

Puesta en servicio de redes e instalaciones de agua.

Caso práctico

Sara ha llegado hoy la primera al trabajo, está ansiosa por empezar. Ayer dieron por finalizada la instalación de abastecimiento en la que habían estado trabajando las dos últimas semanas. A partir de hoy, y durante dos o tres días se llevarán a cabo las pruebas previas y la puesta en marcha. Sara quedó muy satisfecha con el resultado final de la obra, pero es consciente de que las pruebas que tiene que superar son bastante exigentes. "Si en el montaje uno es escrupuloso y hace las cosas con rigor, lo normal es que las pruebas y la puesta en marcha sean un mero trámite", comentó ayer Andrés, "pero siempre cabe un margen de error, por eso son imprescindibles".



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

Sara empezará por hacer una inspección visual del conjunto con Andrés, mientras Fernando, otro compañero, monitoriza el interior de la red mediante una cámara robotizada de TV. Deberán comprobar uniones y soldaduras, ubicación y accionamiento de válvulas, etc. Si todo va bien, la última parte de la jornada la dedicarán a preparar las pruebas de presión. Su objetivo es dejar la instalación presurizada toda la noche para retomar las pruebas al día siguiente. Pero para eso todo tiene que haber ido bien. Sara confía en que así será.



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

[Aviso Legal](#)

1.- Operaciones previas a la puesta en servicio de redes de agua.

Caso práctico

Tras comprobar visualmente buena parte del entramado de tuberías, Sara y Andrés se han detenido en una soldadura que les hace sospechar la existencia de una pequeña fuga. Por la ubicación de la posible grieta, Andrés cree que hacer la comprobación mediante un líquido penetrante no va a resultar efectiva. Así pues, han decidido utilizar un chispómetro.



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

La prueba ha resultado positiva, hay una pequeña grieta. Inmediatamente Sara se ha puesto en contacto con otro compañero de su grupo para que acuda al lugar con un equipo de soldadura. La reparación será sencilla, no así la preparación ni el acabado. Deberán empezar por retirar la protección del tubo, una vez limpio aplicarán la soldadura; luego deberán enfriar, aplicar una imprimación y, pasada una hora podrán aplicar el protector, una resina epoxi. Todo el proceso, incluido el secado del protector, llevará en torno a las dos horas. Sara y Andrés se dedicarán a hacer otras comprobaciones mientras termina el proceso. Como bien dice Andrés: "en este tipo de pruebas hay que ser paciente y exhaustivo".

1.1.- Comprobación de las protecciones de tuberías y accesorios.

A continuación, se muestran los tipos de ensayos más comunes que se aplican a las redes de distribución de agua para asegurar la fiabilidad y la durabilidad de la red.

Líquidos penetrantes

El método de ensayo no destructivo por líquidos penetrantes sirve **para detectar discontinuidades** que se dan en la superficie de las tuberías o accesorios. Dichas discontinuidades pueden aparecer por una **fisura o daño** en la tubería, por una mala aplicación debido a la falta de homogeneidad de las imprimaciones, una soldadura deficiente entre accesorios y tubería o entre tuberías, etc. En este tipo de ensayo, se utiliza un líquido que al aplicarlo sobre la superficie del elemento que se quiere inspeccionar penetra por capilaridad entre las grietas que el elemento pueda presentar.

Tras la aplicación del penetrante y una vez eliminado el exceso de este de la superficie, el líquido contenido en la grieta puede ser observado mediante la aplicación de un revelador. El procedimiento es:

1. Localización de material con posibles grietas.
2. Aplicación del penetrante en el material.
3. Se elimina el exceso de penetrante.
4. Se aplica el revelador.

Existe una gran variedad en cuanto a los tipos de líquidos penetrantes, aunque solo hay dos métodos de ensayo:

- a. Ensayos con penetrantes **fluorescentes**.
- b. Ensayos con penetrantes **coloreados**.

