

Operaciones de montaje de redes e instalaciones de agua.

Caso práctico

Sara tiene 29 años y trabaja desde los 20 en la empresa de montaje y mantenimiento de redes de agua. Durante los últimos cinco años ha ocupado un puesto en el almacén de la empresa, encargándose fundamentalmente de la recepción y clasificación del material. Al inicio de cada jornada ella y su compañero Luis les facilitaban todo lo necesario a los técnicos que se iban a desplazar a la obra. Sara estaba muy familiarizada con la maquinaria, las herramientas y accesorios que sus compañeros utilizan a diario; pero sentía curiosidad y cierta "envidia sana" por los técnicos de obra. Finalmente decidió estudiar en sus ratos libres para poder formar parte de uno de esos grupos de trabajo de los que se despedía cada mañana al inicio de la jornada. Ahora hace más de un año que terminó el Ciclo de Grado Superior de Gestión de Agua a distancia.



[Pixabay](#) (CC BY)

La semana pasada el gerente de la empresa le dio la noticia: Dada su formación, su experiencia y su excelente trayectoria había decidido confiar en ella y ponerle al frente de un grupo de trabajo. Por fin iba a trabajar en la obra, y nada menos que de supervisora. Sin embargo, en el fondo se siente un poco insegura. Es cierto que nadie conoce como ella materiales, máquinas, herramientas. Por otro lado en las prácticas en empresa aprendió mucho; pero de ahí a ser jefa de grupo...

Sara ha decidido revisar todo lo que aprendió en sus dos años de estudio, y ha pedido permiso al gerente para acompañar a uno de los grupos durante una semana a la instalación que en este momento están montando para refrescar sus conocimientos.



Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Elementos de redes e instalaciones de agua.

Caso práctico

Han pasado los dos primeros días de Sara con su grupo de trabajo. El hecho de que su jefe le haya permitido estar esta semana sólo de "acompañante" le ha posibilitado seguir todas las fases de montaje e incluso tomar notas. Esta semana están trabajando en un terreno en el que se va a construir un polígono industrial. Recientemente terminaron la excavación de las zanjas, y ahora han empezado a ensamblar las tuberías que formarán parte de la red de suministro de agua del polígono. Gracias a la ayuda de sus compañeros Sara se da cuenta de que muy pronto podrá estar en condiciones de tomar parte activa en el montaje. "Verdaderamente todo lo que había aprendido hasta ahora me va a resultar muy útil", piensa.



[Matti Mattila](#) (CC BY-NC-SA)

Sara comenta a Andrés, el más veterano del grupo, que quizá mañana empiece a ayudarles en el ensamblaje de tuberías. Andrés, más precavido, le plantea que quizá sea mejor esperar a que vea y se familiarice con el montaje de otros tipos de instalación. "Recuerda que, no sólo trabajamos con redes de abastecimiento", dice Andrés, "también montamos redes de saneamiento e instalaciones de riego; además, los materiales, los accesorios y los métodos de unión en cada caso son distintos". En un primer momento Sara se siente un poco decepcionada, tenía tantas ganas de empezar a trabajar "de verdad"... Pero en seguida se da cuenta de que Andrés tiene razón, debe aprovechar el tiempo al máximo para saber todo lo posible de cada tipo de instalación.

1.1.- Redes de agua bruta.

Las aguas que se encuentran de forma natural en cuencas fluviales, lagos, pantanos y manantiales (tanto superficiales como subterráneos) y que no han recibido ningún tipo de tratamiento, se engloban bajo la denominación de **agua bruta**. Previo a su potabilización, este agua es objeto de análisis microbianos, de turbiedad y de toxicidad. En función de la presencia o no de patógenos, de elementos tóxicos y de residuos orgánicos, se establecerá el tipo e intensidad de los tratamientos a seguir. Sólo después de alcanzados unos parámetros aceptables para el consumo humano este agua pasará a considerarse potable.

Como se ha señalado, la composición de las aguas brutas varía notablemente en función del momento y el lugar; si bien en la mayoría de las aguas no tratadas es habitual la presencia de los siguientes compuestos, partículas y microorganismos:

- Ácidos complejos resultantes de la degradación de las plantas, entre otros, el ácido húmico y otros . Son responsables de la coloración del agua y pueden encontrarse tanto en esta como en el sustrato de suelos fértiles y áreas de cultivo.
- Minerales, como los carbonatos cálcicos y magnésicos, que determinan la dureza del agua.
- Limos y arcillas.
- Organismos vivos como virus, bacterias, y protozoos.
- Moléculas gaseosas en suspensión o disueltas, principalmente oxígeno.
- Sales, que determinan la mayor o menor salinidad del agua.



[Flickr](#) (CC BY-NC)

El punto inicial de la red viene marcado por la captación de aguas subterráneas (a través de pozos o galerías de extracción) y de aguas superficiales (mediante bocatomas, galerías filtrantes, etc) siempre teniendo como referencia el curso del agua.

Los embalse son un remanente permanente de agua procedente de ríos, manantiales y lagos que van a garantizar el suministro durante todo el año. Son, pues, el modo de almacenamiento más habitual de agua bruta superficial. El sistema es diferente en el caso de aguas subterráneas, en este caso el acuífero se constituye en el recurso de almacenaje preferente. La recarga del mismo tiene lugar de manera natural a través de precipitaciones atmosféricas.

Autoevaluación

La mayor o menor concentración de algunos compuestos como los carbonatos cálcicos y magnésicos determinan:

- ☐ La dureza del agua.

- ☐ La coloración del agua.
- ☐ La salinidad del agua.

Opción correcta

Incorrecto

Incorrecto

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto

1.2.- Redes de abastecimiento.

El sistema organizado de elementos de maniobra y control, así como el entramado de tuberías que garantiza el suministro a todos los usuarios de un determinado área de población se denomina **red de abastecimiento**. Esta tiene su inicio en la planta de tratamiento de agua y termina en el punto de conexión (llave de registro) con la instalación interior individual o comunitaria. Se acepta de manera bastante generalizada y atendiendo a su situación e importancia dentro del sistema, la siguiente clasificación:

- **Red de Transporte:** Formarían parte de ella las conducciones de mayor diámetro y, en general, aquellas que transportan el agua desde la planta de tratamiento a la red arterial, a partir de depósitos de reserva y estaciones de bombeo. Está prohibido el suministro directo desde esta parte de la red a líneas de alimentación para consumo .
- **Red Arterial:** Dentro del sistema general, es un subsistema intermedio conformado por todas las tuberías y elementos que enlazan entre sí diferentes sectores del área abastecida. Están sujetas al mismo tipo de restricciones en cuanto a suministro directo que el grupo anterior.
- **Red Secundaria:** Constituida por el conjunto de tuberías y elementos que conectan la Red Arterial con las acometidas para los suministros localizados, bocas de riego y tomas contra incendios.
- **Acometidas:** Son las tuberías y elementos que conectan la Red Secundaria con la Instalación Interior de edificios y viviendas. Este conjunto delimita la red general y las instalaciones de suministro de los consumidores



[Flickr](#) (CC BY)

Los principales componentes de una red de abastecimiento son:

- **Tubería:** Se entenderá por tubería la sucesión de diferentes tramos (tubos) unidos mediante diversas técnicas, entre los que se disponen toda una serie de dispositivos que permitan el accionamiento y el control sobre el sistema. El sistema resultante conforma un circuito cerrado y aislado del exterior cuyo objetivo es conducir un caudal de agua sin pérdidas y sin merma de sus condiciones.
- **Tubo:** Elemento de sección circular y continua habitualmente recto. con características definidas de estanqueidad, rigidez, resistencia mecánica y conductividad térmica. Dependiendo de su comportamiento y constitución se distinguen los tipos siguientes:
 - **Tubo flexible:** Es aquel suceptible de deformación bajo determinadas condiciones que es capaz de soportar una determinada carga sin romperse o sin tensión excesiva (flexibilidad).
 - **Tubo rígido:** Es aquel que responde a un exceso de carga con la rotura, no reacciona deformándose o variando su sección circular (rigidez).
 - **Tubo semirrígido:** Es aquel que sometido a carga manifiesta los dos tipos de comportamientos antes descritos, puede llegar a deformarse y, en situaciones extremas, acabar rompiéndose sin haber modificado sustancialmente su sección.

- Unión: Acción o elemento que permite juntar/adherir de manera estable dos elementos con garantías de estanqueidad. Se distinguen los siguientes sistemas de unión :
 - Uniones flexibles: Aquellas que permiten una alteración importante en la dirección del conducto. No tienen un carácter permanente, permiten una desviación variable respecto al eje de la tubería.
 - Uniones rígidas: Aquellas que mantienen invariable la dirección/eje de la tubería. No permiten desviaciones significativas, y tienen un carácter estable.

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

- Uniones resistentes a la tracción: Aquellas resistentes al empuje producido por la presión interna o por las contracciones/dilataciones por variaciones de temperatura.
 - Uniones no resistentes a la tracción: Aquellas que presentan márgenes de tolerancia más reducidos a las variaciones provocadas por cambios en la temperatura y la presión interna.
-
- Válvulas: Dispositivos que facilitan la interrupción o regulación tanto de presión como de caudal.
 - Estructuras complementarias: Cualquier elemento de obra o conjunto de dispositivos que, intercalado en la tubería, permite y facilita el acceso y las labores de mantenimiento, como arquetas, registros, etc, .
 - Accesorio especial: Elemento que, situado entre dos tramos de tubería, permite cambios de dirección o de diámetro, derivaciones, empalmes etc.
 - Accesorios comunes: Elementos distintos de los anteriores y que también forman parte también de la tubería (por ejemplo pernos, bridas, collarines de toma, etc).

1.3.- Redes de saneamiento.

Llamamos red de saneamiento al sistema de tuberías y a la infraestructura que recoge y transporta las aguas pluviales y residuales de una determinada área urbana o industrial, desde el punto en que se generan hasta el lugar en que son tratadas para su vertido al medio natural.

Las redes de saneamiento son infraestructuras hidráulicas que, al contrario que las redes de abastecimiento, normalmente trabajan a presión atmosférica, de manera que el agua que contienen se desplaza por gravedad. No obstante, existen situaciones y lugares en los que tramos concretos de la red de saneamiento pueden trabajar bajo presión. Normalmente están constituidas por conductos de sección circular u ovalada y discurren enterrados bajo la vía pública.



[Flickr \(CC BY-NC-SA\)](#)

Los elementos que conforman un sistema de saneamiento son:

1. Red de **alcantarillado**: Conjunto de conductos e instalaciones que sirven para la evacuación de las aguas residuales o pluviales desde el final de la red de saneamiento interior de un inmueble, hasta el punto de vertido a la estación depuradora, incluyendo la acometida.
2. **Estaciones de bombeo**: Más habituales en pluviales, son necesarias siempre que haya que salvar un desnivel o cambio de cota en el entramado.
3. **Estaciones depuradoras** de aguas residuales: Con distintas unidades y procesos, similares a los propios de las plantas de tratamiento de agua potable.

Para definir adecuadamente las características de las distintas redes atenderemos a dos clasificaciones. La primera clasificación se establece en función de la naturaleza del agua residual que se va transportar:

- Redes de saneamiento **unitarias**: son redes de recogidas de saneamiento, diseñadas para transportar conjuntamente aguas residuales y pluviales.
- Redes de saneamiento **separativas**: Existen dos entramados de tuberías independientes. Por uno discurren las aguas residuales de origen residencial o doméstico, comercial o industrial, y por el otro se transportan las aguas pluviales.

La segunda clasificación atiende al modo de impulsión de las aguas en el interior de las tuberías:

- Redes de saneamiento **bajo presión**: los fluidos que se transportan en el interior de las tuberías son movidos por medio de equipos que generan presión (bombas hidráulicas).
- Redes de saneamiento **por gravedad**: las aguas fluyen a lo largo de la red gracias a la diferencia de pendiente de las tuberías.

Los trazados de las redes de saneamiento de ambos tipos se diseñarán bajo la premisa de desplazamiento por gravedad. Asimismo, para evitar posibles problemas se pondrá especial atención en tanto en cambios de dirección en el trazado, como en pendientes y uniones de tuberías.

Para saber más

Se han encontrado civilizaciones del valle del Indo que datan del 3200-2800 A.C. que ya contaban con una red de saneamiento completa. Estuvo tan avanzado a su tiempo, que no fue hasta el siglo XII cuando se volvió a crear un sistema de alcantarillado tan avanzado.

1.4.- Estaciones de tratamiento.

Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)

Las plantas de potabilización de aguas o ETAP (Estación de Tratamiento de Agua Potable) son infraestructuras que recogen el agua bruta captada y las someten a procesos físico-químicos para adecuarlas a los valores de calidad que establece la legislación.

Actualmente la normativa española que rige la calidad del agua para consumo humano es el **Real Decreto 140/2003**, de 7 de febrero, por el que se establecen los **criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano** (BOE 45/2003, de 21 febrero), basada en la Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre de 1998 del Parlamento Europeo.

Las ETAP pueden tener múltiples configuraciones dependiendo de la calidad del agua en origen y de la calidad del agua final deseada, sin embargo poseen unos principios de tratamiento comunes que se detallan a continuación:

- **Desbaste:** Consistente en la eliminación de los sólidos más gruesos que puede traer el agua en origen.
- **Decantación:** Separación de las partículas sólidas del agua por gravedad, normalmente la decantación se favorece por medio de técnicas llamadas de coagulación y de floculación, procesos electrostáticos que aglutinan partículas haciéndolas más voluminosas y pesadas.
- **Filtración:** En el proceso de filtración el agua atraviesa un medio poroso caracterizado por un tamaño de paso determinado. En este proceso se retienen partículas de tamaño coloidal. El proceso de filtración se puede llevar a cabo con distintos materiales: si el agua bruta es dulce se emplea normalmente como material filtrante arena silícea; sin embargo si el agua bruta es salobre se emplean técnicas de filtración a base de membranas permeables (ultrafiltración, nanofiltración u ósmosis inversa) técnicas empleadas en las estaciones desaladoras.
- **Desinfección:** La desinfección es la última etapa en el proceso de tratamiento de potabilización y consiste en la eliminación de microorganismos patógenos que aún contiene el agua. Normalmente en la desinfección se utiliza el cloro en fase gas o en fase líquida, debido a que posee carácter de biocida residual, es decir, permanece en el agua hasta el grifo del consumidor. Otras técnicas vanguardistas de desinfección son los tratamientos con ozono o desinfección ultravioleta.

Estación de Depuración de Aguas Residuales

Una Estación Depuradora de Aguas Residuales (en adelante EDAR) es una infraestructura o conjunto de instalaciones cuyo objetivo es la reducción de la contaminación de las aguas residuales para su vertido en el cauce receptor, una vez alcanzados unos parámetros aceptables a nivel higiénico-sanitario.

Se entienden por aguas residuales aquellas aguas que se encuentran contaminadas. De esta forma, la Ley de Aguas española define la contaminación como la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores, con la salud humana, o con los ecosistemas acuáticos o terrestres directamente asociados a los acuáticos; causen daños a los bienes; y deterioren o dificulten el disfrute y los usos del medio ambiente.

En este sentido, las aguas pluviales llevan poca carga contaminante y son fácilmente tratables. Los agentes nocivos se incorporan cuando la lluvia atraviesa la atmósfera o cuando el agua, ya caída, escurre por la superficie.

Sin embargo, son las aguas urbanas las que conllevan una mayor contaminación de las aguas residuales, siendo sus principales fuentes contaminantes de origen doméstico, industrial o agrícola, convirtiéndose así en el principal objeto de la depuración.

Así pues, resulta evidente que los pequeños núcleos de población precisan de una tecnología de depuración de aguas residuales sostenible y que, en la medida de lo posible, haga uso de la capacidad de depuración del medio natural.

Los tratamiento que se pueden realizar en una EDAR se pueden clasificar según el nivel de tratamiento en:

1. **Pretratamiento:** Se produce la separación de sólidos voluminosos tales como botellas, telas, plásticos a través de rejillas y/o tamices.
2. **Procesos primarios:** Suelen englobar a los tratamiento físicos-químicos donde se intenta sedimentar/precipitar los sólidos más pequeños. En algunos casos se dejan las aguas residuales el tiempo suficiente para la sedimentación, en los casos en los que este tiempo no fuera suficiente, se suele utilizar floculantes y/o coagulantes que aceleran la sedimentación. En esta etapa también se produce la neutralización de las aguas, eliminación de contaminantes volátiles, desengrasado, desaceitado... para un posterior tratamiento secundario.
3. **Tratamiento secundario:** normalmente los tratamientos secundarios se refieren a tratamiento biológicos donde se produce la degradación de la materia orgánica. Los procesos aerobios pueden ser aerobios y anaerobios. En el tratamiento aerobio los microorganismos utilizan el oxígeno para degradar la materia orgánica que llega con las aguas residuales, y en el tratamiento anaerobio, la oxidación de la materia orgánica se produce en ausencia del oxígeno.
4. **Tratamiento terciario:** consisten procesos físicos, químicos y biológicos avanzados, donde se pretenden eliminar metales pesados, nitrógeno, fósforo, patógenos. Este tipo de tratamiento se utilizan en casos especiales o en zonas de escasez de agua donde se purifica este agua para darle un segundo uso.

Autoevaluación

Al "proceso químico por el que, mediante la adición de ciertos compuestos, se consigue aglutinar las sustancias coloidales (proteínas parcialmente disueltas) presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado" lo llamamos:

- ☐ Decantación.
- ☐ Coagulación.

☐ Floculación.

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

1.5.- Instalaciones de riego.

Llamamos red de riego al sistema constituido por acequias y/o tuberías que parten de una red general y que disponen de elementos para aportar el caudal correspondiente a las diferentes tomas o bocas de riego de las unidades a las que suministra.

