeras) y los cierres vistos, de registro frontal, lateral o inferior (lavabos y fregaderos).

En las siguientes figuras, se indican los tipos más diversos de sifones, que solucionan todos los casos de instalación, conjugando la salida de la válvula de desagüe del aparato sanitario y la acometida del sifón a su derivación o bajante. Destacamos los siguientes tipos:

- **Tipo P:** para salida vertical y enlace
- **Tipo S:** para salida y enlaces
- **Tipo Q:** para salida vertical y enlace
- **Tipo Y:** para salida horizontal y enlace inclinado
- **Tipo U:** para salida y enlaces horizontales.



[Gemma Vázquez Arenas](#) . Manual de Instalaciones de fontanería, pag. 171 (CC BY-NC-SA)

Reflexiona

Los sifones de aparatos sanitarios son elementos sujetos a una constante evolución, que sigue el ritmo de los cambios de diseño y configuración que se dan en los diseños de los baños.

¿crees que el sifón de una ducha sigue siendo como hace una década?

<https://www.youtube.com/embed/vxc4JI-7VnQ>

Video del montaje y diseño de un sifón extraplano de ducha

5.2.1.- Otros cierres hidráulicos.

Otros cierres hidráulicos que podemos definir en el ámbito doméstico de los sifones son:

Bote sifónico

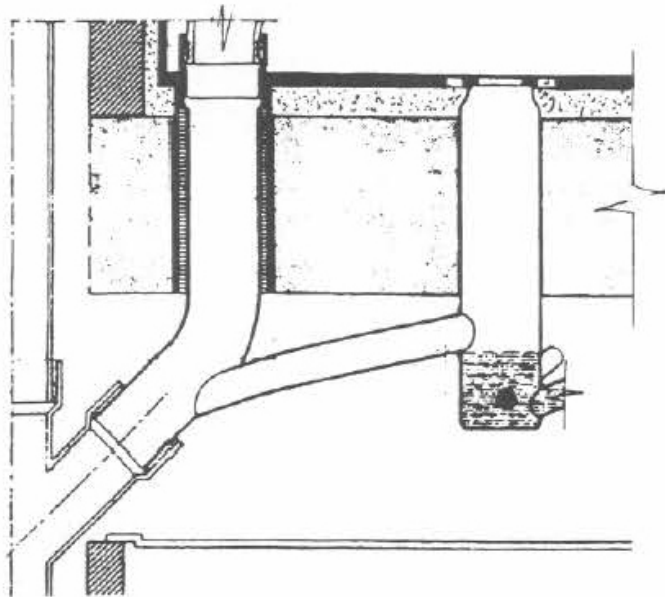
Sifón de botella

Sumideros

Caldereta

Bote sifónico

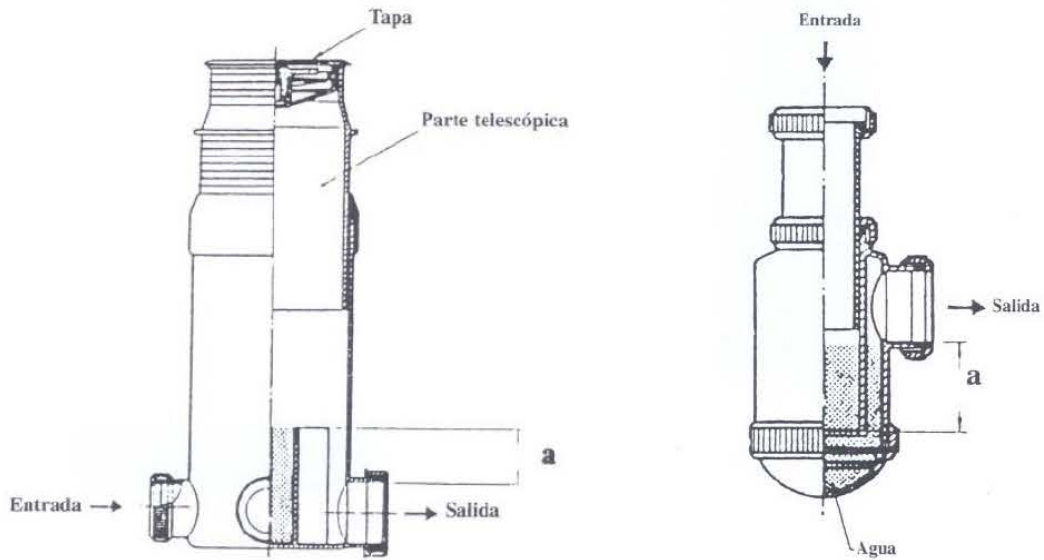
Para acumulación de varios desagües, indicado en la figura. Por lo general, agrupa los desagües de bañera, lavabo y bidé, quedando enrasado con el pavimento y siendo registrable mediante tapa de cierre hermético. La unión a la bajante se puede realizar directamente a ella y si constructivamente no es posible se puede realizar a través del manguetón del inodoro .



[Gemma Vázquez Arenas](#) . Manual de Instalaciones de fontanería, pag.172 ([CC BY-NC-SA](#))

Sifón de botella

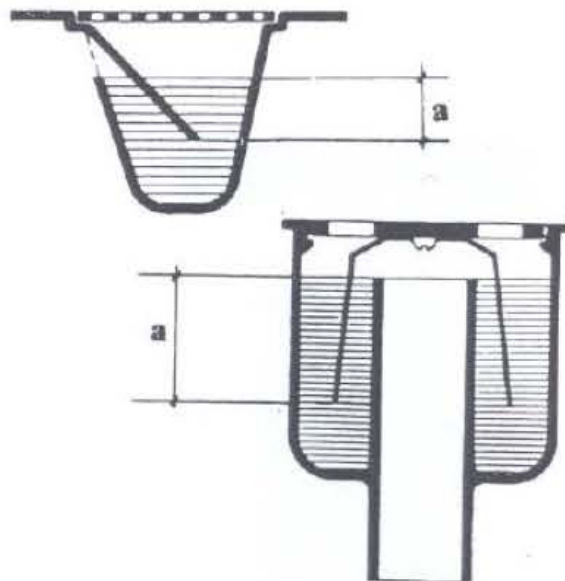
Cierre hidráulico de gran capacidad , con salida vertical y enlace horizontal muy adecuado para fregaderos, lavaderos, etc., especialmente cuando se requiere un sifón compacto o que quede visto.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.173 (CC BY-NC-SA)

Sumideros

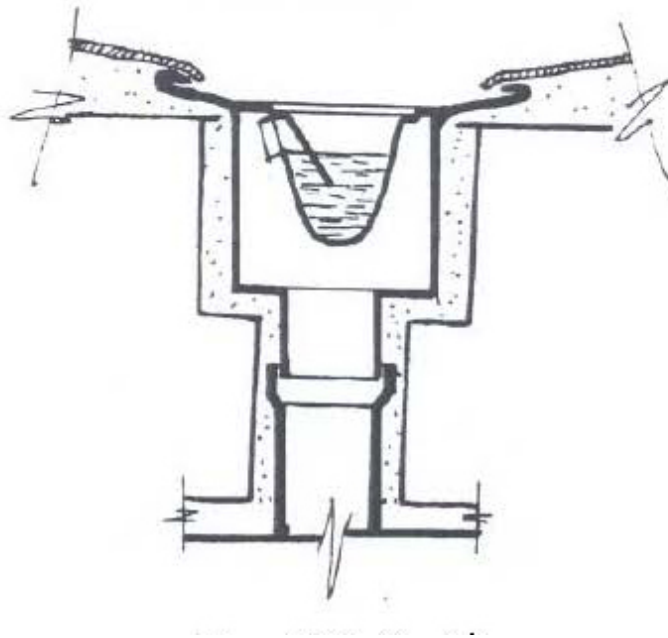
Tienen una rejilla de entrada y salida horizontal o vertical, y sirven para la recogida de aguas a ras de pavimento (terrazas, azoteas, patios, garajes, etc.), los sumideros deben de ser sifónicos y los de salida horizontal o inclinada, son más aptos que los de tipo campana, ya que estos últimos no suelen ser autolimpiantes y periódicamente hay que levantar la rejilla y limpiarlos manualmente.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.173 (CC BY-NC-SA)

Caldereta

En azoteas transitables, el sumidero va colocado en el interior de una **caldereta**, la cual recoge el vertido del sumidero y lo dirige hacia la bajante.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.174 ([CC BY-NC-SA](#))

En el ámbito industrial se pueden encontrar los sifones incorporados a las propias máquinas y sino generalmente se ejecutan mediante una curvatura añadida en el ramal de salida de la propia máquina.

Autoevaluación

Según el CTE-DB-HS5, los cierres hidráulicos deben tener partes móviles que permitan su correcto funcionamiento

☐ Verdadero ☐ Falso

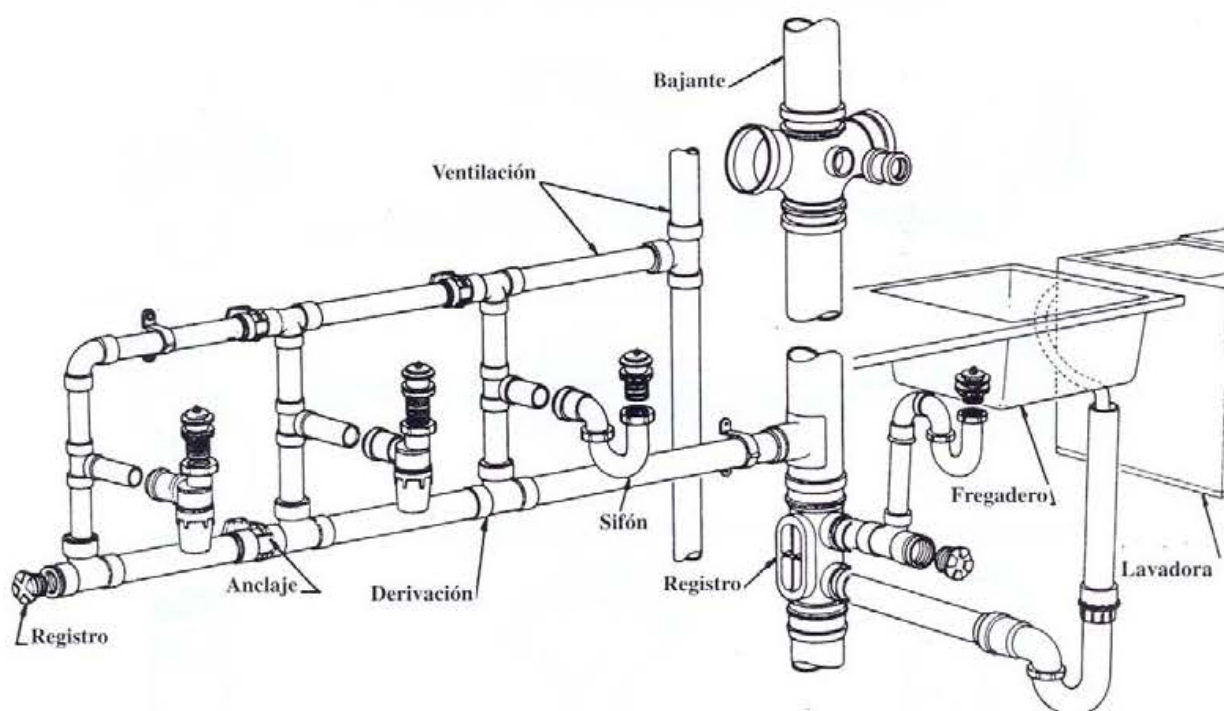
Falso

En el apartado 3.3.1.1. Cierres hidráulicos , 2, c, deja claro que NO deben tener partes móviles

5.3.- Derivaciones individuales.

Las derivaciones individuales o los ramales de derivación son pequeñas secciones de tubo que van directamente desde el sifón del aparato a la bajante o desde el sifón del aparato hasta la red local de evacuación de la zona o ramales principales.

En el ámbito doméstico el CTE-DB-HS5 en la tabla 4.1 define los diámetros mínimos de estos ramales, nunca pudiendo ser menores que el diámetro de salida, al igual que en el ámbito industrial, donde sin embargo se requiere un estudio pormenorizado.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.237 (CC BY-NC-SA)

Autoevaluación

Según el CTE-DB-HS5 los ramales de los inodoros pueden conectarse a un colector que luego se conectará a la bajante del baño y así colocar el inodoro a más de 1 m de distancia de la bajante

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

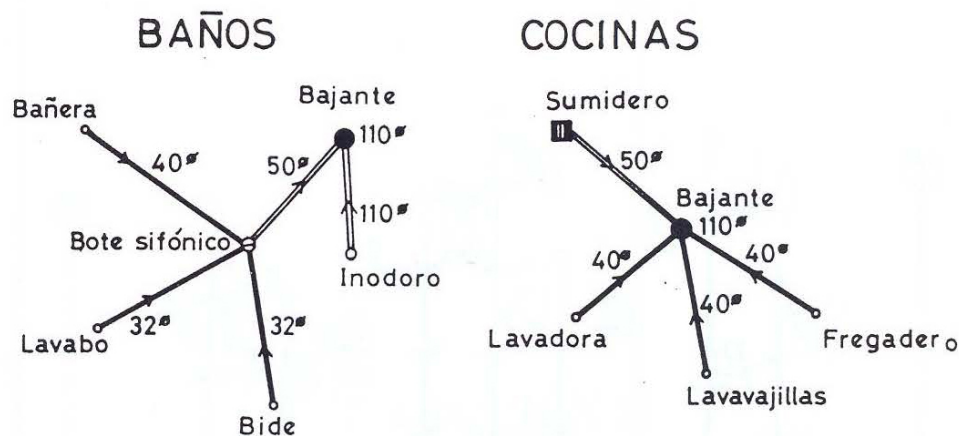
En el apartado 3.3.1.2. Redes de pequeña evacuación, punto e) iii), dice claramente que los inodoros deben conectarse por derivación directa de máximo 1 m a una bajante siempre que no se posible darle la pendiente adecuada al ramal, por lo que en realidad si podemos instalar un colector acorde a sus necesidades es posible instalar el inodoro más lejos de la bajante, aunque no es recomendable

5.4.- Ramales colectores.

Los ramales colectores son las secciones de tubería que conectan aparatos o ramales individuales entre sí y desembocan en las bajantes. La norma general de estos ramales es que el diámetro debe mantenerse o crecer conforme se avanza aguas abajo.

En el ámbito doméstico el CTE-DB-HS5 en la tabla 4.3 especifica los diámetros mínimos y la pendiente que deben disponerse para un número concreto de UD (unidades de descarga). Por regla general un ramal colector da servicio únicamente a una estancia y a los aparatos contenidos en ella.

Cuando las condiciones lo permiten, y respetando siempre las distancias máximas establecidas para cada aparato se pueden desaguar derivaciones y aparatos de más de una estancia al mismo ramal, aunque se recomienda seguir los criterios de dimensionado de los colectores en vez de los de los ramales.



5.5.- Bajantes.

Las bajantes de aguas residuales son las secciones verticales de tubería que discurren desde las diversas estancias hasta la planta baja o cota de entrega, siempre por encima de la cota de la red horizontal de evacuación general (generalmente entre 1,5 y 2 m por debajo de la cota del pavimento urbano).

Estas bajantes en el ámbito doméstico se dimensionan de acuerdo a las especificaciones de del CTE-DB-HS5 tabla 4.4., donde su diseño queda determinado por la altura de la bajante y además por el número de aparatos a los que da descarga.

Estas bajantes además deben prolongarse hasta la cubierta o zona ventilada y quedar abiertas en la parte superior para evitar succiones o sifonamientos en la red. Esto se conoce como ventilación primaria. Las chimeneas de ventilación deben quedar 1,5 metros por encima de cualquier zona habitable y disponer de una protección en la parte superior.

Tabla 4.4 Diámetro de las *bajantes* según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

[CTE-DB-HS5](#). 08/05/2020_Pag.117 ([CC BY-NC-SA](#))

Las bajantes deben discurrir por norma general rectas en todo su recorrido y totalmente verticales. No obstante, se permiten desviaciones siempre que estas se ejecuten en un ángulo de 45° sobre la vertical.

En resumen....

Las bajantes son uno de los elementos más importantes de nuestras instalaciones de evacuación

<https://www.youtube.com/embed/JQ2S|pb28ho>

Video sobre las bajantes de aguas residuales

5.6.- Entrega bajante-colector.

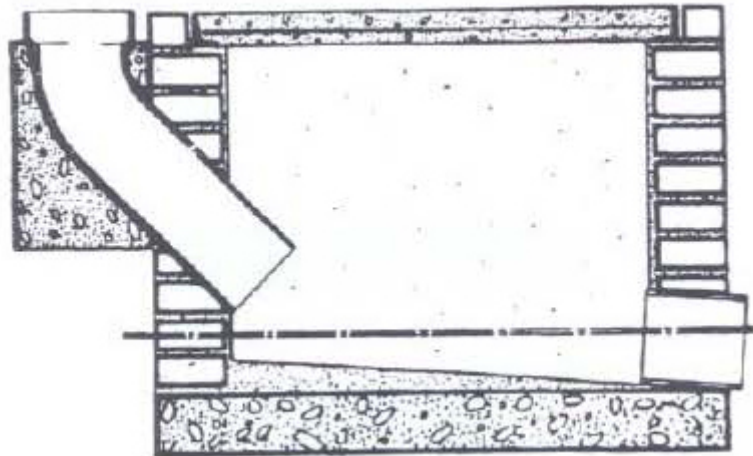
Se trata de todos los entronques entre las bajantes y los colectores, pueden darse de dos formas: de bajante vista a colector enterrado o de bajante vista a colector visto. En todos estos puntos se deben instalar registros que permitan abrir una conexión con el interior del circuito y posibiliten las tareas de mantenimiento y reparación, sobre todo los desciegos.

Arqueta de entrega

Conexión bajante-colector en redes descolgadas

Arqueta de entrega

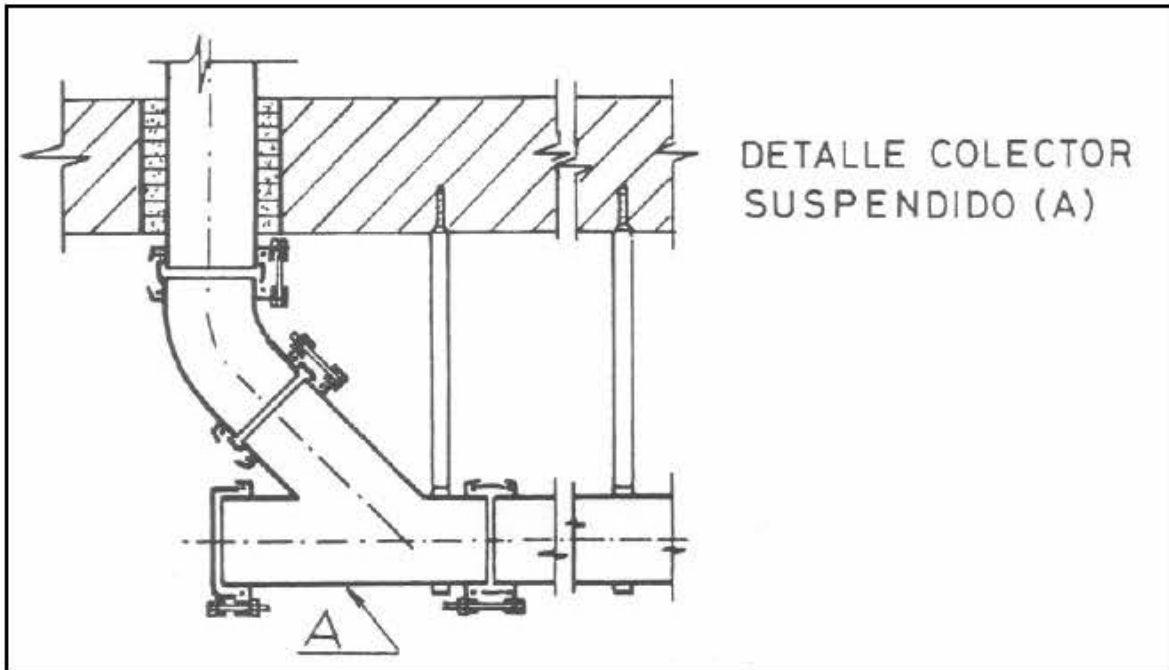
En estos casos la conexión se hace por medio de una arqueta de registro, en una de las paredes laterales de la arqueta, casi al fondo de la misma se inserta la entrega de la bajante con un codo de 45° de inclinación, quedando la desembocadura más algo más alta que el fondo de la arqueta. El fondo de la arqueta estará inclinada en la misma dirección que la entrega y en la pared inferior de la pared opuesta se construye la embocadura del colector, quedando así la entrega de la bajante y la embocadura, enfrentadas.



[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.176 ([CC BY-NC-SA](#))

Conexión bajante-colector en redes descolgadas

En estos casos la bajante debe prolongarse unos 5 cm por debajo del grueso del forjado, donde se instalan dos piezas con forma de codo de 45° que competan el ángulo de 90° de la entrega sobre el colector. En una de las dos piezas debe haber una tapa hermética que posibilite el registro de la entrega. Todo este mecanismo queda sujeto por una estructura auxiliar que garantice la integridad de la unión y su correcto anclaje al forjado que lo sustenta.

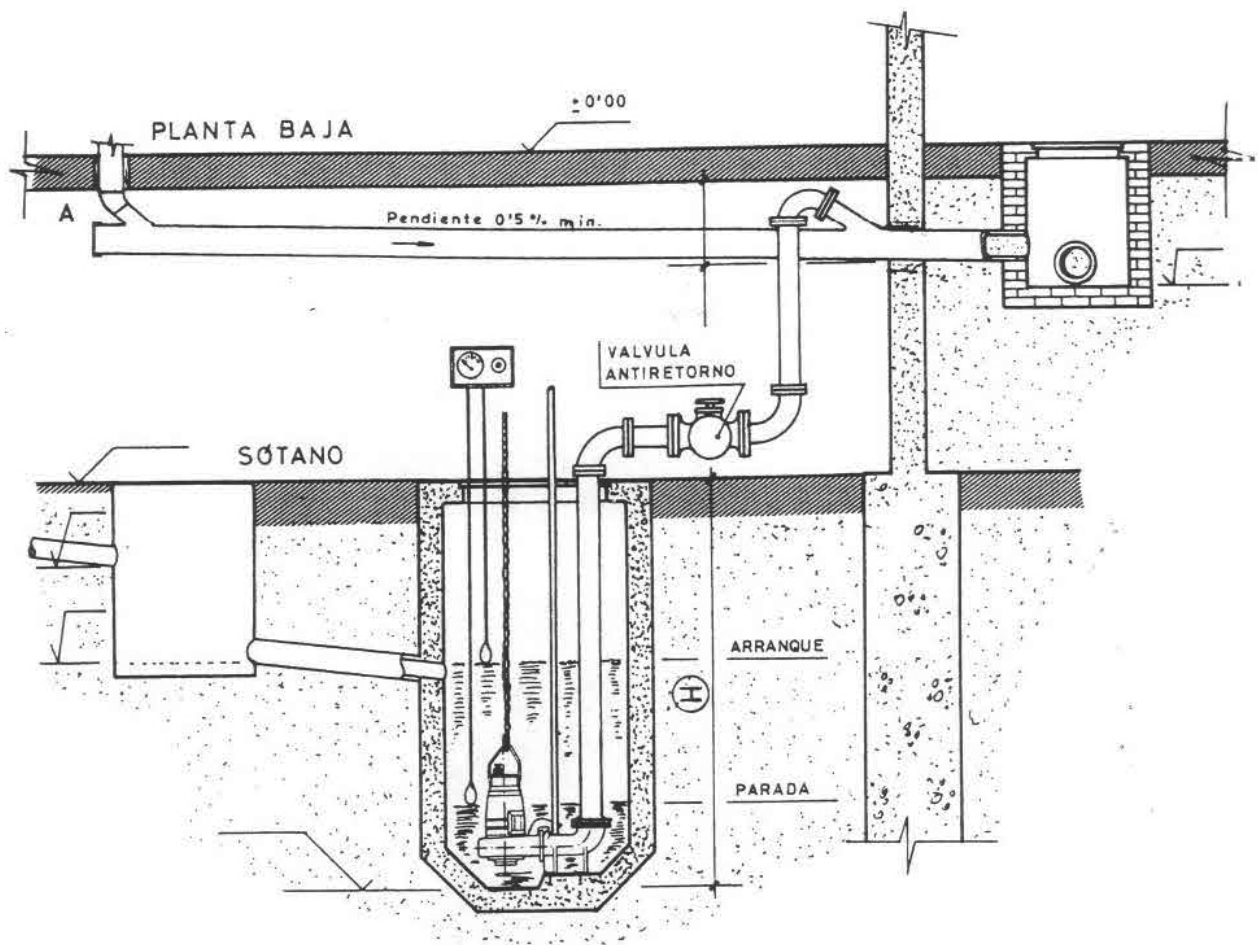


5.7.- Pozos de impulsión.

En las redes de evacuación forzadas, todas aquellas en las que la altura de evacuación esté por encima de los puntos de vertido. Se deben centralizar todas las descargas en una misma arqueta. Dicha arqueta de registro general de la red de evacuación forzada, se construye generalmente enterrada y debe disponer de una tapa hermética, el caso más habitual son garajes y sótanos por debajo de los 2 metros de profundidad.

Esta arqueta de registro general recibe las aguas residuales de todos los elementos de descarga que haya en los sótanos y los almacena a modo de depósito rompedor. La entrega en la arqueta se hace por la mitad superior de uno de los lados, en el fondo del lado opuesto la arqueta queda conectada por una tubería con el pozo de impulsión, cuya losa siempre debe encontrarse por debajo de la de la arqueta, como se ve en la figura.

En el pozo de impulsión hay dos bombas de lodo en funcionamiento alterno o tres bombas de lodo en funcionamiento tipo cascada. Estos equipos se encargan de succionar las aguas residuales e impulsarlas por encima de la altura de evacuación del colector general de salida. Se debe procurar que el entronque entre la salida de la red forzada y el colector sea en las proximidades de la acometida de aguas residuales del edificio y siempre debe embocarse la entrega por la parte superior del colector con un ángulo descendente de 45°.



5.8.- Colectores.

La red horizontal de evacuación se compone de tuberías denominadas colectores. Los colectores son tuberías de gran diámetro e inclinación muy reducida. Combinando estos dos factores se pueden dimensionar de acuerdo al caudal de descarga y la pendiente de diseño, según lo establecido en el CT-DB-HS5 tabla 4.5.

La red de colectores suele discurrir en el caso de las redes de aguas residuales suspendida de los forjados de las plantas bajas y en el caso de las aguas pluviales enterrados alrededor del perímetro del edificio. Existen muchos tipos de configuraciones, pero la estructura suele ser ramificada y termina centralizando todas las entregas en un único punto.

Los diámetros de los colectores oscilan entre los 125 y los 315 mm y su inclinación puede ir desde el 1% al 4%, la tendencia es reducir la pendiente del colector y aumentar su diámetro, ya que por lo general es la forma de conseguir una menor ocupación de la altura libre del sótano.