Las características que debe reunir un penetrante ideal son las siguientes:

- Ser capaz de penetrar fácilmente en discontinuidades muy finas.
- No evaporarse o secarse demasiado rápido.
- Poder limpiar con facilidad la superficie sobre la que se ha aplicado.
- Que la operación de limpieza no elimine también el líquido retenido en las discontinuidades.
- Emerger rápidamente cuando se aplica el revelador.
- Tener un color o fluorescencia que contraste bien con el fondo.
- Conservar la fluorescencia o el color aún después de cierto tiempo.
- Ser químicamente inerte respecto al material sometido a ensayo.
- No tener olor intenso o desagradable.
- No ser inflamable.
- Ser estable en las condiciones de uso o almacenamiento.
- No ser tóxico.
- Ser económico.

Partículas magnéticas

Este tipo de ensayo no destructivo también se utiliza para **comprobar la calidad de las protecciones y accesorios** de una red de distribución de agua potable, ya que mediante su aplicación es posible detectar fisuras en elementos con propiedades magnéticas.

La sensibilidad de este método depende de las características que den las discontinuidades del material, como:

- Tamaño.
- Forma.
- Profundidad.
- Orientación.

La aplicación del ensayo consta de tres fases:

1. Magnetización de la pieza.
2. Aplicación de las partículas magnéticas.
3. Observación y anotación de la presencia de indicaciones.

Los factores que afectan a la formación de las indicaciones son:

- Dirección e intensidad del campo magnético.
- Forma y tamaño de la discontinuidad y orientación de la misma con respecto al campo magnético.
- Características de las partículas magnéticas y modo de aplicarlas.
- Características magnéticas de la pieza a ensayar.
- Forma y dimensiones de la pieza, que afectarán a la distribución del campo magnético.
- Estado de la superficie de la pieza, que afectará a la nitidez de las indicaciones.

Ultrasonidos y rigidez dieléctrica



[Wikipedia](#) (CC0)

La técnica de comprobación o inspección de los elementos de una red de distribución de agua potable mediante **ultrasonidos** se basa en aportar vibraciones de baja energía y alta frecuencia al interior del elemento que se pretende comprobar. El elemento a inspeccionar es capaz de alterar o modificar las vibraciones, de tal modo, que es posible identificar y detectar posibles discontinuidades que aparezcan.

El recubrimiento aislante de las tuberías, como puede ser el polipropileno, también necesita ser inspeccionado para asegurar que no ha sufrido daños durante el transporte o la colocación en zanja. En este caso es habitual utilizar la técnica de detección mediante **rigidez dieléctrica**. Gracias a la detección de los daños, se consigue que no disminuya la vida útil de la tubería por posibles problemas de corrosión.

El dispositivo empleado para detectar la porosidad de las protecciones aislantes recibe el nombre chispómetro. este aparato está consta de las siguientes partes:

- Batería.
- Transformador.
- Toma de tierra.
- Mango acabado en una serie de fibras metálicas conductoras.
- Selector de voltaje.

Cuando se pasan las fibras del detector por una zona en la que existe un defecto, se produce una conducción eléctrica entre estas y el metal, emitiendo un pitido el detector.

1.2.- Inspección visual de redes e instalaciones de agua.

Para conseguir redes de agua que posean una alta **fiabilidad y durabilidad**, es necesario que las distintas operaciones del montaje de una red de agua se ciñan a una serie de normativas, nacionales o internacionales, que aseguran un alto nivel de calidad en la realización de este tipo de trabajos.

Por desgracia, en muchos casos no se tienen en cuenta los aspectos fundamentales que aparecen en las distintas **normativas relacionadas con la calidad** durante la realización, comprobación y verificación de los trabajos, debido a que las empresas pretenden de esta forma ahorrar en tiempo y esfuerzo del personal de obra, obteniendo por ello un importante ahorro económico.