Red general de riego

Las redes de riego se componen de varios tramos de canalizaciones:

- **Primario:** Va desde el contador hasta las puntas de consumo. Se compone de: bocas de riego, válvulas, electroválvulas y llaves de estaciones.
- **Secundario:** Entre las válvulas, electroválvulas y los mecanismos de distribución del agua: aspersores, difusores, goteros y exudantes.
- **Distribuidores de agua:** Elementos destinados a distribuir el agua de acuerdo con la cantidad de precipitaciones en la zona. Los más habituales son aspersores, difusores, bocas de riego, goteros, etc.

La presión de red se obtiene de la red general de la ciudad pero también es frecuente usar bombas para la impulsión del agua tanto en depósitos, como en albercas o estanques.

Elementos de control de la red de riego

Los elementos susceptibles de mejorar la automatización de las redes de riego y, por tanto, regular y controlar los caudales, los tiempos y otras características son variados.

Para la realización de todas estas operaciones y conseguir el objetivo propuesto, son necesarios un buen número de equipos individuales conectados convenientemente:

- **Electroválvulas.** Regulan el paso del agua a través de la canalización. Su funcionamiento es automático y el sistema de accionamiento puede ser de tres tipos: eléctrico, hidráulico o mixto.
- **Pluviómetros.** Funciona por impulsos eléctricos y desconectan el programa de riego si llueve. Una pequeña cubeta de PVC recoge el agua de lluvia, y en el interior hay dos electrodos que funcionan como un interruptor por el efecto conductor del agua que se almacena.
- **Higrómetros.** Controla el riego con más rigor que el pluviómetro, puesto que mide mediante sondas el grado de humedad del suelo en cada momento.
- **Programadores.** El programador y los temporizadores sirven para regular el riego. Actúan como el cerebro que regula el sistema según las necesidades de las plantas y minimiza el consumo de agua. Suelen ser de tres tipos: electromecánicos, formados por un pequeño motor eléctrico que permite el movimiento de diversos relojes



[Flickr](#) (CC0)

mecánicos en los que se determinan los horarios; electrónicos, precisos en sus órdenes y los más indicados para las pequeñas instalaciones, y los híbridos, que son una combinación de los dos anteriores, que reúne las ventajas de la exactitud de los programadores electrónicos y la facilidad de uso de los electromecánicos.

- **Válvulas.** Suelen estar construidas de latón, fundición, o plásticos, en especial, PVC. Su función específica es regular el paso del agua a través de una canalización. Las válvulas que funcionan manualmente se denominan de control, y las que actúan de acuerdo a un parámetro del propio agua, de regulación.

Métodos de riego

- Riegos por **aspersión**. Este método, de uso general, se aplica sobre grandes superficies lanzando un gran volumen de agua controlada y uniforme en forma de lluvia. Por lo general, actúa cubriendo toda el área y es muy adecuado para automatizar la operación. De entrada, deben distinguirse dos tipos de riego:
 - Riego con aspersores. El reparto de agua se efectúa de acuerdo con una pluviometría prefijada, y es un sistema idóneo para superficies geométricamente regulares y de una amplitud considerable. Los principales tipos de aspersores son: Aspersor de impacto y aspersor de turbina.
 - Riego con difusores. Distribuye el agua en forma de pequeñas gotas. La difusión del agua se realiza a través del aire, siendo nula la participación del suelo en estos riegos. El difusor más utilizado es el emergente, que reparte el agua en zonas ajardinadas, plantaciones de césped o arbustos pequeños.
- Riego por **goteo**. El agua se distribuye puntualmente, sin atomización y sin que empape el terreno. La densidad de puntos de riego humedece ciertas zonas, mientras la mayor parte del terreno permanece seco. Este tipo de riego es aplicable tanto para zonas tan limitadas como la plantación de arbolado, borduras de arbustos, jardineras, o bien para plantaciones extensas, ya que sólo humedece las zonas deseadas. Este sistema puede complementar al riego por aspersión generalizado en zonas concretas o mantener áreas de arbustos y arbolado de alineación de forma autónoma.
- **Otros:** Riego exudante, riego hidropónico, riego por nebulización, Sistemas recirculados, fertirrigación, etc.

2.- Aplicación de técnicas de replanteo.

Caso práctico

Esta mañana Fernando, ingeniero de la empresa en la que trabaja Sara, ha venido a la obra en la que están trabajando. El grupo de trabajo de Sara ha terminado con el ensamblaje de tuberías y todo está preparado para verificar el buen estado y la estanqueidad del conjunto. Antes de comenzar con esta operación, Fernando quiere estar presente para hacer las últimas comprobaciones. "¿Será que no confía en el trabajo de mis compañeros?", se pregunta Sara. Después de dos horas de medidas y cálculos, Fernando felicita al grupo y anuncia que en breve procederán a iniciar las pruebas de la instalación.



[Flickr](#) (CC BY-NC-ND)

Una vez Fernando se ha marchado Andrés le cuenta a Sara que el ingeniero de la empresa es un excelente profesional, organizado y competente. "Da una gran importancia al replanteo", dice Andrés, "no deja nada al azar, controla los trabajos de topografía, está presente en el marcado de las zanjas, supervisa la recepción de material, y da muy buenos consejos a los operarios... en fin, está en todo, y eso supone una gran ayuda para el jefe de grupo". Sara no se había detenido a pensar en la importancia del replanteo y decide que le va a prestar especial atención en lo sucesivo.

2.1.- Estudios topográficos para redes hidráulicas.

La **topografía** es una ciencia dedicada a la representación gráfica de la superficie terrestre. Es la disciplina que estudia los principios y procedimientos que nos permiten ilustrar las formas, detalles y elementos de la Tierra, tanto los naturales como los creados por el ser humano.

Dicha representación se hace siempre respecto de una extensión de terreno limitada, El resultado es un mapa topográfico, que indica cuál es el relieve de la zona estudiada. Así, los mapas topográficos muestran la elevación del terreno mediante sistemas de líneas que conectan puntos específicos con un plano de referencia, el cual suele ser el nivel del mar.

Estudios topográficos para redes hidráulicas

Los estudios topográficos en redes de suministro y saneamiento ponen en valor el diseño de las mismas. Han de ser eficientes para que la unión de los distintos conductos, los cambios de alineación, la pendiente o la sección, alteren lo menos posible el flujo hidráulico.

Estos estudios permiten ver el trazado, que ha de ser lo más recto posible y deben estar ubicados en terrenos de dominio público. En las zonas urbanas el trazado debe discurrir por vías públicas, y a ser posible por las calzadas de los viales. Las redes de saneamiento deben discurrir a cotas inferiores a las redes de abastecimiento, para evitar riesgos de posibles contaminaciones.

A través de la topografía y cartografía de las redes de saneamiento y abastecimiento, se puede observar que cuando las pendientes de las calles son exageradas, la red se divide en tramos con la inclinación necesaria para que la velocidad de circulación del agua no supere el límite máximo a adoptar. Un correcto control de las redes, unos cálculos hidráulicos correctos, y unas simulaciones de escenarios hidráulicos adecuados nos lleva a un diseño eficiente de una red de suministro/saneamiento.

Para la realización de un levantamiento topográfico de una red de hidráulica es necesario definir las diferentes fases del proceso y, sobre todo, hay que tener en cuenta una serie de factores para que se realice correctamente.

- Hay que considerar el diámetro mínimo que se ha de aplicar en las instalaciones, el tamaño final dependerá de la pendiente, del caudal y/o de la velocidad de las aguas.
- Se debe definir la altimetría, en el momento del levantamiento topográfico se medirá la distancia entre cualquier punto y la intersección de una superficie de nivel, con la vertical de esos puntos. Se determinarán las elevaciones y pendientes existentes.
- La planimetría es otro de los factores a de importancia, ya que determinará la localización de la red de alcantarillado en las calles, así como la ubicación de los pozos.

Para un funcionamiento eficiente tanto de abastecimiento como de saneamiento, y para la determinación de los materiales a utilizar y de su vida útil; en un plan completo para el diseño de una red, se realizarán **estudios de población**. El

paso del tiempo, los posibles daños o el desgaste, también serán elementos a tener en cuenta. Tras los puntos clave mencionados, en el diseño de redes habrá que tener muy presente el cálculo de los **caudales**, las **secciones**, las **pendientes**, la **tipología** de redes a implementar y el **tratamiento** a que se someterán las aguas en cada caso.

Autoevaluación

En su trazado por la vía pública la red de abastecimiento de agua y la red de saneamiento:

- ☐ Discurrirán por distinta cota. A la red de abastecimiento le corresponderá una cota inferior por estar el fluido sometido a presión para su transporte.

- ☐ Discurrirán por distinta cota. A la red de saneamiento le corresponderá una cota inferior para evitar la contaminación del agua de consumo de la red de abastecimiento en caso de fuga.

- ☐ La red de saneamiento discurrirá bajo la calzada y la red de abastecimiento lo hará bajo las zonas peatonales. La cota a la que se sitúen no es relevante.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Incorrecto

2.2.- Equipo topográfico básico.

En topografía hay disponible un gran número de herramientas que forman parte de equipo para hacer mediciones. En esta ocasión, vamos a hablar sobre el equipo topográfico para medir distancias.

- **Cinta métrica:** Antiguamente las cintas métricas eran simplemente unas telas de tramado resistente y enrolladas manualmente que se guardaban en recipientes forrados de cuero y con mecanismos de bronce. Con el paso del tiempo los materiales fueron cambiando para mejorar la precisión de las medidas. En la actualidad, existen cintas métricas de fibra de vidrio para topografía y batimetría (levantamiento de superficies subacuáticas), cintas métricas de acero con revestimiento de nylon, cintas métricas de fibra de vidrio con revestimiento de PVC y las cintas métricas digitales. Las cintas métricas permiten realizar levantamientos topográficos preliminares del terreno, esto se utiliza para conocer el terreno antes de realizar cualquier otra tarea. El método de medir la distancia horizontal entre dos puntos con la cinta métrica se le llama cadenamamiento. Además, existen cintas de diferentes materiales y longitudes.
- **Odómetro:** El odómetro también llamado rueda de medición, los más utilizados poseen una sola rueda, aunque también los hay con dos. La función del odómetro en topografía se complementa con las cintas métricas, distanciómetros u otro tipo de instrumentos de medición. Por lo tanto, el odómetro consiste en la medición de las distancias recorridas, de esta forma se mide la distancia exacta cuando se recorre una zona. Existen odómetros mecánicos y electrónicos, y es muy útil para medir la distancia entre dos puntos. Aunque también se puede utilizar para medir áreas cuadradas o rectangulares, triangulares y en superficies irregulares.



[Wikipedia](#) (GNU/GPL)

- **Distanciómetro:** Al distanciómetro también se le conoce como medidor láser, y consiste en la medición de dos puntos a través del láser. También se pueden encontrar distanciómetros sónicos, el cual mide la distancia con un método de ultrasonidos. En topografía el que más se utiliza es el medidor láser, con este método se pueden medir distancias inclinadas desde un punto conocido a otro desconocido. A través del distanciómetro se pueden obtener, a través de cálculos, el nuevo punto y la cota. Podemos encontrar distintos tipos de distanciómetros (de montura en horquilla, de montura en telescopio, etc).
- **Estaciones dentro del equipo topográfico:** Otro del equipo necesario para la medición de distancias, pero también de ángulos, encontramos las estaciones. Las estaciones hay de muchas clases, por ejemplo, las hay motorizadas, sin prisma, con cálculo de coordenadas, con memoria, etc.



[Wikipedia](#) (GNU/GPL)

2.3.- Interpretación de planos.

Todas las obras y, por tanto, los proyectos ligados a ellas van acompañados de una serie de planos realizados por arquitectos o ingenieros en los que se definen las distintas instalaciones. La interpretación que se haga de ellos es fundamental. En el siguiente vídeo se hace un repaso de las cuestiones principales a tener en cuenta a la hora de interpretar un plano:

<https://www.youtube.com/embed/6SDxEF-Dvhc>

Interpretación básica de planos

En el caso de redes de distribución de agua, los planos pueden contener la siguiente información:

1. Diferentes instalaciones que componen la red de distribución.
2. El trazado que ha de seguir la red.
3. Detalles de elementos que la componen.
4. Número enlaces y derivaciones.
5. Diámetro de las tuberías.
6. Acometidas.

Antes de realizar el montaje, el instalador ha de estudiar todos los planos de los proyectos que estén relacionados con el montaje de la red de distribución de agua. En caso de tener alguna duda, es conveniente anotarla para comentarla en algunas de las reuniones que tienen lugar con la dirección de obra (aparejador, arquitecto).

El director de obra es la mayor autoridad en el proceso constructivo de una red de distribución de agua, aunque también hay que tener en cuenta la figura del promotor, que es el dueño de la obra.

Cabe destacar que el director de obra es el que decide si se realizan las reformas o ampliaciones que suele pedir el promotor, ya que el director de obra es la persona que posee los conocimientos técnicos y sobre la normativa aplicable.

Debes conocer

Para una correcta interpretación de los planos hidráulicos es necesario que te familiarices con la simbología normalizada. El documento HS4 del Código Técnico de la Edificación, a pesar de estar pensado para instalaciones de vivienda, ofrece una completa lista de símbolos, la mayoría de los cuales son de uso habitual en instalaciones de redes de agua. Consulta la página 110 y siguientes del citado documento para familiarizarte con la [simbología de instalaciones de agua](#).

2.4.- Trabajo sobre el terreno.

Es imprescindible determinar los tiempos de ejecución de cada una de las fases antes de comenzar con el montaje de una red de distribución de agua. Estos tiempos, normalmente, vienen definidos, o bien por las necesidades de los promotores o bien por el personal empleado en los trabajos.

La envergadura del montaje de una red de distribución de agua va a condicionar las necesidades de mano de obra en cada fase de la actividad. Es necesario tener siempre presente que de las decisiones sobre estas cuestiones dependerán tanto el coste del montaje y la duración del proceso, como, en muchos casos, la propia seguridad de los trabajadores implicados. Por tanto, se deberá siempre considerar un número de trabajadores que asegure el montaje en un tiempo prudencial ofreciendo todas las garantías de seguridad sin riesgo de aumentar considerablemente el coste del proyecto.

La duración de las distintas fases del montaje podrá variar en función de las restricciones existentes, debiendo tener en cuenta los tiempos característicos en el suministro de los distintos equipos y materiales necesarios para la instalación.

En general, las fases de trabajo en el montaje de una red de distribución de agua potable se pueden resumir en las siguientes:

- Estudio de los planos de la obra proyecto (apartado 2.2).
- Replanteo.
- Recepción de materiales.
- Instalación de los principales componentes.
- Pruebas previas, parciales y totales.

Replanteo

Tanto para instalaciones de abastecimiento y saneamiento como para otro tipo de proyectos relacionados con la construcción, la labor de replanteo, consiste en trazar y marcar los elementos constructivos sobre el terreno, identificar puntos singulares y verificar las longitudes reales del terreno con respecto a las medidas del plano. Esta se constituye en una labor imprescindible antes del comienzo la ejecución de las obras.

Mediante el replanteo, es posible determinar.

- Inconvenientes que pueden surgir durante el montaje.
- Conflictos de movilidad y desplazamientos.
- Conflictos por falta de capacidad o espacio.
- Cruces o interferencias con otras instalaciones.

Previo al inicio del replanteo, es necesario realizar un análisis del proyecto con el fin de conocerlo más a fondo y de comprobar si existen errores anticipando sus posibles repercusiones. Una buena labor de replanteo precisa de una serie de herramientas y utensilios que se recogen en la siguiente tabla.

Regla	Camillas	Rotulador indeleble
Escuadra de albañil	Cordel	Calculadora

Plomada	Alambre	Papel
Nivel de burbuja	Clavos	Plantillas
Pescantes	Estacas	Trozo de armaduras
Cubo de agua	Cuerda de marcar	Hilo o cinta invar
Galgas	Pintura (spray)	Falsa escuadra
Brújula	Yeso	Jalones
Metro	Mortero	Niveletas
Cinta métrica metálica	Lápiz	Banderolas

Recomendación

Es fundamental conocer en todo momento el estado de maquinaria y herramientas:

- El **estado de maquinaria y herramientas** ha de ser comprobado antes de realizar las operaciones.
- Posibles **errores provocados por defectos en el estado de maquinaria y herramientas** pueden aumentar el costo final de la instalación.

El replanteo de una instalación de suministro/saneamiento de agua debe comenzar con una recopilación exhaustiva de toda la información necesaria. Seguidamente, y a la vista del medio en el que se desarrollará el montaje se valorará la viabilidad de ejecutar el proyecto conforme a su redacción inicial. De no ser así se propondrán las modificaciones oportunas. El siguiente paso es la obtención de las coordenadas y los puntos a replantear. En este punto se podría iniciar el replanteo, que sólo se daría por finalizado una vez elaborada y revisada la documentación correspondiente.

El orden de los trabajos de replanteo es el siguiente:

1. Limpieza del terreno.
2. Nivelación del firme.
3. Establecimiento de un punto de referencia o cota cero.
4. Retirada de la tierra sobrante del terreno.
5. Marcaje de las medidas del plano sobre el terreno.

Recepción de materiales

Es sumamente importante que en la recepción del material necesario para el montaje de una red de distribución, como tuberías, bombas de impulsión, arquetas prefabricadas, etc, se tomen las medidas necesarias para que durante el manejo de los componentes

anteriormente citados no sufran desperfectos; ya que el correcto funcionamiento de la red a medio y largo plazo podría no estar garantizado, si se monta algún material defectuoso.