Tabla 4.5 Diámetro de los *colectores* horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

[CTE-DB-HS5](#). 08/05/2020_Pag.118 ([CC BY-NC-SA](#))

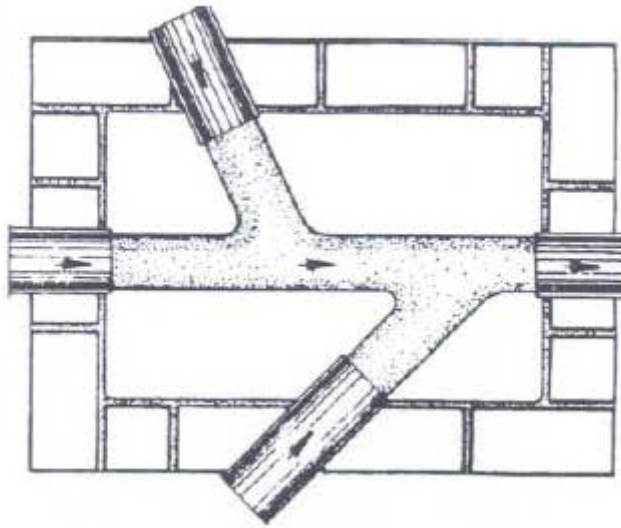
Conexiones entre colectores:

[Conexión mediante arqueta](#)

[Conexiones en redes descolgadas](#)

Conexión mediante arqueta

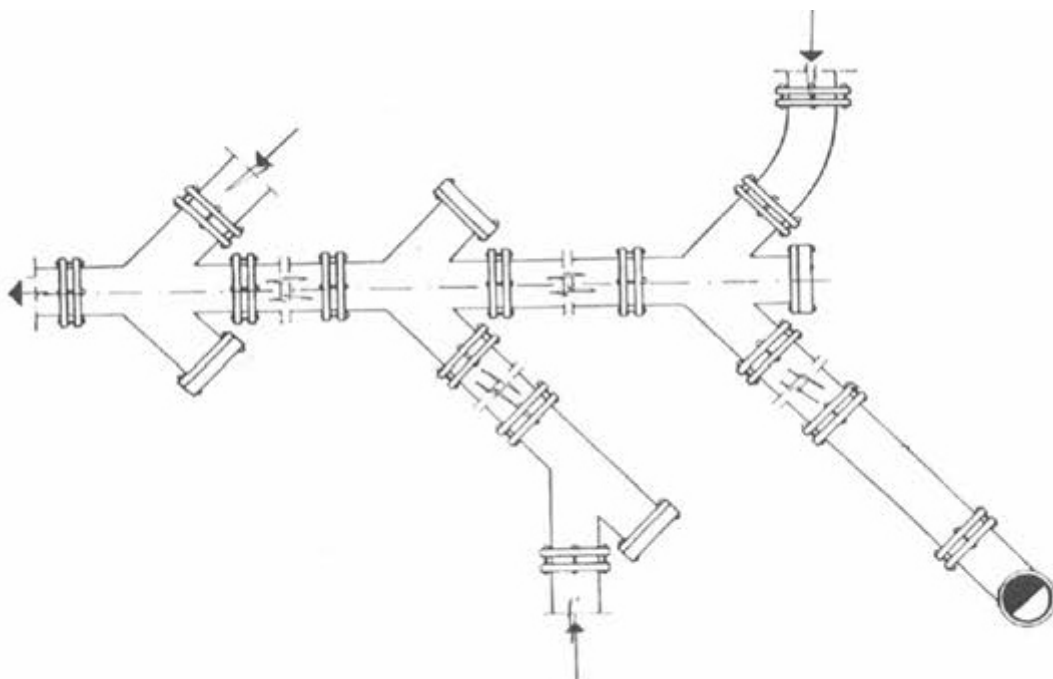
Se ejecuta la unión mediante una arqueta de registro con cierre hermético. Dentro de la arqueta se pueden ejecutar las entregas entre los ramales vistas o mediante una pieza similar a la de la red descolgada. En cualquiera de los casos la dirección principal debe seguir un eje recto y los entronques ejecutarse en los laterales de la arqueta.



[Gemma Vázquez Arenas](#). *Manual de Instalaciones de fontanería*, pag.177 (CC BY-NC-SA)

Conexiones en redes descolgadas

Se ejecuta la unión mediante una pieza de entronque con registro. Estas piezas pueden ser de entronque simple o de entronque doble enfrentado, la pieza tiene así forma de ángulo o de Y. En ambos casos los entronques se ejecutan por el lateral de la dirección principal. La mayoría de los fabricantes disponen de piezas estándar con entronques en ángulos de 30, 45 y 60 ° de inclinación con respecto al eje principal. Estas piezas además deben disponer de una tapa de registro que permita el acceso al interior del tubo.



Autoevaluación

Según el CTE-DB-HS5, un colector puede instalarse con una pendiente mínima del 0,5% siempre que se incremente su diámetro lo suficiente

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

En el apartado 4.1.3. en la tabla 4.5. se determina que la pendiente de un colector permite incrementar o disminuir su capacidad de descarga y por lo tanto está relacionada con el diámetro, pero fija en 1% la pendiente mínima.

5.9.- Red de ventilación.

Para evitar los problemas de sifonamiento, y succionamiento en las redes de evacuación es obligatorio construir una red de ventilación tanto en las redes de aguas pluviales como en las de residuales. El CTE-DB-HS5 en su apartado 3.3.3. especifica lo siguiente:

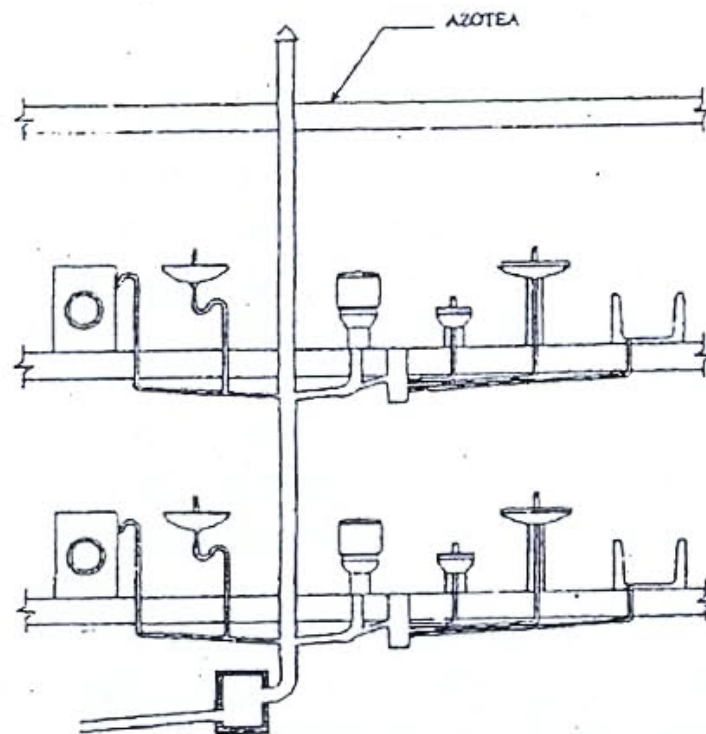
Red de ventilación primaria

Red de ventilación secundaria

Red de ventilación terciaria

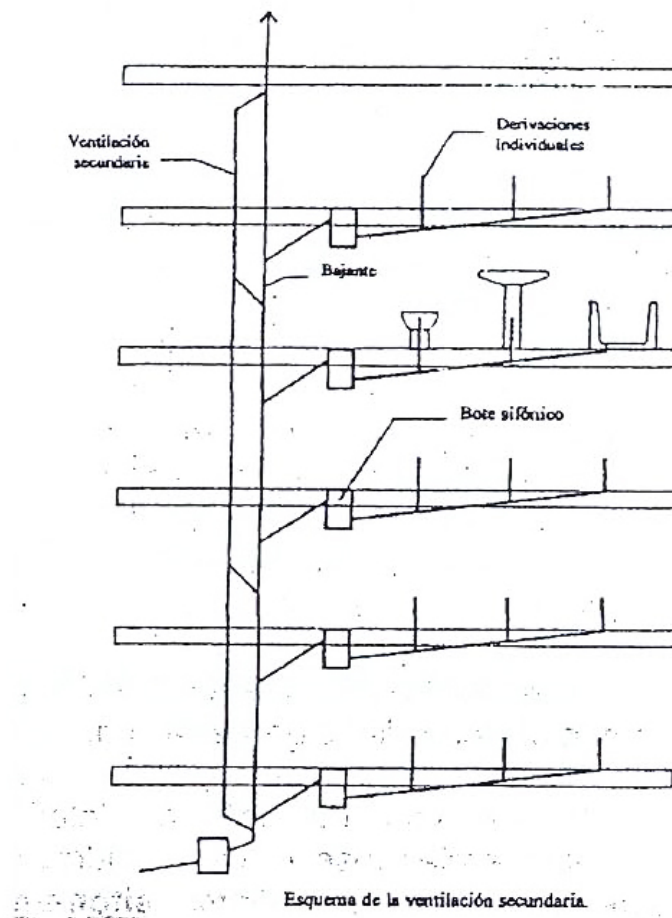
Red de ventilación primaria

Todas las redes deben disponer como mínimo de este tipo de ventilación. Será el único sistema necesario en edificios de 7 plantas o de 11 siempre que las bajantes se sobredimensionen y los ramales de conexión a la bajante no excedan de los 5 m. Este sistema consiste en prolongar las bajantes hasta la cubierta y construir una chimenea de ventilación al final.



Red de ventilación secundaria

Será obligatoria en todos los edificios no descritos en la red de ventilación primaria. Los edificios de hasta 15 plantas dispondrán de una ventilación con conexiones a la bajante en plantas alternas y los de más de 15 plantas en cada planta. Además se dispondrán todos los dispositivos de la red primaria. Esta red secundaria consiste en un tubo paralelo de ventilación que conecta la parte superior de los ramales de conexión con la bajante de cada planta con la parte superior de la misma planta de la bajante. El resultado es una “bajante” paralela de ventilación que al igual que la bajante de evacuación se prolonga hasta la cubierta y dispone de una chimenea.

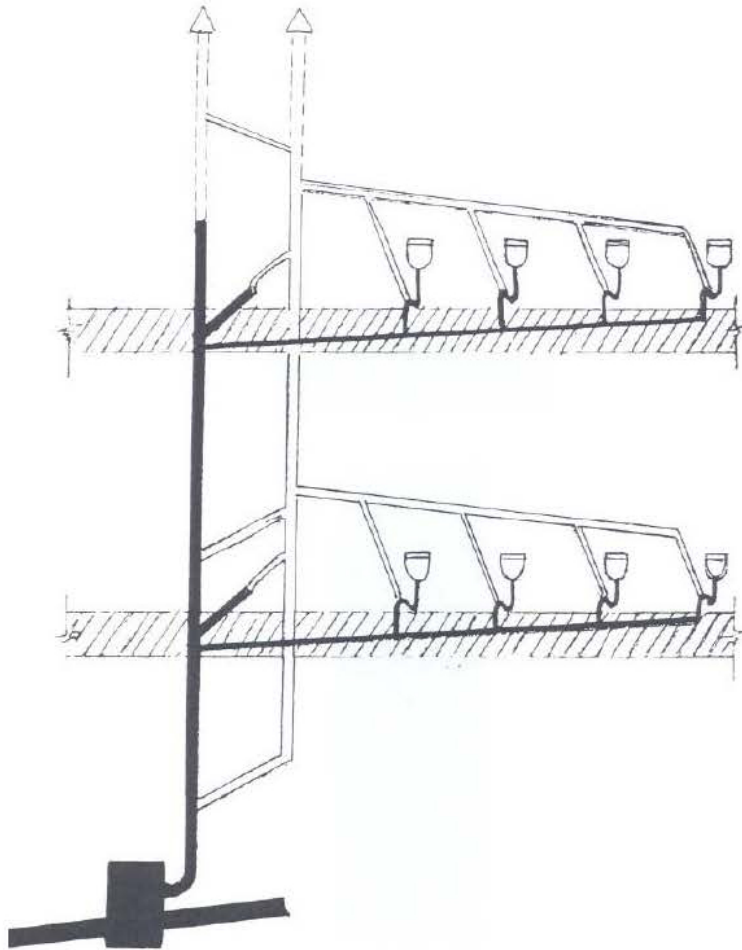


[Gemma Vázquez Arenas](#). Manual de Instalaciones de fontanería, pag.183 (CC BY-NC-SA)

Red de ventilación terciaria

Además de lo dispuesto en las dos anteriores, se deben conectar la parte alta del sifón de cada aparato de conexión a la “bajante” de ventilación, lo que supone

doblar las redes de evacuación locales de cada estancia. Esta ventilación se dará cuando en un edificio de más de 14 plantas la longitud de los ramales que desaguan en las bajantes sea superior a 5 m o en todos los demás casos que no estén incluidos en las dos anteriores redes de ventilación. Los diámetros de la red local de ventilación serán de los mismos diámetros que los ramales de conexión o que las derivaciones individuales si sólo dan servicio a un aparato.



[Gemma Vázquez Arenas](#) . Manual de Instalaciones de fontanería, pag.182 ([CC BY-NC-SA](#))

Debes conocer

En realidad una red de ventilación insuficiente o mal ejecutada suele ser la causa principal del mal funcionamiento de una red de evacuación y de que los gases nefticos entren en nuestras viviendas

<https://www.youtube.com/embed/c1bJTKbrUWs>

Autoevaluación

Según el CTE-DB-HS5, es posible que el ramal individual de la ventilación terciaria de cada aparato se prologue en una longitud de cualquiera siempre que el diámetro del mismo sea igual que el ramal de evacuación de dicho aparato

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

En el apartado 4.4.3. en la tabla 4.12 puede verse que independientemente del diámetro del ramal de ventilación del aparato la longitud máxima del mismo está limitada como máximo a 3 m.

6.- Red exterior de evacuación I: Drenaje Pluvial.

Caso práctico

Miren ya se siente preparada para empezar con el diseño de las redes, ahora tiene mucho más claro que la Eco Ciudad necesitará de dos redes de evacuación que sigan más o menos el trazado de las calles, una para evacuar el agua de lluvia y otra que recoja las aguas residuales de los edificios. Va a empezar con el diseño de la red de drenaje pluvial y necesita conocer mejor los datos de lluvias de la zona, hay varias dudas que le inquietan un poco, en la zona no llueve demasiado, pero se dan varias veces al año lluvias torrenciales y crecidas del río, cómo se gestionará eso? Va a visitar a Marta, del centro de control meteorológico.

- Hola Marta
- Hola Miren. ¿querías preguntarme algo sobre la pluviometría de la Ribera Media?
- Sí. Como sabes estoy al cargo de las infraestructuras de agua del proyecto de la Eco Ciudad, y quería que me contaras cómo es la pluviometría de la zona y exactamente qué volúmenes de lluvia debo prever para el diseño?

¿sabes cómo afectan las condiciones climáticas al diseño de una red de drenaje pluvial?

El objetivo principal de un sistema de drenaje pluvial es garantizar el desalojo del flujo ocasionado por precipitaciones pluviales en la cuenca o zonas de asentamientos humanos, provocando una mínima molestia, peligro y/o daño a las personas, los bienes, el medio ambiente y la infraestructura existente.

Sin embargo, la mayoría de los sistemas de alcantarillado de las ciudades fueron contruidos tanto para desalojar el agua que se produce después de su primer uso, denominadas aguas residuales, como para evacuar el agua de lluvia, por lo que se les denomina sistemas semiseparativos.

Cuando se presente una lluvia, que exceda la capacidad de diseño, los sistemas de drenaje semiseparativos pueden resultar insuficientes y presentarse encharcamientos e inundaciones considerándose a un encharcamiento como una depresión cerrada, con una lámina delgada de agua sin movimiento y una inundación de acuerdo con el glosario internacional de hidrología es el "aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso, " nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas que provocan afectaciones a la población.



[CONAGUA, Gobierno de México](#) . Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. VIII ([CC BY-NC-SA](#))

6.1.- Planificación de un sistema de drenaje pluvial urbano.

En las zonas urbanas, se tiene la necesidad de evacuar el agua de lluvia de tal modo que se mitiguen los riesgos para los habitantes, las viviendas, los comercios, las industrias y otras áreas que afectan a la población. Sin embargo, la construcción de edificios, casas, la pavimentación de calles, aparcamientos y otras construcciones modifican el entorno natural y generan superficies poco permeables; aumentando los volúmenes de _____escorrentía.

Así, la urbanización incrementa los volúmenes que drenan superficialmente, debido a la impermeabilidad de las superficies de cemento y pavimento. Esto obliga a diseñar los sistemas de drenaje artificial con mayor capacidad que la que tenían las corrientes naturales originales.

El drenaje pluvial urbano, tiene como función la captación y evacuación de las aguas de lluvia hasta sitios donde se descarguen en los cuerpos de agua, de tal forma que se reduzcan los daños e inconvenientes a los habitantes donde llegan o cruzan las escorrentías o que puedan afectar a otras cercanas.

Un sistema de drenaje está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias, que permiten el desalojo de las aguas de lluvia y que requieren de su mantenimiento para su correcta operación.

Como parte de la planificación y diseño de sistemas de drenaje pluvial se deben realizar las siguientes consideraciones:

- Garantizar que la evacuación de las aguas pluviales no afecte las zonas aguas abajo; esto es: viviendas, carreteras, vías de ferrocarril o cualquier otra infraestructura
- Definir los criterios de riesgo admisible ante inundaciones
- Evaluar y disminuir el impacto sobre el tráfico peatonal y rodado durante el desalojo de aguas pluviales en zonas urbanas

Uno de los aspectos más relevantes en el diseño de los sistemas de drenaje pluvial urbano es reducir al mínimo los cambios del régimen de flujo natural del agua en la cuenca y los cuerpos receptores. Por lo que el diseño no debe limitarse al control de la velocidad de flujo y la descarga máxima. Si se reducen al mínimo los cambios en el volumen de escorrentía, y por lo tanto los cambios en el ciclo natural del agua, se pueden alcanzar beneficios tales como:

- Menor arrastre de contaminantes
- Menor riesgo de inundaciones aguas abajo
- Menor riesgo de erosión de los cuerpos receptores
- Menor coste en la operación y mantenimiento de la infraestructura pluvial

Es importante saber...

Las redes de evacuación de aguas pluviales se enfrentan a una gran variabilidad del caudal de evacuación, por eso generalmente están

ampliamente automatizadas.

<https://www.youtube.com/embed/fD1mH0h6UG4>

Vídeo sobre sistemas de automatización en redes de evacuación de aguas pluviales

6.2.- Parámetros del proyecto.

En el diseño de sistemas de drenaje pluvial se deben considerar los costes asociados con las inundaciones. Ya que estos pueden incluir: la reconstrucción de la infraestructura dañada, la rehabilitación de los equipos dañados, los impactos sobre la economía local, ante el cierre de los centros de trabajo, los gastos del Estado y fondos para la atención de desastres.

Por lo que los proyectistas de sistemas de drenaje pluvial urbano deben considerar en el diseño los siguientes aspectos de seguridad:

- Impacto a un "nivel local" aceptable para la comunidad, ante la ocurrencia de una precipitación de diseño
- Efecto potencial sobre la comunidad en términos de tiempo de recuperación
- Preservar la integridad de las principales conducciones de drenaje, naturales y artificiales

El uso de suelo, las condiciones climáticas y el tipo de precipitación son distintos de un lugar a otro. Por lo que la solución al problema deberá ser acorde a estas condiciones. Como referencia puede tomarse la figura B.1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas del CTE-DB-HS5, que determina junto con la tabla B.1 las intensidades pluviométricas de referencia para toda la geografía española.

El mantenimiento de las tasas de infiltración natural del agua de lluvia en los suelos de captación puede beneficiar en gran medida la salud ecológica, manteniendo los flujos de aguas subterráneas naturales. Así, el diseño del sistema de drenaje pluvial debe reflejar las condiciones locales del suelo y sus tasas de infiltración naturales.

Los nuevos diseños urbanos deben considerar la inclusión de pavimentos drenantes o semipermeables en la medida de lo posible. Al mismo tiempo se pueden aprovechar ciertos puntos de la red de drenaje pluvial para la acumulación de agua en grandes depósitos, sobre todo en aquellos regímenes pluviométrico donde la variabilidad de la lluvia a lo largo de las estaciones hace difícil garantizar el caudal de servicio. Ciudades como Barcelona implementan hace años este tipo de dispositivos conocidos como tanques de tormenta.

Parámetro	Resultado deseado
Eficacia del drenaje	Salud pública: El sistema de drenaje debe ser capaz de evitar inundaciones o encharcamientos que puede ser foco de infecciones y atraer insectos o fauna nociva
	El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos
	Debe minimizar las afectaciones a la infraestructura urbana y a los habitantes ante la ocurrencia de tormentas
Control de inundaciones	El sistema de drenaje debe proteger las vías de comunicación de la población ante inundaciones
	El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos
	El sistema de drenaje debe ser adecuado para desalojar el agua ocasionada por la precipitación de diseño determinada
Volumen de escurrimiento	Control de inundaciones
	Debe ser capaz de captar el volumen de agua generado por la precipitación de diseño
	El sistema debe ser resistente a la erosión provocada por el flujo
	La descarga del agua pluvial no debe causar afectaciones a los ecosistemas o a los cuerpos receptores
Descarga máxima	Control de inundaciones
	El funcionamiento debe evitar disputas legales entre el organismo operador y comunidades aguas abajo
	La descarga debe ser tal, que prevenga la erosión en los cuerpos receptores
Velocidad de flujo	Debe garantizar el control de inundaciones en los cuerpos receptores y/o zonas aguas abajo de la descarga
	El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos
	El sistema de drenaje debe ser resistente a la erosión
Profundidad de flujo	Se debe priorizar el control de inundaciones
	El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos
	Debe minimizar las afectaciones a la infraestructura urbana y a los habitantes ante la ocurrencia de tormentas
Estética	El sistema de drenaje debe ser acorde al paisaje urbano
	Se debe procurar la protección de los sistemas naturales de drenaje
Infraestructura y costo de mantenimiento	La puesta en marcha de un sistema de drenaje debe generar un costo asequible al organismo operador y la comunidad
	Debe ser tal que los requisitos de operación y mantenimiento permitan la sostenibilidad
	El sistema de drenaje pluvial debe ser estructuralmente resistente ante las inundaciones que superen su capacidad

6.3.- Componentes de un sistema de drenaje pluvial.

Los componentes principales de un sistema de drenaje se agrupan según la función para la cual son empleados, así un sistema de drenaje pluvial urbano, se integra de las partes siguientes:

- **Estructuras de captación**

Recolectan las aguas a transportar, en el caso de los sistemas de drenaje pluvial urbano se utilizan bocas de tormenta como estructuras de captación, aunque también pueden existir conexiones domiciliarias donde se vierta el agua de lluvia que cae en cubiertas y patios. En las captaciones (ubicadas convenientemente en puntos bajos del terreno y a cierta distancia en las calles) se coloca una rejilla para evitar el ingreso de objetos que obstruyan los conductos.

- **Estructuras de conducción**

Transportan las aguas recolectadas por las estructuras de captación hacia el sitio de almacenamiento o vertido; representan la parte medular de un sistema de drenaje y se forman por conductos cerrados y/o abiertos, conocidos como tuberías y canales, respectivamente.

- **Estructuras de conexión y mantenimiento.**

Facilitan la conexión y mantenimiento de los conductos que forman la red de drenaje, pues además de permitir la conexión de varios conductos, incluso de diferente diámetro o material, también disponen del espacio suficiente para que un operador baje hasta el nivel de las tuberías y maniobre para llevar a cabo la limpieza e inspección de los conductos; tales estructuras son conocidas como pozos de registro.

- **Estructuras de vertido.**

Son estructuras de descarga terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del agua drenada, se diseñan para evitar posibles daños al último tramo de tubería, que pueden ser causados por la corriente donde descarga la red o por el propio flujo de salida de la conducción.

- **Obras complementarias.**

Se considera dentro de este grupo a las instalaciones que no necesariamente forman parte de todos los sistemas de drenaje, pero que en ciertos casos resultan importantes para su correcto funcionamiento. Entre ellas las estaciones de bombeo, estructuras de cruce, lagunas de retención y detención, disipadores de energía, etc.

- **Vertido final.**

El vertido final de las aguas captadas por una red de drenaje no es una estructura que forme parte del sistema; sin embargo, representa una parte fundamental del proyecto de drenaje. Su importancia radica en que si no se define con anterioridad a la construcción del proyecto, la descarga de las aguas pluviales, entonces se pueden provocar graves daños.

6.4.- Estructuras de captación.

Las estructuras de captación se encargan de recoger el agua y guiarla hasta los puntos por los que se introduce dentro de la red de drenaje pluvial. En general se trata de alcantarillados de diversas formas: imbornales, sumideros, vierteaguas, bocas de tormenta etc... Pero la parte fundamental es el sistema de pendientes, se trata del sistema de inclinaciones y pendientes que se disponen en el diseño del pavimento urbano y el viario rodado que garantizan con pendientes entre el 0,5% y el 2% la conducción del agua hacia donde se encuentren las bocas de tormenta. Este tipo de sistemas se configuran según la sección transversal de la vía y pueden ser de canal central o de canales laterales, contando el de canal central con menos bocas de tormenta y centradas en el eje de la vía, y el de canales laterales con dos líneas paralelas al eje de la vía y el doble de bocas de tormenta. En el caso de grandes espacios públicos con pavimento impermeable, como son plazas públicas o aparcamientos, se requiere de un estudio pormenorizado y el sistema de pendientes suele formar parte del diseño arquitectónico del lugar.

[Bocas de tormenta](#) [Vierteaguas](#)

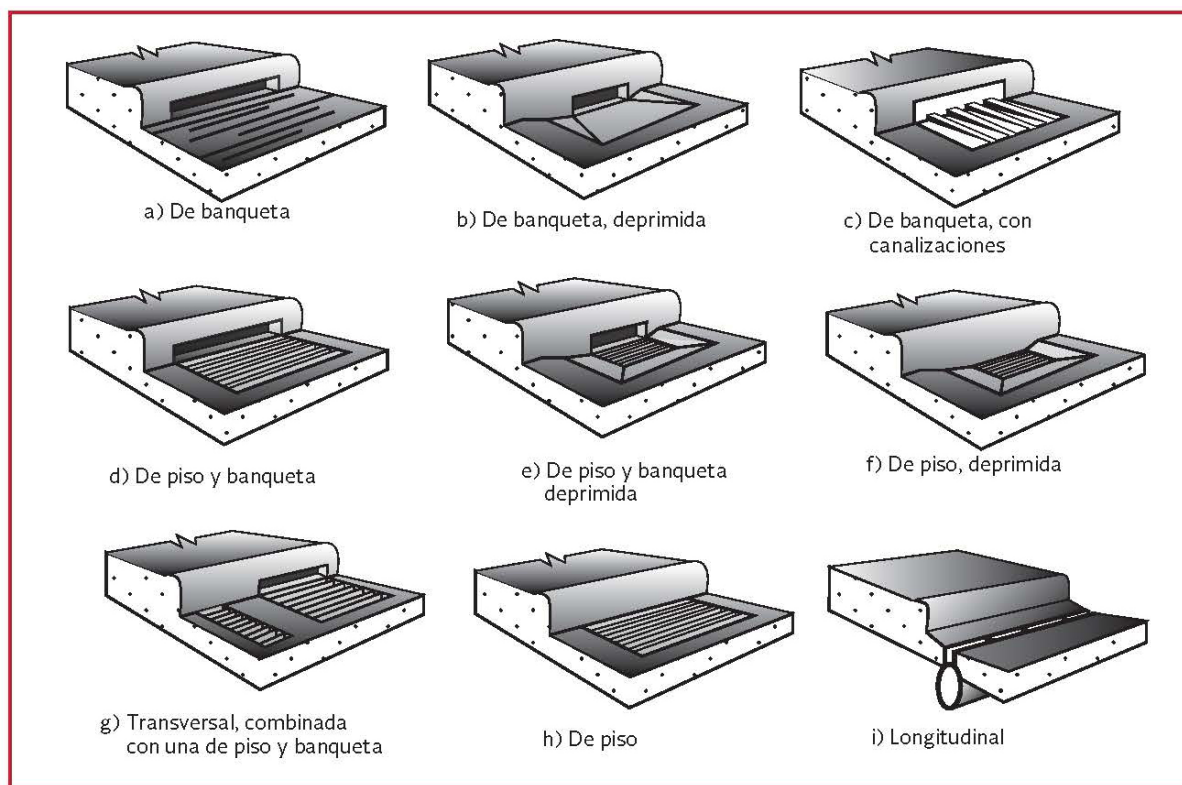
Bocas de tormenta

Las bocas de tormenta son estructuras que recolectan el agua que escurre sobre la superficie del terreno y la introducen por las rejillas al sistema de conducción. Se ubican generalmente aguas arriba del cruce de calles y en avenidas de importancia, además de colocarse en puntos bajos del terreno evitando la acumulación de agua. Normalmente están integradas con una rejilla que permite el acceso del agua y bloquea el paso de residuos de tamaños mayores que pueden obstruir las obras de conducción.