Por este motivo, surge la figura del inspector de calidad, que se encarga de la supervisión y comprobación de los requisitos de calidad, certifica que los trabajos de montaje de la red de agua se han realizado de forma correcta, que los materiales utilizados y accesorios de la red de distribución de agua cumplen fielmente lo especificado en normas y procedimientos, etc.

Para comprobar las protecciones de las tuberías, así como los accesorios, soldaduras, etc., se suelen emplear **técnicas no destructivas**. Un ensayo no destructivo (ENED) es un tipo de prueba que se practica a un tipo de elemento o material, de tal forma que las propiedades (físicas, químicas, mecánicas o dimensionales) de este no se ven alteradas de forma permanente. Este tipo de ensayos se realiza por tramos de tubería y en el momento en el que la tubería se encuentra instalada en la zanja, antes de que se ejecuten las labores de rellenado de la misma.

La inspección visual es considerada como el ensayo no destructivo por excelencia, ya que no produce daño en los materiales como válvulas, tuberías, bridas, etc. La inspección visual ha de ser aplicada por una persona técnica y experimentada, ya que no es suficiente con mirar, sino que hay que interpretar lo que se está observando. Este tipo de inspección posee las siguientes características:

- Identifica materiales que incumplen su especificación.
- Facilita la corrección de defectos durante el proceso de montaje.
- Reduce la necesidad de tener que realizar ensayos posteriores.
- Es un método sencillo de comprobación.
- Es fácil de aplicar.
- Es rápido de ejecutar.
- Es un ensayo económico.

Según la norma UNE-EN 13018/2001, la inspección directa solo deberá abordarse si el ojo del inspector puede situarse a una distancia no superior a 60 cm y siempre que el ángulo bajo el que se inspecciona la zona sea mayor o igual a 30°.



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

Parece pobre, desde el punto de vista técnico, que la inspección visual se base solamente en la observación, pero es una apariencia, ya que este tipo de comprobación no destructiva va **acompañada de medios ópticos** como: lupas, espejos, fibra óptica, microscopio, células, captadores fotoeléctricos, técnicas de endoscopia, etc.

Mediante este tipo de ensayos se pueden realizar las comprobaciones de soldadura, uniones bridadas, fisuras en tuberías, calidad de la aplicación de imprimaciones, etc.

Autoevaluación

Cuál de la siguientes afirmaciones respecto a la inspección visual en redes de agua es correcta:

- ☐ La inspección visual es un método informal de comprobación del buen estado de la instalación y, como tal, no es necesario que sea llevado a cabo por personal cualificado.
- ☐ En ciertas ocasiones la inspección visual conlleva la intervención y modificación de partes de la instalación defectuosas, por ello no puede considerarse una técnica de comprobación no destructiva.
- ☐ La inspección directa solo será posible si el ojo del inspector puede situarse a una distancia no superior a 30 cm y siempre que el ángulo bajo el que se inspecciona la zona sea mayor o igual a 60°.
- ☐ Ninguna de las otras respuestas es correcta.

Incorrecto

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

1. Incorrecto

2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

1.3.- Inspección con cámara de redes.

La red de saneamiento de nuestras poblaciones es una infraestructura de gran importancia puesto que es la herramienta principal para la gestión de las aguas residuales, pluviales e industriales.

Para realizar una correcta gestión, primeramente, es necesario tener un buen conocimiento de la red de saneamiento, para posteriormente realizar las acciones preventivas y correctivas necesarias que permitan mantener la funcionalidad esperada de la red.

Aunque existen varias maneras de realizar una correcta inspección, la técnica que permite realizar esta tarea de la manera más exhaustiva y minuciosa es el uso de cámaras de inspección de tuberías, que nos permite conocer el estado exacto de la red de saneamiento. Estas inspecciones de las tuberías con cámara nos aportan información vital para gestionar correctamente la infraestructura y el mantenimiento de la red.