Se considera muy conveniente, que se tomen todas las medidas necesarias para que durante el manejo de las tuberías u otros componentes de la red no sufran desperfectos, ello implica que durante la carga, el transporte y la descarga de los materiales sufran el menor daño posible. A continuación, se detallan algunas medidas para evitar que los tubos que conforman la red de distribución sufran desperfectos en la descarga:

- Si los tubos son de material plástico, hay que evitar que estos se desplacen una vez estén apilados.
- Durante la descarga no se debe dejar caer los tubos. La descarga se ha de realizar tubo a tubo.
- Los tubos se apilarán cerca de la zanja donde serán instalados, de forma que puedan rodarse o desplazarse hasta la zanja con facilidad.
- Los tubos, al depositarlos en el suelo, se dispondrán en montones de no más de 1,75 m de altura. Se protegerán con estacas para evitar posibles desplazamientos.
- Si por circunstancias de la obra, los tubos van a estar apilados mucho tiempo (lo cual debería de evitarse) es conveniente cubrir las conducciones con un material adecuado, que lo proteja de los efectos climatológicos.

Se dice que un apilamiento es completo cuando no se puede añadir un tubo más sin que se produzca derrumbe.

Control de intervalos de ejecución

Antes de ejecutar cualquier instalación hay que tener presente que se deberán acortar los periodos de ejecución todo lo posible, es decir, reducir el *planning* de obra, ya que eso disminuirá los costos de ejecución. Por lo tanto los intervalos de tiempo entre operaciones de excavación, instalación de la tubería y relleno de tierras deben ser lo más breves posibles para poder conseguir:

- Acortar el período de reutilización de los aparatos de entibación.
- Prevenir posibles inundaciones de las zanjas y derrumbes en las mismas. Reducir la necesidad de controlar el agua subterránea.
- Disminuir los requerimientos de los equipos.
- Minimizar las roturas de los servicios existentes.
- Minimizar, en la medida de lo posible, los periodos que se necesiten de corte del tráfico.
- Reducir los peligros de accidentes a través de una buena planificación de los trabajos.
- Reducir impactos medioambientales adversos que sean prescindibles. Importante: El periodo de ejecución que transcurre entre la apertura de zanja y la colocación de tuberías se aconseja que no debe ser mayor de ocho días.

Recomendación

El **periodo de ejecución** que transcurre entre la apertura de zanja y la colocación de tuberías se aconseja que **no debe ser mayor de ocho días**.

2.5.- Nuevas tecnologías

A medida que la tecnología evoluciona, los nuevos avances han comenzado a dar lugar a **nuevas formas de diseñar y elaborar proyectos**. Como resultado de la convergencia de nuevas tecnologías constructivas y de diversas iniciativas tecnológicas, se ha abierto un camino lleno de nuevas posibilidades para el diseño e instalación de redes hidráulicas. Abarcando cuestiones tales como las propiedades físicas de los materiales, la prefabricación de elementos y el diseño en general; los cambios en lo que se ha dado en llamar *BuildTech* se encuentran actualmente presentes en todas las industrias. Como resultado, distintas disciplinas se nutren entre sí, aprendiendo unas de otras para repensar la ejecución del montaje de instalaciones.

Las herramientas de **realidad aumentada**, a la vez, están permitiendo soluciones en la labor de los profesionales. En base a estos avances, podemos empezar a hacernos una idea de cómo serán los procesos de diseño y construcción en un futuro próximo y adónde nos llevarán las tecnologías emergentes de hoy en día.

Desde la incorporación de **drones** y métodos de **impresión 3D**, los nuevos modos de abordar instalaciones complejas abren nuevas posibilidades a la hora de abordar cuestiones cruciales como la sostenibilidad, el diseño, y el trabajo sobre el terreno. A medida que los cambios en este tipo de industria se producen a un ritmo cada vez más rápido, las organizaciones y las empresas comienzan a repensar sus tareas más rutinarias, eliminando prejuicios y clichés.



[Flickr](#) (CC BY-NC-ND)

Más específicamente, existen **aplicaciones** que facilitan el seguimiento y la notificación de incidentes relacionados con la seguridad en terreno, otras permiten a los gerentes divulgar información y consejos de seguridad entre todos sus operarios. Hay también aplicaciones que se centran en cuestiones relacionadas con la gestión de inventario o el seguimiento de materias primas. Las innovaciones pueden intervenir desde la etapa de replanteo sobre el terreno y de levantamiento de zanjas, incorporando drones que permiten alcanzar posiciones antes imposibles, aumentando así la precisión de la documentación técnica y gráfica. Con la adopción masiva de software avanzado de diseño, es posible la colaboración digital y remota, integrando a todos los diseñadores y proyectistas en un mismo entorno virtual y evidenciando, en su caso, las posibles ineficiencias de cada proyecto.

Para saber más

Uno de los campos que mayor desarrollo ha experimentado en los últimos años es el de software de cálculo y diseño de redes de agua. Estas herramientas facilitan enormemente tanto la elaboración y modificación de proyectos, como la simulación de funcionamiento y la comprobación de parámetros de funcionamiento. A continuación te ofrecemos una lista con algunos de los programas de uso más extendido:

- Software libre:
 - [Epanet](#).
 - [Storm Water Management Model \(SWMM\)](#).
- Otros:
 - [Watercad](#).
 - [Fluidflow](#).
 - [Abastecimiento de agua - Open BIM Water Supply](#).

Autoevaluación

En lo referente a instalación de redes de agua, **la convergencia de nuevas tecnologías constructivas y de diversas iniciativas tecnológicas** ha posibilitado:

- ☐ Nuevas alternativas para el diseño e instalación de redes hidráulicas; abarcando cuestiones tales como las propiedades físicas de los materiales, la prefabricación de elementos y el diseño en general
- ☐ La interacción entre distintas disciplinas, favoreciendo el aprendiendo mutuo con el objetivo de repensar la ejecución del montaje de instalaciones.
- ☐ Las otras dos opciones son correctas.

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta



3.- Procedimientos de aperturas y relleno de zanjas.

Caso práctico

Sara esta emocionada porque hoy ya les toca, literalmente, saltar al barro. Su grupo de trabajo va a empezar a realizar zanjas para unas instalaciones de abastecimiento de agua. Andrés le dice que se tranquilice un poco, ya que, el trabajo de abrir zanjas y hacer taludes es muy peligroso; se utilizan maquinarias pesadas y además si no se realiza bien puede haber desprendimientos de tierras.



[Pixabay.com](https://pixabay.com) (CC BY-NC)

Andrés reúne al equipo antes de empezar a trabajar. A cada trabajador le dice lo que tiene que hacer y qué especificaciones debe tener su trabajo, por ejemplo el ancho de la zanja o su profundidad. Le dice a Sara que si quiere toda esa información lo tiene en la copia del proyecto.

3.1.- Técnicas de excavación.

La excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable y certificar en todo momento su seguridad. Por lo tanto se deberá desarrollar una entibación y/o un ataludamiento de los laterales de la excavación. El tipo de zanja y su diseño dependerán del trazado, del tamaño de los tubos, de la profundidad de la zanja, de la naturaleza del terreno.

Se debe considerar que en zonas urbanas las zanjas más adecuadas serán las que presenten taludes verticales, siendo obligatorias las entibaciones en los casos en los que la profundidad de la zanja sea superior a 1,30m.

Como norma, la anchura mínima del fondo de la zanja depende del espacio que necesitan los operarios para colocar los tubos, por lo que se considera una anchura mínima de 0,60m. La norma UNE-EN 1610 indica el ancho mínimo de la zanja en función del diámetro nominal de la tubería (Tabla 1) y de la profundidad de zanja (Tabla 2).

DN	Anchura de la zanja mínima (OD _h +x) (m)		
	Zanja entibada	Zanja no entibada	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD _h +0,40	OD _h +0,40	
> 225 a ≤ 350	OD _h +0,50	OD _h +0,50	OD _h +0,40
> 350 a ≤ 700	OD _h +0,70	OD _h +0,70	OD _h +0,40
> 700 a $\leq 1\ 200$	OD _h +0,85	OD _h +0,85	OD _h +0,40
$> 1\ 200$	OD _h +1,00	OD _h +1,00	OD _h +0,40

NOTA: Los valores OD_h+x, x/2 representa el espacio mínimo de trabajo entre el tubo y la pared de la zanja o de la entibación.

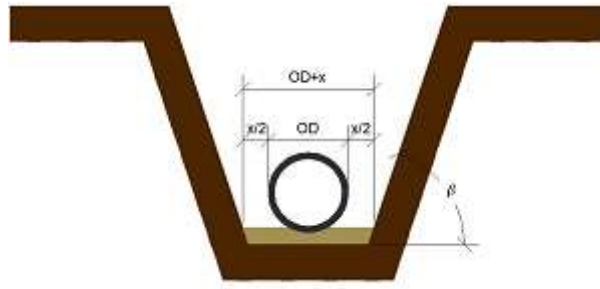
Donde:

- OD es el diámetro exterior.
- β es el ángulo de las zanjas sin entibación desde la horizontal.

Tabla 1- Anchura de la zanja mínima dependiendo del diámetro nominal (DN) de la tubería.

Profundidad de la zanja ^a (m)	Anchura de la zanja mínima (m)
<1,00	Sin anchura mínima
$\geq 1,00 \leq 1,75$	0,80
$\geq 1,75 \leq 4,00$	0,90
$> 4,00$	1,00
^a Profundidad máxima de la zanja no entibada.	

Tabla 2- Anchura de la zanja mínima dependiendo de la profundidad de la zanja.



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Es importante que la anchura de la zanja no sea mayor que la indicada en el proyecto, debido a que la carga de las tierras que recibe la tubería es en función de la anchura de la zanja y, en caso de crecer esta, las cargas sobre el conducto podrían llegar a ser demasiadas y producir perjuicios en la misma.

Si en la ejecución de la excavación de la zanja se encuentran elementos como piedras, obras antiguas, cimientos antiguos, canalización en desuso, etc.; habrá que excavar por debajo de estos y, una vez cavado, ejecutar el relleno para compactarlo adecuadamente.

Autoevaluación

Cuando se excava una zanja, su anchura debe ser el máximo que permita los elementos de alrededor para tener mayor capacidad de movimiento.

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Falso. La anchura de la zanja depende del tipo de ataludamiento y del diámetro de la tubería a instalar. No puede ser más grande de lo debido ya que puede crear cargas excesivas que tiene que soportar el tubo y romper éste.

3.2.- Técnicas de entibado.

Cuando se empleen taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno se dispondrá una entibación que ofrezca absoluta seguridad. La elección del tipo de entibación se hará de acuerdo a las características del terreno y la profundidad de la zanja (tabla 1). Los tres tipos que vamos a ver son; entibación cuajada, semicuajada y ligera.

Tipo de terreno	Solicitud	Profundidad del corte (m)			
		<1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	>2,50
Coherente	Sin solicitud	No necesaria	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitud de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitud de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

Tabla 1 – Elección de tipo de entibación

La diferencia entre los distintos tipos de entibaciones es la proporción de terreno a excavar que queda cubierta con el material de entibación. Si las paredes de terreno quedan totalmente cubiertas será cuajada, si se cubre el 50% será semicuajada y si la proporción es menor que el 50% ligera.



I.Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Hasta hace unos años el material más utilizado para entibaciones eran tablas de madera, pero hoy en día prácticamente han desaparecido. Los métodos más utilizados actualmente son los cajones de entibación y planchas o guías deslizantes.

Los cajones de entibación presentan la particularidad de que se montan en el exterior de la zanja y se introducen en el interior de la zanja durante la excavación mediante hínca o inmediatamente después de la excavación. Son habituales hasta profundidades de 4 m. A partir de esa profundidad pueden presentar problemas en su extracción debido a los empujes del terreno además de que las excavadoras más comunes trabajan cómodamente hasta esa profundidad. Profundidades superiores requieren maquinaria más potente o brazos extensibles.

<https://www.youtube.com/embed/NO8pnHzePVI>

Entibación tipo cajón

Las planchas se deslizan con mínimas fuerzas sin golpes o sacudidas, incluso a gran profundidad. Además, se eliminan posibles problemas de asentamiento o desplazamiento de terreno tanto en la excavación como en la extracción; la entibación no se acuña ni se atasca. Su gran flexibilidad permite su uso tanto en zonas de difícil acceso como en amplias conducciones subterráneas.

Mediante el uso de paneles en planos distintos que los superiores, es posible lograr mayores profundidades y de dimensión variable. Además, esto permite extraer los paneles inferiores sin mover los superiores, lo que involucra una gran eficiencia en el proceso de rellenos compactados.

<https://www.youtube.com/embed/NKDc9yul4Yc>

Entibación tipo placas deslizantes

3.3.- Relleno de zanjas.

Para el inicio de la fase de relleno y el posterior compactado se deberá haber unido y colocado la cama de apoyo, de forma que sea capaz de aceptar peso.

En el proceso de relleno de zanja se diferenciarán dos zonas. Se definen como:

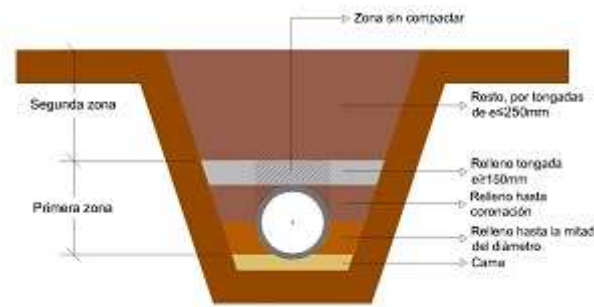
- **Primera zona:** comprende desde la cama de apoyo hasta un plano situado a una distancia de 15 cm por encima de la generatriz exterior más alta del conducto.
- **Segunda zona:** comprende el restante material de relleno.

La diferenciación del material de relleno en las distintas zonas es:

- Primera zona: se recurrirá a material granular y el relleno se ejecutará compactando por medios manuales o mecánicos. También, en ocasiones muy desfavorables, surge la necesidad de realizar la construcción de la cama de asiento del tubo de canalizado a través de camas de hormigón.
Dentro de esta primera zona hay que tener muy en cuenta la zona de apoyo bajo los riñones del tubo. Esta puede crear posibles áreas de bolsas sin material debido a la dificultad de ver bajo los tubos. Por ello, la elección de un material adecuado es fundamental para el relleno.
- Segunda zona: como ya se ha visto, es la parte más superficial del relleno. En esta zona se podrán distinguir casos, como:
 - Relleno dentro de áreas urbanas: se deja que los materiales de aporte para el relleno sean de las características de los suelos procedentes de la excavación de la zanja, permitiéndose elalbero procedente de cantera para el relleno en esta zona.
 - Relleno dentro de áreas rústicas: se permitirá el aporte de materiales obtenidos de la excavación de la zanja. Para que se considere adecuada la utilización de estos materiales para los aportes como relleno deberá ser autorizado por el director de obra. En otras ocasiones, el pliego de consideraciones técnicas, especifica la composición del material apto para el relleno. Se tendrá entonces que recurrir a ensayos y al estudio de la composición de estos materiales para conocer y certificar su validez.
A la hora del compactado, en la segunda zona, se ejecutará extendiendo los materiales entongadas de material horizontal y de grosor similar no superior a 20 cm. Estos serán compactados con medios mecánicos.

En la imagen se representa el proceso de relleno y compactado de una zanja sin entibaciones, en la que se ve lo siguiente:

1. Relleno lateral dispuesto de forma manual hasta la mitad del diámetro del tubo y compactado por pisoteo con medios mecánicos.
2. Llenado hasta la coronación del tubo, dispuesto de forma manual y compactada mecánicamente, y en las zonas no accesibles por pisoteo.
3. Tongada de 150 mm que puede estar dispuesta y compactada por maquinaria, pero no sobre la coronación del tubo.
4. El relleno hasta 150 mm por encima de la coronación del tubo que puede hacerse en una pasada cuando se utiliza material granular fluido.
5. Resto de material de excavación para el relleno que puede ser dispuesto y compactado en tongadas no superiores a 250 mm de espesor, pero no puede compactarse directamente sobre la coronación del tubo hasta que se haya dispuesto un relleno de 300 mm.
6. El resto del relleno puede situarse y compactarse en capas, dependiendo sobre todo del acabado superficial requerido.



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Autoevaluación

¿Cómo hay que hacer el relleno de las zanjas?

- ☐ En dos capas. La primera más o menos hasta la mitad y luego el resto.
- ☐ Por tongadas de un espesor máximo.
- ☐ Por tongadas de espesor no mayor que el diámetro del tubo.
- ☐ Con tierra extraída de la excavación de una vez.

El relleno se diferencia dos zonas, pero se debe rellenar en varias tongadas.

¡Muy bien! Primero hasta la mitad del tubo, luego hasta la coronación del tubo, más tarde una tongada de al menos 150mm y por último hasta rellenar del todo por tongadas de espesor máximo de 250mm.

Se hace por tongadas, si, pero primero hasta la mitad del tubo, luego hasta la coronación del tubo, más tarde una tongada de al menos 150mm y por último hasta rellenar del todo por tongadas de espesor máximo de 250mm.

Se debe hacer por tongadas. Primero hasta la mitad del tubo, luego hasta la coronación del tubo, más tarde una tongada de al menos 150mm y por último hasta rellenar del todo por tongadas de espesor máximo de 250mm.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

3.4.- Recursos materiales.

La elección del equipo para una operación de excavación específica es muy importante, por eso para su elección se deben tener en cuenta ciertas consideraciones. Las consideraciones incluyen el tipo y cantidad de material a excavar, profundidad y anchura de la excavación, limitaciones dimensionales establecidas en los planos, tamaño del tubo, espacio de operación y colocación de las tierras excavadas.



[SA Marais \(GNU/GPL\)](#)

Si bien las zanjas pueden abrirse manualmente, hoy en día la excavación se realiza con maquinaria, fundamentalmente con palas retroexcavadoras de tipo universal y con zanjadoras, máquinas diseñadas exclusivamente para excavar zanjas.