Generalmente están constituidas por una caja que funciona como desarenador donde se depositan las materias que son arrastradas por el escurrimiento producto de la lluvia.

Las bocas de tormenta tienen el objetivo de controlar el nivel máximo y el ancho de la lámina de flujo en las zonas urbanas evitando que se presenten problemas de encharcamiento o inundación, la capacidad hidráulica de cada una depende de su geometría y de las condiciones donde se instala.

Su capacidad debe de ser consistente con la capacidad del drenaje pluvial; su geometría dependerá de las características específicas del flujo y de la región. La elección del tipo de obra de captación dependerá de las condiciones hidráulicas, económicas y de ubicación.

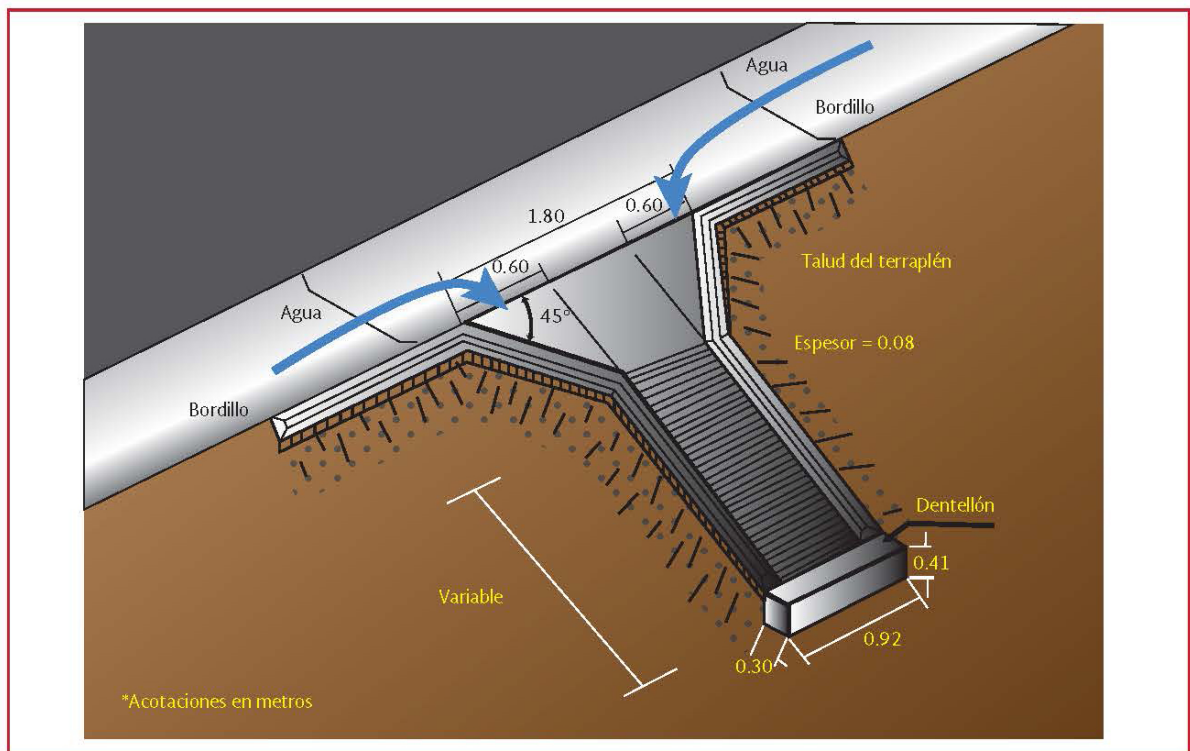


[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 7 ([CC BY-NC-SA](#))

Vierteaguas

Son canales que conducen y descargan el agua recolectada por las aceras, cunetas y guarniciones a lugares donde no causen daños a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería, morteros hidráulicos o metálicos.

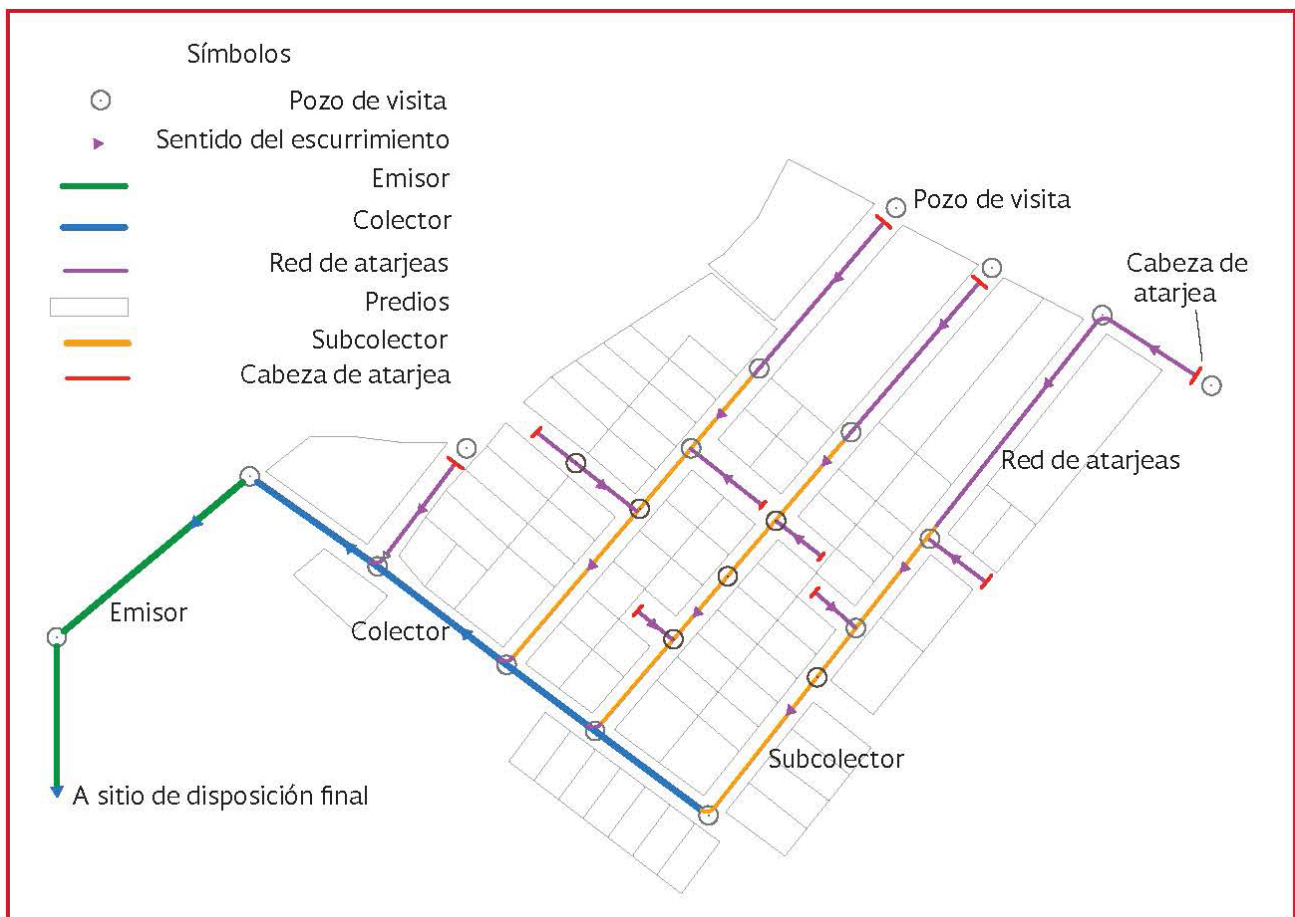
Los que se construyen con mampostería o mortero hidráulico, generalmente tienen sección triangular, ya que con esto se logra una concavidad en su intersección con el acotamiento, con lo cual se facilita la entrada del agua al lavadero.



6.5.- Estructuras de conducción.

Son todas las estructuras que transportan las aguas recolectadas por las obras de captación hasta el sitio de vertido. Se pueden clasificar, en primera instancia, según su importancia dentro de la red como:

- Atarjeas o red de atarjeas. Son los conductos de menor diámetro en la red, a los cuales descargan la mayor parte de las estructuras de captación
- Subcolectores, son conductos de mayor diámetro que las atarjeas, que reciben directamente las aportaciones de dos o más atarjeas y las conducen hacia los colectores
- Colectores, son los conductos de mayor área transversal en la red y representan la parte medular del sistema de drenaje. Su función es reunir el agua recolectada por los subcolectores y llevarla hasta el punto de salida de la red e inicio del emisor.
- Emisores, conducen el flujo hasta el punto de vertido o tratamiento. Una red puede tener más de un emisor dependiendo del tamaño de la localidad. Se le distingue de los colectores porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 8 ([CC BY-NC-SA](#))

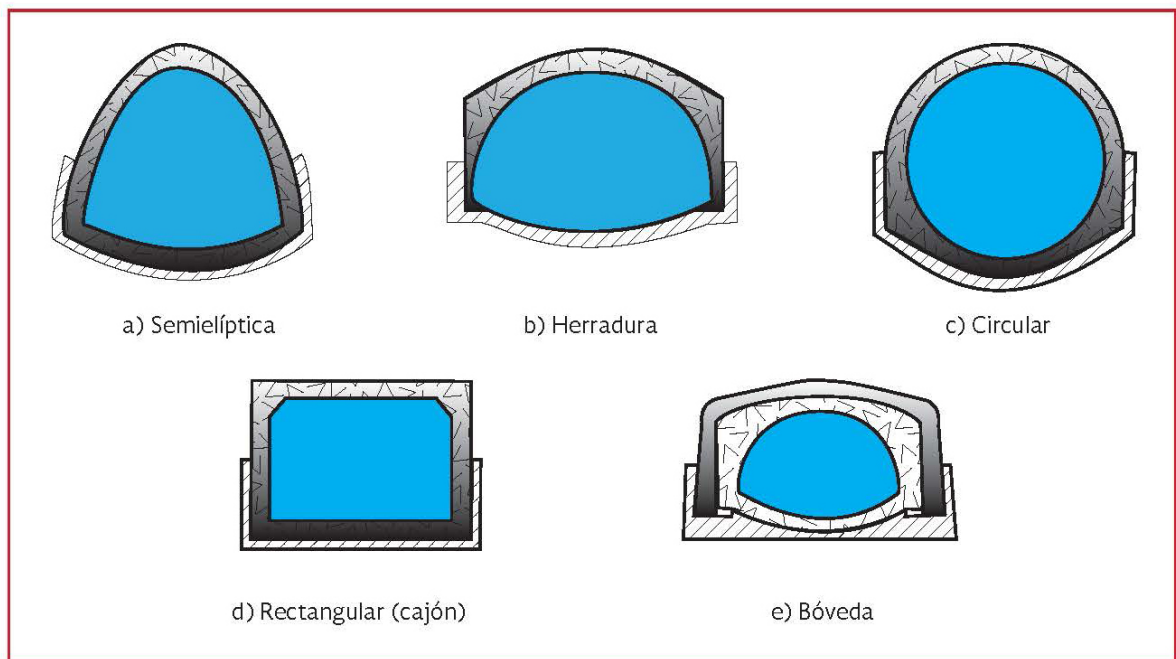
Por otra parte, los conductos pueden clasificarse según el tipo de material y método de construcción con que fueron fabricados. Desde el punto de vista de su construcción, existen dos tipos de conductos:

- **Conductos prefabricados.** Comúnmente se les denomina como “tubería”, con varios sistemas de unión o ensamble, generalmente de sección circular. Las tuberías comerciales más usuales se fabrican de los materiales siguientes: hormigón simple, hormigón reforzado, fibrocemento, policloruro de vinilo o PVC y PEAD. En los últimos años también se ha venido trabajando con conductos prefabricados de sección rectangular.
- **Conductos contruidos in situ.** Usualmente se fabrican de hormigón reforzado y pueden ser estructuras cerradas o a cielo abierto. A las primeras se les llama cerradas porque se construyen con secciones transversales de forma semielíptica, herradura, circular, rectangular o en bóveda. Las estructuras a cielo abierto más utilizadas corresponden a canales de sección rectangular, trapezoidal, triangular o una combinación de estas.

Conductos de sección cerrada

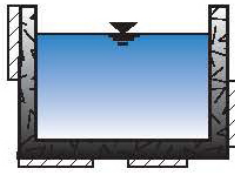
Conductos de sección abierta

Conductos de sección cerrada

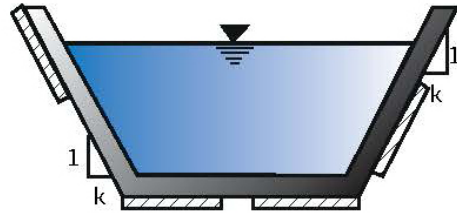


[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 9 ([CC BY-NC-SA](#))

Conductos de sección abierta



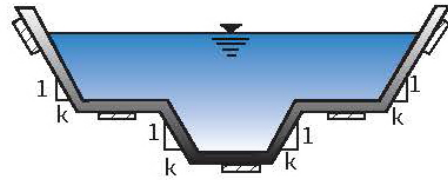
a) Rectangular



b) Trapecial



c) Triangular



d) Combinada

[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 10 ([CC BY-NC-SA](#))

...

...

Para saber más

<https://www.youtube.com/embed/NNBd4MapgSE>

Vídeo, proceso constructivo de un canal a cielo abierto de sección trapezoidal

6.6.- Estructuras de conexión y mantenimiento.

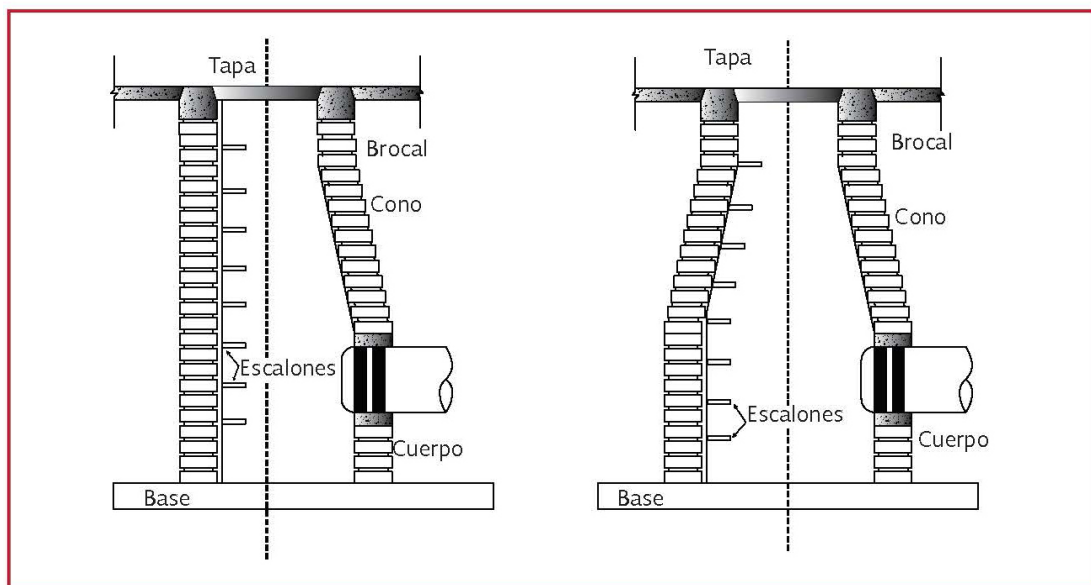
Son elementos subterráneos que facilitan la conexión y el mantenimiento de las obras de conducción del sistema, permitiendo conectar tuberías de diferentes diámetros y/o material.

Se los denomina pozos de registro o arquetas de registro según sus dimensiones y son de vital importancia en la red de alcantarillado, ya que gracias a estas estructuras se evitan reparaciones complicadas y costosas.

Los pozos de registro son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de drenaje, su existencia en las redes de alcantarillado es fundamental; éstos se ubican al inicio de las atarjeas, en puntos donde la tubería cambia de diámetro, dirección o pendiente y también donde se requiere la conexión con otras atarjeas, subcolectores o colectores.

Los elementos del pozo de registro son:

- Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas y banqueteta
- Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones
- Cono de acceso (concéntrico o excéntrico)
- Brocal
- Tapa



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 11 ([CC BY-NC-SA](#))

Pozo de registro estándar

Pozo caja

Pozos caja de unión

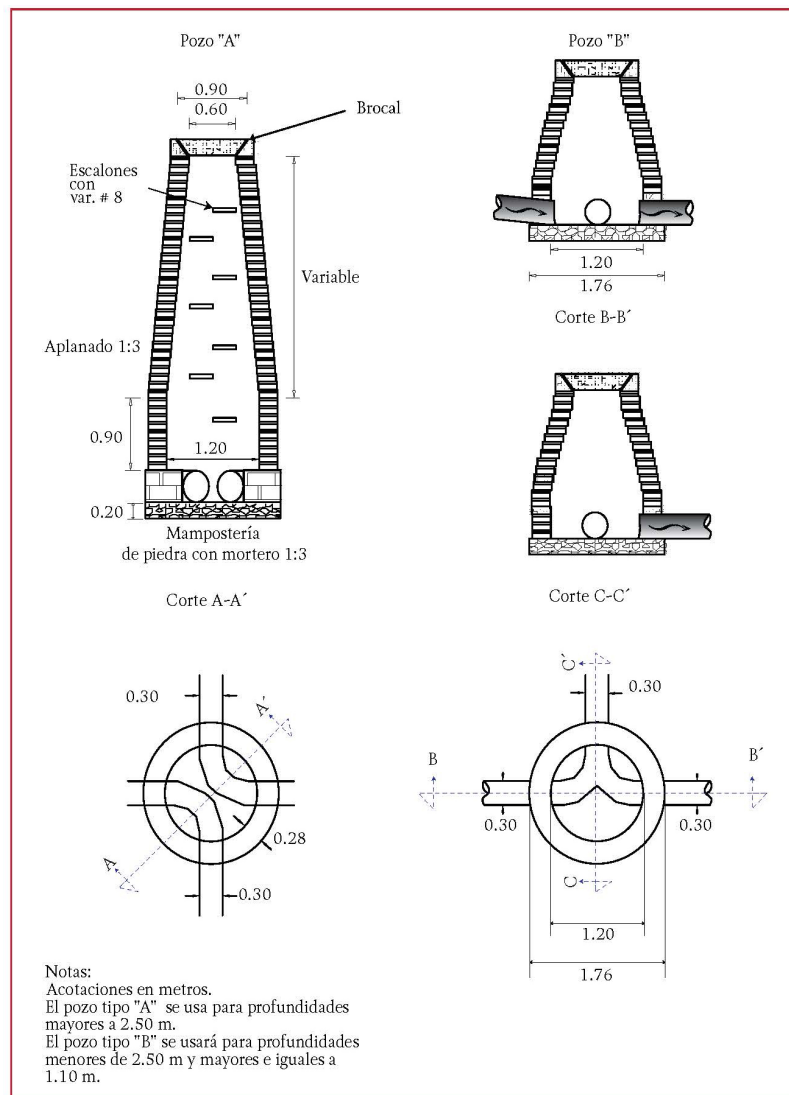
Pozos caja de giro/ángulo

Pozo de registro estándar

Los pozos de registro estándar comunes están formados por una chimenea de tabique de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior. La cimentación de estos pozos puede ser de mampostería o de hormigón. En terrenos suaves se construye de hormigón armado aunque la chimenea sea de tabique.

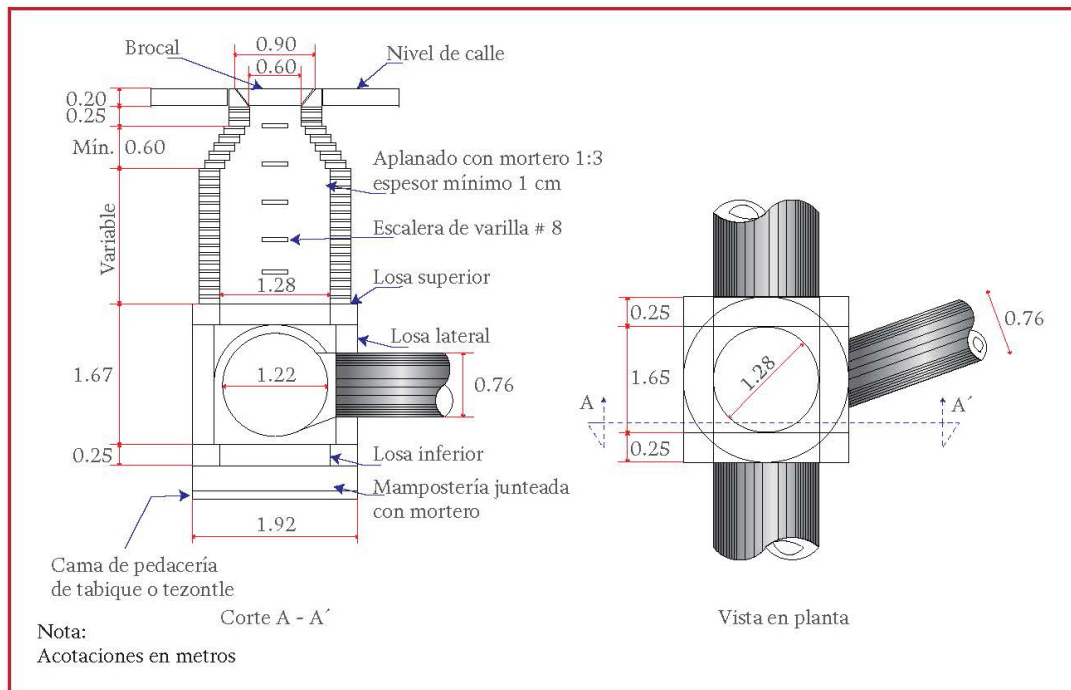
En cualquier caso, las banquetas del pozo pueden ser de tabique o piedra. Todos estos elementos se unen con mortero cemento-arena. Son suficientemente amplios para darle paso a una persona y permitirle maniobrar en su interior. Un brocal de hormigón cubre la boca.

El piso de los pozos de visita comunes, es una plataforma en la cual se localizan canales (medias cañas) que prolongan los conductos. Una escalera de peldaños de hierro fundido empotrados en las paredes del pozo, permite el descenso y ascenso al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema. Los pozos de visita comunes tienen un diámetro interior de 1.2 m.



Pozo caja

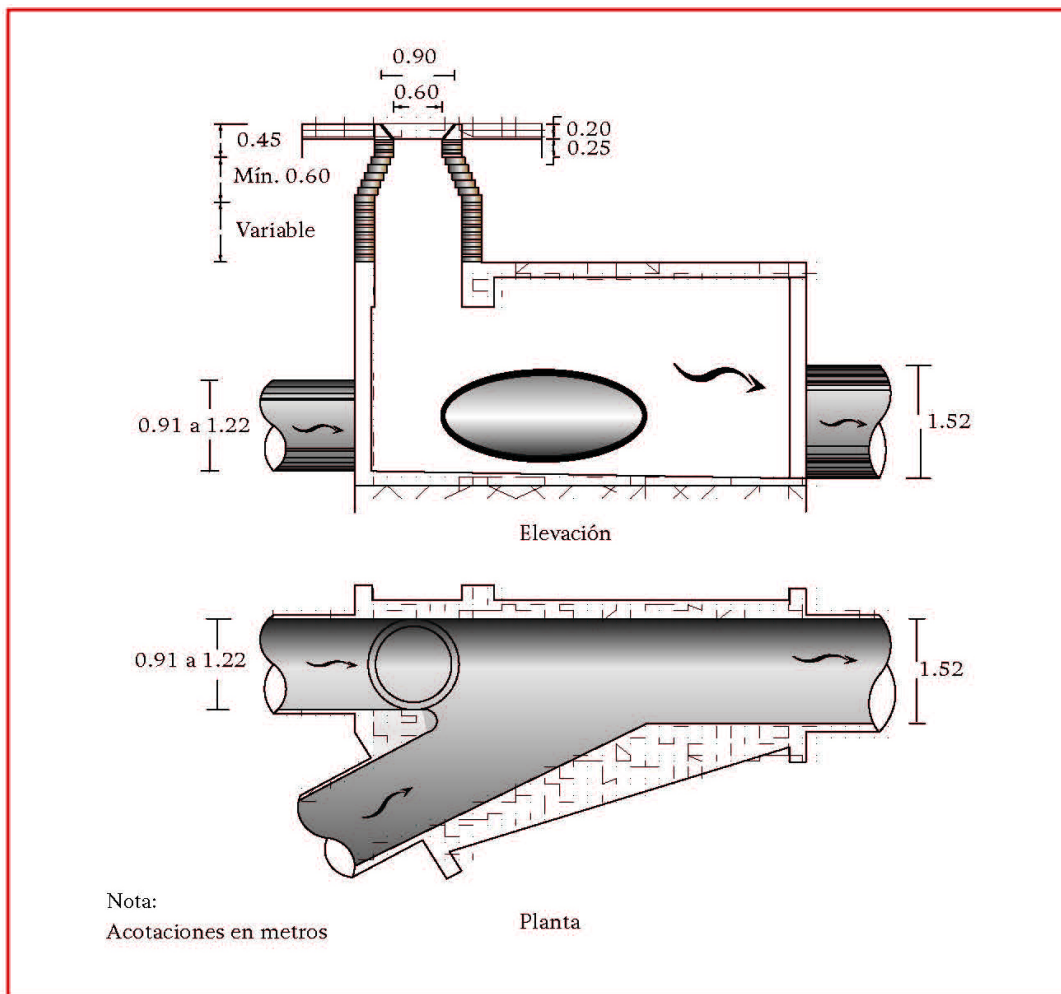
Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de hormigón reforzado y una chimenea de tabique similar a la de los pozos estándar. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular. Sus muros así como el piso y el techo son de hormigón reforzado, arrancando de éste último la chimenea que al nivel de la superficie del terreno, termina con un brocal y su tapa, ambos de hierro fundido o de hormigón reforzado. Generalmente a los pozos cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja.