Tipologías de Cámaras de inspección de tuberías

La inspección de tuberías se realiza mediante diferentes tipologías de cámaras de TV, en función de los accesos, diámetros y longitudes de los tramos. En este sentido, existen dos clases fundamentales de cámaras de TV para la inspección de tuberías:

1. Cámaras de inspección de tuberías robotizadas
2. Cámaras de inspección de tuberías no robotizadas

Mediante las cámaras de inspección de tuberías podemos detectar diferentes patologías, debidas a diferentes causas. Entre ellas destacamos:

- Edad de la tubería
- Uso de la tubería
- Falta de mantenimiento
- Movimientos del terreno
- Acciones antrópicas externas
- Otras

Patologías presentes

Las patologías más comunes presentes en las tuberías pueden llegar a ser muy diferentes, pero existen varias que se repiten de forma general:

- a. Roturas internas de las tuberías
- b. Obturaciones debidas a la presencia de raíces e incrustaciones, tanto orgánicas como minerales
- c. Colapsos en superficie
- d. Juntas abiertas
- e. Filtraciones en el suelo

Todas estas patologías producen afectaciones ambientales y una pérdida de la capacidad hidráulica de la tubería.

En definitiva, la cámara de inspección de tuberías es un instrumento básico y necesario para conocer el estado de la red de saneamiento tanto urbana como industrial. Esta información nos permitirá gestionar correctamente estas infraestructuras y alargar por tanto su vida útil manteniendo su funcionalidad.

Tipos de cámaras según diámetros de tubería

Los avances tecnológicos han posibilitado la inspección de tuberías con cámara de circuito cerrado de TV (CCTV) en conducciones cada vez más pequeñas. Así, mediante la introducción de una pequeña cámara teledirigida con ruedas, se procede a la inspección de tuberías monitorizada por TV a cargo de un técnico especializado y por la que se comprueban los fallos, roturas y obstrucciones.



[Flickr \(CC BY\)](#)

De esta forma, se sabe hasta qué punto la estructura está afectada y si se hallamos ante una rotura total o parcial. En caso de atascos, se conoce el punto exacto de la avería y, con ello, se ahorra en tiempo y dinero para poder llevar a cabo la reparación en el lugar exacto en el que se ha producido el incidente.

- El tipo de diámetro de tubería más pequeño con el que se suele trabajar en este sector innovador suele ser de 70 mm. Hasta 250 mm (lo que se conoce como diámetro medio. el más habitual y cómodo para trabajar), se utilizarán cámaras de empuje manual, con cables que permiten una rigidez y extensión importantes, lo que facilita la manipulación de la cámara. Es posible, además, en este diámetro, utilizar una guía en el cabezal, lo que permite moverla por giros y codos.
- Los tamaños grandes de tuberías (desde 250 hasta 1.500 mm), sin embargo, facilitan, en parte, la labor de guiado de la cámara, ya que, por su gran capacidad, permiten el paso por los giros y codos sin ningún tipo de problema, hasta llegar al punto clave del problema a solucionar. Sin embargo, se requiere, en este caso, una gran cantidad de luz y calidad de imagen muy superior a la de los diámetros pequeños. Ello nos lleva al guiado por control remoto y a elegir cámaras de inspección de tuberías TV con mejor definición. Unos tractores se encargarán tanto de transportarlas como de elevarlas, lo que permite, por tanto, una conducción digital absoluta.

Autoevaluación

Dado que la inspección mediante cámara de televisión de una red de abastecimiento de agua o de saneamiento permite una visión de conjunto en tiempo real, y que posteriormente se puede hacer una revisión de lo registrado; no siempre es imprescindible poseer un conocimiento exhaustivo del entramado de tuberías de nuestro sistema.

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

1.4.- Pruebas de estanqueidad y presión.