Estas máquinas proporcionan buenos rendimientos, siempre que se den las condiciones adecuadas. Las zanjadoras, cuyos rendimientos son realmente elevados, presentan el inconveniente de que para su utilización es preciso que el terreno sea adecuado, es decir, cuando es tierra franca o terreno de tránsito y no hay demasiados obstáculos. Las retroexcavadoras, aunque obtienen menores rendimientos que las zanjadoras, se pueden utilizar en terrenos más variados, permitiendo su utilización en la carga, descarga y colocación de los tubos y superando mejor los obstáculos del terreno.



[Pigsels \(CC0\)](#)

En las ciudades, generalmente no se presentan los problemas anteriores, pero aparece el problema de la gran cantidad de conducciones en el subsuelo correspondientes a distintos servicios. Ello implica excavar manualmente las zonas de cruce con la zanja y utilizar maquinaria en el resto de zonas.



[Pigseles](#) (CC0)

En las superficies más duras como aceras, hormigón o piedra deberemos utilizar martillos neumáticos; manuales o adosados a la retroexcavadora para romperlos, además de camiones volquete para el retiro del material excavado. Otra de las máquinas indispensables es el rulo para compactar. Este proceso es de vital importancia en el llenado de la zanja.



[Rondador](#) (GNU/GPL)

4.- Procesos de montaje de redes por gravedad y en sobreelevación.

Caso práctico

Antes de que pase demasiado tiempo desde la apertura de las zanjas, el equipo de trabajo tiene que instalar las tuberías y rellenar las zanjas. Mañana es el día, pero Sara se siente un poco abrumada porque no recuerda bien todos los tipos de unión de las tuberías. Recuerda que cada tipo de tubería tiene varias posibilidades de unión, pero algunas se repiten en distintos materiales de tubería.



[Pixabay](#) (CC BY-NC)

Cuando vuelve al almacén con Andrés en la furgoneta, le pregunta que tipo de unión se van utilizar en esta obra y sus características. Andrés le explica todo lo respecto a las uniones en la obra que tienen entre manos, pero además, coge carrerilla y le hace un resumen de las uniones más comunes.

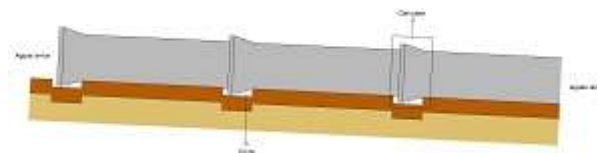
Para saber más

Es habitual encontrar simbología que no se atiende a los estándares. Si bien en nuestros documentos deberíamos evitarlo, su uso está bastante extendido. En caso de utilizar símbolos propios éstos deben ser sencillos y guardar una lógica y, sin excepción, aportar una clave o lista detallada para su correcta interpretación. A continuación ofrecemos, a modo de ejemplo, el conjunto de símbolos utilizados en el documento ["Normas para redes de abastecimiento del Canal de Isabel Segunda"](#) (página 100 y siguientes).

4.1.- Operaciones de manipulación y tendido de tuberías.

En primer lugar, se examinarán detenidamente los tubos antes de bajarlos. Con ello se quiere garantizar que el material esté en buen estado antes de introducirlo en la zanja, asegurando que no presente deterioro alguno. Además descenderlos se limpiarán y secarán si lo precisan, especialmente en campanas y boquillas.

Se recomienda examinarlos de nuevo cuando se encuentren colocados en el lecho de la zanja, para garantizar que en su interior no hay tierra, ni piedras, ni ninguna herramienta de trabajo, etc. Por otro lado, atendiendo al tipo de juntas, se tendrán en cuenta los oportunos nichos, que no deberán realizarse hasta el momento del montaje de los tubos, para asegurar su posición y conservación.



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

El descenso de los tubos al fondo de la zanja se debe realizar con precaución. Sólo si la profundidad de la zanja no excede de 1,5 m, los tubos no son demasiado pesados y de diámetro inferior a 300 mm y el borde de la zanja suficientemente estable, el descenso puede ser manual, debiendo, en caso contrario, emplear medios mecánicos.



José Ángel Hernández, SEIASA ([Todos los derechos reservados](#))

Se ajustará tanto su alineación como su centrado. En este punto se empieza a calzar y fijar. Un buen calzado garantiza que no se muevan en el proceso de relleno y compactado. No se deben tener prisas en esta fase de los trabajos, ya que es fundamental para un buen acabado final.

Los tubos se deben acoplar paulatinamente a través de una fuerza axial, sin forzar ni realizar sobretensiones, y utilizando las herramientas adecuadas, ya que estas no son genéricas y variarán en función de dimensiones, material de construcción y diámetro.

Cuando por cualquier motivo se deban detener los trabajos por un periodo importante, hay que tapar las bocas de los conductos para que, durante este tiempo, no se introduzca ningún agente externo. Antes de reiniciar los trabajos se retirarán estas protecciones.

Se recomienda que antes de la realización del acoplamiento de los conductos se establezca un orden o replanteo para conseguir una mayor agilidad y poder reducir los costes, ya que así se evitará el empleo innecesario de tubos a medida o el corte de tubos en obra.

El inicio de los trabajos se debe hacer por el extremo aguas abajo (cota de nivel más baja), ubicando generalmente los conductos con las embocaduras orientadas aguas arriba (cota de nivel más alta). Esto además ayudará a la evacuación del agua que puede haber dentro de los conductos y que se debe evacuar. Es bastante frecuente crear pozos de retirada de filtraciones de agua a lo largo del trazado de la tubería.

En general, no se deben de colocar más de cien metros de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja para evitar la posible flotación de la tubería. Si esto no fuera suficiente deben tomarse las medidas necesarias para evitar dicha flotación.

Para saber más

<https://www.youtube.com/embed/WaOxQHxv7e8>

Zanjadora en funcionamiento

4.2.- Técnicas y operaciones de unión y ensamblado.

Mediante la unión de tuberías se pretende conformar una red de agua y donde la estanqueidad queda garantizada. Para la unión de tuberías existen dos clases uniones:

- **Uniones flexibles:** aquellas que toleran una derivación angular, así como desviación entre ejes.
- **Uniones rígidas:** aquellas que no toleran desviación angular ni durante ni después de montaje.

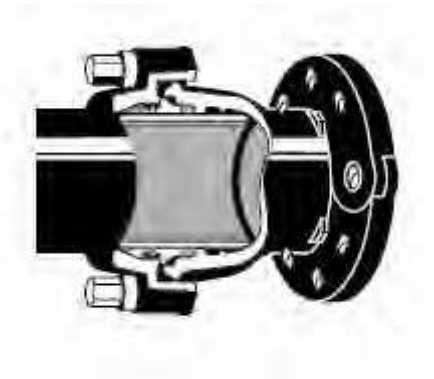
Las desviaciones admisibles de las uniones permiten a la canalización acomodarse a los asentamientos del terreno y/o a los efectos térmicos sin sufrir tensiones adicionales.

A continuación podemos ver los diferentes tipos de uniones según el material de la tubería:

Tubos de fundición dúctil:

a. **Uniones flexibles:** Pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:

1. *Unión de enchufe y extremo liso:* Obtiene la estanqueidad por la simple compresión de un anillo elastomérico.
2. *Unión mecánica:* Los tubos a unir también están provistos de enchufe y extremo liso, si bien la estanqueidad se logra por la compresión del anillo elastomérico mediante una contrabrida apretada con bulones que se apoyan en el collarín externo del enchufe.



[José Ángel Hernández, SEIASA](#) (Todos los derechos reservados)



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

3. *Unión acerrojada:* Similar a la anterior, para los casos en los que se prevea que el tubo haya de trabajar a tracción.

- b. **Uniones rígidas:** unión de bridas. Los dos tubos a unir estarán acabados en extremo liso y las bridas pueden ser móviles (soldadas o roscadas) o fijas (incorporadas).

En cada instalación en particular, el proyecto debe especificar los tipos de juntas que sean de aplicación. En caso de no hacerlo suelen emplearse tubos con uniones enchufables.

Tubos de acero:

Los tubos de acero pueden estar provistos con diferentes tipos de uniones, siendo las más habituales las siguientes:

a. **Uniones rígidas:**

1. *Uniones soldadas:* Las soldaduras se deben realizar según norma y por soldadores cualificados. Según como sea la soldadura, estas juntas pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:

- i. A tope.
- ii. Mediante manguito.
- iii. Con embocadura (junta abocardada).

2. *Uniones con bridas.*

- b. **Uniones flexibles:** Uniones con enchufe y anillo elastomérico.

En cada instalación en particular, el respectivo proyecto debe especificar los tipos de juntas que sean de aplicación. Caso de no hacerlo, lo habitual es utilizar uniones soldadas a tope.



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Tubos de hormigón armado y pretensado:

Los tipos de uniones habituales en los tubos y en las piezas especiales de hormigón son las siguientes:

a. **Uniones rígidas:**

1. *Uniones soldadas:* La preparación y soldeo de las boquillas debe realizarse según lo indicado en las normas, por soldadores cualificados. Para permitir su correcta colocación en alineación y rasante, este tipo de uniones se realizan cuando haya un número suficiente de tubos colocados por delante. En los tubos de DN inferior a 800 mm la soldadura se efectúa por la parte exterior de la unión, mientras que en los de DN igual o superior a 800 mm puede efectuarse por su parte interior o exterior, pero nunca por ambas. Una vez hecha la soldadura se debe proteger ante la corrosión con, por ejemplo, un recubrimiento de mortero de cemento.



[José Ángel Hernandez, SEIASA](#) (Todos los derechos reservados)

b. Uniones flexibles:

1. *Con anillo elastomérico:* Estas uniones pueden realizarse mediante boquillas metálicas situadas en los extremos del tubo entre las que se aloje el anillo elastomérico, o bien sin dichas boquillas, colocándose el anillo directamente en contacto con el hormigón de los tubos; aunque se recomienda el uso de boquillas. En ambos casos la unión puede realizarse con terminación en enchufe y extremo liso o a media madera, debiendo cuidarse especialmente su construcción, y manipulándola de forma esmerada al objeto de no dañar la unión.



[José Ángel Hernandez, SEIASA](#) (Todos los derechos reservados)

En cada instalación en particular, el proyecto correspondiente debe especificar los tipos de unión que sean de aplicación. Como criterio general, si son de prever acciones sísmicas deben emplearse uniones flexibles y si hay muchos cambios de trazado en la conducción, las uniones rígidas evitan el tener que disponer los correspondientes macizos de anclaje.

Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U):

Los tipos de uniones habituales en los tubos de PVC-U son las siguientes:

- a. Unión encolada.
- b. Unión elástica con anillo elastomérico.
- c. Unión mecánica, (Gibault, etc.).
- d. Unión con bridas (metálicas o de plástico).

Cada proyecto en particular debe especificar los tipos de uniones que sean de aplicación. Caso de no hacerlo se suelen utilizar, en general, uniones elásticas. Las uniones encoladas no deben emplearse salvo en diámetros pequeños (menores de 50 mm).



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Tubos de polietileno:

Los tipos de uniones habituales en los tubos de PE son las siguientes:

- a. *Unión soldada* térmicamente a tope.
- b. *Unión por electrofusión*: Se instala un accesorio en la junta de las tuberías al que se le hace pasar corriente eléctrica a baja tensión (8 a 48 V) por las espiras metálicas de los accesorios electrosoldables, se origina un calentamiento (efecto Joule) que suelda el tubo con el accesorio.



[José Ángel Hernandez, SEIASA](#) ([Todos los derechos reservados](#))

- c. *Unión mediante accesorios mecánicos*: Accesorios en los que se introduce el tubo y la unión queda realizada. Para diámetros pequeños.



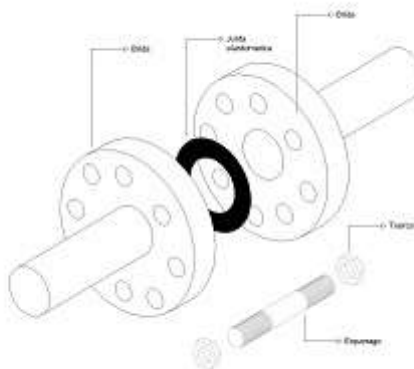
I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Tubos de poliéster reforzado con fibras de vidrio (PRFV):

Los tubos y las piezas especiales pueden estar provistos con diferentes tipos de uniones, siendo las más habituales las siguientes:

a. Uniones rígidas:

1. Con bridas (fijas o móviles).



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

2. Encoladas (o pegadas).
3. Vendadas a tope (o laminadas). Se aplican vendas de fibra de vidrio en las juntas, para luego embadurnarlas con una sustancia química para constituir todo un elemento.

b. Uniones flexibles:

1. Con enchufe y extremo liso con anillo elastomérico (en ocasiones es un doble anillo).
2. Con manguitos y elemento de estanquidad (también doble anillo).
3. Autotrabada, cuando se prevean esfuerzos de tracción.

Unión dresser:

Es un manguito que se sitúa sobre la junta de las tuberías y la unión se lleva cuando se aprietan los tornillos y tuercas. La estanquidad se obtiene mediante los anillos de goma que van instalados en la parte interior del manguito. Este tipo de unión se utiliza en mucho en reparaciones. Propiedad por la cual un elemento está preparado para impedir el paso del agua.



i.Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

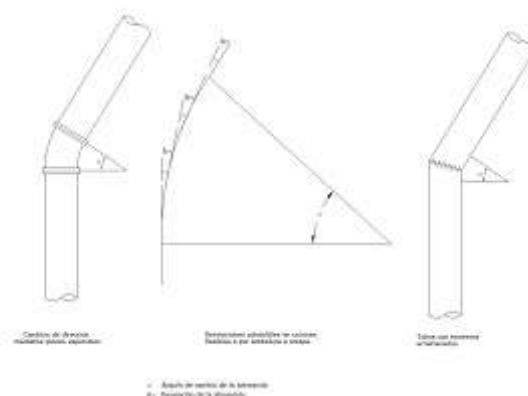
4.3.- Técnicas y operaciones de alineación.

Una vez realizado el replanteo de la tubería, donde se han colocados puntos de referencia de alineación y nivel. La alineación de las tuberías es otro punto crítico para el buen funcionamiento de la instalación en el futuro, ya que de esta depende la correcta unión de los mismos y el trazado según lo proyectado.

La alineación, normalmente, se realiza una vez se han descendido las tuberías a las zanjas, muchas veces con la ayuda de un alineador. Solamente en el tipo de tuberías que se permite su unión fuera de la zanja se hará alineación fuera de ella.

Para obtener cambios de alineación que aparecen proyectados en el trazado de la red, pueden seguirse los siguientes procedimientos:

- En los tubos dispuestos con unión flexible de enchufe y extremo liso con anillo elastomérico deben de realizarse mediante las oportunas piezas especiales. Estas uniones sólo admiten una pequeña desviación que no se debe agotar, debiendo reservar un margen para tolerancias en la instalación, posibles desviaciones en el montaje, etc.
- En los tubos con unión rígida, en general, no hay lugar a posible desviación alguna en la unión, debiendo recurrir a las necesarias piezas especiales para lograr los cambios de alineación en planta. Sin embargo, en los tubos con unión soldada a tope (acero o polietileno), pueden lograrse cambios de trazado en planta construyéndolos de forma segmentada o achaflanando sus extremos. En los tubos con unión soldada a solape (sobre todo en los de hormigón con camisa de chapa con boquilla), la unión sí admite cierta desviación. Por sus propias características, los tubos de PE, y en menor medida también los de PVC-U, admiten cierta curvatura para su instalación. Los tubos de acero también admiten ser curvados, pudiendo obtenerse dicho curvado bien en frío (en la propia obra) o bien en caliente (en fábrica).



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Autoevaluación

Las uniones admiten cierta desviación en la alineación, pero las uniones no.

Enviar

Las uniones rígidas permiten una alineación que no se debe agotar. En las rígidas sin embargo deberemos hacer uso de piezas especiales o, en uniones soldadas a tope, biselar los extremos de las tuberías a unir.

4.4.- Técnicas y operaciones de asentamiento.

Los tubos no deben apoyarse directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre camas o lechos, los cuales han de tener un espesor mínimo de 10 a 15cm, pudiendo ser granulares o de hormigón.

Para la elección del tipo de apoyo hay que tener en cuenta muchos aspectos, tales como el tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de uniones, la naturaleza del terreno, etc. Como criterio general, los tubos flexibles deben disponerse sobre camas granulares, no debiendo, en estos casos, ni apoyar ni embutir la tubería en hormigón.

Camas de material granular:

Con carácter general se recomienda que el material granular a emplear en las camas de apoyo sea no plástico, exento de materias orgánicas y con un tamaño máximo de 25mm, pudiendo utilizarse arenas gruesas o gravas preferentemente rodadas y sea autoestable.

Las camas granulares hay que realizarlas en dos etapas. En la primera se ejecuta la parte inferior de la cama, con superficie plana, sobre la que se colocan los tubos, acoplados y acuñaos. En una segunda etapa se realiza el resto de la cama rellenando a ambos lados del tubo hasta alcanzar el ángulo de apoyo indicado en el proyecto. En ambas etapas los rellenos se efectúan por capas compactadas mecánicamente.



[José Ángel Hernandez, SEIASA](#) (Todos los derechos reservados)

Camas de hormigón:

Las camas de hormigón tienen que tener espesor mínimo de 10 a 15cm de espesor bajo la generatriz del tubo, una resistencia mecánica mínima de 150kg/cm² y además el árido que lo compone no puede ser mayor a la cuarta parte del espesor de la cama. El ángulo de la cama de apoyo del tubo normalmente es de 90° a 120°.

La cama de hormigón se construye con los tubos colocados en su posición definitiva, apoyados sobre calzos que impidan movimientos en la tubería y debiendo asegurar el contacto del tubo con el hormigón en toda la superficie de apoyo. En las zonas de uniones, la cama se interrumpe de unos 80 cm como mínimo.