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 14 (CC BY-NC-SA)

Pozos caja de unión

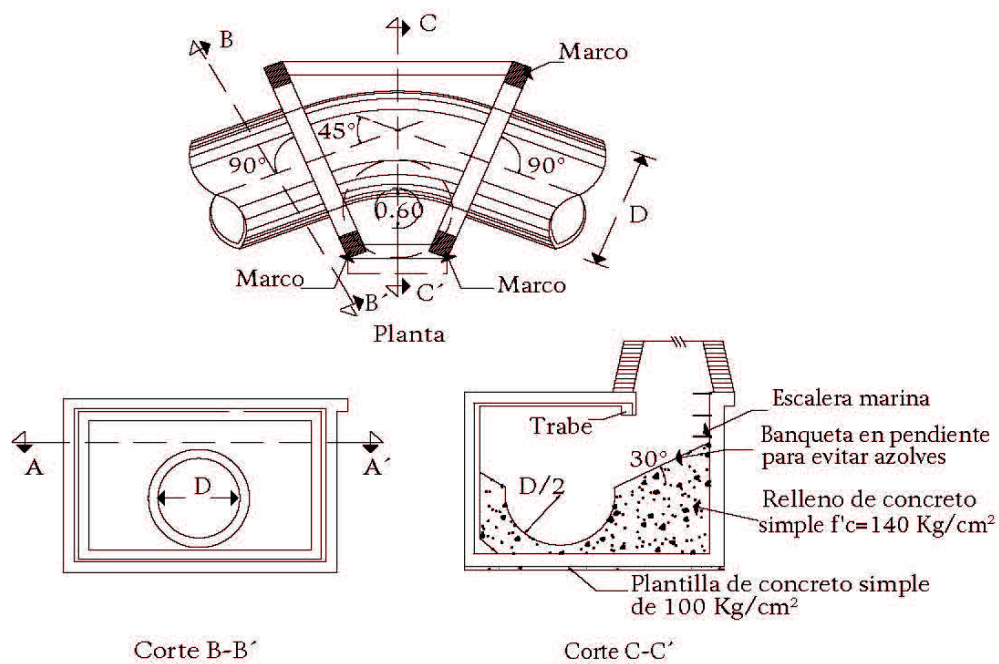
Se les denomina así a los pozos caja de sección horizontal en forma de polígonos irregulares. Estos pozos no permiten el giro en las tuberías. Existen dos tipos de pozos caja unión: el tipo 1, se utiliza en tuberías de hasta 1.52 m de diámetro con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.22 m de diámetro; y el tipo 2, el cual se usa en diámetros de hasta 2.13 m con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.52 m de diámetro.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 15 ([CC BY-NC-SA](#))

Pozos caja de giro/ángulo

Se les nombra de esta forma a los pozos caja a los que concurre una tubería de entrada y tienen sólo una de salida con un ángulo de 45 grados como máximo. Se utilizan en tuberías de 1.52 a 3.05 m de diámetro.

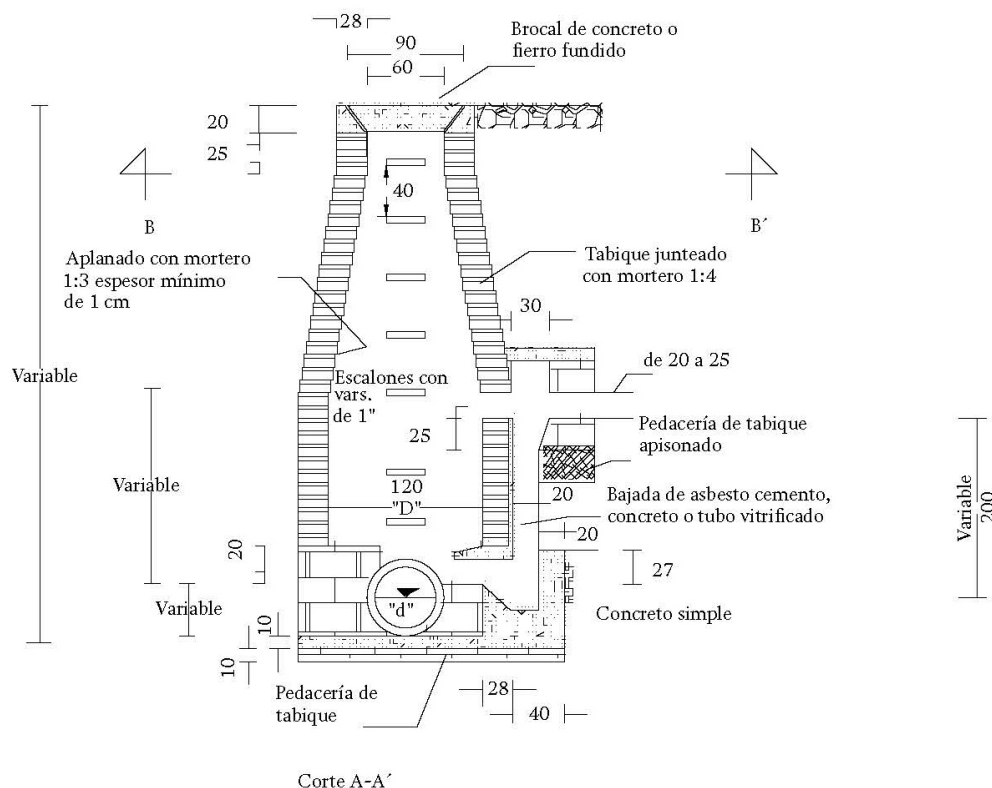


6.7.- Estructuras de caída.

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

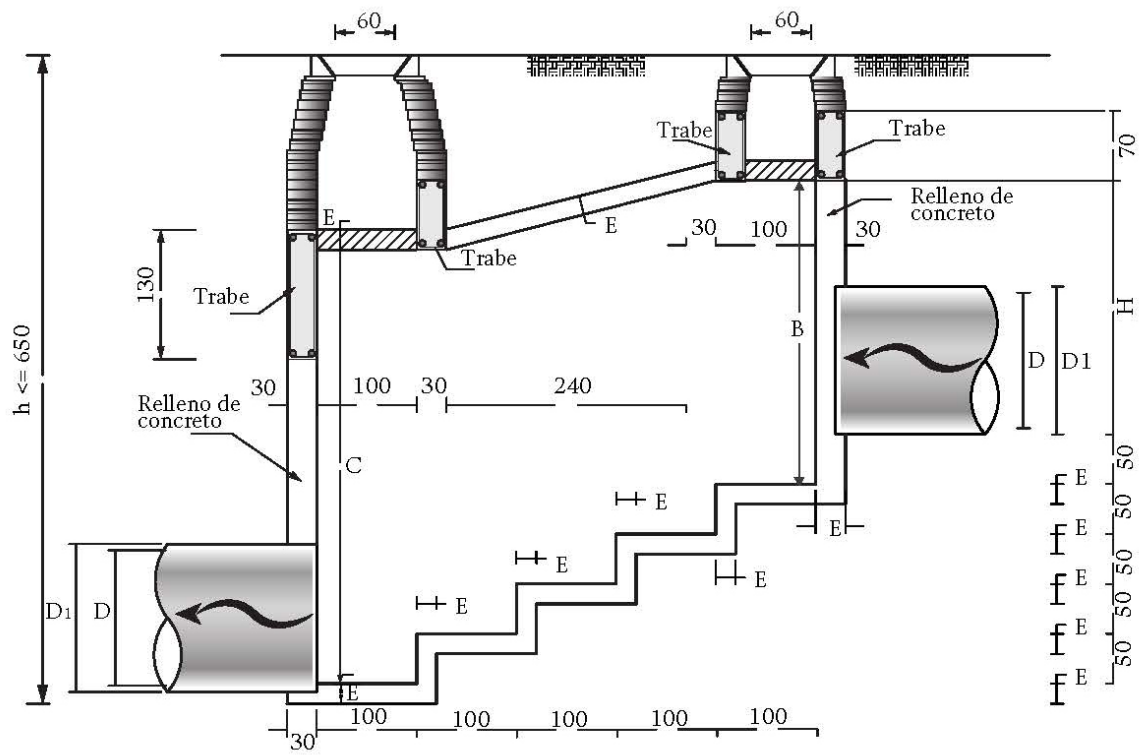
Las estructuras de caída que se utilizan son:

- **Caídas libres.** Se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial
- **Pozos con caída adosada.** Son pozos de registro comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro con un desnivel hasta de 2.00 m



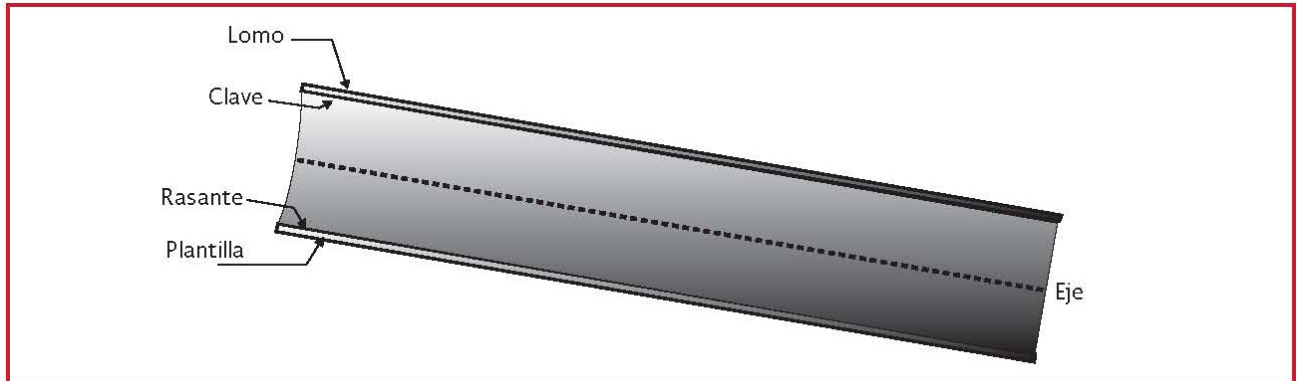
CONAGUA, Gobierno de México. Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 17 (CC BY-NC-SA)

- **Pozos con caída.** Son pozos constituidos también por una caja y una chimenea de tabique, a los cuales en su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae. Se construyen para tuberías de 0.30 a 0.76 m de diámetro y con un desnivel hasta de 1.50 metros
- **Estructuras de caída escalonada.** Son estructuras con caída escalonada cuya variación es de 0.50 en 0.50 m hasta llegar a 2.50 m (cinco tramos) como máximo, que están provistas de dos pozos de visita en los extremos, entre los cuales se construye la caída escalonada; en el primer pozo, se localiza la plantilla de entrada de la tubería, mientras que en el segundo pozo se ubica su plantilla de salida. Este tipo de estructuras se emplean en tuberías con diámetros desde 0.91 hasta de 2.44 m. Como puede observarse en la ilustración.



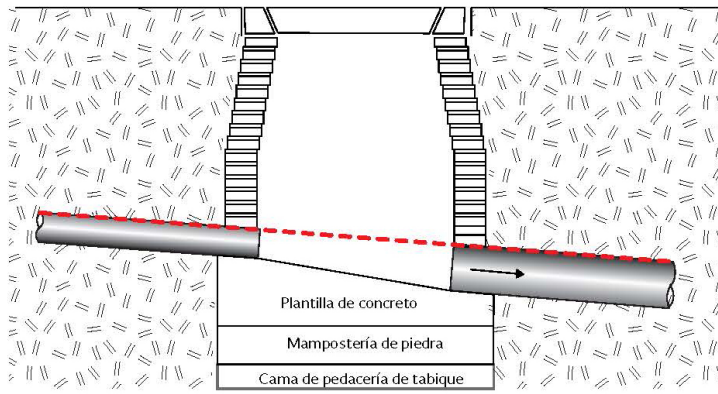
6.8.- Entrega y conexión de tuberías.

Debido a los cambios de diámetro de la tubería que conforma la red, resulta conveniente definir la forma correcta de conectar los tubos en los pozos de registro. En la Ilustración se indican los nombres con los que se identifican las partes de un tubo.

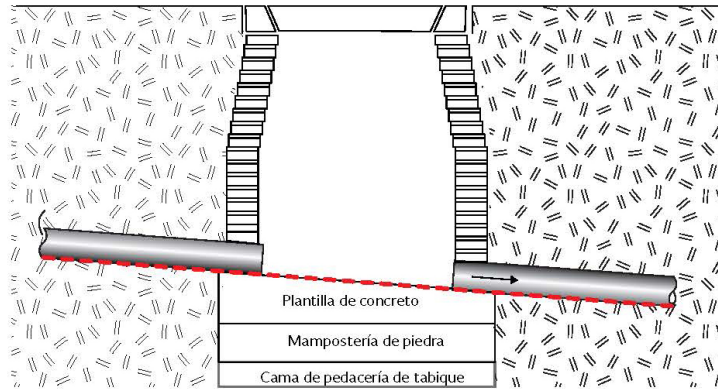


[CONAGUA, Gobierno de México](#) . Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 20 ([CC BY-NC-SA](#))

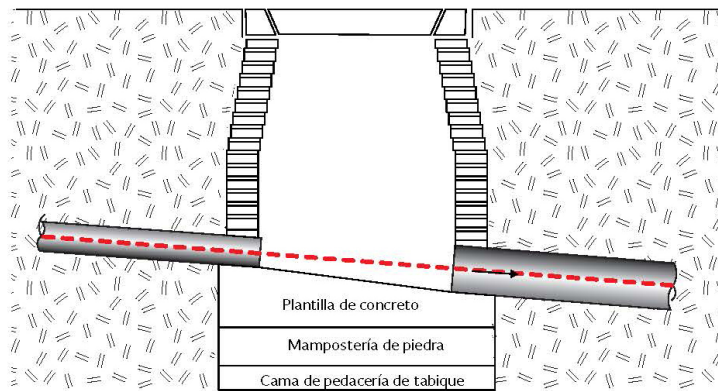
De acuerdo a las características del proyecto, se pueden efectuar las conexiones de las tuberías haciendo coincidir las claves, los ejes o las plantillas de los tramos de diámetro diferente, como se muestra en la Ilustración. Desde el punto de vista hidráulico es conveniente que en las conexiones se igualen los niveles de las claves de los conductos por unir. Por otra parte, se recomienda que las conexiones a ejes y plantillas se utilicen únicamente cuando sea indispensable.



a) Clave con clave



b) Rasante con rasante



c) Eje con eje

6.9.- Estructuras de vertido.

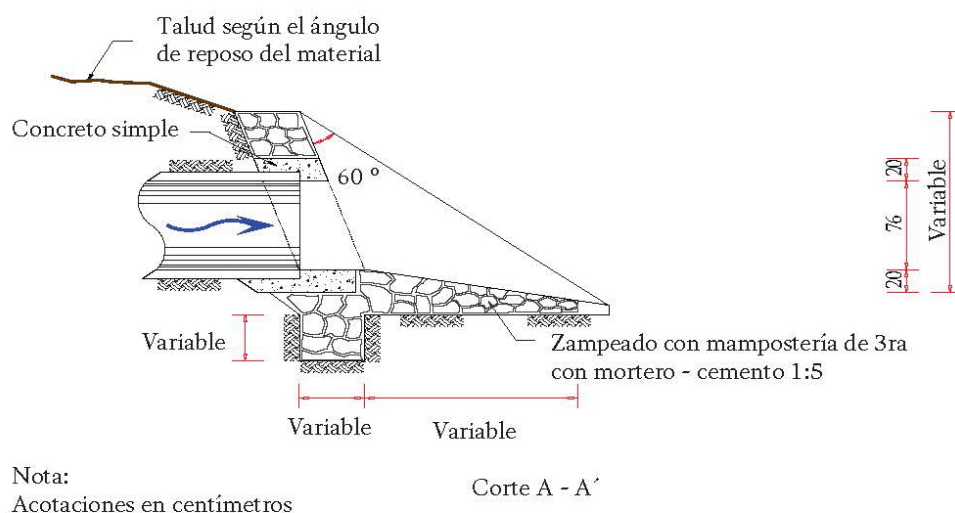
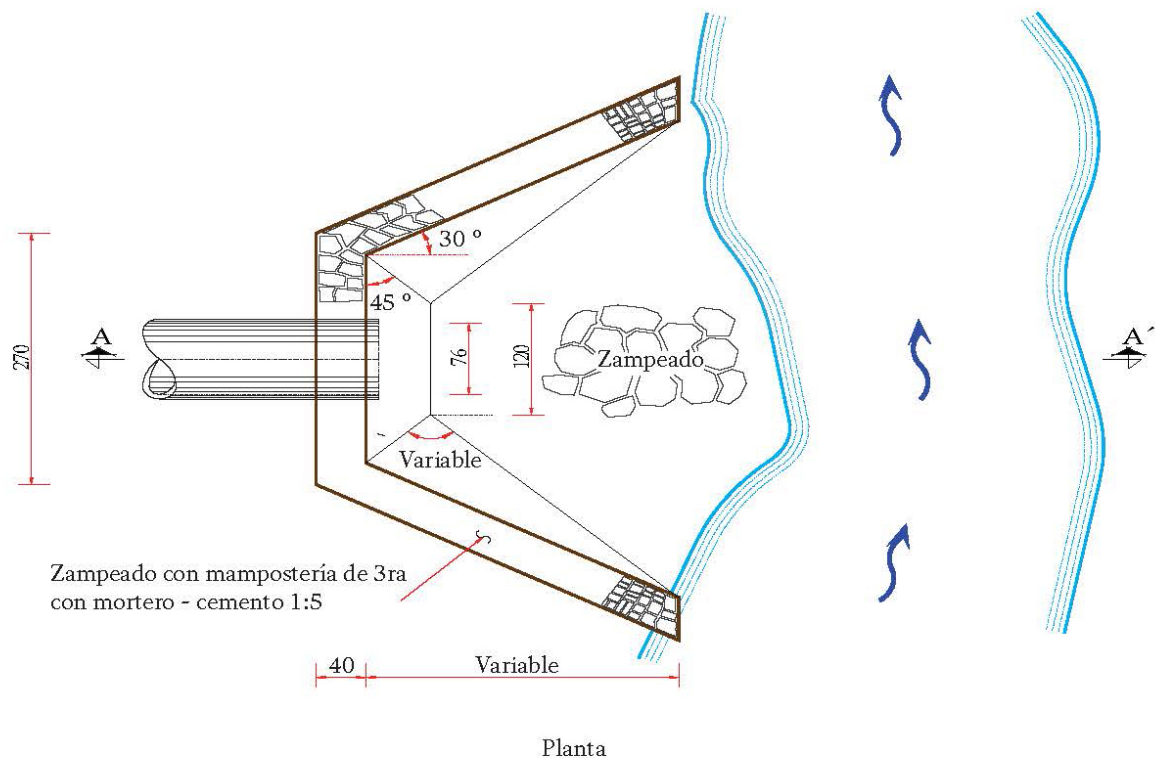
Se le denomina estructura de vertido a aquella obra final del sistema de alcantarillado que asegura una descarga continua a una corriente receptora. Tales estructuras pueden verter las aguas de _____ emisores consistentes en conductos cerrados o de canales, por lo cual se consideran dos tipos de estructuras para las descargas.

Estructura de vertido para conductos de sección cerrada

Estructura de vertido en canal a cielo abierto

Estructura de vertido para conductos de sección cerrada

Cuando la conducción por el emisor de una red de drenaje es entubada y se requiere verter las aguas a una corriente receptora que cuente con cierta velocidad y dirección, se utiliza una estructura que encauce la descarga directa a la corriente receptora y proteja al emisor de deslaves y taponamientos.



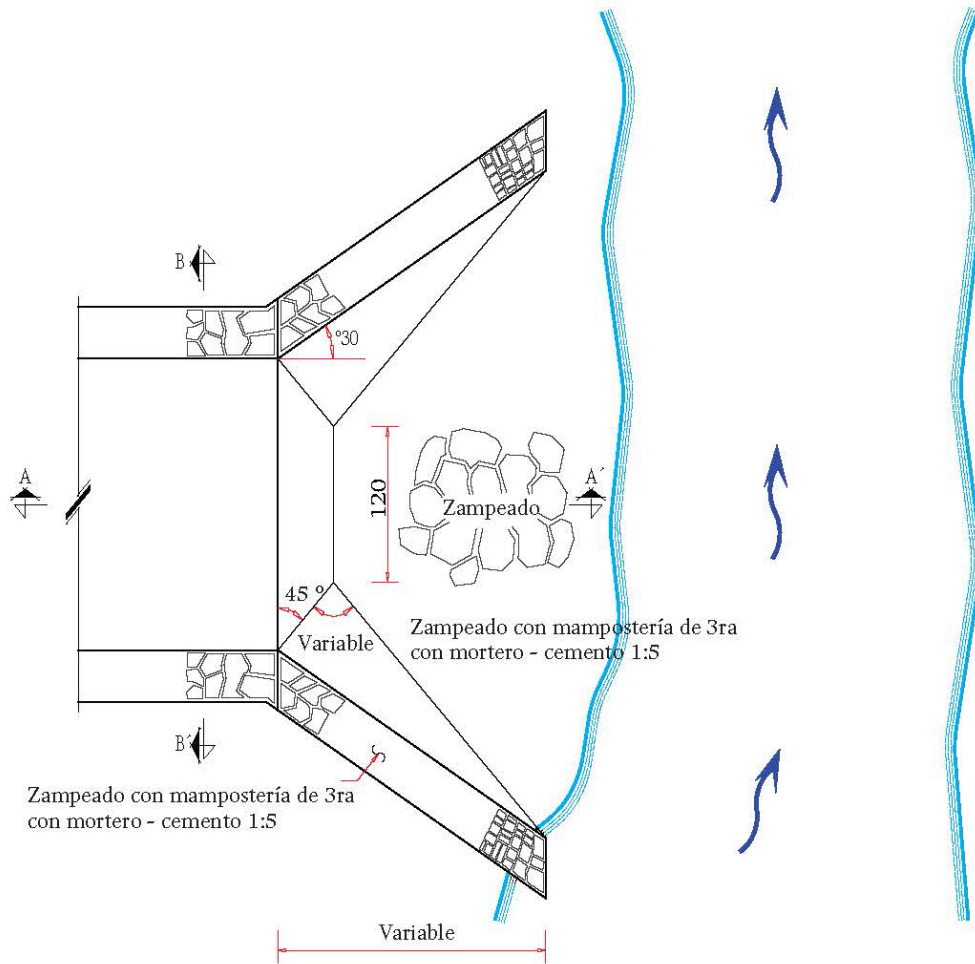
[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 24 (CC BY-NC-SA)

Estructura de vertido en canal a cielo abierto

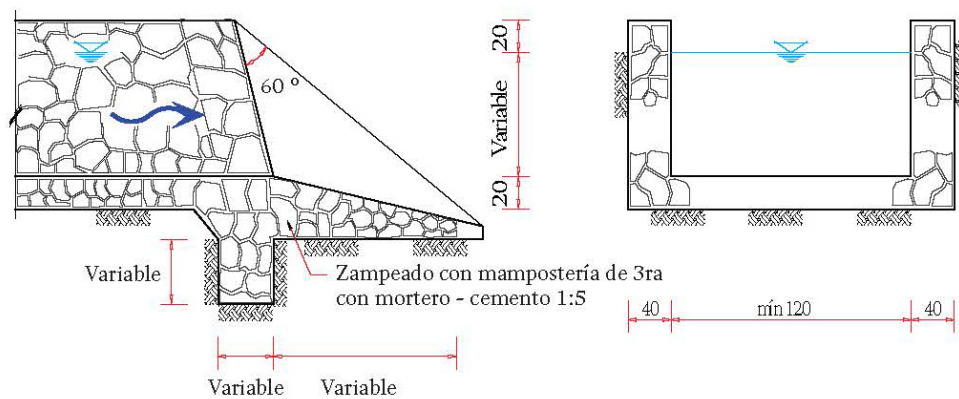
En este caso, la estructura de descarga consiste en un canal a cielo abierto hecho con base en un zampeado de mampostería, cuyo ancho se incrementa gradualmente hasta la corriente receptora. De esta forma se evita la erosión del

terreno natural y se permite que la velocidad disminuya antes de ingresar al cuerpo receptor.

Se recomienda que el nivel de arrastre en ambos casos (vertido en conductos y a cielo abierto) quede por encima del nivel máximo de la superficie libre del agua para el gasto de diseño en el cuerpo receptor.



Planta



Corte A - A'

Corte B - B'

6.10.- Estructuras de cruce.

Una estructura de cruce permite el paso de la tubería por debajo o sobre obstáculos que de otra forma impedirían la construcción de una red de drenaje. Entre éstas se tienen:

Sifones invertidos

Cruces elevados

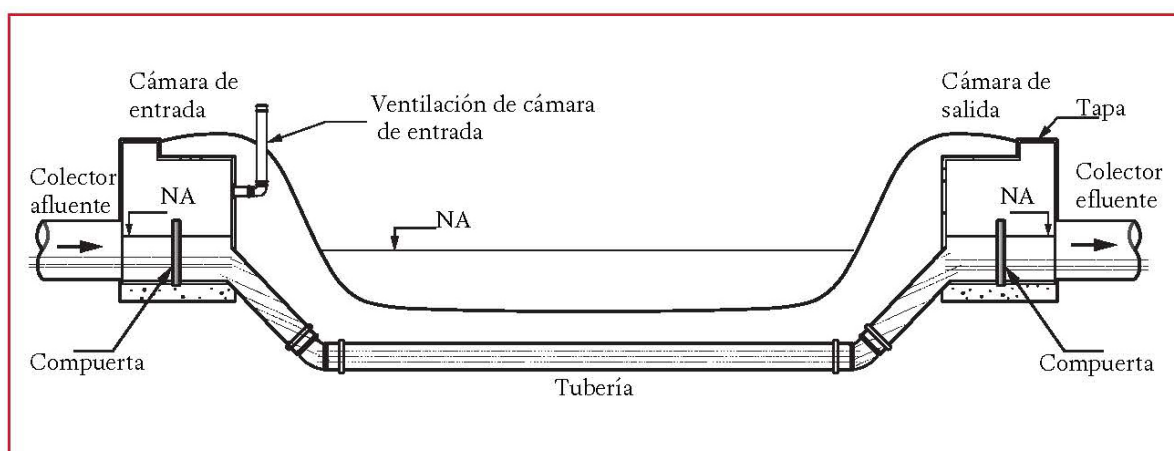
Alcantarillas pluviales y puentes

Sifones invertidos

Es una estructura de cruce que permite salvar obstrucciones tales como arroyos, ríos, otras tuberías, túneles, vías de comunicación (pasos vehiculares a desnivel), etc.

Se utilizan para conducir el agua a presión por debajo de los obstáculos por medio de dos pozos, uno de caída y otro de ascenso, los cuales están conectados en su parte inferior por una tubería que pasa por debajo del obstáculo.

Así, cuando el agua alcanza el pozo de caída es conducida a presión por la tubería hacia el pozo de ascenso donde puede prácticamente recuperar el nivel que tenía antes de la estructura y continuar con la dirección original del colector.