Los procedimientos para la realización de la prueba de presión que precede a la puesta en servicio de redes de abastecimiento de agua y de saneamiento, vienen detallados en las siguientes normas:

1. Tuberías a presión:
 - a. Tuberías de abastecimiento de agua: Pliego MOPU 1974: “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua (O.M. 28 de julio de 1974)”
 - b. UNE-EN 805:2000 Abastecimiento de agua. Especificaciones para las redes exteriores a los edificios y sus componentes.
2. Tuberías que no trabajarán con presión:
 - a. Tuberías de saneamiento de agua: “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones. (O.M. 15 de septiembre de 1986)”.
 - b. UNE-EN 1610:1998: Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento. Air Test Method (Método aire UNE-EN 1610).

Para saber más

Según el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua, el contratista proporcionará **todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas**, así como el personal necesario; la Administración podrá suministrar los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente, o comprobar los suministrados por el contratista.

Prueba de presión

A continuación, se describirá la manera de realizar la prueba de presión interior en redes de abastecimiento de agua en base a lo establecido en el “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua”. El procedimiento, punto por punto, se describe a continuación.

1. Las pruebas de presión interna se irán realizando **por tramos de longitud fijados previamente** según avance el montaje de la tubería. Es recomendable que los tramos tengan una longitud aproximada de 500 m. Según el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua, en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más bajo y el punto de rasante más alto no excederá del diez por ciento (10%) de la presión de prueba establecida en el punto 6.
2. Cuando se vaya a realizar la prueba, todos los **accesorios** que lleve el tramo de conducción que se someterá a presión deben estar colocados **en su posición**

definitiva. Por otra parte, la zanja debe estar parcialmente rellena, las tuberías deben apoyarse sobre el encamado y las juntas de las conducciones deben estar al descubierto.

3. La prueba comienza con el llenado de agua de forma lenta del tramo de conducción. Mientras se realiza el llenado, los elementos y accesorios de la conducción que tengan salida de aire han de estar abiertos. Posteriormente, se comprueba que **no existe aire en la conducción** y se cierran los elementos y accesorios de abajo hacia arriba. Siempre y cuando sea posible, se hará entrar el aire por la parte baja, ya que si se realiza así se facilita la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. Para la expulsión de todo el aire de la tubería se coloca en el punto más elevado del tramo un grifo para purgar el aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en la forma debida.
4. La **bomba** que se utiliza para la realización de la prueba de presión interna puede ser de tipo **manual o mecánica**, siempre y cuando disponga de las llaves de descarga y otros elementos que sirvan para controlar el aumento de presión. La bomba se colocará en el punto más bajo del tramo objeto de la prueba y deberá tener dos manómetros.
5. Los **extremos del tramo** de conducción sometido a prueba han de estar **cerrados** de forma conveniente mediante el uso de unas piezas especiales que se apuntalarán para evitar posibles fugas de agua y deslizamiento de dichas piezas. Las piezas han de ser fácilmente desmontables, para poder continuar el montaje de la tubería. Según el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua: "[...] Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentren bien abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales... deberán estar anclados y sus fábricas con la resistencia debida".
6. Según el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua, la presión interior de prueba en zanja de la tubería será tal que se alcance en el punto más bajo del tramo en prueba **1,4 veces la presión máxima** de trabajo en el punto de más presión. La presión se hará subir lentamente de forma que el incremento de la misma no supere 1 kg por centímetro cuadrado y minuto.
7. **Cuando se obtiene la presión**, el ensayo se para durante **30 minutos** y se considerará un éxito si durante ese tiempo el manómetro no señala un descenso mayor a la raíz cuadrada de P quintos (donde P es la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado). Si el manómetro sufre un descenso mayor del límite especificado anteriormente, se deben inspeccionar de forma visual las juntas o accesorios que tengan pérdidas de agua. Una vez localizadas las fugas, el siguiente paso es corregir el defecto. La prueba se repetirá hasta que la presión del manómetro no sea inferior a la presión indicada.
8. En situaciones en las que no se puede realizar el llenado de los tramos para realizar la prueba de presión interior debido a una escasez de agua u otras causas, el contratista **puede proponer otro sistema** para la realización de la prueba, este se llevará a cabo siempre que el nuevo ensayo presente garantías de éxito.