[José Ángel Hernández, SEIASA](#) (Todos los derechos reservados)

Autoevaluación

Elige TODAS las afirmaciones que sean correctas sobre el asentamiento de las tuberías:

- ☐ El asentamiento solo se puede hacer sobre una cama granular.

- ☐ El asentamiento se puede hacer sobre una cama de hormigón.

- ☐ La cama de asentamiento debe tener un espesor mínimo.

- ☐ La elección del tipo de cama se realiza según el material disponible en obra.

- ☐ No hay que compactar nunca las camas de asentamiento.

- ☐ Las camas de hormigón se realizan una vez dispuestos las tuberías con calzas en la zanja.

- ☐ En las camas de hormigón se interrumpe la cama para dejar sitio a las uniones entre tuberías.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Incorrecto
2. Correcto
3. Correcto
4. Incorrecto
5. Incorrecto
6. Correcto
7. Correcto

4.5.- Técnicas de sujeción.

Una vez montados los tubos y las piezas especiales hay que proceder a la sujeción y apoyo mediante macizos de anclaje, de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación, válvulas, desagües y, en general, todos aquellos elementos sometidos a esfuerzos que no deba soportar la propia tubería. Asimismo, deben disponerse macizos de anclaje cuando las pendientes sean excesivamente fuertes, puedan producirse movimientos de la tubería o exista riesgo de flotabilidad de la misma.

Estos macizos de anclaje son, en general, de hormigón, pudiendo disponerse también elementos metálicos para el anclaje de la tubería, los cuales habrían de ir protegidos contra la corrosión. En cualquier caso, no deben emplearse cuñas de piedra o de madera que puedan desplazarse.



[José Ángel Hernández, SEIASA](#) (Todos los derechos reservados)

Estos puntos donde debemos hacer una sujeción de la tubería sufren empuje debido a la presión hidráulica interior producido en los cambios de dirección en la tubería. Además del anterior, se produce otro empuje debido al agua en movimiento, si bien no suele considerarse en el cálculo ya que es mucho menor.

En los cambios de alineación cóncavos en alzado, podrían sustituirse los macizos de anclaje por un simple y adecuado apoyo de la tubería de hormigón, de longitud suficiente, de manera que el empuje de la presión hidráulica interior se transmita al terreno de manera adecuada.

Igualmente, en las tuberías con juntas capaces de resistir tracciones longitudinales (uniones soldadas, uniones acorroidas o uniones autotrabadadas), distintos autores (Liria, 1995; manuales M9 y M11 de AWWA) consideran que podría obviarse la colocación de macizos de anclaje en los cambios de alineación en la tubería.

No obstante lo anterior, y siempre a criterio de la dirección de obra, cuando los empujes producidos sean de consideración, bien sea por tuberías de grandes diámetros, elevadas presiones o codos con ángulos importantes, aunque se dispongan uniones que garanticen la resistencia a las tracciones longitudinales, puede ser recomendable disponer adicionalmente macizos de anclaje en los codos, ya que suponen una seguridad adicional.

Para saber más

[Cálculo de los anclajes de tuberías.](#)

4.6.- Protecciones de tubería y accesorios.

Los posibles sistemas de protección de tuberías metálicas o de hormigón armado con camisa de chapa contra la corrosión son, básicamente, el recubrimiento mediante revestimientos o bien la protección catódica.

La protección catódica se basa en garantizar que la tubería sea eléctricamente continua, por lo que si se instalan uniones flexibles, como el anillo elastomérico rompe dicha continuidad eléctrica, deberían disponerse en las uniones sistemas que eviten dichas discontinuidades, como puentes, elementos mecánicos o, en general, accesorios que garantizasen la continuidad eléctrica de la conducción.

La protección mediante revestimientos, por el contrario, no requiere de la continuidad eléctrica de la conducción, pudiendo emplearse con cualquier sistema de unión.

La elección entre un sistema u otro de protección es, por tanto, una cuestión económica que dependerá de las circunstancias particulares de cada instalación.

En las tuberías de fundición, habitualmente unidas mediante unión elástica, la protección catódica no suele emplearse, protegiéndose contra la corrosión exclusivamente mediante revestimientos o mangas de polietileno.

Protección mediante revestimiento:

Los revestimientos deben recubrir uniformemente la totalidad de los contornos de los tubos y de las piezas especiales, constituyendo superficies lisas y regulares, exentos de defectos tales como cavidades o burbujas. Han de estar bien adheridos a la tubería, no descascarillándose, ni exfoliándose, y secando en un tiempo rápido. Se aplican después de efectuadas las pruebas de presión interna, previa comprobación de que los tubos o piezas especiales se encuentran secos y exentos de óxido, arena, escoria y demás impurezas, debiendo efectuarse en caso contrario una cuidadosa limpieza. Los revestimientos se deben aplicar siempre en fábrica, excepto la manga de polietileno que se coloca en la propia obra.

En obra, una vez realizadas las soldaduras, se deben proteger las uniones con el mismo tipo de revestimiento que tenga el tubo u otro compatible que apruebe la dirección de obra.

Cual quiera que sean los revestimientos utilizados deben reunir, entre otras, las siguientes condiciones:

- a. Protección de la tubería contra el medio corrosivo en que esté situado.
- b. Impermeabilidad al medio corrosivo.
- c. Buena adherencia a la superficie de la tubería a proteger.
- d. Resistencia a la abrasión, choques, variaciones de temperatura, etc.
- e. Baja rugosidad, en el caso de protecciones interiores.

Además, el revestimiento interior no debe contener ningún elemento que pueda ser soluble en el agua, ni otros que puedan darle sabor u olor o que puedan modificar sus características.

Los tipos de protección pueden ser el galvanizado, cinc metálico, epoxys, polietileno, poliuretano, poliolefinas o morteros de cemento.

Protección de válvulas:

Todos los elementos de las válvulas susceptibles de oxidación deben protegerse contra la corrosión interior y exteriormente mediante revestimientos conforme los mencionados anteriormente.

En general se recomienda que los revestimientos consistan en una o varias capas de resinas epoxy con un espesor medio superior a 200 micras y, puntualmente, no inferior a 150 micras. Exteriormente podrá añadirse un esmalte de acabado con un mínimo de 50 micras de espesor y en el caso de los aceros, además se aplicará una capa de imprimación de pintura reactiva para asegurar la adherencia de las capas posteriores. La tornillería se protegerá mediante la colocación en ambos extremos de caperuzas de materia plástica (polietileno o similar) rellenas de grasa.



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

Protección catódica:

La protección catódica aplica como complemento a la protección mediante revestimiento, siempre y cuando si así lo indica el proyecto.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la protección catódica consiste en dar continuidad eléctrica a la instalación. Para ello, al o largo de la tubería, deberán instalarse puestos de toma de potencial, de intensidad de corriente o resistencia en puntos tales como:

- a. Cruces con estructuras metálicas.
- b. Juntas aislantes.
- c. Cruces con puentes, carreteras, canales de agua, etc.
- d. Zonas decorrientes vagabundas.

Para saber más

<https://www.youtube.com/embed/xow45w9YhM4>

Universidad Politécnica de Valencia-UPV. [*La protección contra la corrosión*](#)
(Licencia estándar de Youtube)

4.7.- Recursos materiales.

Para la manipulación y tendido de tuberías los recursos materiales que vamos a necesitar van a ser muy diferentes según el tipo de tubería, su tamaño y la profundidad a la que se deben instalar. Por norma general vamos a descender las tuberías mediante medios mecánicos; aunque si las tuberías no son pesadas, de un diámetro menor que 300mm, la profundidad de la zanja es menor que 1,5m y el borde es estable, se pueden bajar de manera manual. La maquinaria más utilizada para el descenso de tuberías son la retroexcavadora, camiones grúas y montacargas.



[José Ángel Hernández, SEIASA](#) (Todos los derechos reservados)

Para la sujeción de la tubería a la máquina, no deben ser admisibles dispositivos formados por cables desnudos ni cadenas en contacto con el tubo, siendo recomendable el uso de bragas de cinta ancha recubiertas de caucho, o procedimientos de suspensión a base de ventosas. La suspensión del tubo por un extremo y la descarga por lanzamiento no deben hacerse nunca. La descarga mediante estrobos, enganchando para ello las bocas del tubo, sí es una práctica admisible.



[Piqsels](#) (CC0)

Para una unión adecuada y mantener una alineación correcta se pueden utilizar alineadores, según el material. Además para realizar corte o reparaciones de las tuberías necesitaremos diversa maquinaria para su mecanización como cortadoras o amoladoras.



[Pixabay.com](#) (CC0)

Para poder realizar distintos tipos de unión necesitaremos asimismo, máquinas de soldar portátiles, electrosoldadoras y llaves dinamométricas.

5.- Montaje de arquetas y pozos de registro.

Caso práctico



[Pixabay](#) (CC BY-NC)

que van a instalar y sus funciones.

El jefe de Sara le ha pedido que se una a otro grupo de trabajo de la empresa. Este equipo de trabajo esta realizando la red de saneamiento de urbanización nueva y el jefe se Sara quiere que Sara vea de primera mano la instalación de las tuberías y accesorios.

Ramón, el jefe de equipo, le ha explicado la red que están construyendo. Además le ha explicado también el tipo de arquetas y pozos de registro

5.1.- Excavaciones.

Para la excavación de arquetas y pozos seguiremos los mismos principios que para la excavación de zanjas para tuberías. Según la información obtenida en estudio geotécnico y el emplazamiento de la obra elegiremos distintos métodos para la excavación.

La excavación de arquetas y pozos, como en la excavación de las redes, debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable y certificar en todo momento su seguridad. Por lo tanto se deberá desarrollar una entibación y/o un ataludamiento de los laterales de la excavación.

Se debe considerar que en zonas urbanas las zanjas más adecuadas serán las que presenten taludes verticales, siendo obligatorias las entibaciones en los casos en los que la profundidad de la zanja sea superior a 1,30m.

Las dimensiones de la excavación será la necesaria para el emplazamiento de la obra de fábrica, con sobreancho para poder desplazarse los operarios entre taludes y encofrados.



[Adequa AR](#) (Todos los derechos reservados)

Una vez hecha la excavación habrá que realizar una cama de material granular o de hormigón, para garantizar el buen asentamiento de los elementos. Una vez se haya realizado la conexión de la red, se procederá al relleno de la excavación. No se debe olvidar que tanto en el proceso de realización de la cama y del relleno, una buena compactación de las tongadas es indispensable. Para esto se seguirán las mismas especificaciones descritas en el apartado “Relleno de zanjas”. Además se pondrá especial cuidado cuando trabajemos en las zonas de las tongadas que pueden transmitir esfuerzos a los elementos instalados. No se deben utilizar medios mecánicos de compactación sobre la proyección de los elementos instalados hasta que hayamos realizado un relleno de al menos 150mm de espesor.

Autoevaluación

En la excavación de un pozo de registro o arqueta se debe excavar un espacio suficiente para instalar el pozo o la arqueta además de un

sobreancho para que los operarios puedan realizar las operaciones de instalación de las mismas.

☒ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

¡Excelente! Los operarios deben tener espacio suficiente para realizar el trabajo con un resultado óptimo.

5.2.- Tipos de arquetas y pozos.

Las arquetas y pozos de registros son obras de fábrica que permiten las tareas de mantenimiento y explotación de la red de saneamiento. Los pozos además permiten el acceso a la red para el control de las conducciones y su reparación.

Arquetas de inspección:

Pueden ser prefabricadas o construidas “in situ”, debiendo cumplir en cualquier caso la norma UNE-EN 476. Su sección puede ser rectangular o circular. En caso de las circulares su diámetro mínimo interior se recomienda que sea de 40cm, y en caso de ser rectangular las dimensiones mínimas se consideran 40x40cm o 60x60cm según si a ella incide una tubería mayor o igual a 250mm. Además en cualquiera de las variantes pueden disponer un arenoso en el fondo de al menos 10cm de espesor.

Las arquetas de inspección prefabricadas suelen ser de PVC-U de pared compacta, de materiales termoplásticos de pared estructurada o de hormigón.

En las arquetas construidas “in situ” deben tener unasolera no inferior a 20cm de espesor. Las paredes de la arqueta pueden ser de hormigón (deberá cumplir la normativa EHE) o de fábrica de ladrillo enfoscado interiormente con mortero hidrófugobruñido de un espesor mínimo del conjunto de 15.

Arqueta de paso: Son arquetas que se disponen en encuentro de colectores, cambios de dirección, cambios de pendiente, cambio de sección y para registro.



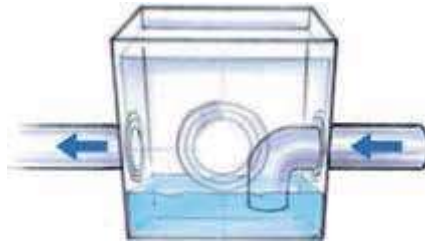
[Adequa AR \(Todos los derechos reservados\)](#)

Arqueta sumidero: Arqueta que se cierra mediante una rejilla con la que se escurren las lluvias, etc. Con el fin de evitar malos olores, después de esta se debe disponer una arqueta sifónica.



[Adequa AR \(Todos los derechos reservados\)](#)

Arqueta sifónica: Arqueta que por su geometría o por la disposición de tubo deataque y desembarque realiza un cierre hidráulico.



[Adequa AR](#) (Todos los derechos reservados)

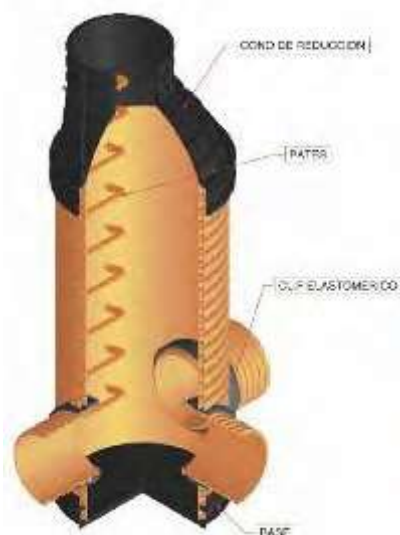
Pozos de registro:

Así como las arquetas, los pozos deben cumplir la norma UNE-EN 476, cualquiera que sea su tipología. Asimismo estas pueden ser prefabricadas, en una o varias piezas, o construidas "in situ". Dentro de los prefabricados los más usuales suelen ser los de hormigón o plástico.

En cuanto a forma geométrica los pozos suelen tener una sección circular, salvo los construidos "in situ". En caso de que sean rectangulares, dentro del pozo, las líneas que unen diferentes planos deberán ser suavizados para evitar acumulación de sólidos.

El diámetro mínimo en secciones circulares debe ser de 1,0m, de tal manera que permita operaciones de limpieza, mantenimiento de la red, control de las características de las aguas residuales, etc. En pequeñas instalaciones el diámetro mínimo podrá ser de 0,80m. En cualquier caso la boca del pozo no podrá ser menos de 0,60m de diámetro.

Si la profundidad del pozo es mayor que 2,5m, deberá construirse plataformas intermedias dentro del pozo. Para profundidades mayores a 3 ó 4 metros es recomendable retranquear el pozo respecto al eje del colector.



[Arquetas Adequa](#) (Todos los derechos reservados)

Pozo de entrada de material: En ocasiones se disponen pozos de gran tamaño que permiten la entrada de material para mantenimiento y explotación de la red.

Pozos de limpieza: Pozos que se disponen sobre la clave de una galería visitable y sin pates, cuya función es la introducción de toberas de limpieza de agua a presión y de mangas de aspiración.

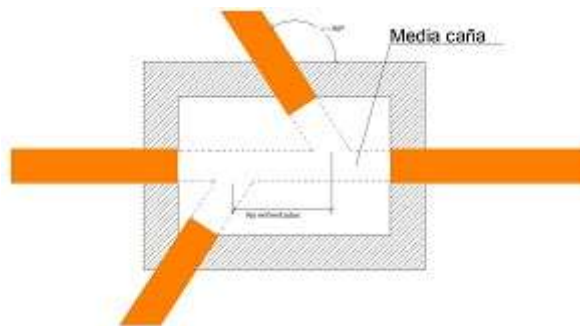
Pozos de resalto: Pozos que sirven para salvar cambios de rasante del colector mayores que 0,60 ó 1,00m. Es recomendable que estos pozos descansen sobre una losa de granito que amortigüe la caída del agua. Si la caída es de es mayor de 4m de altura en secciones de tubería no visitable o de 1m en secciones tubulares visitables deberán construirse rápidos.

Pozos areneros: Su función es retener cierta cantidad de sedimentos que transporta la red mediante la colocación de una solera a un nivel más bajo (de la orden de 1m).

5.3.- Especificaciones según tipología.

Tanto en los pozos como en arquetas, debe procurarse que la solera tenga la misma sección que la mitad de los tubos que acometen, y hacer en ella una cuña o media caña hasta el eje del colector para que encauce los vertidos a través de la arqueta y pozo. Esta media caña suele ejecutarse en hormigón con una pendiente del 5% hacia la zona de salida.

En los pozos o arquetas de cambio de dirección o de encuentros de colectores vamos a facilitar hidráulicamente el recorrido. Las tuberías que acometen deben tener un ángulo mayor o igual a 90° con la pared.



I. Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

En las arquetas no acometerán más de un colector por cara y en los pozos seguirá la siguiente relación:

$$P < 0,75B$$
$$S > 20\text{cm}$$

Siendo:

P= suma del diámetro de las perforaciones realizadas en el pozo de registro.

B= perímetro exterior del pozo de registro.

S= separación entre perforaciones contiguas.