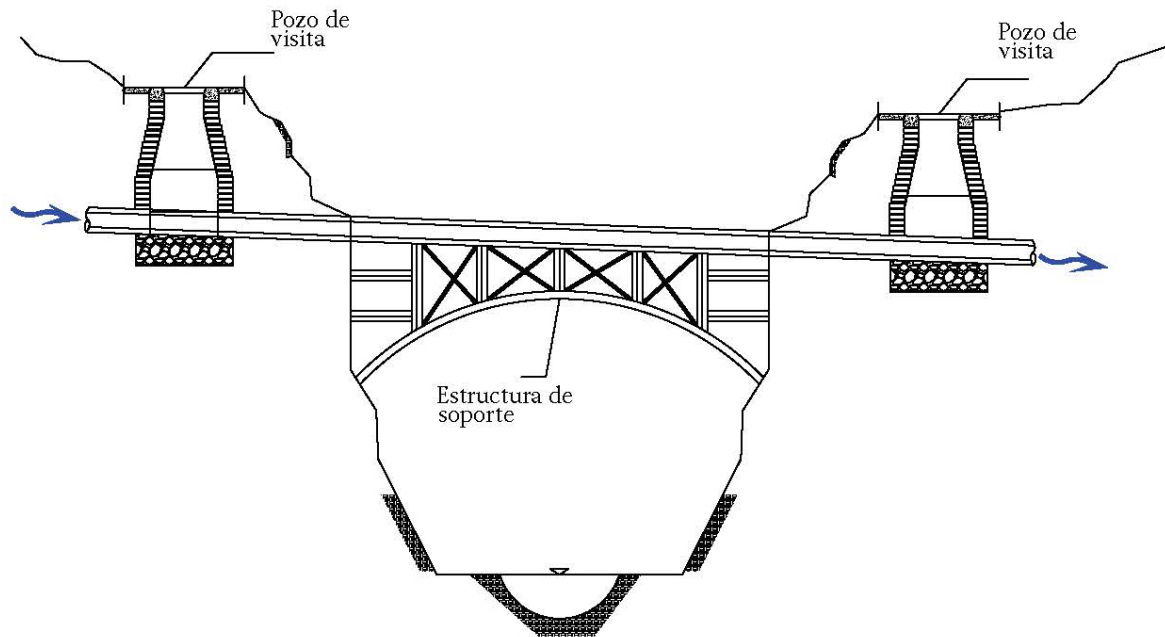


[CONAGUA, Gobierno de México.](#) Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 26 (CC BY-NC-SA)

Cruces elevados

Cuando un trazo tiene que cruzar una concavidad profunda, se utilizan estructuras ligeras como los puentes de acero, o de hormigón, los cuales soportan la tubería

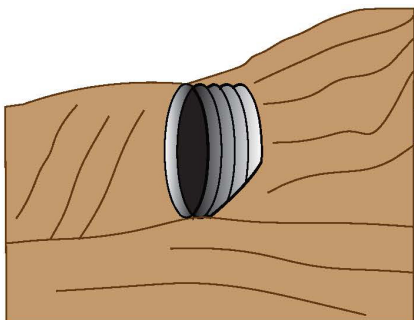
que conduce el agua pluvial. En ocasiones, se utilizan viaductos existentes donde se coloca la tubería anclándola por debajo o a un lado de la estructura.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 27 ([CC BY-NC-SA](#))

Alcantarillas pluviales y puentes

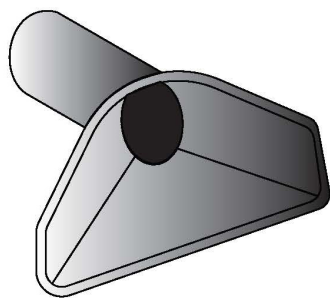
Este tipo de estructuras de cruce son regularmente empleadas en carreteras, caminos e incluso en ciertas calles en localidades donde se ha respetado el paso de las corrientes naturales. Son tramos de tubería o conductos que se incorporan en el cuerpo del terraplén de un camino para facilitar el paso de las aguas de las corrientes naturales, o de aquellas conducidas por canales o cunetas, a través del terraplén. Cuando las dimensiones de los conductos son excesivas, es más conveniente el diseño de un puente.



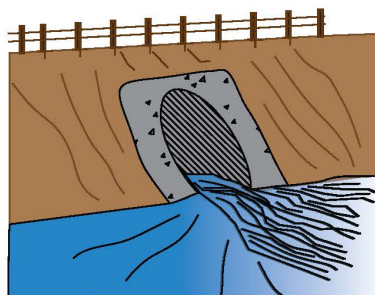
a) De barril



b) De tubo, con cabecera y aleros



c) Entrada (o salida) prefabricada para alcantarilla de tubo



d) De tubo, a paño

6.11.- Estructuras complementarias.

Estaciones de bombeo

Una estación de bombeo se compone de un cárcamo de bombeo o tanque donde las aguas son descargadas por el sistema de drenaje y a su vez son extraídas por un conjunto de bombas cuya función es elevar el agua hasta cierto punto para vencer desniveles y continuar la conducción hasta el vertido final. Se utilizan cuando:

- La elevación donde se concentra el agua está por debajo de la corriente natural de drenaje o del colector existente
- Por condiciones topográficas no es posible drenar por gravedad el área por servir hacia el colector principal, debido a que ella se encuentra fuera del parteaguas de la zona a la que sirve el colector

Los costes de construcción son muy elevados debido a la profundidad a la que se instalarán los colectores o el emisor a fin de que funcionen por gravedad.

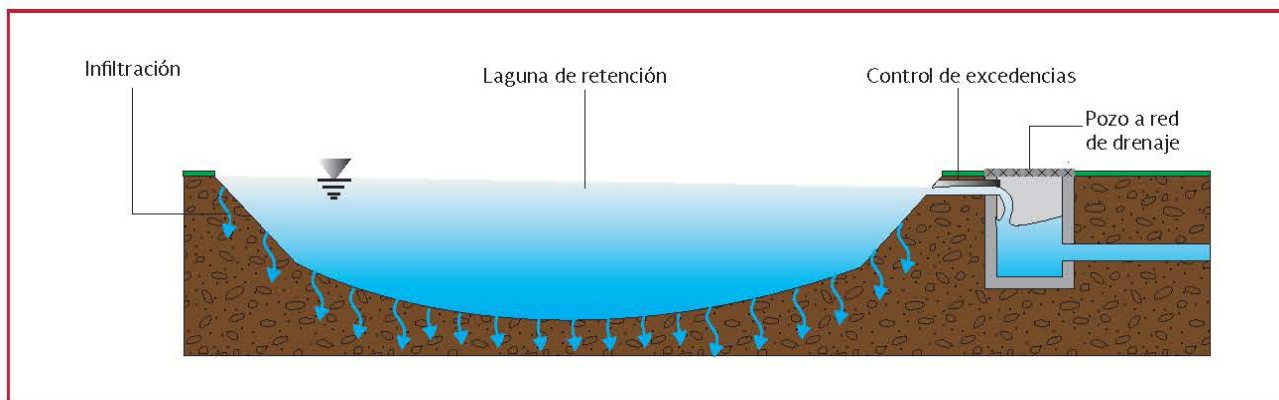
Tanques de tormenta

Dada la gran irregularidad de los regímenes pluviométricos en España, es muy habitual que en momentos puntuales como los inicios de la primavera, o el otoño, se den grandes volúmenes de precipitación que superen la capacidad de drenaje de una instalación, en estos casos se deben disponer de tanques de tormenta, donde se introducirá el exceso de agua a evacuar y se contendrá hasta que los conductos de la red vuelvan a poder asumir el caudal. De esta forma el exceso de agua se libera poco a poco de forma controlada.



Lagunas de retención

Es un sistema alternativo que consiste en una laguna diseñada para recibir el escurrimiento producido por una tormenta, y luego ser vaciada de forma gradual. La factibilidad de una laguna de retención está determinada por el área tributaria, las condiciones morfológicas de la cuenca y espacio disponible. Se diferencian de los tanques de tormentas por ser espacios naturales y a cielo abierto



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 29 ([CC BY-NC-SA](#))

Depósitos de acumulación

Cada vez más, se instalan depósitos de acumulación en puntos bajos de la topografía, este tipo de depósitos, ubicados debajo de espacios públicos en las ciudades, suelen aprovechar la oroografía y acumulan grandes cantidades de agua de lluvia en su interior. La parte superior del depósito dispone de un rebosadero y vierte el agua cuando llega a su capacidad máxima. A diferencia de los tanques de tormenta, o lagunas de retención cuya función es almacenar agua de forma provisional, estos depósitos se dimensionan para conservar y aprovechar el volumen de agua almacenada en sus alrededores.

¿Para qué sirve un tanque de tormentas?

<https://www.youtube.com/embed/T4Z8UPeuEfg>

6.12.- Entrega final.

Se le llama disposición final al destino que se le dará al agua captada por un sistema de drenaje. En la mayoría de los casos, las aguas se vierten a una corriente natural que pueda conducir el volumen desalojado por el colector pluvial.

Las estructuras de descarga se pueden clasificar en dos tipos:

1. Estructura de descarga con conducto cerrado. Esta se da cuando el emisor de la red es entubado, generalmente se requiere verter el agua a una corriente receptora que posee cierta velocidad y dirección
2. Estructura de descarga con canal abierto. Consiste en un canal, construido generalmente de zampeado de mampostería y el ancho se incrementa gradualmente hasta la corriente receptora, con esto se evita la socavación del terreno natural

El funcionamiento hidráulico del cuerpo receptor no deberá comprometer la seguridad aguas abajo o arriba de la zona de estudio, debiéndose verificar que no se presentarán remanso o alguna alteración del agua que se conduce al cuerpo receptor.

Por otra parte la tendencia actual está encaminada al uso del agua pluvial, ya que puede ser utilizada en el riego de áreas verdes en zonas urbanas, tales como jardines, parques y camellones; o en zonas rurales en el riego de cultivos.

Así, un proyecto moderno de drenaje pluvial urbano puede ser compatible con el medio ambiente y ser agradable a la población según el uso que se le dé al agua pluvial. Al respecto, cabe mencionar los pequeños lagos artificiales que son construidos en parques públicos con fines ornamentales. Sin embargo no hay que olvidar que uno de los objetivos principales del drenaje pluvial urbano es proteger a la población contra inundaciones.

Para saber más

En la ciudad de Barcelona se han construido ya varios depósitos de acumulación de aguas pluviales, que luego pueden ser utilizados o finalmente evacuados de forma controlada

<https://www.youtube.com/embed/eGBnF-H88ZA>

Vídeo, reportaje sobre el depósito de regulación de aguas pluviales de la Barcelona

7.- Red exterior de evacuación II: Alcantarillado.

Caso práctico

Por fin podemos entrar a hablar de lo más obvio, las alcantarillas. No es que las alcantarillas del drenaje pluvial no se merezcan ese nombre, pero desde luego las que vienen ahora son alcantarillas con mayúsculas, incluso con cocodrilos.... Miren se pregunta cómo es posible que lleve más de una semana investigando sobre redes de evacuación y todavía no haya entrado en el trazado de las propias alcantarillas. Está claro que las redes de evacuación no son tan sencillas como parecen a simple vista, pero desde luego es mucho más interesante de lo que recordaba.

Para diseñar el alcantarillado está claro que el trazado de las calles le va a limitar bastante, pero Miren se pregunta cómo hará para decidir qué tuberías de la red llevarán el peso de la evacuación....

¿cómo crees que se organiza una red de alcantarillado?

Un sistema de alcantarillado sanitario está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, colectores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta la reutilización o la recarga de acuíferos, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio.

Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tubería de gran diámetro que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, y mantenimiento inadecuado o nulo.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 19. Drenaje Pluvial Urbano, pag. 364 ([CC BY-NC-SA](#))

Para empezar...

<https://www.youtube.com/embed/W3NAzKqIE24>

Vídeo resumen del sistema de alcantarillado en Ciudad de México

7.1.- Selección de tuberías.

La tubería de alcantarillado se compone de dos o más tubos acoplados mediante un sistema de unión. Los parámetros de selección del material de la tubería de alcantarillado son:

- Hermeticidad
- Resistencia mecánica
- Durabilidad
- Resistencia a la corrosión
- Capacidad de conducción
- Economía
- Facilidad y flexibilidad de manejo, instalación, mantenimiento y reparación.

Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales; los más utilizados son: hormigón simple (HS), hormigón reforzado (HR), fibrocemento (FC), plástico policloruro de vinilo (PVC), polietileno de alta densidad (PEAD), y acero. En los sistemas de alcantarillado sanitario a presión se pueden utilizar diversos tipos de tuberías para conducción de agua potable, siempre y cuando reúnan las características para conducir aguas residuales.

Lo más habitual en instalaciones intradomiciliarias son los tubos de PVC por las ventajas que presentan y su fácil instalación y manejo así como su bajo coste. Sin embargo en redes de atarjeas, colectores y emisores la situación varía según el tipo de instalación y los requisitos mecánicos que debe cumplir la tubería.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 206 ([CC BY-NC-SA](#))

7.1.1.- Tubería de hormigón.

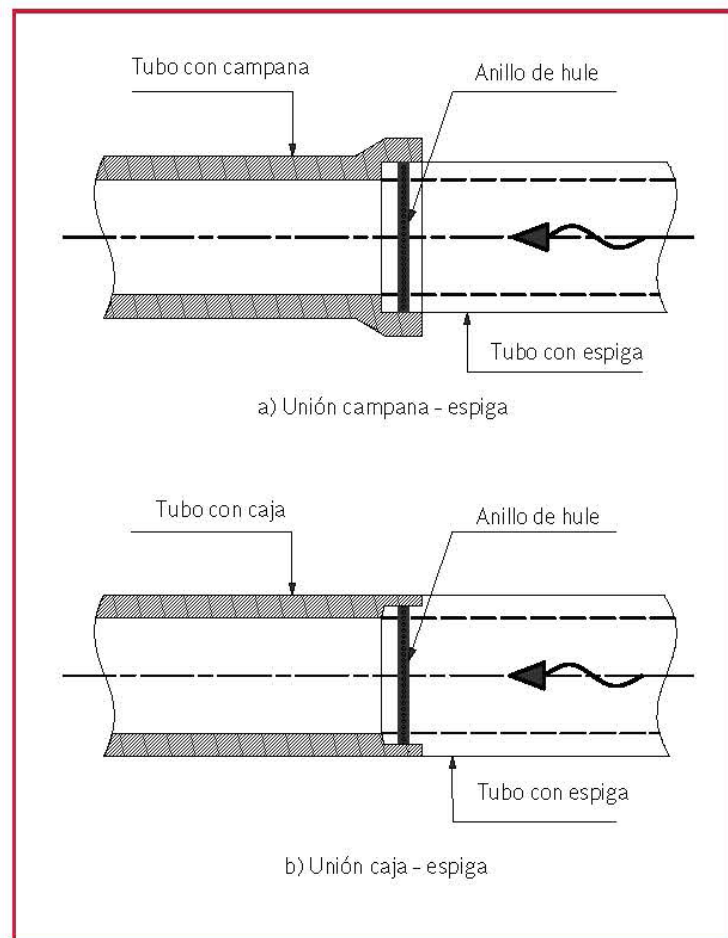
Las tuberías de hormigón simple con junta hermética se fabrican de acuerdo con las especificaciones de la normativa vigente, garantizando la hermeticidad de su sistema de juntas y acoples. Las tuberías de hormigón reforzado con junta hermética son muy similares con la diferencia de que su núcleo contiene acero de refuerzo longitudinal y transversal.

Los tubos de hormigón simple se fabrican en diámetros de 100, 150, 200, 250, 300, 380, 450 y 600 mm, con campana y espiga, y tienen una longitud útil variable de acuerdo con el diámetro.

Las uniones usadas en las tuberías de hormigón simple son del tipo espiga-campana con junta hermética. En la junta se deben utilizar anillos de goma para garantizar la hermeticidad.

Los tubos de hormigón reforzado se fabrican en diámetros de 300, 380, 450, 610, 760, 910, 1 070, 1 220, 1 520, 1 830, 2 130, 2 440 y 3 050 mm. La longitud útil de un tubo de hormigón reforzado es variable de acuerdo con su diámetro.

Las uniones usadas en las tuberías de hormigón reforzado son del tipo espiga-campana con junta hermética para diámetros de hasta 610 mm. En diámetros de 450 a 3 050 mm, se utilizan juntas espiga-caja con junta hermética.



Las ventajas de los tubos de concreto incluyen:

- Economía. Bajo coste de adquisición y mantenimiento
- El empleo de la junta hermética con anillo de goma impide infiltraciones de agua y contaminación debido a exfiltraciones
- Diversidad en diámetros mayores. Se suministran diámetros de hasta 3.05 m
- Larga vida útil de las tuberías
- Alta resistencia mecánica. Resistencia especialmente a cargas externas

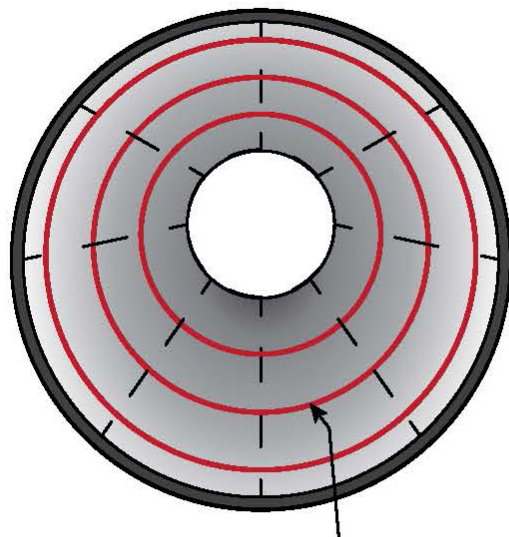
Entre sus desventajas se tienen:

- Los tubos requieren cuidados adicionales durante su transporte e instalación
- Capacidad de conducción. La tubería de hormigón presenta un coeficiente de rugosidad alto, lo que la hace menos eficiente hidráulicamente
- Corrosión cuando se encuentra en condiciones ácidas o alcalinas

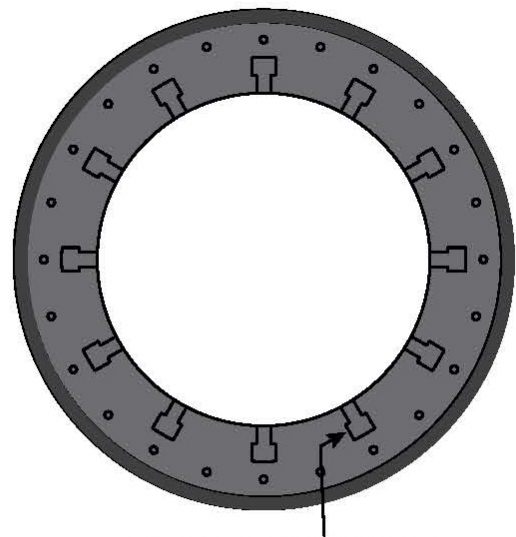
7.1.2.- Tubería de hormigón revestida.

La tubería de hormigón reforzado con revestimiento interior (HRRÍ) se fabrica bajo las mismas especificaciones del tubo de hormigón reforzado, y además con un revestimiento interior de PVC o de PEAD. El espesor mínimo del revestimiento deberá ser de 1.5 mm para ambos materiales y los tramos del tubo deberán unirse por los extremos interiores con una banda de unión y soldadura, ya sea por termofusión, en caso del PVC, o extrusión para el PEAD.

El recubrimiento protege al hormigón contra el desgaste en ambientes altamente corrosivos. Este revestimiento se ancla mecánicamente al hormigón, al momento de su fabricación, mediante unas anclas adheridas a la lámina plástica; el hormigón queda ahogado en dicho anclaje, cuya forma puede variar dependiendo del fabricante.



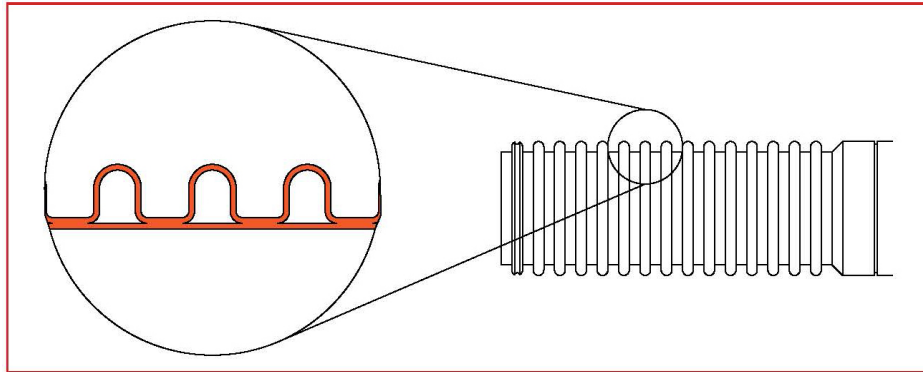
A través de la banda de unión se crea un tramo de pozo a pozo



El anclaje del revestimiento se adhiere al concreto de forma mecánica y permanente

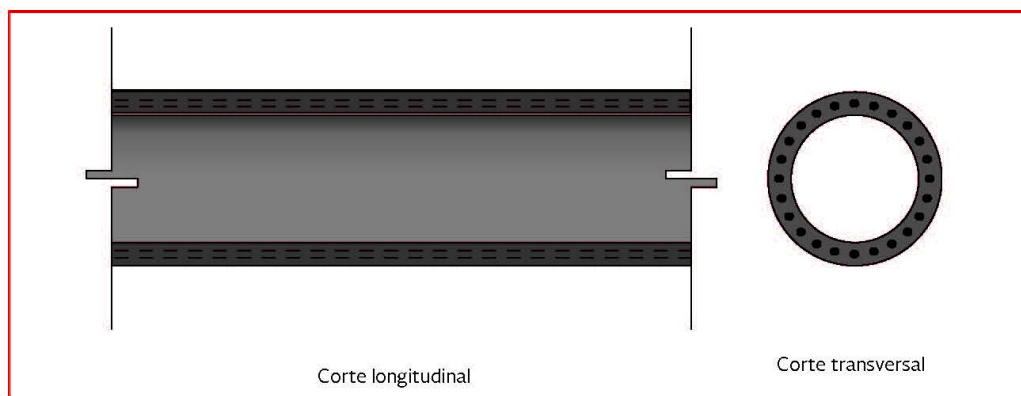
7.1.3.- Tubería de PVC.

Las tuberías de PVC se fabrican en diámetros de 100 a 600 mm, en dos tipos de serie y cada serie con tres tipos de tubería, de acuerdo con su espesor:



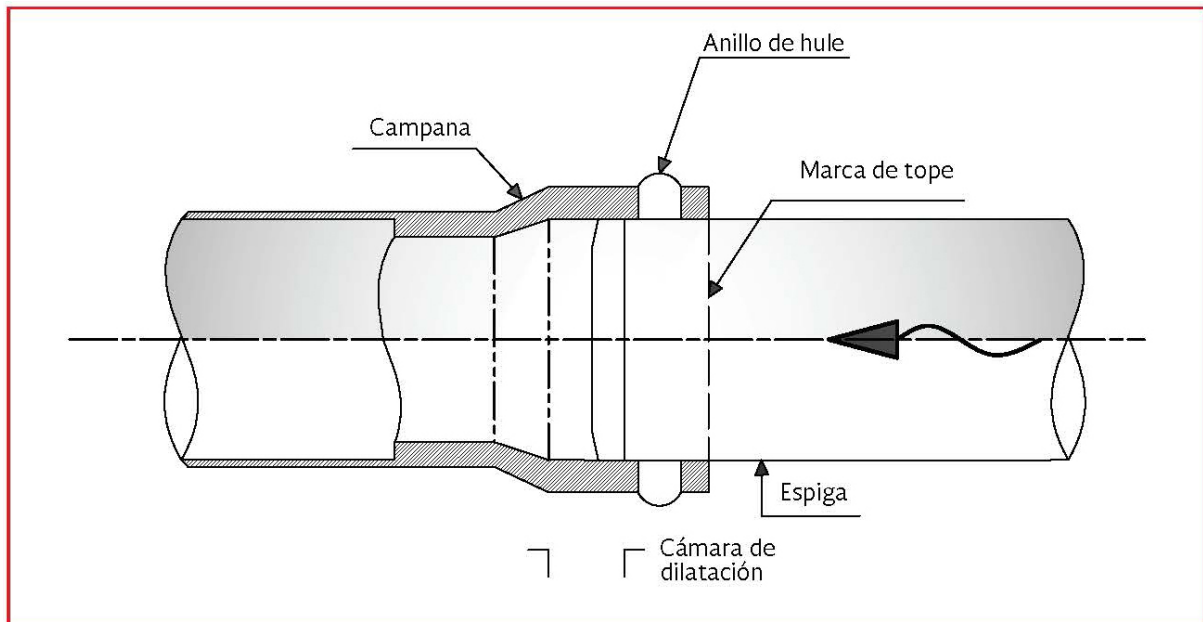
[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 24 ([CC BY-NC-SA](#))

Además de estos tipos de tuberías, existe la tubería de PVC de pared estructurada con celdas longitudinales, que actualmente se fabrica en diámetros de 160 a 315 mm.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 23 ([CC BY-NC-SA](#))

La selección de tipos de tuberías a utilizar dependerá de las condiciones en que se instalarán, como el peso específico del suelo, la profundidad de instalación y la magnitud de las sobrecargas. Para cualquiera de los tipos de tuberías, la longitud útil de los tubos es de 6 m. Los tubos se acoplan entre sí mediante dos tipos de sistema de unión: por un lado, el cementado, y por otro, la unión espiga-campana con anillo elastomérico integrado de fábrica.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 24 ([CC BY-NC-SA](#))

Entre las ventajas de las tuberías de PVC se tienen:

- Este tipo de tuberías son impermeables y herméticas, debido, por un lado, a la naturaleza impermeable del material, y por otro lado, a que se logra acoplar los tubos mediante juntas con anillos de material elastomérico
- Esta característica de los tubos de PVC se traduce en facilidad de manejo, estiba, transporte e instalación, lo que se manifiesta aún más en la tubería de pared estructurada, que es más ligera que la tubería plástica de pared sólida tradicional
- Resistencia a la corrosión. Las tuberías de PVC son inmunes a los tipos de corrosión (química o electroquímica) que normalmente afectan a los sistemas de tubería enterrada. Puesto que el PVC se comporta como un dieléctrico, no se producen efectos electroquímicos o galvánicos en los sistemas integrados por estas tuberías, ni estas son afectadas por suelos corrosivos. En consecuencia, no requieren recubrimientos, forros ni protección catódica
- Capacidad de conducción. Las paredes de estas tuberías son poco rugosas, lo que se traduce en una alta eficiencia hidráulica
- El bajo módulo de elasticidad de las tuberías las hace flexibles y, por lo tanto, adaptables a movimientos o asentamientos diferenciales del terreno, ocasionados por sismos o cargas externas

Desventajas:

- Requieren un manejo cuidadoso, tanto en el transporte como en la instalación
- Baja resistencia mecánica
- Susceptible al ataque de roedores
- Baja resistencia a la intemperie. La exposición prolongada de la tubería a los rayos solares reduce su resistencia mecánica
- Incremento en la temperatura del agua

7.1.4.- Tubería de PEAD.

Las tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) se fabrican con longitud de 12 m, en diámetros nominales que van de 100 a 900 mm. El tipo de tubería a utilizar, se seleccionará según la condición de zanja, las cargas exteriores, el tipo de material y su compactación. El acoplamiento de las tuberías de polietileno generalmente se logra mediante la termofusión.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 35 ([CC BY-NC-SA](#))

Como ventajas de las tuberías de polietileno se destacan:

- Economía. Los volúmenes de excavación en zanja son reducidos
- Resistencia a la corrosión. Elevada resistencia contra ataque de fluidos ácidos y alcalinos
- Capacidad de conducción. Las paredes de este tipo de tuberías son poco rugosas, lo que se traduce en una alta eficiencia hidráulica en la conducción
- Alta flexibilidad. El bajo módulo de elasticidad de este tipo de tuberías las hace muy flexibles y, en consecuencia, adaptables a cualquier tipo de terreno y a movimientos ocasionados por sismos y cargas externas
- Rapidez en la instalación. Su bajo peso, aunado a su presentación en tramos de hasta 12 m y la unión por termofusión sin piezas especiales, agiliza su instalación
- Alta resistencia a la intemperie. Resisten por tiempo prolongado a la intemperie
- Son impermeables, herméticas y resistentes al ataque biológico.
- El ser tan ligeras las hace fáciles de manejar, tanto en el transporte como en la instalación
- Con mantenimiento nulo, tienen una vida útil de 50 años, y 15 años de resistencia a la intemperie

Desventajas:

- Alto costo de adquisición e instalación
- Mayor costo a partir de ciertos diámetros
- Mayor costo en las piezas especiales
- Requiere de equipo especial y costoso para la termofusión
- La presión de trabajo puede alterarse al variar la temperatura exterior o interior
- No soporta cargas externas ni vacíos parciales, pues es susceptible al aplastamiento

7.2.- Descarga domiciliaria.

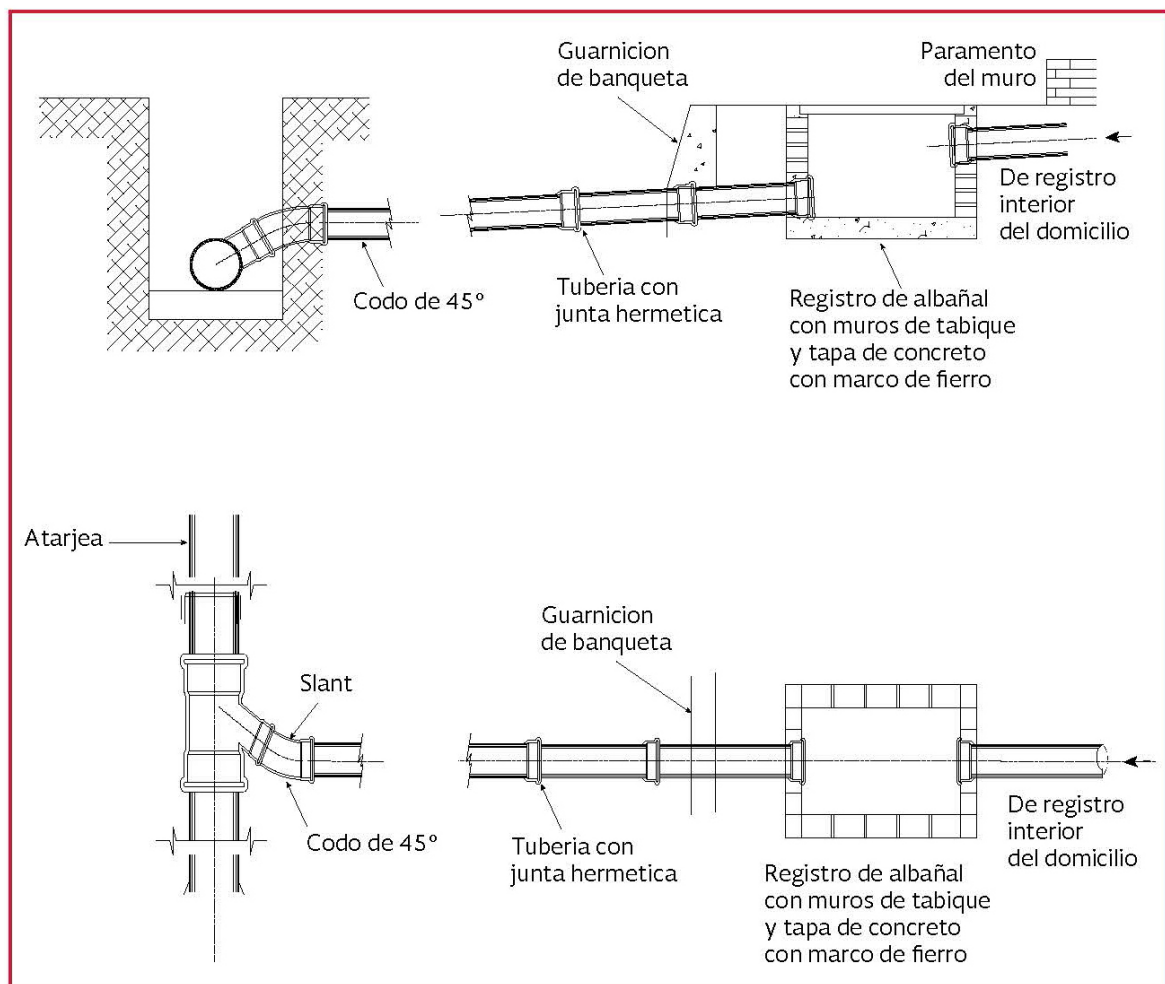
La descarga domiciliaria o albañal exterior es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, de las edificaciones a la atarjea. El diámetro del albañal nunca será inferior a 150mm y por lo general en bloques de viviendas oscila entre los 230 y 250mm, y el registro del albañal debe encontrarse por encima de la cota de acometida a la atarjea, por lo que depende de las especificaciones de las ordenadas locales.

La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima del 1%. Se pueden variar los diámetros del albañal siempre que se compense esto con una mayor inclinación. La conexión entre el albañal y la atarjea se realizará por medio de un codo de 45 o 90 grados. Las conexiones pueden ser laterales o superiores, aunque por regla general se prefieren superiores.

Registro del albañal

Se deberá instalar un registro de albañal a la salida de cada domicilio o descarga. Esta permite dar mantenimiento de la red, aislar descargas o dejar la instalación terminada en zonas donde aún no se cuenta con la descarga de la vivienda.

La instalación de un registro, permite terminar completamente cada uno de los elementos que conformarán la red de atarjeas, en zonas de futuro crecimiento y con esto se evitan rupturas de pavimento o daño a cualquier otra instalación durante maniobras para la conexión de nuevas descargas. La Ilustración 2.22, presenta un registro construido a base de muros de mampostería y tapa de concreto, pero en el mercado existen algunos prefabricados de hormigón o materiales plásticos.



7.2.1.- Sistemas de conexión.

Para efectuar la conexión del albañal con la atarjea en tubería de hormigón se emplean piezas de conexión especiales con tres bocas en forma de campana donde se insertan las espigas del tubo. Nunca se permiten acometidas de descarga enfrentadas por lo que siempre se dispondrá de este tipo de piezas con un sentido principal y un embocado, generalmente a 60 ° de inclinación sobre la dirección principal.

Las juntas se sellan con mortero hidrófobo o epoxi y en ocasiones se revisten con grapas de ladrillo y mortero adicional. Este tipo de sistema presenta el inconveniente de que no se pueden hacer injertos sin interrumpir la evacuación de la atarjea, ya que la pieza de conexión va insertada en la propia tubería.

[Descarga con tubería de fibrocemento](#)

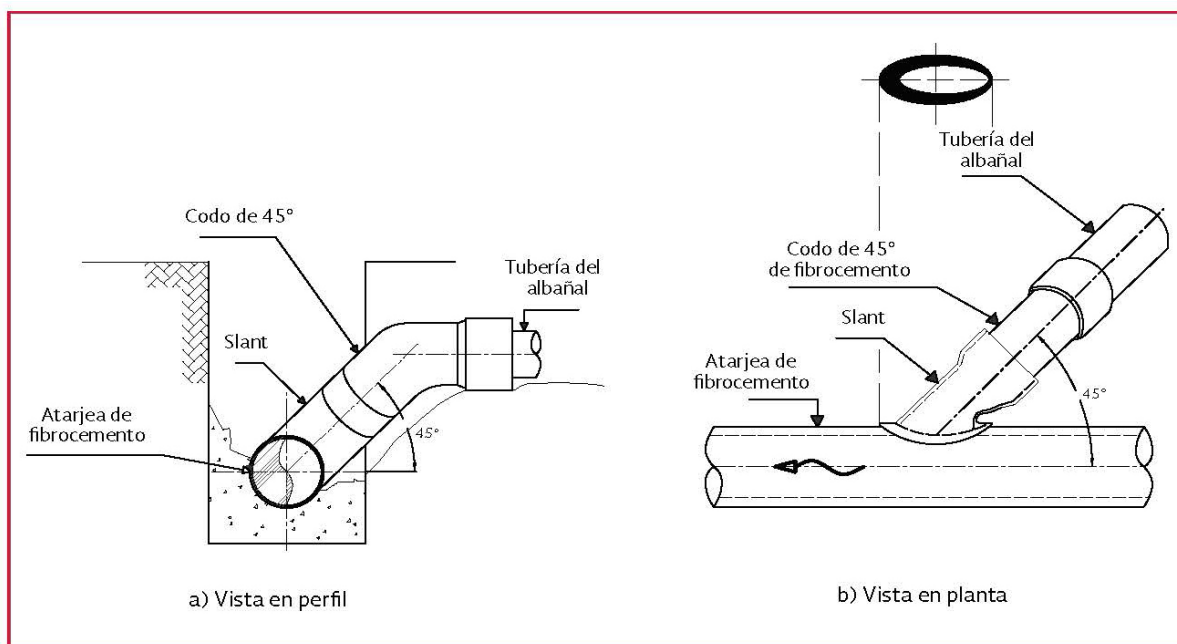
[Descarga con tubería de PCV](#)

[Descarga con tubería de PEAD](#)

Descarga con tubería de fibrocemento

Para la conexión domiciliar en tubería de fibrocemento, el procedimiento es similar al descrito en tubería de concreto. Se emplean: el injerto a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo, para unir a la atarjea o colector con pasta epóxica; y el codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de goma.

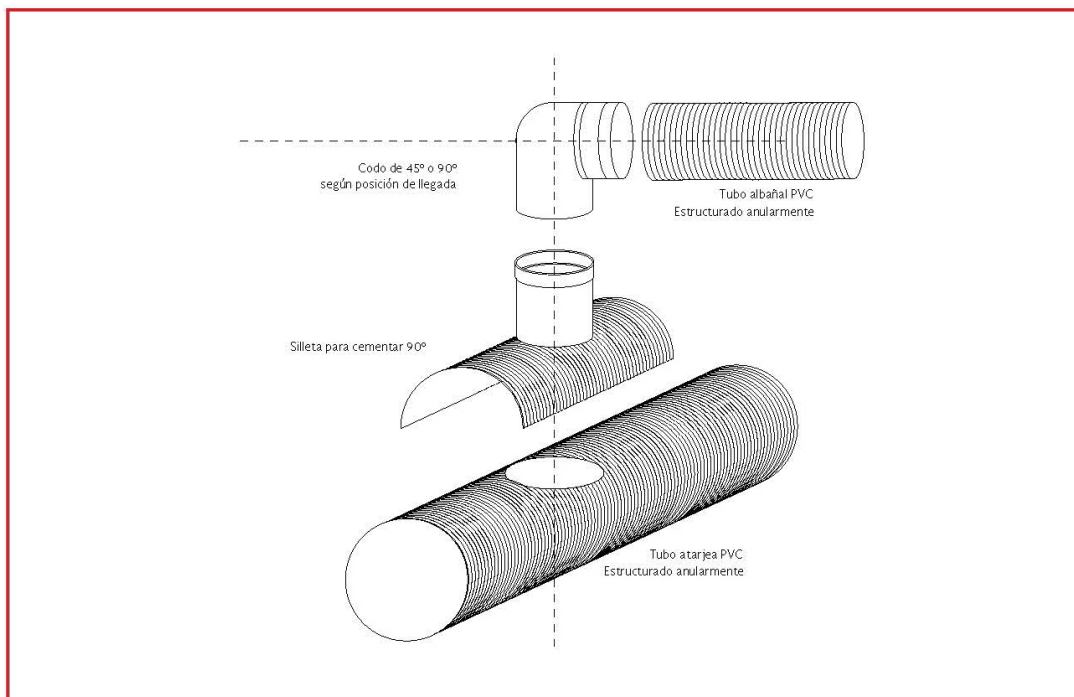
A diferencia que en el caso de las acometidas con piezas de hormigón, este sistema permite injertos posteriores a la fase de construcción de la atarjea, por lo que aporta una mayor flexibilidad.



Descarga con tubería de PCV

Este tipo de descarga es de las más utilizadas en redes de nueva construcción, ya que el sistema de tuberías más empleado suele ser el PVC. El sistema aporta una gran flexibilidad y facilidad de instalación, ya que los fabricantes suelen diseñar piezas de injerto específicas y de varios tipos. Trabajar con silletas de injerto permite además variar más fácilmente el ángulo de inserción en el albañal.

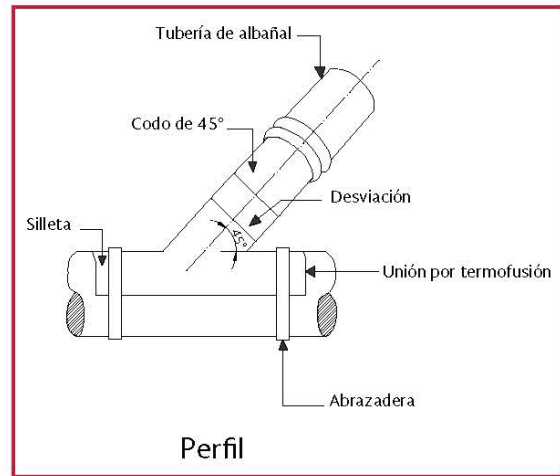
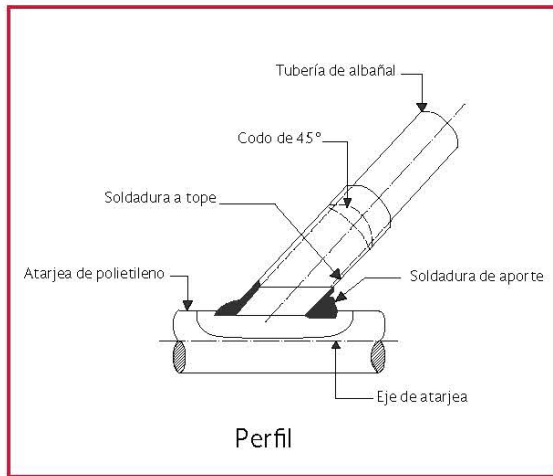
Existen tees y varios tipos de silletas para conectar las descargas domiciliarias a la red, ya sea a 45° o a 90° con campana y extremo de apoyo para unir a la atarjea o colector, con un codo de 45° con espiga y campana para su acoplamiento con el albañal. La silleta se acopla a la atarjea por cementación, o bien, se sujeta por medio de un par de abrazaderas o cinturones de material resistente a la corrosión. Todas las conexiones de piezas deberán llevar anillos de goma para garantizar la hermeticidad.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 39 ([CC BY-NC-SA](#))

Descarga con tubería de PEAD

Para realizar la conexión de la descarga domiciliaria a la atarjea se utiliza un injerto o una silleta de 45° y un codo a 45°. La unión se hace mediante termofusión si el sistema está seco, de lo contrario se emplea una silleta de polietileno sujeta con una abrazadera.



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 39 (CC BY-NC-SA)

En resumen...

<https://www.youtube.com/embed/kDhBLB1eajA>

Vídeo, instalación de descarga domiciliaria con tubería de PEAD

7.3.- Red de atarjeas.

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales hacia los colectores. La red está constituida por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas residuales captadas. El ingreso del agua en las tuberías es paulatino a lo largo de la red. Los caudales se van acumulando, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. Así, las mayores secciones se ubican, en el diseño, en los tramos finales de la red. No admisible diseñar reducciones en los diámetros en el sentido del flujo.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del paramento exterior de las edificaciones. A continuación se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales. Su diseño en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante, para el caudal generado por una descarga de inodoro.

La estructura típica de conexión entre dos tramos de la red es el pozo de registro, que permite el acceso de personas del exterior para su inspección y maniobras de limpieza; también tiene la función de ventilar la red para eliminar los gases.

Los pozos de registro deben localizarse en todos los cruces, cambios de dirección, pendiente y diámetro, y para dividir tramos que exceden la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación.

Los trazados más usuales se pueden agrupar, en forma general, en los siguientes tipos:

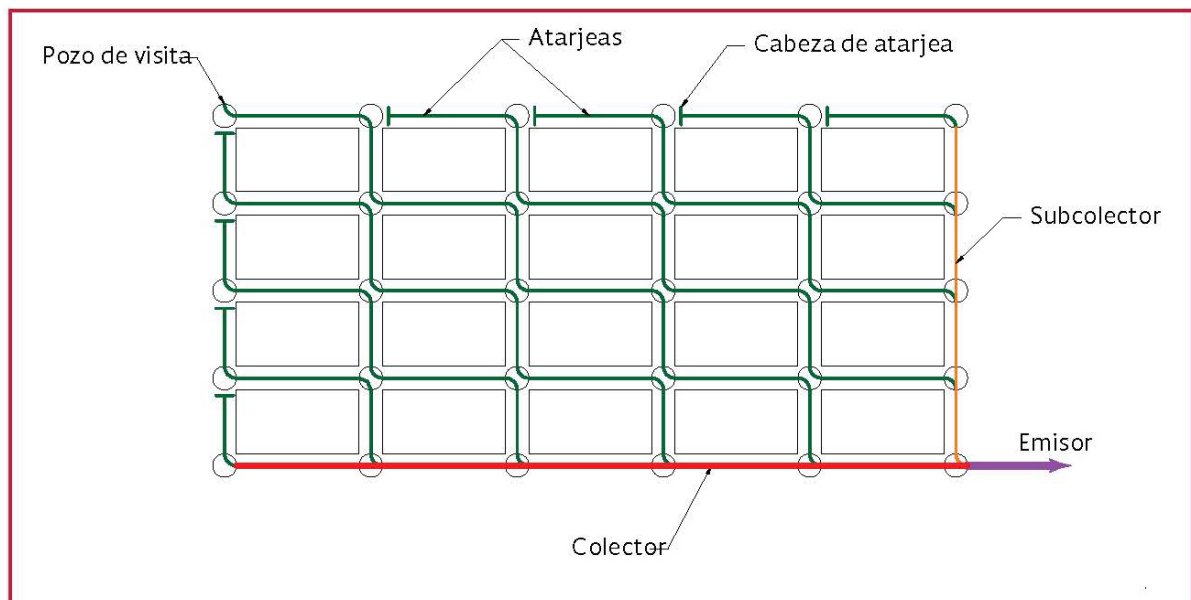
Trazado en bayoneta

Trazado en peine

Trazado combinado

Trazado en bayoneta

Se denomina así al trazo que inicia en una cabeza de atarjea y se desenvuelve en zigzag o en escalera



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 4 ([CC BY-NC-SA](#))

Ventajas:

- Este tipo de trazo permite reducir el número de cabezas de atarjeas y permite un mayor desarrollo de las atarjeas, con lo que los conductos adquieren un régimen hidráulico establecido, con lo cual se logra aprovechar adecuadamente la capacidad de cada uno de los conductos

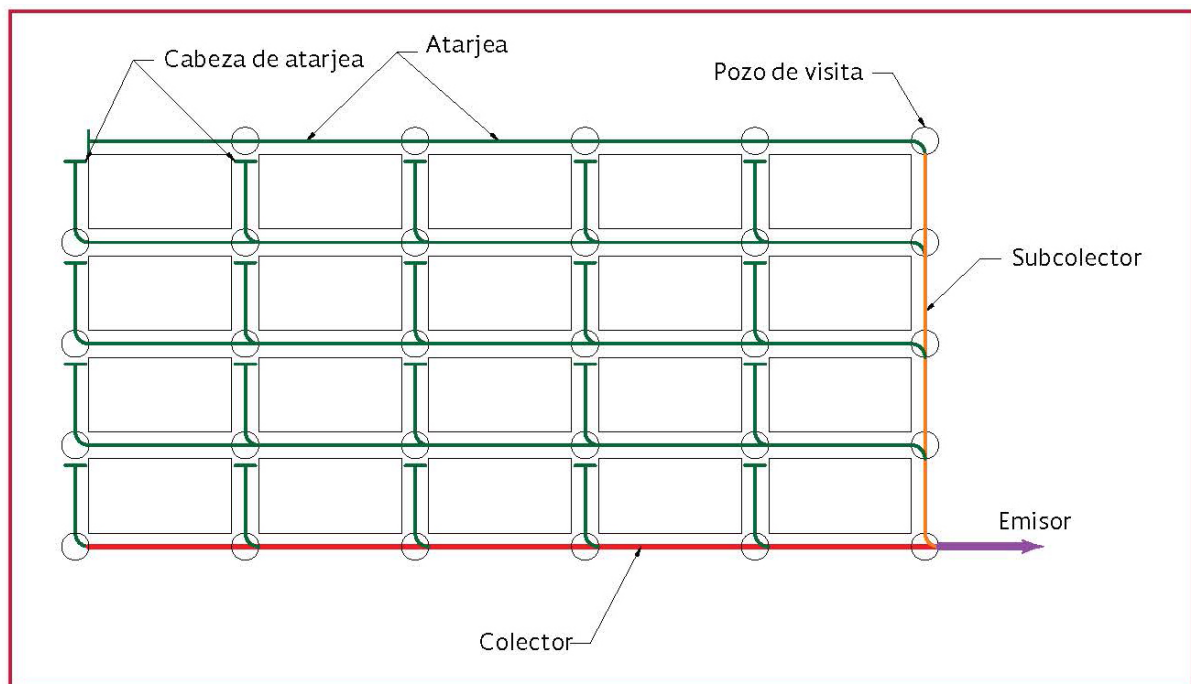
Desventajas:

- Dificultad en su utilización, debido a que el trazo requiere terrenos con pendientes suaves más o menos estables y definidas

Para este tipo de trazo, en las plantillas de los pozos de registro, las medias cañas usadas para el cambio de dirección de las tuberías que confluyen son independientes y con curvatura opuesta. No debe haber una diferencia de elevación mayor de 0.50 metros entre las dos medias cañas.

Trazado en peine

Es el trazo que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo: empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea y descargan su contenido en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 4 ([CC BY-NC-SA](#))

Algunas ventajas y desventajas que se obtienen con este tipo de trazo son las siguientes:

Ventajas:

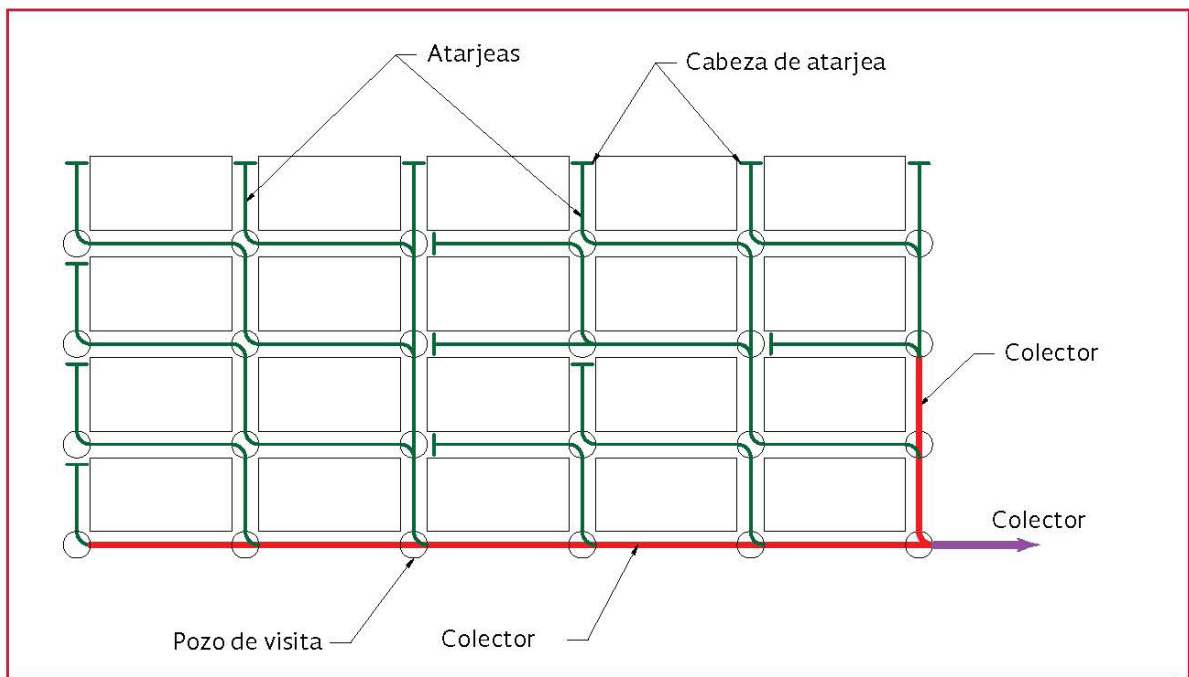
- Se garantizan aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine, y de estas a los colectores, con lo que se presenta rápidamente un régimen hidráulico establecido.
- Se tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es irregular.

Desventajas:

- Debido al corto desarrollo que generalmente tienen las atarjeas iniciales antes de descargar a un conducto mayor, es común que trabajen por abajo de su capacidad, por lo que se desaprovecha parte de dicha capacidad.

Trazado combinado

Corresponde a una combinación de los dos trazados anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 5 ([CC BY-NC-SA](#))

Aunque cada tipo de trazado tiene ventajas y desventajas particulares respecto a su uso, el modelo de bayoneta tiene cierta ventaja sobre los otros modelos, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías. Sin embargo, este no es el único punto que se considera en la elección del trazo, pues depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del sitio de estudio.

Reflexiona

¿cuál crees que es el mejor trazado para la red de atarjeas?

Mostrar retroalimentación

No existe una respuesta única para la pregunta. Si bien el trazado combinado ofrece una solución más registrable, en ciertas topografías donde los ejes del trazado en bayoneta respondan a la inclinación de la topografía, es precisamente el trazado en bayoneta el más adecuado, porque simplifica enormemente la construcción.

7.4.- Red de colectores.

Los colectores son las tuberías que reciben las aguas residuales de las atarjeas; pueden terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento. Los interceptores son las tuberías que interceptan las aportaciones de aguas residuales de los colectores y terminan en un emisor o en la planta de tratamiento. Por razones de economía, los colectores deben tender a ser una réplica subterránea del drenaje superficial natural.

Emisores

El emisor es el conducto que recibe las aguas de uno o varios colectores o interceptores. No recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) en su trayecto y su función es conducir las aguas residuales a la planta de tratamiento. También se le denomina emisor al conducto que lleva las aguas tratadas (efluente) de la planta de tratamiento al sitio de descarga o al ciclo de reutilización.

El transporte debe ser por gravedad, excepto cuando se requiere el bombeo, es decir, para:

1. Elevar las aguas residuales de un conducto profundo a otro más superficial, cuando constructivamente no es económico continuar con las profundidades resultantes
2. Conducir las aguas residuales de una cuenca a otra
3. Entregar las aguas residuales a una planta de tratamiento o a una estructura determinada de acuerdo con condiciones específicas que así lo requieran

Estaciones de bombeo

Cuando la topografía no permite que el emisor funcione por gravedad, en parte o en su totalidad, será necesario utilizar un emisor a presión; también la localización de la planta de tratamiento o del sitio de vertido puede obligar a tener un tramo de emisor a bombeo.

En estos casos es necesario construir una estación de bombeo para elevar el caudal de un tramo de emisor a gravedad a otro tramo que requiera situarse a mayor elevación o bien, alcanzar el nivel de aguas máximas extraordinarias del cuerpo receptor, en cuyo caso el tramo de emisor a presión debe ser el más corto posible dependiendo de la topografía y el trazado urbano. El tramo a presión debe ser diseñado hidráulicamente, lo cual incluye estudiar las alternativas de localización, tipo y clase de tubería, así como las características de la planta de bombeo y la estructura de descarga, con el fin de elegir la opción más adecuada. Para el diseño hidráulico también se debe tomar en cuenta el control de fenómenos transitorios.

Reflexiona

<https://www.youtube.com/embed/EdjeHx3Cs8Q>

Video sobre el colapso de un gran colector de aguas residuales en Valencia

7.4.1.- Configuraciones para redes de colectores.

Modelos de configuración para colectores y emisores. Se debe seguir un modelo de configuración en el trazo de los colectores y emisores, el cual depende fundamentalmente de:

- La topografía predominante
- El trazo de las calles
- El o los sitios de vertido
- La disponibilidad de terreno para ubicar la planta o plantas de tratamiento

En todos los casos deben hacerse los análisis necesarios de alternativas, tanto para definir los sitios y número de bombeos a proyectar, como el número de plantas de tratamiento y sitios de vertido, con objeto de asegurar el proyecto de la alternativa técnico-económica más adecuada; para ello se elaboran los planos generales y de alternativas. A continuación se describen los modelos de configuración más usuales.