Pozos de hormigón prefabricado:

Existen tres tipos de pozos de hormigón prefabricado:

- Pozos circulares:** Solo se pueden utilizar cuando el diámetro del tubo incidente es menor a 1 200mm.
- Pozo chimenea:** Su módulo base es bastante mayor en relación a lo demás tomando la apariencia de una chimenea. Al ser mayor los tubos que inciden pueden ser de mayor tamaño.
- Pozos circulares sobre cámaras realizadas:** el pozo se adosa la cámara que tiene debajo.

Todos están compuestos por módulos prefabricados, habiendo un gran número de diseños para cada caso particular. En la unión de las piezas prefabricadas hay que disponer de una

goma eleastomérica para conseguir la total estanqueidad.

Pozos de registro de materiales plásticos:

Se utilizan varios tipos de plásticos para realizar pozos. A continuación se muestran los más usuales:

- a. **Pozos de PE:** Pueden ser de una sola pieza o modulares. Los de una sola piezas se realizan poniendo en vertical una tubería de PE y soldando una tapa para la parte inferior y una reducción excéntrica en la superior. En la tipología modular se dispone una base, tantos elementos intermedios como sean necesarios y una reducción a 600mm para la parte superior.
- b. **Pozos de PVC-U, PP o PE de pared estructurada:** Admiten muchos diseños posibles. Pueden ser de una única pieza o compuestas por módulos.
- c. **Pozos de PRFV:** Pueden ser pozos de registros de una sola pieza o modulares también.

Pozos de registro contruidos "In Situ":

Los pozos realizados "in situ" deben de tener siempre una base de hormigón armado o en masa con un espesor no menor de 20cm. Las pardees pueden ser de hormigón o de ladrillo enfoscado mediante mortero hidrófugo bruñido. El espesor mínimo de las paredes es de 10cm si es de hormigón y de 15cm si es de ladrillo.

Arqueta prefabricada:

Las arquetas prefabricadas pueden estar compuestas por una sola pieza o por varias. En caso de que la arqueta que se desee instalar venga por partes, es necesario antes de comenzar su instalación el ensamblado de cada una de ellas.

Si las arquetas son de PVC o de otro material plástico las distintas aristas pueden unirse mediante tornillería, para ello basta con insertar los tornillos en los alojamientos correspondientes, enfrentar una arista con otra y realizar las labores de apriete.

Una vez colocada la arqueta sobre la solera de hormigón, si no dispone de agujeros para las conexiones, se realizarán mediante taladros con broca de corona una serie de perforaciones para que en ella encajen las conducciones. Es importante que los agujeros realizados en la arqueta estén alineados con las tuberías que entrarán en ella para evitar problemas de conexión.

Para saber más

Piezas del pozo, herramientas necesarias para su instalación y preparación de la zanja para un pozo de registro de PVC.

<https://www.youtube.com/embed/4NmGD7rqn5o>

Instalación de pozo adequa SANECOR (1/3)

5.4.- Unión de elementos.

En el caso genérico de que la conducción sea de menor diámetro que el pozo al que incide las uniones se realizarán mediante juntas elásticas flexibles con anillo elastomérico, mediante soldadura o manguitos de junta elástica.

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

En el caso particular de tubos de PE en los que se implementen pozos de registro prefabricados del mismo material, la unión entre elementos será mediante soldadura.

En el caso particular de pozos y tubos de hormigón armado, las uniones entre ambos componentes podrán ser de dos tipos diferentes: uniones rígidas o flexibles. En el primer caso (uniones rígidas) las mismas se realizarán, en general, mediante un tubo corto y un tubo biela; en el segundo caso (uniones flexibles), podrá eliminarse el tubo corto, colocando únicamente un tubo biela entre el tubo y el pozo a unir. El tubo biela hace las veces de manguito para unir diferentes secciones de tuberías. Un extremos suelen ser machihembradas, tanto en hembra o macho.

Para saber más

Preparación e instalación de pozo de registro de PVC.

<https://www.youtube.com/embed/TdFotTt857M>

Instalación de pozo (2/3)

5.5.- Recursos materiales.

Una vez más, los recursos materiales necesarios para los trabajos descritos serán parecidos a los descritos tanto en “Procedimientos de apertura de zanjas” y “Procesos de montaje de redes por gravedad y sobreelevación”.

Para hacer las zanjas se utilizarán normalmente medios mecánicos como la retroexcavadora, y en algunos caso medios manuales como azada y pala. Asimismo necesitaremos compactadora.

Para el descenso de arquetas y pozos al punto de instalación se utilizarán medios mecánicos también. Solo se permite bajarlos manualmente arquetas pequeña, prefabricadas en plástico.

Tal y como se ha descrito, la mayoría de las uniones se realizaran mediante juntas elásticas flexibles, pero en los casos que debamos soldar el polietileno necesitaremos la maquina soldadora para polietileno.

Para saber más

Relleno de zanja durante la instalación de pozo de registro de PVC.

<https://www.youtube.com/embed/18LAAr3bxc4>

Instalación de pozo (3/3)

6.- Documentación técnica para el montaje y replanteo.

Caso práctico

Esta mañana Sara y su grupo de trabajo se han desplazado a un barrio de la periferia para inspeccionar un tramo de la red de suministro en el que, al parecer, hay una fuga importante. Los operarios se han repartido por la zona donde se sospecha que esta la fuga para hacer una inspección visual de las partes accesibles de la red. A Sara, en compañía de Ramón, le ha tocado revisar una arqueta y dos registros. Frecuentemente las fugas se suelen encontrar en tramos enterrados, por eso siempre, antes de empezar a excavar, es imprescindible cerciorarse de que la fuga no está en un lugar al que se puede acceder directamente.

Esta vez ha habido suerte, en cuanto han abierto el primer registro han comprobado que una llave de corte perdía un caudal importante a través de la brida de sujeción. Ramón le ha dicho a Sara que lo primero que deben hacer es informar de que la fuga ha sido localizada para comprobar si quedan válvulas del mismo tipo en el almacén. En caso contrario habrá que pedir un repuesto de manera urgente. "yo me encargo de avisar", dice Sara, "el problema es que no conozco la referencia ni el modelo de la válvula averiada, ¿Habría algún problema en que pidiera otra similar?" Ramón le responde que lo mejor es que echen un vistazo a la documentación del proyecto "es lo que tendrás que hacer siempre que tengas una duda", señala "aquí todo no vale. Sobre el tema de materiales puedes consultar el pliego de condiciones; es una parte importante del proyecto, tan importante como los planos o el presupuesto".



[Pixabay](#) (CC BY)

Sara acaba de recordar que dispone de un ejemplar del proyecto en la furgoneta de la empresa. Cuando le propusieron ser jefa de grupo le dieron copias de varios de los proyectos más importantes de la zona en la que le iba a tocar trabajar. En un abrir y cerrar de ojos Sara encuentra la referencia que

buscaba, e inmediatamente se pone en contacto con la encargada del almacén. Ésta le informa de que quedan varios repuestos y de que, en cuanto les permitan hacer un corte temporal del suministro, podrán sustituir la válvula dañada.

- **Objeto:** en este capítulo se indicará el objetivo del proyecto y su justificación.
- **Alcance:** se indicará el ámbito de aplicación del proyecto.
- **Antecedentes:** se enumerarán todos aquellos aspectos necesarios para la comprensión de las alternativas y la solución final adoptada.
- **Normas y referencias:** se relacionarán los siguientes documentos:
 - Disposiciones legales y normas aplicadas: en este apartado se contemplará el conjunto de disposiciones legales (leyes, reglamentos, ordenanzas, etc) y las normas de no obligado cumplimiento que se han tenido en cuenta para la realización del proyecto.
 - Bibliografía: se contemplará el conjunto de libros, revistas u otros textos que el autor considera de interés para justificar las soluciones adoptadas en el proyecto.
 - Programas de cálculo: se contemplará la relación de programas, modelos u otras herramientas utilizadas para desarrollar los diversos cálculos del proyecto.
 - Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto: se enunciarán los procesos específicos utilizados para asegurar la calidad durante la realización del proyecto.
 - Otras referencias: se incluirán aquellas referencias que, no estando relacionadas en los apartados anteriores, se consideren de interés para la comprensión y materialización del proyecto.
- **Definiciones y abreviaturas:** en este capítulo se relacionarán todas las definiciones, abreviaturas, etc. que se han utilizado y su significado.
- **Requisitos de diseño:** en este capítulo se describirán las bases y datos de partida establecidos por:
 - El cliente
 - Derivados de la legislación, reglamentación y normativa aplicables.
 - Derivados del emplazamiento y de su entorno socio-económico y ambiental.
 - Derivados de los interfaces con otros sistemas, elementos externos al proyecto otros que condicionan las soluciones técnicas del mismo.
- **Análisis de soluciones:** en este capítulo se indicarán las distintas alternativas estudiadas, qué caminos se han seguido para llegar a ellas, ventajas e inconvenientes de cada una y cuál es la solución finalmente elegida y su justificación.
- **Resultados finales:** se describirá el producto, obra, instalación, servicio o soporte lógico (software) según la solución elegida, indicando cuáles son sus características definitorias y haciendo referencia a los planos y otros elementos del proyecto que lo definen.
- **Justificación** de la viabilidad técnica, económica y legal.
- **Planificación:** se definirán las diferentes etapas, metas o hitos a alcanzar, plazos de entrega y cronogramas o gráficos de programación, con relación al proceso de materialización del objeto del proyecto.
- Orden de **prioridades** entre los documentos básicos: se indicará el criterio general de prioridad de los documentos ante la resolución de discrepancias entre distintos documentos.

6.2.- Proyectos.

En el campo de la Ingeniería, un Proyecto Técnico es el conjunto de planos, esquemas y textos explicativos utilizados para definir (en papel, digitalmente, en maqueta o por otros medios de representación) las condiciones de una obra, fabricación, montaje, instalación o máquina. El objetivo del proyecto es estudiar e investigar si es o no posible de realizar la tarea propuesta, tanto desde el punto de vista técnico, funcional o normativo.

Partes de un Proyecto

Para organizar la información de la manera más comprensible posible, el proyecto se divide en diversas partes especializadas o documentos que nos informan sobre aspectos concretos de la solución que se propone.

1. **Índice general.**
2. **Memoria** (explicada en el epígrafe 6.2).
3. **Anexos:** Constituyen otro de los documentos del proyecto. Están formados por los documentos que desarrollan o aclaran apartados específicos de la memoria u otros documentos básicos del proyecto. Los documentos que pueden estar contenidos en los anexos son:
 - Documentos de partida: este anexo incluirá aquellos documentos que se han tenido en cuenta para establecer los requisitos de diseño.
 - Cálculos: Este anexo tiene como misión justificar las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos, memoria y pliego de condiciones, describir de forma unívoca el objeto del proyecto. Contendrá las hipótesis de partida, los criterios y procedimientos de cálculo y así como los resultados finales base del dimensionado que constituyen el objeto del proyecto.
 - Estudios complementarios que no constituyan un estudio con entidad propia: estudios de mercado, rentabilidad, etc.
 - Otros documentos que puedan servir de refuerzo o aclaren partes del proyecto: catálogos, listados de programas informáticos, maquetas, etc.
4. **Planos:** Los planos constituyen otro de los documentos básicos del proyecto. El documento se iniciará con un índice que haga referencia a todos los planos. Tiene la misión de definir de forma unívoca el objeto del proyecto.
Los planos contendrán toda la información gráfica, alfanumérica, de códigos y de escalas necesarias para su comprensión. En cuanto a cajetines, indicaciones y plegados cumplirán lo indicado en las normas UNE de la serie 1000. El cajetín deberá incluir al menos la siguiente información:
 - Número de plano
 - Título del proyecto
 - Título del documento básico al que pertenece
 - Número de edición o fecha de aprobación
5. **Pliego de condiciones:** Constituye otro documento básico del proyecto. Tiene como misión establecer las condiciones técnicas, económicas y administrativas para que el objeto del proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes de las deseadas. El pliego de condiciones contendrá:

- Las especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del proyecto, incluyendo:
 - Un listado completo de los mismos.
 - Las calidades mínimas a exigir para cada uno de los elementos.
 - Las pruebas y ensayo a que deban someterse, especificando la norma según la cual se realiza, las condiciones de realización y los resultados mínimos a obtener.
 - La reglamentación y la normativa aplicables, incluyendo las recomendaciones o normas de no obligado cumplimiento pero que se considera necesario aplicarlas.
 - Aspectos del contrato que se refieran directamente al proyecto y que pudieran afectar a su objeto, ya sea en la fase de materialización o funcionamiento. Deberá incluir:
 - Documentos base para la contratación de su materialización. Los trabajos a realizar quedarán definidos en: los planos, el estado de mediciones, la memoria y las especificaciones mencionadas anteriormente.
 - Limitaciones en los suministros, que especifiquen claramente donde empieza y dónde termina la responsabilidad del suministro y montaje.
 - Criterios de medición y abono.
 - Criterios para las modificaciones al proyecto original, especificando el procedimiento a seguir para las mismas, su aceptación y cómo deben quedar reflejadas en la documentación final.
 - Pruebas y ensayos, especificando cuáles y en qué condiciones deben someterse los suministros.
 - Garantía de los suministros, indicando el alcance, duración y limitaciones.
6. **Presupuesto:** Tiene como misión determinar el coste económico del objeto del proyecto. Se basará en el estado de mediciones y seguirá su misma ordenación. El presupuesto contendrá:
- Un cuadro de precios unitario de materiales, mano de obra y elementos auxiliares que componen las partidas o unidades de obra.
 - Un cuadro de precios unitarios de las unidades de obra, de acuerdo con el estado de mediciones.
 - El presupuesto propiamente dicho, que contendrá la valoración económica global, desglosada y ordenada según el estado de mediciones. El presupuesto establecerá el alcance de los precios, indicando claramente si se incluyen conceptos tales como:
 - Gastos generales y beneficio industrial
 - Impuestos, tasas y otras contribuciones
 - Seguros
 - Costes de certificación y visado
 - Permisos y licencias
 - Cualquier otro concepto que influya en el coste final.
7. **Estudios con entidad propia:** Constituyen otro de los documentos básicos del proyecto. Tienen como misión incluir los documentos requeridos por exigencias legales. Contendrán, entre otros, los relativos a:
- Prevención de riesgos laborales
 - Estudio de Impacto Ambiental
 - Estudio de Seguridad y Salud.

Para saber más

La estructura de un proyecto técnico puede variar según necesidades, pero hay una serie de elementos que son comunes a cualquier modelo de proyecto. El siguiente vídeo muestra la estructura clásica de los proyectos de ingeniería y explica cuáles son los contenidos de cada uno de sus apartados:

<https://www.youtube.com/embed/fAYovlvSr3g>

Estructura clásica de proyectos de ingeniería

6.1.- Memoria técnica.

La memoria técnica puede ser parte de un proyecto o puede constituirse en un documento independiente que, en ocasiones, tiene valor legal propio. Así, para obtener la certificación de una instalación por parte de la entidad administrativa correspondiente, a veces es suficiente con presentar una memoria técnica. El criterio para definir la necesidad de presentar o no un proyecto completo suele venir determinada por la potencia nominal de la instalación.

Para saber más

Para el caso en el que la memoria técnica tiene valor administrativo y legal, existen múltiples plantillas y modelos estandarizados facilitados por la propia Administración te mostramos en el siguiente enlace, y a modo de ejemplo, el [modelo utilizado por el Departamento de Industria del Gobierno de Navarra](#) para certificar instalaciones térmicas en edificios.

1 de 4

Partes de una memoria técnica

La Memoria tiene como misión justificar las soluciones adoptadas y, junto con los cálculos, planos y pliego de condiciones, describir de forma unívoca el objeto del proyecto. Deberá ser claramente comprensible por el cliente, especialmente en lo que se refiere a los objetivos del proyecto, las alternativas estudiadas, sus ventajas e inconvenientes y las razones que han conducido a la solución elegida.

La Memoria se divide en los siguientes capítulos:

6.3.- Manuales de montaje.

El instalador, antes de iniciar el montaje de un sistema complejo, debe verificar las **especificaciones** y **modo de ensamblaje** de los distintos materiales en el manual de montaje. En el caso del técnico encargado de esta tarea, el hecho de no atender a las indicaciones de manejo/manipulación puede acarrear un deterioro del material y una pérdida del derecho a cobertura de garantía. Una negligencia de este tipo puede suponer una inversión extra para la reparación, la puesta a punto o la sustitución del dispositivo o dispositivos dañados en el peor de los casos. El hecho de una manipulación negligente o de no **atender a las indicaciones de montaje**, puede llevar a la pérdida de los derechos antes señalados incluso dentro del período de garantía. Más allá de estas consideraciones, el continuo control y supervisión de la instalación a través de la documentación de montaje será la única manera de asegurarnos fiabilidad y calidad en el resultado final, así como de no incurrir en retrasos o disfuncionalidades.

Cuando nos disponemos a montar una instalación, un equipo o una máquina, frecuentemente solemos disponer de las partes o componentes por separado, esta es la forma más eficiente a la hora de su transporte y de cara a adecuar la disposición de los distintos componentes a nuestro espacio. Por ello es habitual que el conjunto o las partes se acompañen de una documentación/manuales de montaje, donde se suele incluir:

- Despiece o vista explosionada de los elementos que constituyen el sistema.
- Recomendaciones oportunas para poder proceder a su ensamblaje.
- Elementos de unión necesarios, que suelen acompañar el producto.
- Indicaciones del tipo de herramientas adecuadas para la mejor ejecución del montaje.
- Referencias a posibles inconvenientes o problemas que pueden acompañar al proceso.
- Precauciones que deben ser tenidas en cuenta para evitar fallos de montaje, roturas de piezas y posibles accidentes durante el montaje.