[Modelo perpendicular](#)

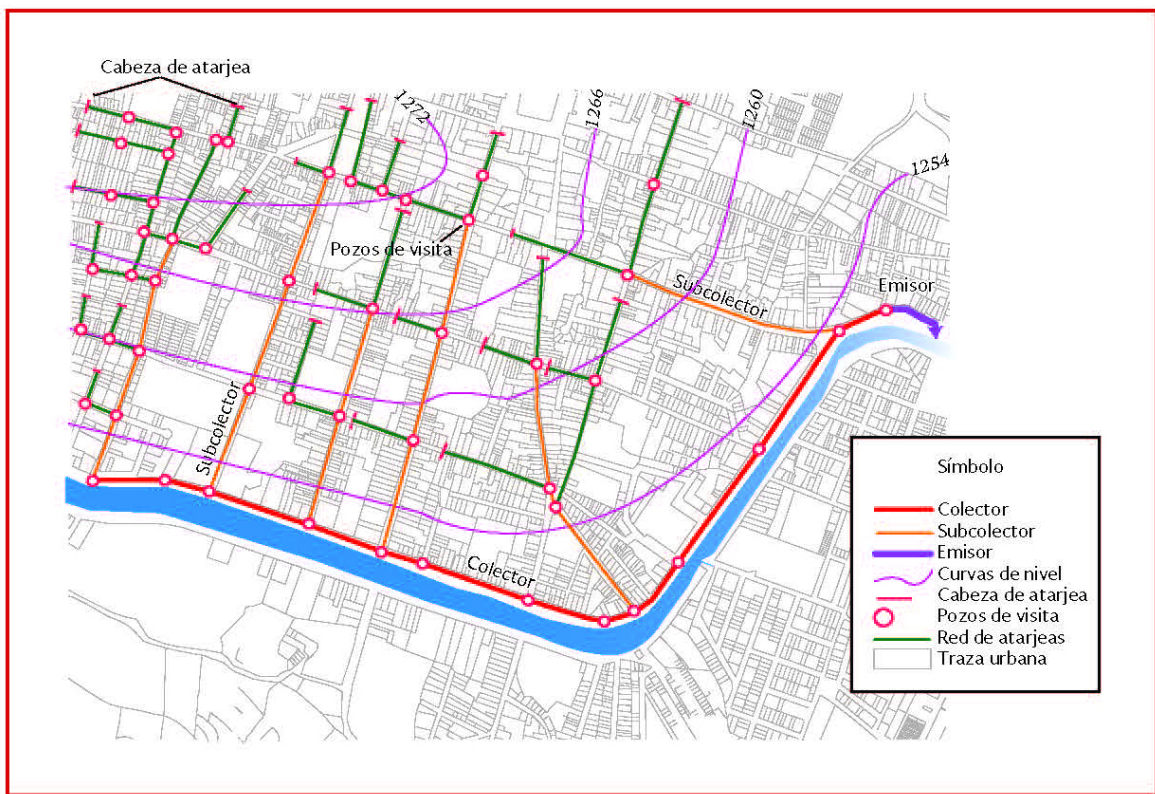
[Modelo radial](#)

[Modelo de interceptores](#)

[Modelo de abanico](#)

Modelo perpendicular

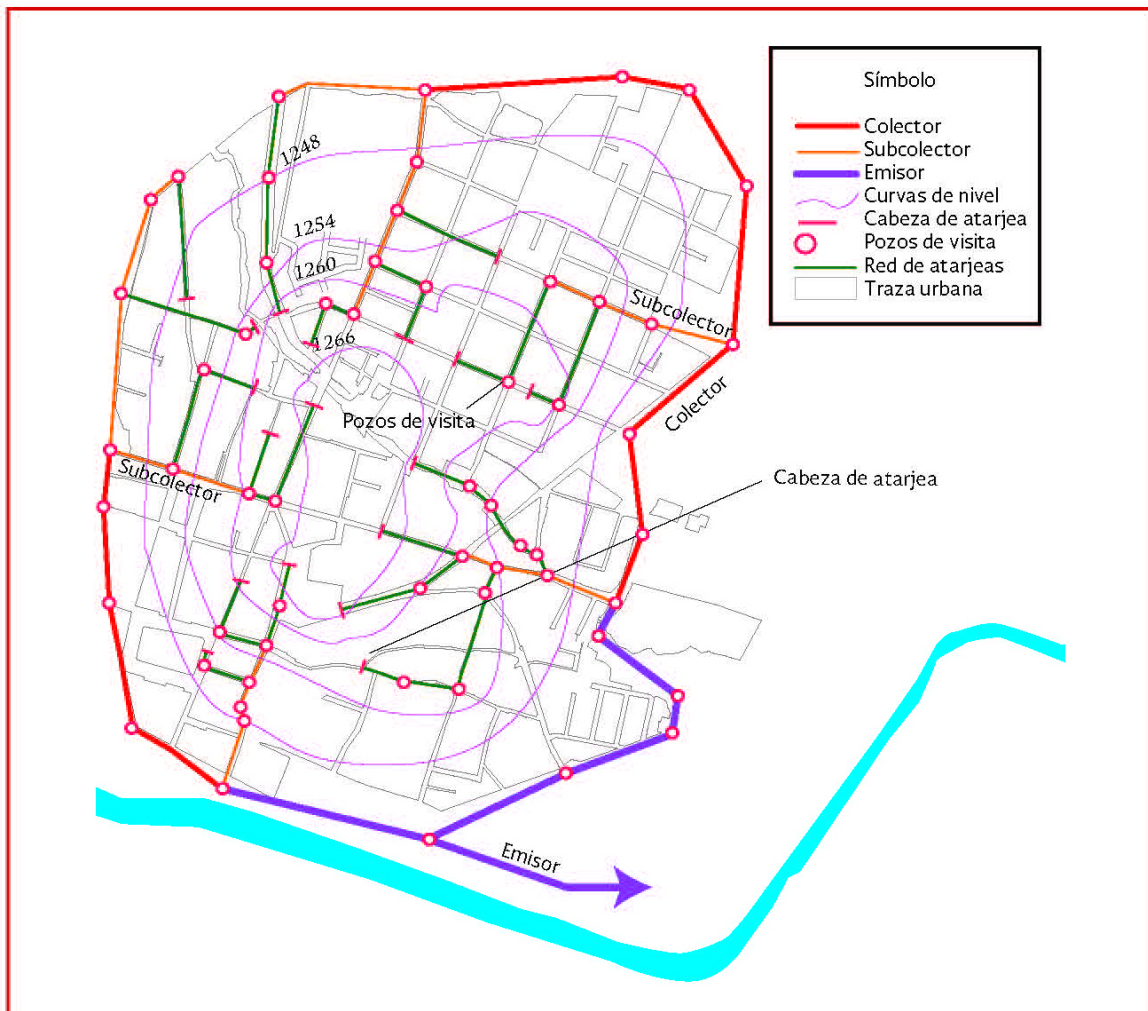
En el caso de una comunidad paralela a una corriente, en terreno con una suave pendiente hacia esta, la mejor forma de coleccionar las aguas residuales es colocar tuberías perpendiculares a la corriente. Además, debe analizarse la conveniencia de conectar los colectores a un interceptor paralelo a la corriente, para tener el menor número de descargas.



[CONAGUA, Gobierno de México](#) . Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 7 ([CC BY-NC-SA](#))

Modelo radial

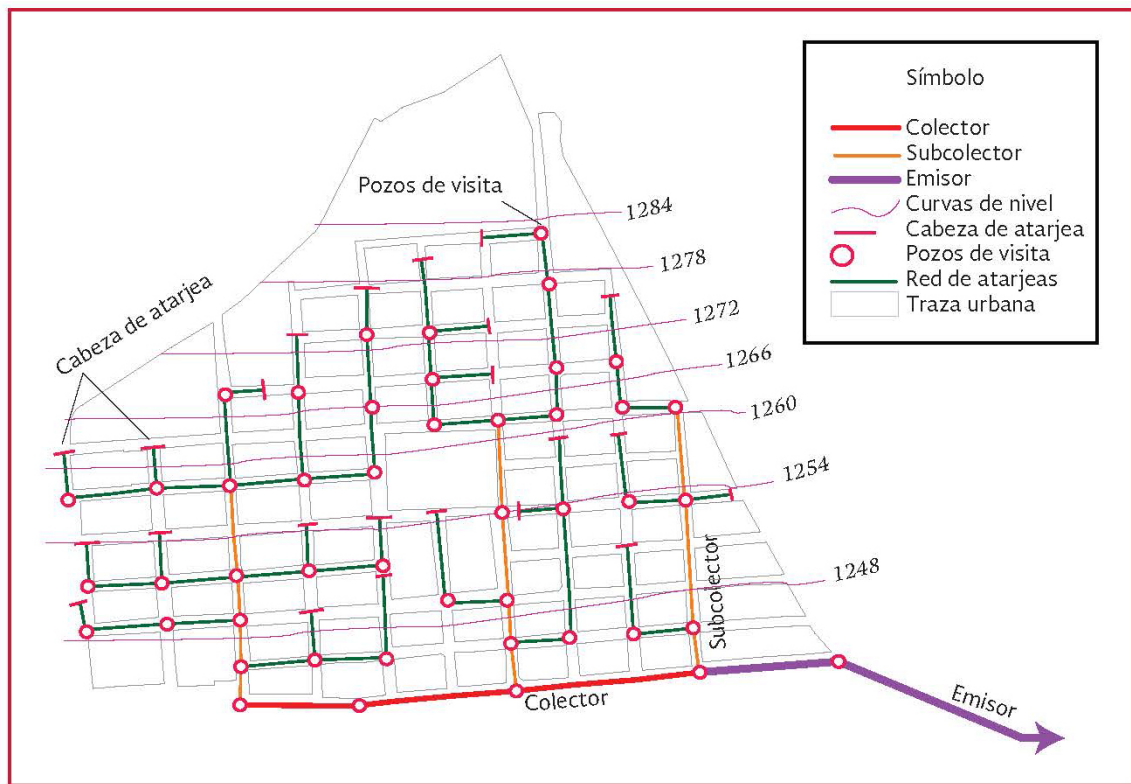
En este modelo, las aguas residuales fluyen en forma radial, mediante colectores, hacia fuera de la localidad.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 8 ([CC BY-NC-SA](#))

Modelo de interceptores

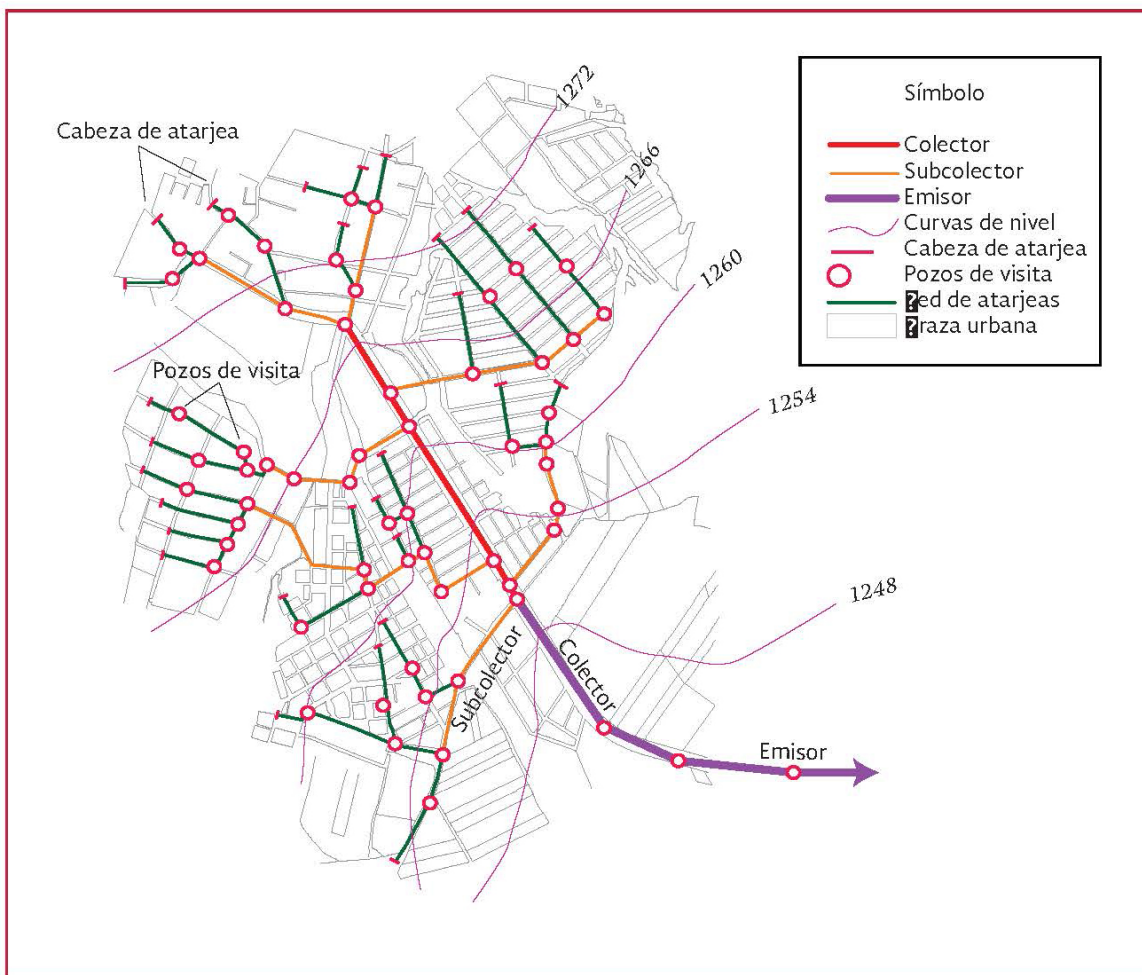
Este tipo de modelo se emplea para recolectar aguas residuales en zonas con curvas de nivel paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales (colectores) se conectan a una tubería mayor (interceptor) que es la encargada de transportar las aguas residuales hasta un emisor o una planta de tratamiento.



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 9 (CC BY-NC-SA)

Modelo de abanico

Cuando la localidad se encuentra ubicada en un valle, se pueden utilizar las líneas convergentes hacia una tubería principal (colector), localizada en el interior de la localidad, lo cual implica utilizar una sola tubería de descarga.



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 10 (CC BY-NC-SA)

Autoevaluación

El factor más importante para decidir el tipo de trazado que vamos a escoger en nuestra red de colectores es el económico

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

El factor que más nos limita a la hora de definir el modelo de la red de colectores serán la configuración morfológica de la ciudad y la topografía.

7.5.- Pozos de registro.

Los pozos de registro son estructuras construidas sobre las tuberías, a cuyo interior se tiene acceso por la superficie de la calle. Tienen por función la inspección, limpieza y ventilación de las tuberías. Atendiendo al diámetro interior de las tuberías de llegada y /o salida los pozos de visita se clasifican en comunes y especiales.

Su forma es cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, son suficientemente amplias para darle paso a una persona y permitirle maniobrar en su interior (el piso es una plataforma con canales que prolongan los conductos y encauzan sus corrientes). Una escalera de peldaños de hierro fundido empotrados en las paredes del pozo permite el descenso y ascenso al personal encargado de la operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

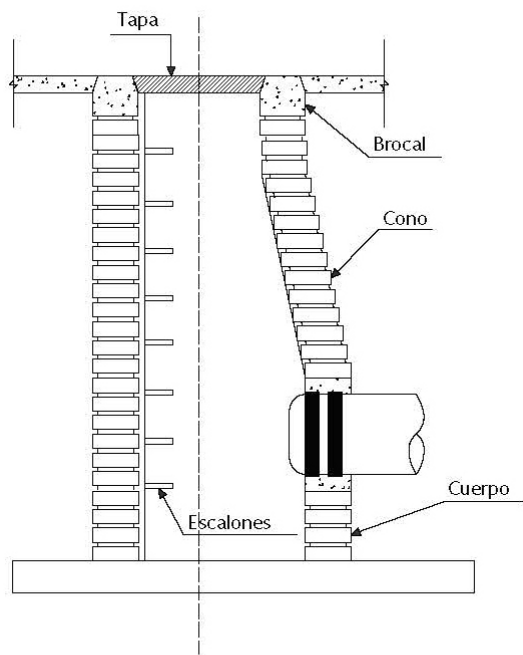
El acceso al interior del pozo de vista se protege con brocal y tapa, este puede ser de diferentes materiales, hierro fundido, hormigón o PEAD. La tapa cuenta con orificios que permiten la entrada y la salida de gases.

A profundidades de 1.50 m o menores los pozos de registro tienen forma de botella y a mayores de 1.50 m se construye en la parte cilíndrica con el diámetro interior necesario de acuerdo con los diámetros de las tuberías que a él concurran y la parte troncocónica con paredes inclinadas a 60° que rematará con otra cilíndrica de 0.60 m de diámetro interior y 0.25 m de altura aproxima- da la cual recibirá al brocal y su tapa.

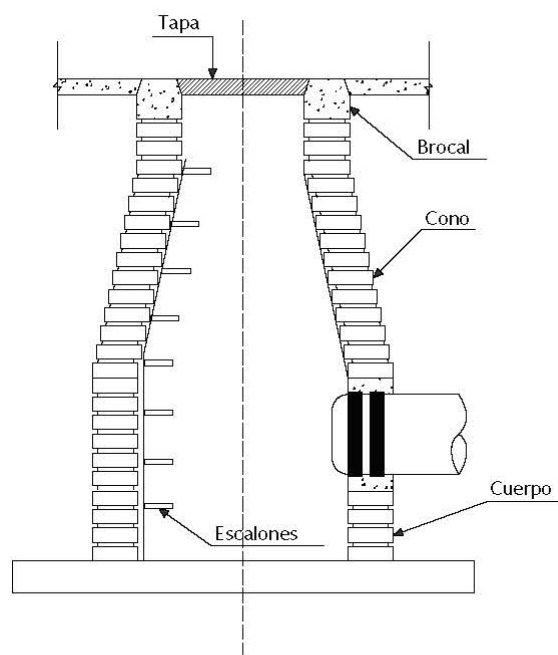
Los pozos de registro pueden ser construidos "in situ" o prefabricados, su elección depende de un análisis económico y en el caso de alcantarillado sanitario se debe asegurar la hermeticidad de la estructura y de la conexión de la tubería.

Los componentes esenciales de los pozos de registro pueden ser:

- Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas, y banqueta
- Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones
- Cono de acceso (concéntrico o excéntrico)
- Brocal
- Tapa



a) Entrada excéntrica



b) Entrada concéntrica

7.5.1.- Pozos prefabricados.

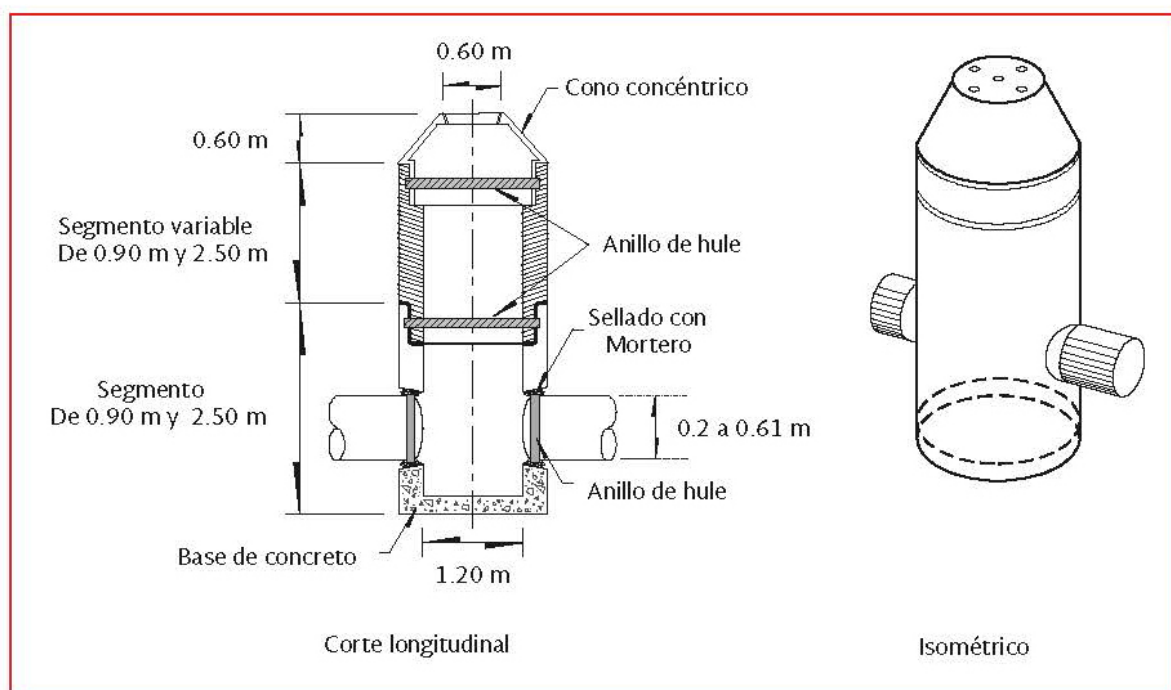
Los pozos de registro prefabricados pueden estar contruidos de polietileno, hormigón, poliéster reforzado con fibra de vidrio, hormigón polimérico, etc.; sin embargo, e independientemente del material de fabricación, se debe asegurar la hermeticidad de la estructura y de las uniones con la tubería. Estos pozos se entregan en obra como una unidad completa o en secciones (para ser ensamblados en obra), pero deben quedar instalados como una sola unidad. Por las características de los materiales con los que se fabrican los pozos prefabricados, se asegura una fácil maniobra e instalación.

El pozo de registro se fabrica de modo que pueda ser conectado a las tuberías de la red de alcantarillado mediante el anillo de material elastomérico en las uniones. Las acometidas laterales al cuerpo principal se pueden realizar in situ perforando directamente el cuerpo y uniendo generalmente con sello elastomérico. También de esta forma, se pueden producir estructuras disipadoras de energía o pozos adosados. En el caso específico de los pozos de hormigón, las perforaciones incidentes se deben hacer en fábrica.

Pozo prefabricado de hormigón

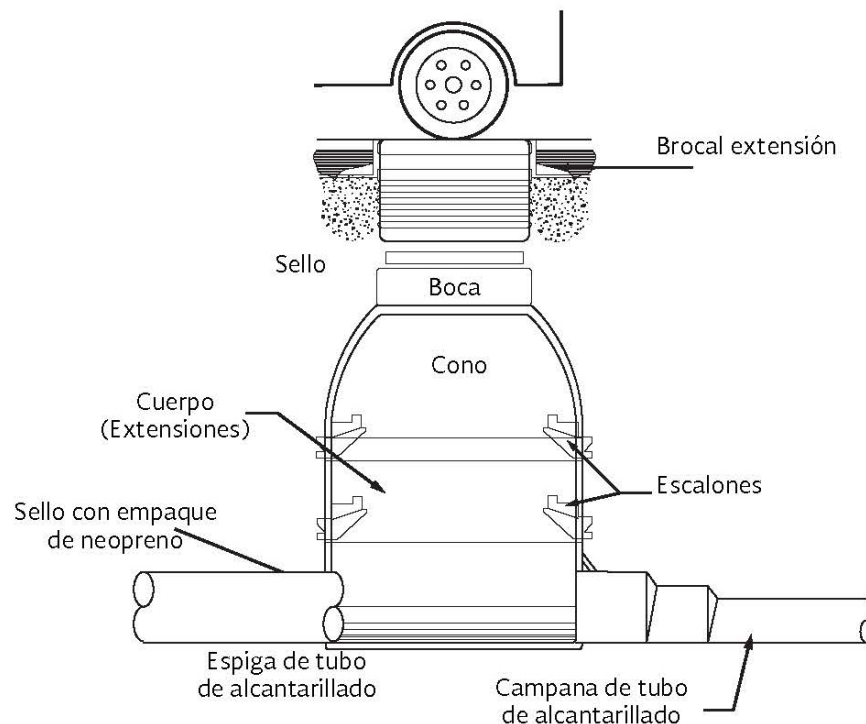
Pozo prefabricado de plástico

Pozo prefabricado de hormigón



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 88 (CC BY-NC-SA)

Pozo prefabricado de plástico



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 45 ([CC BY-NC-SA](#))

Para saber más

<https://www.youtube.com/embed/XV-U6T0RYMk>

Vídeo tipologías de pozos de registro prefabricados de hormigón

7.5.2.- Pozos construidos in-situ.

Los pozos que se construyen en el lugar de la obra comúnmente utilizan tabique, hormigón reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa bloque de hormigón o ladrillo, el espesor mínimo debe ser de 28 cm a cualquier profundidad. La base de los pozos de registro hechos en obra debe ser de hormigón monolítico ($f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$) armado con acero de refuerzo y con espesor mínimo de 15 cm hasta una altura mínima de 50 cm sobre el lomo de los tubos incidentes.

Este tipo de pozos de registro se deben lucir y pulir exterior e interiormente con mezcla de cemento-arena, a la que se le añaden aditivos epóxicos que garantizan la estanquidad y la hermeticidad de los agentes externos. El cemento utilizado debe ser resistente a sulfatos; el espesor del lucido debe ser mínimo de 1 centímetros, tanto en el interior como en el exterior del pozo.

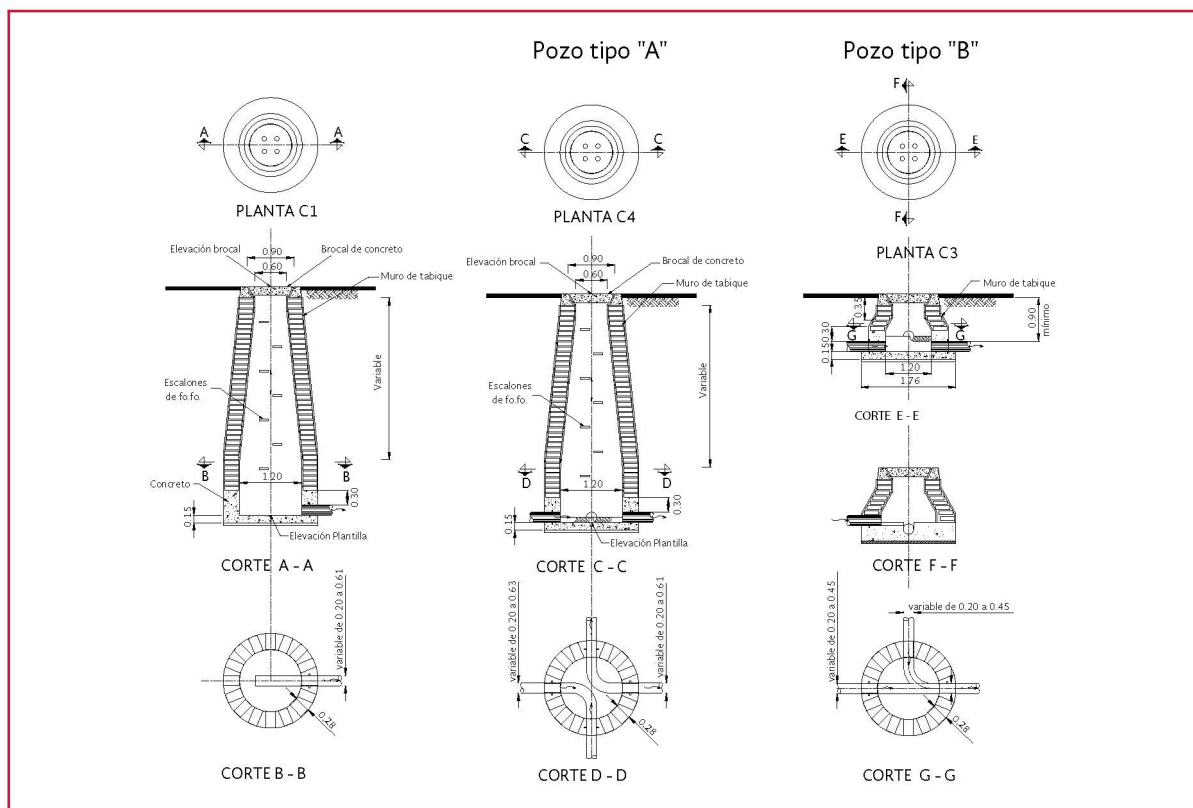
Además, se debe garantizar la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, empleando accesorios como mangas de poliuretano rígido, mangas de neopreno u otros que aseguren la hermeticidad a largo plazo al reducir los esfuerzos cortantes ante la presencia de asentamientos diferenciales y movimientos producidos por las cargas vivas, sismos o cualquier otro fenómeno vibratorio. Estos accesorios deben facilitar el reemplazo de tuberías unidas al pozo utilizando anillos de hule.

[Pozos de registro estándar](#) [Pozos de registro tipo caja](#)

[Pozos de registro tipo caja para unión de colectores](#)

[Pozos de registro tipo caja deflexión de colectores](#)

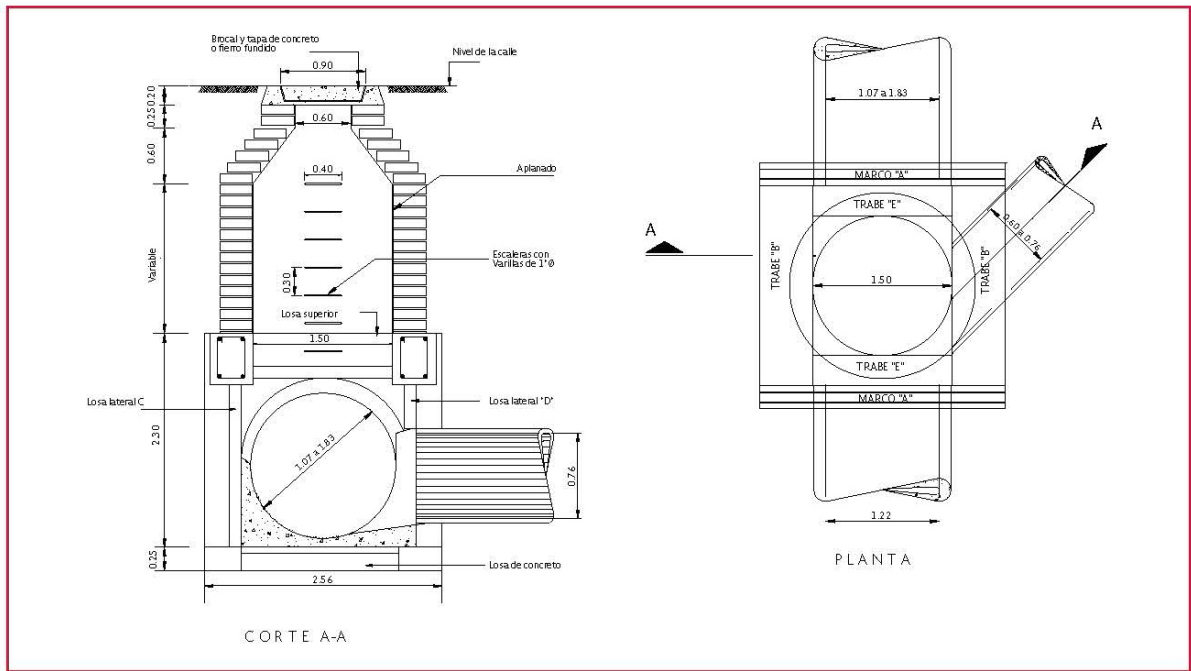
Pozos de registro estándar



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 50 ([CC BY-NC-SA](#))

Pozos de registro tipo caja

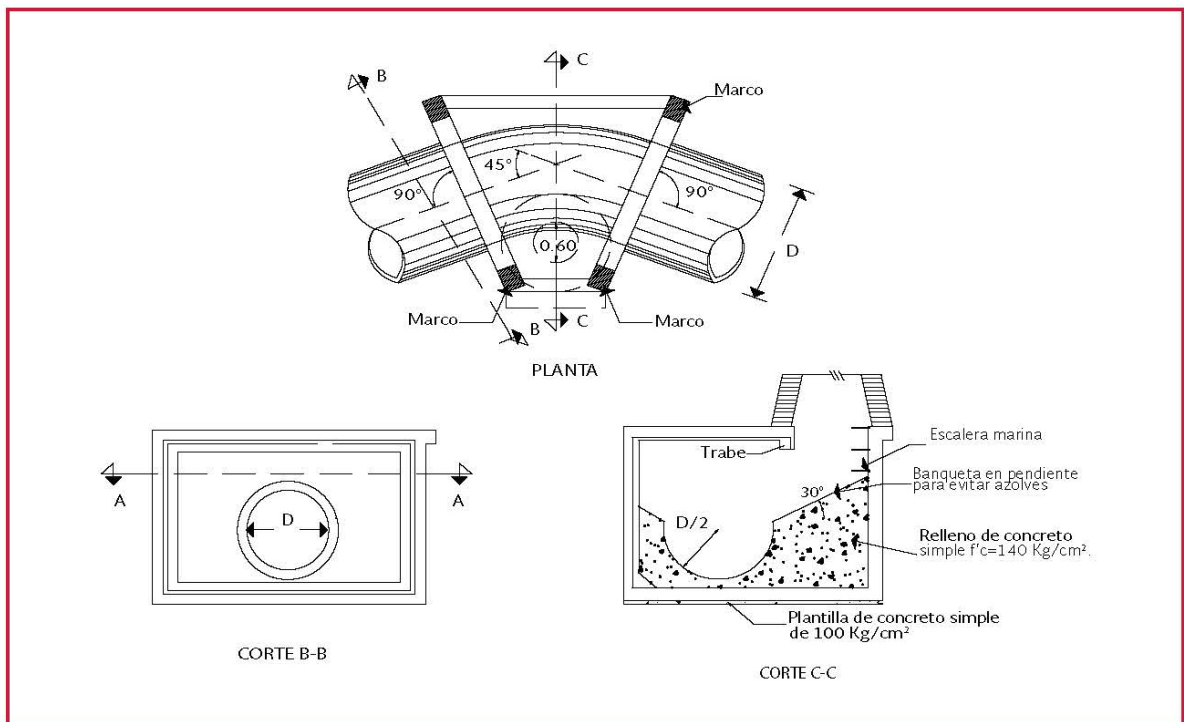
Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de hormigón reforzado y una chimenea de tabique similar a la de los pozos in-situ. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular. Sus muros, así como el piso y la losa, son de hormigón reforzado. Del techo arranca la chimenea que, al nivel de la superficie del terreno, termina con un brocal y su tapa, ambos de hierro fundido o de hormigón pretensado, existen también de polietileno y otros materiales. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.



[CONAGUA, Gobierno de México](#). Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 52 ([CC BY-NC-SA](#))

Pozos de registro tipo caja para unión de colectores

Se denomina así a los pozos caja de sección horizontal en forma de polígono irregular. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías. Existen dos tipos de pozos caja unión: el tipo 1, se utiliza en tuberías de hasta 1.52 m de diámetro con entronques a 45 grados con tuberías de hasta 1.22 m de diámetro y el tipo 2, el cual se usa en tuberías con diámetros de hasta 2.13 m, con entronques a 45 grados de tuberías de hasta 1.52 m de diámetro.



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 56 (CC BY-NC-SA)

Para saber más

Hoy en día es muy infrecuente ver la construcción de una nueva de red de evacuación con pozos de registro in-situ. Sin embargo pueden ser necesarios sobre todo en redes antiguas, donde es preciso mejorar la registrabilidad general.

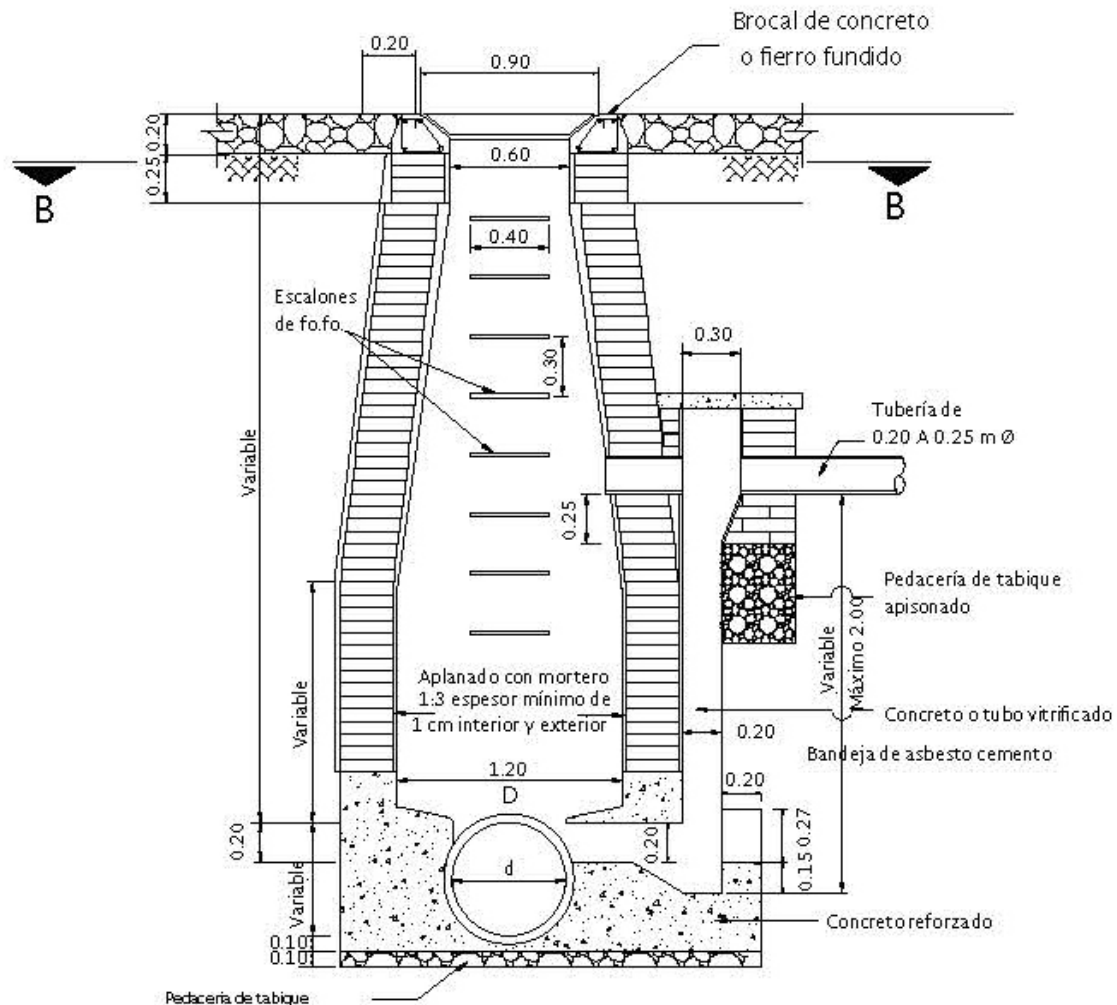
<https://www.youtube.com/embed/dJzuoNWmcUY>

Video, construcción de un pozo de registro en una red existente

Pozos con caída adosada

Son pozos de visita comunes, a los que se les construye lateralmente una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro, con un desnivel de hasta 2.00 m

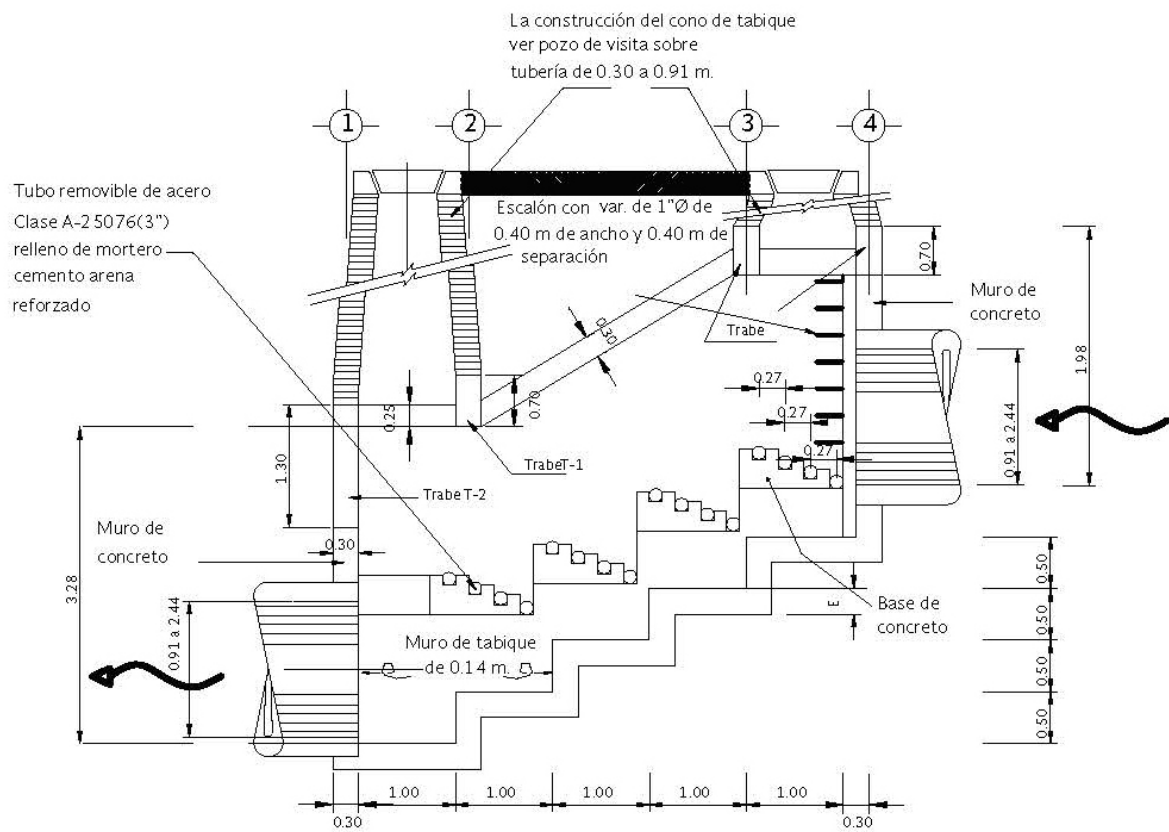
a) caída adosada



CONAGUA, Gobierno de México. Libro 20. Alcantarillado Sanitario, pag. 56 (CC BY-NC-SA)

Estructuras de caída escalonada

Son estructuras con caída gradual cuya variación es de 0.50 en 0.50 m hasta llegar a 2.50 m (cinco tramos) como máximo, que están provistas de dos pozos de registro en los extremos, entre los cuales se construye la caída escalonada; en el primer pozo, se localiza la plantilla de entrada de la tubería, mientras que en el segundo pozo se ubica la plantilla de salida. Este tipo de estructuras se emplean en tuberías con diámetros de 0.91 a 2.44 m



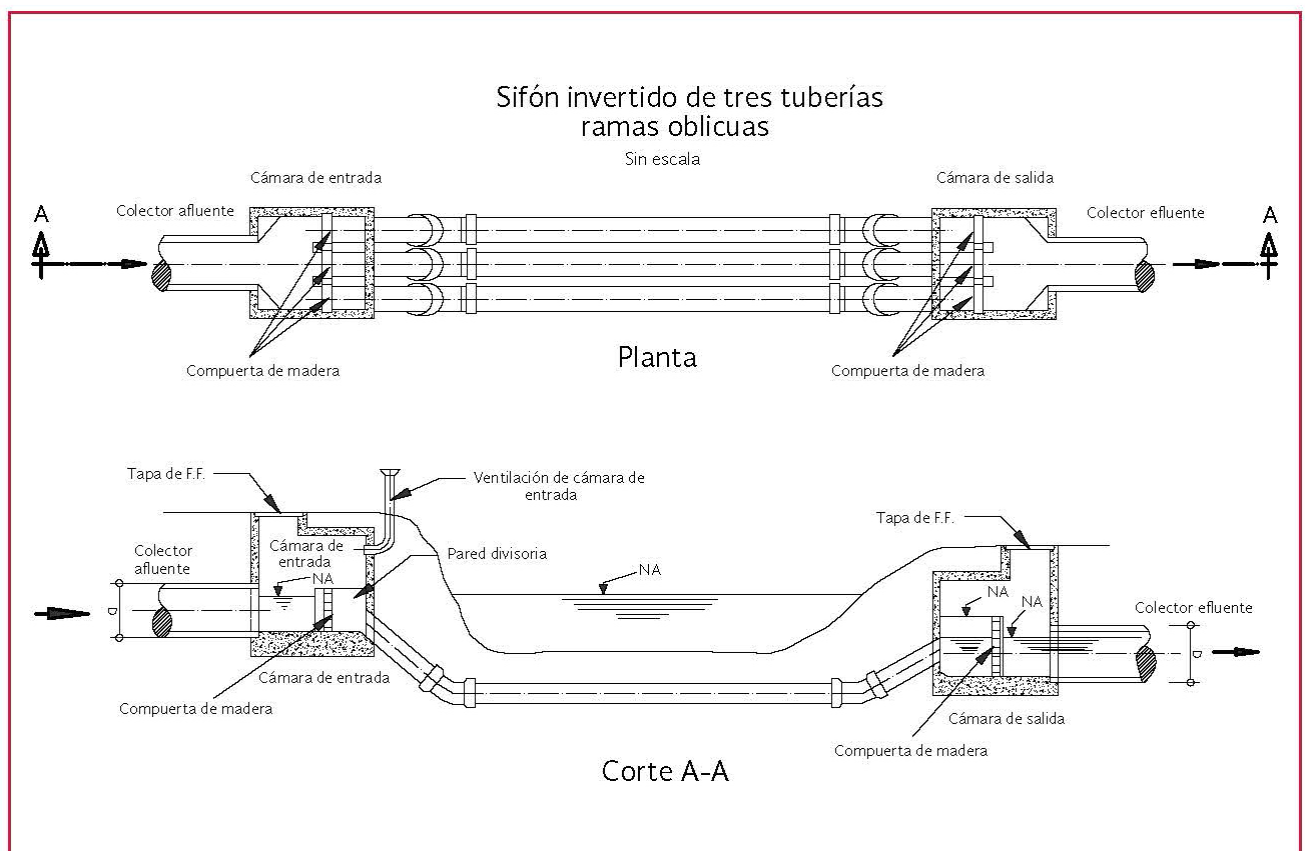
7.7.- Sifones invertidos.

La topografía local puede exigir la ejecución de obras especiales dada la necesidad de superar obstáculos, como: quebradas, ríos, canalizaciones de aguas pluviales, aductoras, cruce de túneles subterráneos (metros), cruces con alguna corriente de agua, depresión del terreno, estructura, tubería o viaductos subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que debe instalarse la tubería, pueden instalarse sifones invertidos. Los principales tipos de sifones son los que se indican a continuación.

1. Ramas oblicuas
2. Pozo vertical
3. Ramas verticales
4. Con cámara de limpieza

Las ramas oblicuas se emplean para cruces de obstáculos, en terrenos que no presentan grandes dificultades de ejecución y cuando se cuenta con suficiente desarrollo. El pozo vertical y los sifones de ramas verticales se emplean cuando se tiene una o dos ramas y para emplazamientos de poco desarrollo, o en caso de grandes dificultades constructivas. Sus características de fácil limpieza y reducido espacio los hacen muy aconsejables.

Los sifones invertidos con cámaras de limpieza tienen su aplicación en obras de cruce de vías subterráneas. Es una obra de coste relativamente elevado y presenta dificultades de limpieza y fluidez, razón por la cual debe ser utilizado solamente después de un estudio comparativo con otras alternativas.



En el diseño de los sifones invertidos, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Velocidad mínima de escurrimiento de 1.20 m/s para evitar sedimentos
- Analizar la conveniencia de emplear varias tuberías a diferentes niveles, para que, de acuerdo con los caudales por manejar, se obtengan siempre velocidades adecuadas. La primera tubería tendrá capacidad para conducir el caudal mínimo de proyecto
- En el caso de que el caudal requiera una sola tubería de diámetro mínimo de 200 mm, se acepta como velocidad mínima de escurrimiento la de 60 cm/segundo
- Se deben proyectar estructuras adecuadas (cajas), tanto a la entrada como a la salida del sifón, que permitan separar y encauzar los caudales de diseño asignados a cada tubería
- Se deben colocar rejillas en una estructura adecuada, aguas arriba del sifón para detener objetos flotantes que puedan obstruir las tuberías; sin embargo, es más frecuente el uso de hierro fundido por su facilidad de instalación.

En los casos en que el sifón invertido se construya sobre lechos o cursos de agua, se debe verificar su peso o anclar a las tuberías, para evitar su flotación, condición que puede ocurrir durante el período de construcción o cuando es vaciado para reparaciones. Los tubos livianos generalmente llevan un recubrimiento de mortero (cemento-arena) para evitar la flotación y su desplazamiento, y sirve además como protección.

Para entender mejor....

<https://www.youtube.com/embed/sDEsBgmGSnl>

Vídeo experimento de sifón invertido

7.8.- Estructuras de cruce.

Los cruces son estructuras especiales construidas cuando la red de evacuación debe atravesar un accidente del terreno que impide seguir su curso normal

CRUCES ELEVADOS

CRUCES SUBTERRÁNEOS CON REDES DE TRANSPORTE

CRUCES SUBTERRÁNEOS CON CURSOS DE AGUA

CRUCES ELEVADOS

Cuando, por necesidad del trazo, se tiene que cruzar una depresión profunda, como cañadas o barrancas de poca anchura, suele lograrse por medio de una estructura que soporta la tubería. La tubería puede ser de acero o polietileno; la estructura por construir puede ser un puente ligero de acero, de hormigón o de madera.

La tubería para el paso por un puente vial, ferroviario o peatonal debe ser de acero y estar suspendida del piso del puente por medio de soportes que eviten la transmisión de las vibraciones a la tubería; esta debe colocarse en un sitio que permita su protección y su fácil inspección o reparación. A la entrada y a la salida del puente, se deben construir cajas de inspección o pozos de registro.

CRUCES SUBTERRÁNEOS CON REDES DE TRANSPORTE

Para este tipo de cruzamientos, la práctica común es usar tubería de acero con un revestimiento de hormigón. En algunos casos, el revestimiento se coloca únicamente para proteger la tubería de acero del medio que la rodea; en otros casos, la tubería de acero es solo una camisa de espesor mínimo y la carga exterior la absorbe el revestimiento de hormigón reforzado, en forma de conducto rectangular.

En cruces ferroviarios, una solución factible cuando el diámetro de la tubería de alcantarillado es menor o igual a 300 mm, es introducir la tubería dentro de una camisa formada por un tubo de acero hincado previamente en el terreno, el cual se diseña para absorber las cargas exteriores.

CRUCES SUBTERRÁNEOS CON CURSOS DE AGUA

En este tipo de cruzamientos, se debe tener especial cuidado en desplantar el cruzamiento a una profundidad tal que la erosión de la corriente no afecte la estabilidad de este. Se recomienda hacer este tipo de cruzamiento subterráneo con tubería de acero, revestida de hormigón simple o reforzado, según lo requiera el diseño correspondiente. Se considera una buena práctica colocar sobre el revestimiento en forma integral un lavadero de hormigón que siga la pendiente del cauce, para no alterar el régimen de la corriente. Este revestimiento que se menciona servirá para atracar la tubería, tanto en columpios como en crestas. Si no existe peligro muy marcado de lo que pueda representar la erosión de la corriente, el lavadero de hormigón puede sustituirse por otro, construido con material de la región, como mampostería de piedra o zampeado de piedra, o únicamente esta última, pero colocada en forma suelta con dimensión promedio de 60 cm, pero conservando el diseño de colocar a la tubería dentro del revestimiento de hormigón simple o reforzado. La tubería debe ser debidamente anclada por medio de cimientos de hormigón, para impedir su deslizamiento por erosión del fondo del río o arroyo.

7.9.- Estaciones de bombeo.

Las estaciones de bombeo son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, destinadas a transferir volúmenes de aguas residuales crudas o tratadas de un determinado punto a otro generalmente ubicado a una mayor elevación, para satisfacer ciertas necesidades. Las instalaciones civiles y electromecánicas básicas de una estación típica de bombeo son las siguientes:

CÁRCAMO DE BOMBEO SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
EQUIPO DE BOMBEO

CÁRCAMO DE BOMBEO

Un cárcamo de bombeo es una estructura en donde descarga el colector, interceptor o emisor de aguas residuales o tratadas y donde se instalan los equipos electromecánicos para elevar el agua al nivel deseado. Las partes constitutivas de los cárcamos de bombeo son las siguientes:

- Canal o tubo de llegada
- Transición de llegada
- Zona de control y cribado
- Pantalla
- Rejillas primarias
- Desarenador y bombas de lodos
- Rejillas secundarias
- Cámara de bombeo

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

La subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos que permiten las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc); tipo corriente alterna a corriente continua, o bien conservar dentro de ciertas características.

Los elementos que constituyen una subestación se clasifican en elementos principales secundarios.

Elementos principales:

1. Transformador
2. Interruptor
3. Cuchilla
4. Para rayos
5. Aisladores
6. Capacitores

7. Tableros
8. Transformadores de instrumentos
9. Red de tierras

Elementos secundarios:

1. Cables de potencia
2. Cables de control
3. Alumbrado
4. Estructura y herrajes
5. Equipo contra incendio

EQUIPO DE BOMBEO

El equipo de bombeo es el elemento encargado de transferir el agua desde el cárcamo de bombeo, hasta el lugar donde se requiera. Los equipos de bombeo que comúnmente se utilizan para el manejo de aguas residuales o tratadas son los siguientes:

1. Bombas de flujo mixto
2. Bombas de flujo axial
3. Bombas anti-obstrucción: verticales y sumergibles

Aun cuando se pueden utilizar bombas centrífugas convencionales para bombeo de aguas residuales, existe en el campo de las bombas centrífugas un grupo especial de bombas para esta aplicación denominadas genéricamente como bombas anti-obstrucción, cuyo diseño les permite operar con líquidos conteniendo sólidos de gran tamaño, 25.4 mm de diámetro (1.0") o más grandes, pastas aguadas abrasivas o bien aguas residuales crudas.

Estas bombas pueden ser sumergibles, motor y bomba, o verticales, con motor fuera del cárcamo; ambas son, normalmente, de un solo paso con impulsor abierto para bajas cargas y gastos medianos; su instalación es relativamente sencilla porque su diseño incluye la placa de instalación, si son verticales, o bien, las carcasas incluyen 'piernas' para su apoyo en el piso del cárcamo y aparejos, riel y cable, para su elevación fuera del cárcamo, si son sumergibles.

A menos que las condiciones de operación estén fuera del campo de cobertura de este tipo, se podrán utilizar otro tipo de bombas, de lo contrario se preferirán las bombas anti-obstrucción.

Para saber más

<https://www.youtube.com/embed/FuNfaYFi1jc>