La secuencia lógica que se debe seguir antes de montar un equipo/sistema será:

1. **Comprobar** que se cuenta con todas las piezas y material accesorio que se precisa para poder efectuar el montaje, para lo que es conveniente revisar la descripción gráfica y los esquemas aclaratorios del listado de componentes, que suelen venir indicados o bien por un código numérico o por un código literal, generalmente correlativo para favorecer la identificación de las piezas.
2. **Ordenar** las piezas agrupándolas según los conjuntos que van a formar.
3. **Seguir las instrucciones** de montaje, que generalmente suelen ser gráficas, al margen de descripciones literales para evitar posibles errores de transcripción lingüística.
4. **Efectuar ajustes** y puestas a punto, según indique el manual, respetando el orden establecido.
5. Una vez terminado el montaje se debe **verificar** que todo es acorde a lo previsto y que funciona según lo esperado.

Para saber más

En el montaje de redes, como en la mayoría de sectores de la industria, como alternativa a los manuales de montaje cada vez son más frecuentes los vídeo tutoriales. La visualización en tres dimensiones de los componentes y una

descripción narrada de su ensamblaje hacen su comprensión mucho más accesible. En el siguiente vídeo se explica el sistema de unión Multi joint 3000 Plus de GF Piping Systems.

<https://www.youtube.com/embed/Cton0Ozhl-Q>

Multi Joint 3000 Plus

6.4.- Documentación gráfica.

Los planos de las instalaciones son los documentos fundamentales para transmitir la información sobre un proyecto de instalación, su diseño, las condiciones materiales, las especificaciones técnicas y los procesos constructivos. En el desarrollo de un proyecto, la planimetría evoluciona en la medida en que se detalla y especifica un diseño para llevarlo a cabo en la fase constructiva. Como se ha mencionado en el epígrafe 2.4, los software de cálculo y diseño pueden integrar toda la información constructiva de un proyecto llevándolo, en algunos casos, a un modelo tridimensional.

La documentación planimétrica contiene información sobre el proyecto, representada en proyecciones bidimensionales como pueden ser la planta, el corte, el alzado y detalles técnicos. Sin embargo, la disponibilidad de software especializado permite hoy en día hacer una representación tridimensional sofisticada del proyecto en proyecciones renderizadas, así como evaluar las condiciones y el desarrollo del proyecto en su medio ambiente. En cualquier tipo de proyecto tanto de remodelación como de nueva construcción, es requisito indispensable la recopilación de toda la información del proyecto en una base planimétrica.

Estas son las 3 características más relevantes que deben contener los planos de instalaciones:

1. Deben expresar con **claridad** toda la información en que se basa el desarrollo del proyecto como son el contexto, la topografía, la orientación, así como la información del proyecto en cuanto a sus dimensiones, alcance y desarrollo técnico.
2. Los planos deben guardar una estrecha vinculación con los demás aspectos de los proyectos técnicos, puesto que esta la información de **base para el correcto desarrollo de la obra**.
3. Los planos arquitectónicos y técnicos constituyen la base de un presupuesto preciso. Los planos deben contener la información necesaria para **avaluar la viabilidad de un proyecto**.

Durante el proceso constructivo, los planos son el documento fundamental de referencia tanto de los detalles de la instalación como de las especificaciones y los procesos de montaje.

Tipos de planos

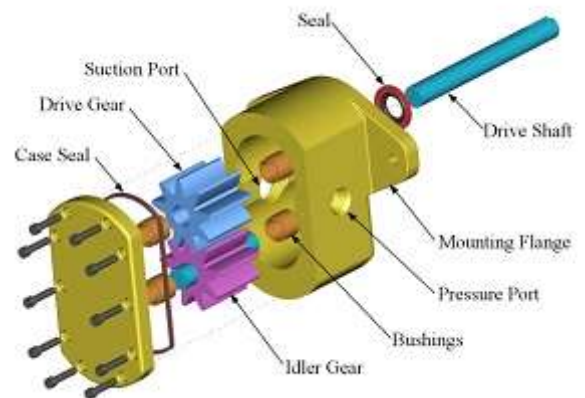
Tomando como base el Código Técnico de Edificación (RD 314/2006, BOE 28 de marzo de 2006), vamos a enumerar los principales tipos de planos que un proyecto de redes de abastecimiento/saneamiento debería contener:

- **Plano de situación**, donde se anotaran los accidentes geográficos, carreteras, ciudades, etc, dibujado entre las escalas 1/10000 a 1/50000.
- **Plano de emplazamiento**. Se señala la parcela urbanística, con sus accesos fincas colindantes, caminos, vías, accesos y servicios en general, dibujado entre las escalas 1/200 a 1/2000.
- **Plano general de la urbanización**, en el tenemos que reflejar los edificios, las zonas verdes, las acometidas, las aceras y aparcamientos, y las zonas de carga y descarga.
- **Plano de distribución general y planos constructivos**. Estos planos definen la obra en sus aspectos constructivos; los planos se organizaran según el orden de ejecución.

- **Planos de excavación y detalles.** Se define emplazamiento y recorrido de zanjas, dimensiones, materiales, etc.
- **Planos de infraestructura.** Analizan las tuberías, tipos de material, medios de unión, etc.
- **Planos de instalaciones.** Se describen otras instalaciones que encontraremos en obra cuando trabajemos en núcleos urbanos:
 - Red de aguas.
 - Red eléctrica.
 - Alumbrado.
 - Maquinaria y equipamiento.

Todos estos planos irán normalizados, enumerados y perfectamente identificados, protegidos y encarpados en el orden de desarrollo de la obra. De manera más específica, en el diseño industrial e ingeniería nos podemos encontrar con los siguientes tipos de planos:

1. **Planos de conjunto.** Nos dan una visión general del producto, donde cada pieza ocupa su posición y tamaño con relación al resto de elementos que componen el producto. Los dibujos estarán acotados según norma. Las piezas que componen el producto serán numeradas para su identificación. La numeración de las piezas está sujeta también a normalización según UNE 1100. 1983 e ISO 128.



[Wikipedia \(GNU/GPL\)](#)

2. **Planos de fabricación y despiece.**

Representaremos en cada plano individualmente cada una de las piezas que componen el producto y que previamente fueron numeradas. Estarán acotados según norma y llevarán toda la información necesaria para su fabricación. Los planos de fabricación y despiece tienen que estar numerados.

3. **Planos de perspectiva explosiva.** Se representa el producto en perspectiva en una secuencia de montaje que nos permite visualizar que lugar ocupara cada pieza en el conjunto. Todas las piezas seguirán un mismo eje de perspectiva en su representación. Este tipo de planos facilitan el montaje y desmontaje del producto.

Autoevaluación

A la hora de elaborar un nuevo proyecto y con el objetivo de localizar el área que van a recorrer las tuberías, las vías de acceso a la misma, la existencia de acometidas, la ubicación de calzadas, aceras y aparcamientos ¿Qué tipo de planos serían los más indicados?

- ☐ Planos de situación e infraestructura.
- ☐ Planos de excavación e instalaciones.
- ☐ Planos de emplazamiento y general de la urbanización.

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

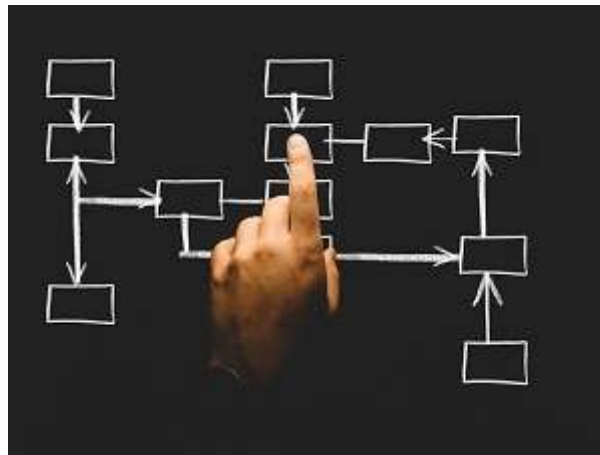
Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

7.- Organización del montaje de redes.

Caso práctico

Sara ha ido a la oficina técnica de la empresa a por cierta documentación. Cuando entra a la oficina ve a Fernando, al ingeniero, en frente de un diagrama bastante curioso. Aunque tiene un poco de vergüenza le pregunta a Fernando de que se trata y le explica que es un diagrama que le permite organizar los trabajos a realizar de una obra que prevén hacer pronto.



[Geralt](#) (CC BY-NC)

Fernando, aunque un poco serio, le explica amablemente que la planificación es una fase clave de su trabajo. Le dice que prever los recursos materiales y humanos que se van a necesitar, permite hacer una previsión de gastos y conocer el costo real de los trabajos a realizar. Además le comenta que para que el trabajo vaya lo más fluido posible y no se prolongue más de lo necesario es importante también conocer los tiempos y recursos necesarios de cada fase de trabajo. Fernando le propone a Sara que prepare una propuesta de diagrama Gantt de planificación de tiempos para la semana que viene, para que se vaya familiarizando con los procesos de trabajo. Sara acepta encantada el reto.

7.1.- Planes de trabajo.

La organización de una obra queda definida por el plan de trabajo, el cual sufre revisiones y modificaciones durante el proceso de ejecución del montaje de la red, al objeto de cumplir los objetivos previamente fijados.

La organización de una obra consiste es un proceso que sirve para:

- Definir.
- Coordinar.
- Determinar.

El orden de las etapas que tienen lugar en el montaje de una red de distribución. De esta manera se consigue:

- Un eficiente uso de los equipos.
- Un ahorro económico en los recursos.
- Eliminar diversificaciones que no son necesarias.

El programa, debidamente controlado, permitirá:

- Conocer que actividad del montaje no se está utilizando en los plazos.
- Poder tomar decisiones cuando la situación lo requiera.
- Mostrar un orden y disciplina de trabajo.

Para organizar el montaje de una red de distribución de abastecimiento de agua o de saneamiento, hay que tener en cuenta los requisitos de montaje, ya que estos pueden estar expresamente indicados en el proyecto, o bien, en el pliego de condiciones, normas u otros documentos.

Todo lo que no esté referenciado ni especificado, estará sometido a las normas de la buena práctica y a los procedimientos de montaje, de supervisión y de control de calidad del propio instalador.

El proceso global de montaje de una red de distribución de abastecimiento de agua y de saneamiento conlleva, de manera general, las siguientes tres etapas:

- **Etapla 1:** Montaje de todos y cada uno de los elementos que componen la red, así como el conexionado de estos.
- **Etapla 2:** Pruebas de todos y cada uno de los elementos que componen la instalación.
- **Etapla 3:** Prueba de la instalación y puesta en marcha definitiva.

Tras la fase de replanteo y marcado de la ubicación de tuberías y elementos como las arquetas, es cuando comienza la etapa 1. Dicha etapa se compone, por lo general, de las siguientes fases, lo cual genera un plan de trabajo:

- Construcción de las zanjas.
- Montaje de elementos.
- Tapado de la zanja.

Para saber más

7.2.- Gestión de recursos.

Se deben tener claro los recursos necesario para la realización del trabajo, no solo materiales sino que humanos también.

Es indispensable saber primero los trabajos que se han de realizar y las fases que componen cada uno de ellos, para poder hacer una estimación lo más precisa posible de los recursos necesarios. También debemos saber las características del entorno donde se van a realizar los trabajos, así como las características del terreno y suministradores cercanos de material. De estos factores dependerá también la elección de recursos.

La cantidad de recursos debe ser la justa para poder llevar a cabo los trabajos con todas las garantías de calidad en menor tiempo posible. Por eso por cada fase de trabajo debemos hacer un listado de recursos materiales y humanos. Tanto los recursos materiales y humanos deberán cumplir con las especificaciones del proyecto, pliego de condiciones o normas.

Para la gestión de recursos se tendrá en cuenta procesos que puedan necesitar mismos recursos para realizarlos de manera simultánea o uno detrás de otros. De esta manera se evitará largos acopios de materiales, alquileres de maquinaria más largos de los necesarios u operarios sin trabajo específico a realizar.

Para saber más

¿Cuál es el mejor software ERP para construcción?

En el mercado existen diferentes opciones y probablemente cada vendedor intente convencerte de que la suya es la mejor. Aunque no tengas conocimientos específicos acerca de esta herramienta, es bueno disponer de información antes de elegir.

- El consejo general es que busques un software ERP para **constructoras**, es decir, específicamente creado para este sector.
- El primer paso es **identificar las necesidades de tu empresa**. Existen ERP para construcción con diversas funcionalidades. Si no son necesarias para tu sistema de gestión, encarecerán la compra y complicarán el funcionamiento.
- La compra de un software supone inversión. Y para que realmente sea una inversión rentable, tiene que servir para un tiempo razonable. Por lo tanto, otro aspecto fundamental que hay que tener en cuenta es **la flexibilidad** del ERP. Un ERP flexible **permitirá su adaptación a los cambios y evoluciones de la empresa**. Es cuestión de atender las necesidades actuales y anticipar las futuras.
- Una herramienta tiene que facilitar el trabajo, no complicarlo. Por lo tanto, es bueno **asegurarse de que el personal** que atenderá esa tarea **pueda operar sin problemas**.

- Es conveniente asegurarse **servicio técnico y de soporte y asesoramiento** de la empresa que provee el ERP.

Ejemplo de plan de trabajo.

A large, empty rectangular box with a thin, light gray border. It occupies the central portion of the slide, below the title and above the footer. The box is intended for a user to draw or paste a work plan.

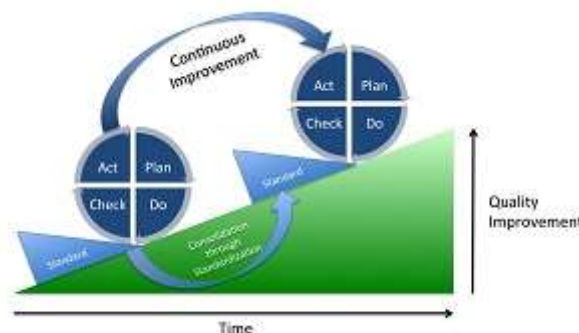
7.3.- Control de tiempo.

Tras identificar las actividades que integran la planificación, el siguiente paso es determinar la duración de cada una.

De estas duraciones depende el plazo de la obra y la fecha de los hitos intermedios. Las duraciones mal asignadas pueden corromper la planificación, lo que la haría inviable o sin utilidad práctica para los responsables de la obra.

Sin embargo, y por analítico y riguroso que sea el planificador, la duración es siempre una estimación y, por tanto, está sujeta a un margen de error que puede ser menor para actividades repetitivas, habituales y conocidas, o mayor para nuevas unidades de obra, en las que no se dispone de datos históricos de referencia.

Como resultado de esta incertidumbre, además de planificar (el cuadrante P del ciclo PDCA), también hay que controlar (cuadrante C) para analizar las diferencias y ajustar el cronograma a lo que queda del proyecto.



[Johanne Vietze \(CC BY-SA\)](#)

El valor real de la planificación y la confianza que merece residen principalmente en dos parámetros: la duración y la lógica (la interdependencia entre las actividades). Estos elementos son la base para el cálculo de la red y generarán los siguientes resultados:

- Plazo total del proyecto.
- Fechas de inicio y final de cada actividad.
- Identificación de actividades cuya ejecución debe suceder necesariamente en la fecha calculada para no demorar los proyectos (actividades críticas).
- Holguras de actividades no críticas.
- Margen de las actividades para desplazarse en el tiempo y minimizar los conflictos entre los recursos (nivelación de recursos).
- Identificación de las actividades más adecuadas para comprimir la duración, a fin de reducir el tiempo total del proyecto (aceleración).

Un método para la organización muy efectiva y utilizada es el diagrama de Gantt.

Para saber más

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

[Bilbao & Bejarano Arquitectos](#), *Diagrama de Gantt* ([Licencia estándar de Youtube](#))

7.4.- Control de stocks.

La capacidad de estocaje es la capacidad de una empresa de acumular materiales que se necesita de manera habitual. Para poder realizar esto, se necesita espacio de almacenamiento y liquidez monetaria.

En cierto momentos puede ser atractiva la idea de hacer un gran pedido de algún material que se utiliza de manera habitual, ya que así se evita hacer pedidos de manera continuada y a veces se pueden conseguir mejores precios por volumen de compra. Pero hay que tener en cuenta si tenemos espacio suficiente para almacenar el material de manera correcta y no se deteriore. Además esta forma de compra requiere un desembolso inicial que no se recupera en corto plazo, ya que el material no se instala de manera inmediata.

Para evitar el deterioro del material o retornos monetarios a largo plazo, se debe conocer con minuciosidad la rotación que tienen los materiales para poder hacer un uso eficiente del stock.

Podemos diferenciar tres métodos para gestionar el stock:

- **Stock mínimo o de seguridad:** son las unidades requeridas de un producto determinado que nos permiten cumplir con los objetivos. Es decir, las existencias de un artículo que deben estar en nuestro almacén para ofrecer un servicio óptimo y de calidad al cliente.
Mediante este método se suele almacenar lo mínimo posible, por lo que no se requiere mucho espacio ni inversión. El problema puede venir si tenemos un consumo fuera de lo previsto y gastamos en algún trabajo más de lo esperado dejando a otros procesos o trabajos sin ese recurso.
- **Stock máximo:** cumple la misma función que el stock mínimo pero a la inversa. Es la cantidad máxima que podemos almacenar y que los costes de almacenaje permiten. En este método necesitamos mucho espacio e inversión inicial, corriendo más riesgos de deterioro o de retorno.
- **Stock de ciclo:** son las existencias necesarias para cumplir la demanda normal de los clientes. En este método se hace el pedido según las previsiones de uso de un material en un periodo más largo que el método de stock mínimo, de tal manera que el estocaje es mayor aunque no excesivo y da margen de maniobra si tenemos un consumo desmesurado, sobre todo en el principio de ciclo.

7.5.- Selección de equipos y elementos para el montaje.

Para la selección de los equipos y elementos para el montaje se debe conocer el proyecto en profundidad. Éste nos indicará las características de resultado a obtener, por lo que se podrá determinar el tipo de trabajo y sus características y por tanto las características de los recursos. En esta fase también nos ayudará conocer las diferentes normativas de aplicación y normas de buena práctica.

Para los trabajos que requieran cualificación nos cercioraremos que los operarios cumplan con los requisitos. En cuanto al material y maquinaria, además de ser los adecuado para la realización de cada proceso en particular, deben de estar en buen estado y cumplir con la normativa de prevención de riesgo laborales.

Autoevaluación

¿Cómo hay que hacer la selección de equipos y elementos?

- ☐ Siempre elegiremos el producto más caro del mercado.
- ☐ Elegiremos la opción que la empresa pueda afrontar.
- ☐ Elegiremos la opción más económica dentro de las opciones que cumplen las exigencias del proyecto y normativa.

Que un producto sea el más caro no nos garantiza que sea el que mejor se adapta a nuestras necesidades o que cumpla con las exigencias requeridas.

Obviamente no podremos elegir opciones que la empresa no pueda afrontar económicamente, pero siempre deberemos contar con equipos que cumplan las exigencias para llevar a cabo el trabajo.

Opción correcta

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

8.- Calidad en el montaje de redes.

Caso práctico

Esta mañana el gerente de la empresa ha llamado a Sara a su despacho. Después de interesarse por su experiencia con el nuevo grupo de trabajo y de mostrarse muy satisfecho por sus progresos, le ha anunciado que al término de la obra en la que están trabajando, Sara tendrá que ayudar a Fernando, el ingeniero de la empresa, a elaborar un informe sobre las labores realizadas. El gerente le ha explicado que este informe forma parte importante del control de calidad en todos los procesos, y le ha recordado que la calidad es uno de los pilares fundamentales de la política de la empresa.



[Pixabay](#) (CC BY)

A la salida de la reunión con el gerente Sara ha tenido una breve conversación con su compañero Andrés de camino hacia la obra.

Este le ha vuelto a subrayar la importancia del control de calidad en el montaje de la instalación y le ha dado una recomendación: "Sería bueno que revisaras todos nuestros *check list* para familiarizarte con el sistema y, sobre todo, repasa el manual de procedimientos; ahí encontrarás toda la información que necesitas".

Sara decide que en cuanto disponga de un momento se pondrá en contacto con Fernando y le pedirá que le facilite toda la información que necesita para, en coordinación con él, empezar a trabajar en el informe. No le cabe duda de que la calidad en su trabajo es esencial, así que hará todo lo que esté en su mano para mantener en todos los procesos los estándares de la empresa.

8.1.- Documentación técnica de la calidad.

Durante la ejecución y montaje de una red de distribución de agua, el director de obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo; supervisará los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y ubicación de todos los elementos y de las instalaciones. De la misma manera, deberá llevar a cabo las comprobaciones pertinentes para asegurar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buenas prácticas y las instrucciones de la dirección del proyecto.

En la recepción de la obra se tendrán en cuenta las certificaciones de conformidad de los agentes que intervengan, así como las verificaciones que, durante la fase de montaje, hayan realizado las entidades de control de calidad. También se deberá comprobar que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas.

Finalmente, a lo largo de todo el proceso, se deben generar una serie de documentos que dejen constancia de lo realizado y que se incorporarán a la memoria final, al objeto de cumplir las especificaciones de técnicas de calidad. Dichos documentos son:

- **Acta de replanteo:** dicho documento recoge la conformidad del instalador con el proyecto de ejecución.
- **Actas de visitas y de dirección de obra:** dichas actas recogen las ampliaciones y modificaciones del proyecto, los problemas surgidos durante el montaje, soluciones adoptadas, etc.
- **Certificados y actas de las pruebas** realizadas: estos documentos recogen los resultados de las pruebas realizadas.
- **Acta de recepción provisional:** documento en que se deja constancia del estado de terminación de las obras.

Como complemento a lo anterior, los técnicos de calidad, que son el personal encargado de que se cumplan las especificaciones de calidad en el montaje de la red de distribución, tras realizar las visitas técnicas estipuladas para llevar un control de la calidad del montaje, deben elaborar un informe o parte de control en el que se indiquen:

- Tipo de operaciones de montaje que se han realizado.
- Objetivo de la operación (bombas, tuberías, etc).
- Periodicidad.
- Descripción de los trabajos realizados, de forma detallada.
- Observaciones.
- Fecha.
- Firma del técnico.
- Fecha de la próxima visita.
- Recomendaciones de interés.

Para saber más

El sistema de gestión de la calidad de aplicación en montaje de redes de distribución de agua sigue los principios establecidos en las normas:

- UNE-EN ISO 9000 a ISO 9004: De gestión y aseguramiento de la calidad.

- UNE-EN ISO 10001: De gestión de la calidad y satisfacción del cliente.
- UNE-EN ISO 8402: De definición de términos relacionados con la calidad (complementarias de las ISO 9000).

Autoevaluación

A lo largo del proceso de montaje de una red de abastecimiento de agua, por necesidades constructivas se han tenido que modificar tanto la profundidad como los materiales de relleno de varios tramos de zanjas. ¿En qué documento deberíamos hacer constar estos cambios?

- ☐ En el acta de replanteo.
- ☐ En las actas de visitas y de dirección de obra.
- ☐ En el acta de recepción provisional.

Incorrecto

Opción correcta

Incorrecto

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto

8.2.- Manual de procedimientos.

Mediante el manual de procedimientos se pueden sintetizar de forma clara y concreta los procesos operativos en el montaje de una red de distribución de agua en cuestión de calidad. En dicho manual, se reflejan de un modo bastante detallado las formas de actuar en los distintos procedimientos o métodos de montaje de diferentes partes de la red de distribución.

El manual de procedimientos forma parte del plan de calidad, en el que se desarrollan los procedimientos de construcción y montaje necesarios para el desarrollo de las actividades de la ejecución de un proyecto de redes de distribución.

Debes conocer

El manual de procedimientos está **abierto** y sujeto a modificaciones **durante la ejecución** de la obra, debido a posibles cambios en diseño, organización, procesos de ejecución, especificaciones, procedimientos, etc.

Los procesos necesarios para la gestión de la calidad, no solo se refieren al montaje de la red de distribución, si no que abarcan otros campos que se identifican a continuación:

- Programación y planificación de actividades.
- Presupuesto.
- Programación de compra de suministros.
- Gestión del diseño de los diferentes proyectos.
- Proceso de fabricación de los distintos productos.
- Logística de materiales.
- Control de calidad de materiales y equipos.
- Gestión de entrega de materiales y equipos.
- Prevención de riesgo laborales y del medioambiente.
- Sistemas de calidad en la organización.
- Facturación y cobro.

Haciendo referencia al montaje de redes de distribución de agua, los procedimientos son los documentos en los cuales se describe cómo deben realizarse las distintas tareas implicadas en el montaje, el momento en el que se tienen que hacer, dónde se van a realizar y cuál es el personal que ha de realizarlas, estando estructurados de la siguiente manera:

- Objeto.
- Alcance.
- Responsabilidades.
- Método operativo.
- Materiales y medios a utilizar.
- Normas y documentación.
- Requisitos previos.
- Control de calidad.

8.3.- Control de calidad.

El control de la calidad es una estrategia para asegurar el cuidado y mejora continua en la calidad ofrecida. Establecer un control de calidad significa ofrecer y satisfacer a los usuarios al máximo, para ello el control de calidad suele aplicarse a todos los procesos desde el diseño y dimensionado de la instalación hasta la entrega de la obra.

Los pasos a seguir en un control de calidad con rigor y garantías son:

- **Examen visual:** Una vez recibidos los materiales (tubos, piezas especiales, llaves, etc) y previamente a su instalación, estos deben ser sometidos a un examen visual a fin de comprobar que no presentan deterioros producidos durante el transporte. Aquellos elementos que no superen este examen visual deberán de ser rechazados.
- **Comprobaciones dimensionales:** Deben realizarse siempre que se hayan manipulado los tubos o las piezas especiales.
- **Ensayo de los revestimientos:** Generalmente en estas instalaciones no suelen aplicarse revestimientos, salvo circunstancias especiales. Cuando en los tubos se apliquen revestimientos en obra, deben realizarse los ensayos de control de calidad que indique el respectivo proyecto.
- **Control de calidad de los rellenos de las zanjas y de las camas de apoyo:** El proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, fijará los ensayos de control de calidad que deban realizarse en los rellenos de las zanjas y en las camas de apoyo. Este ensayo se suele realizar por lotes. Se considera como lote el menor de varios valores (producción diaria, relleno correspondiente a 200 metros de zanja o volumen correspondiente a cada cambio de material de relleno). Los ensayos recomendados a realizar en los rellenos de las zanjas, aleatoriamente distribuidos en la longitud y en las diferentes tongadas de cada lote, son, en general, los siguientes:
 - 2 identificaciones completas, comprendiendo:
 - Límites de líquido y plástico, según NLT 105/72 y NLT 106/72.
 - Granulometría, según norma NLT 104/72.
 - Proctor Normal, según norma NLT 107/76.
 - Análisis de sulfatos, en tubos de hormigón, según NLT 119/72 y NLT 120/72.
 - 6 ensayos de densidad. Habitualmente por métodos nucleares, según la norma NLT 109/72.
 - 6 ensayos de humedad. Frecuentemente por métodos nucleares, según las normas NLT 102/72 y NLT 103/72 respectivamente.
 - En el caso de camas granulares 2 identificaciones completas, de acuerdo a lo indicado en el punto anterior.
 - En el caso de camas granulares 2 o 3 ensayos de densidad in situ por el método de la arena, según lo indicado en la norma NLT 109/72.

Por último, en las camas de hormigón se recomienda realizar el control de calidad del hormigonado de las mismas de acuerdo a lo indicado en la “Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)”, según el nivel de control que exija el proyecto.

- **Control de calidad de los elementos complementarios de la red:** En los elementos complementarios de la red (macizos de anclaje, arquetas, cámaras de válvulas, pozos, etc.) debe realizarse, en primer lugar, un examen visual, para comprobar que su aspecto general es satisfactorio. Posteriormente, han de efectuarse las oportunas

comprobaciones dimensionales y demás especificaciones que figuren en el proyecto.

- **Prueba de la tubería instalada:** A medida que avance el montaje de la tubería, deben ejecutarse las oportunas pruebas para comprobar la estanqueidad y la filtración de la tubería instalada.

Para saber más

En la práctica, la aplicación del control de calidad a los procesos de montaje en instalaciones, nos lleva a la constatación de la necesidad de modificar y mejorar ciertos aspectos de la obra. En el siguiente vídeo podrás algunas situaciones reales sobre las que se debería actuar en aplicación del control de calidad. Todas ellas corresponden a instalaciones de saneamiento en edificios.

<https://www.youtube.com/embed/cvctpATJV9I>

Control de calidad en ejecución: instalación de Saneamiento.

8.4.- Informe sobre labores realizadas, anomalías e incidencias.

Es muy importante llevar a cabo el montaje de la red de distribución de agua con un nivel de calidad elevado y, en una fase posterior, documentarlo en un informe; ya que esto disminuirá el futuro coste de mantenimiento de la red, aumentando así el grado de satisfacción del cliente. Para llevar a cabo un montaje con calidad, es necesario hacerlo conforme a las especificaciones descritas en el proyecto, pliego de prescripciones técnicas, especificaciones de los fabricantes de los distintos equipos, exigencias y recomendaciones de la distinta normativa aplicable, etc.

En todo momento, durante el montaje se deberá prestar especial atención a lo que se establezca en el pliego de prescripciones técnicas, ya que es una parte fundamental del proyecto técnico y en él se establecen las cantidades y cualidades de los equipos y materiales a utilizar en la red de distribución. Además, se recogen también los procedimientos requeridos, por lo que para llevar a cabo un montaje con calidad se deberá tener presente.

En el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, además de las cuestiones técnicas propiamente dichas, también se describen **condiciones generales y económicas** que debe cumplir el proyecto

Veamos a continuación cuáles son las cuestiones más importantes a reflejar en el informe sobre las labores realizadas: Los tres grupos principales de elementos a controlar se refieren a materiales empleados, a documentación generada y a las propias operaciones de montaje.

Control de calidad de materiales empleados en el montaje

Este tipo de control consiste en realizar una serie de comprobaciones, de los distintos elementos y componentes que forman parte de la red de abastecimiento como tuberías, arquetas, bombas, etc, para ver si se ajustan a las características definidas en el pliego de prescripciones técnicas.

La manera de realizar los controles de calidad a los distintos elementos que conforman la red de distribución es por muestreo, aceptando o no de esta manera lotes según el plan de control realizado. Este tipo de control se suele realizar al comenzar la obra.

Para saber más

Los **aparatos de tipo industrial**, deberán cumplir las siguientes **condiciones** funcionales y de calidad:

- Las fijadas en el pliego de condiciones técnicas.
- Las fijadas en los reglamentos y normas que les afecten.
- Las fijadas por las normas UNE.

Cuando lleguen a la obra materiales con certificado de origen industrial, la labor de control de calidad consistirá en comprobar que las características del material se ajustan al contenido de los certificados que los acompañan.

Todos los controles que se realicen a los distintos elementos que conforman la red de distribución, quedan registrados en una ficha de recepción que formará parte del dossier de documentación. Cada vez que un técnico se desplace a una obra para realizar una inspección, se efectuará un informe en el que se indicarán los controles de calidad realizados.

Control de calidad de la documentación de montaje

El montador deberá elaborar una documentación referente al montaje de la red de distribución, dicha documentación deberá ser revisada y aprobada por la dirección de la obra.

1. La documentación ha de constar, al menos, de los siguientes documentos:

- Una memoria de montaje que ha de incluir:
- Cálculo de las tolerancias de posición de cada componente.
- Descripción de los elementos de ayuda para el montaje.
- Definición de los tipos de uniones.
- Medios de protección de las soldaduras.
- Procedimientos de apriete de tuercas y tornillos.
- Comprobaciones de seguridad en el montaje.

2. Planos esquemáticos de las piezas y elementos de montaje:

- Medios de izado.
- Información sobre correcto manejo de piezas.
- Los apuntalados provisionales.

3. Un plan de puntos de inspección:

- Elementos a los que se les aplica la inspección.
- Tipo de inspección.
- Nivel de inspección.
- Medios de inspección.
- Decisiones derivadas de las inspecciones.

La dirección de obra, en función de estos documentos, podrá tomar la decisión de imponer las medidas correctoras necesarias durante el montaje de la red de abastecimiento y no al final de ella, cuando las últimas pruebas detecten dichas anomalías.

Calidad en las operaciones de montaje

Las labores que se han de realizar para obtener una calidad elevada en el montaje de una red de distribución de agua, consisten en efectuar las comprobaciones en cuestión de

calidad que sean necesarias en la ejecución de las unidades de obra, mediante visitas periódicas y de forma concisa y metódica.

La base de cumplimiento será:

- Normativa vigente de cada instalación.
- Pliego de condiciones técnicas del proyecto.
- Disposiciones y especificaciones técnicas de fabricantes.
- Condiciones de montaje para un mantenimiento optimizado.

Las comprobaciones que se deben hacer son las siguientes:

- Que los medios y técnicas empleados en cada proceso de montaje son los adecuados a la calidad prescrita.
- Que cada operación se efectúa en el orden y con las herramientas especificadas.
- Que el personal encargado de cada operación posee la cualificación idónea.
- Que se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento.

Cuando se realicen controles, se archivarán hojas de trabajo de cada inspección efectuada. En caso de detectar anomalías en el montaje, dichas fichas irán acompañadas de las correcciones necesarias. En la fase de ejecución de las instalaciones, como se ha comentado anteriormente, se procederá a comprobar la calidad del montaje y su adecuación a las especificaciones.

De forma general, las comprobaciones que se realizan durante la ejecución del montaje son las siguientes:

- Control dimensional de redes y canalizaciones.
- Características de los materiales empleados.
- Comprobación de los sistemas de aislamiento.
- Comprobación de los sistemas de protección.
- Replanteo y alineaciones de las instalaciones.
- Conexiones entre redes.
- Compatibilidad de los materiales.
- Comprobación general de la calidad del montaje.
- Comprobación de pruebas de estanquidad.

Si la dirección de obra lo solicitase, también se puede realizar un control de la programación de la obra, para velar por el cumplimiento de los plazos de ejecución.

En la documentación generada se incluirá como mínimo:

- Actividades con retraso o adelanto en inicio.
- Actividades con retraso o adelanto en final.
- Actividades del camino crítico.
- En caso de retraso, propuestas de recuperación en plazo.

También se incluirán tablas y gráficas para poder interpretar mejor y de forma visual toda la información proporcionada. Para ello, se disponen de una serie de herramientas como diagramas causa-efecto, hojas de inspección, gráficos de control, diagramas de flujo, histogramas, etc.

Una vez efectuado el montaje y tras la realización de las pruebas finales con resultados satisfactorios, tiene lugar el acto de recepción provisional de la red de distribución de agua potable, quedando el montaje terminado.

La documentación que debe entregar la empresa encargada del montaje de la red al director de obra debe ser la siguiente:

- Copia de los planos finales de la red.
- Memoria descriptiva de la red final.
- Relación de materiales empleados.
- Relación de equipos empleados.
- Manuales de instrucción y funcionamiento de equipos.
- Listado de repuestos recomendados.
- Certificado de la instalación firmado.
- Resultados de las pruebas realizadas.

Es importante que una vez comprobado el contenido de los documentos, tras su certificación y firma, el director de la obra, entregará la documentación al titular de la red de abastecimiento, quien lo presentará para su registro en el organismo competente.