Según el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua, en el caso de tuberías de hormigón y de cemento, previamente a la prueba de presión se tendrá la tubería llena de agua, al menos, 24 horas.

Prueba de estanqueidad

Según el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua (Artículo 11.3): "La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de la prueba".

Asimismo, el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua establece en el mismo artículo que: "La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire".

La duración de la prueba de estanqueidad tiene un tiempo de **duración de 2 horas** y la pérdida ha de ser inferior al valor dado por la siguiente ecuación:

$$V = K \cdot D \cdot L$$

Siendo:

- V = pérdida total en la prueba, en litros.
- L = longitud del tramo objeto de la prueba, en metros.
- D = diámetro interior, en metros.
- K = coeficiente dependiente del material.

A continuación, se presenta una tabla con los distintos valores del coeficiente K dependiendo del material de la tubería.

Material	K
Hormigón en masa	1,00
Hormigón armado con o sin camisa	0,40
Hormigón pretensado	0,25
Fibrocemento	0,35
Fundición	0,30
Acero	0,35
Plástico	0,35

En la primera puesta en carga, se suelen dar los siguientes fenómenos más comunes de adaptación:

- Movimientos de **recolocación** en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos.
- **Expulsión del aire** de las uniones en la conducción.
- **Saturación** de la tubería, en tuberías de hormigón, ya que el material es absorbente.
- **Deformación** de la tubería, sobre todo aquellas que sean flexibles.

1.5.- Pruebas de resistencia mecánica de tuberías.

Las pruebas mecánicas a que se deben someter los tubos utilizados en redes de agua a presión, según el "Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua", son las siguientes:

Ensayos mecánicos para tubos de cemento, plástico y hormigón

1. Pruebas de **flexión transversal**: Estas pruebas se ejecutan sobre tubos de cemento, de plástico y de hormigón. La prueba para el cemento y el plástico se efectúa sobre un trozo de tubo de veinte centímetros de longitud. El tubo de cemento habrá estado sumergido en agua durante 48 horas. Se coloca el tubo probeta entre los platillos de la prensa, interponiendo entre éstos y las generatrices de apoyo del tubo una chapa de fieltro o plancha de fibra de madera blanda de 1 a 2 centímetros de espesor. La carga en la prensa se aumenta progresivamente de modo que la tensión calculada para el tubo vaya creciendo a razón de 40 a 60 kilogramos por centímetro cuadrado y segundo, hasta llegar a la rotura de la probeta. Para los tubos de hormigón, el ensayo se realiza sobre un tubo completo. El tubo elegido para la prueba se coloca apoyado sobre dos reglas de madera separadas una doceava parte del diámetro exterior y como mínimo 25 milímetros.
2. Prueba de **flexión longitudinal**: Esta prueba se hace en los tubos de cemento y de hormigón. Para el hormigón se emplean tubos enteros y para el cemento pueden emplearse o tubos completos o trozos de tubos de longitud suficiente. La probeta elegida para la prueba se coloca sobre dos apoyos. Se carga en el centro de la distancia entre apoyos. Entre los apoyos, el cojinete y el tubo se interponen tiras de fieltro o planchas de fibra de madera blanda de 1 a 2 centímetros de espesor. La carga aplicada se aumenta progresivamente, de modo que la tensión calculada para el tubo vaya creciendo a razón de 8 a 12 kilogramos por centímetro cuadrado y segundo hasta alcanzar el valor que provoca la rotura.

En el siguiente vídeo de la firma [Molecor](#), se muestran algunas pruebas de resistencia mecánica realizadas sobre tubería de PVC-O.

<https://www.youtube.com/embed/5z-vaPgSRDk?start=9>

Ensayos mecánicos para tubos de fundición

1. **Tensión de rotura a flexión**: Este ensayo se hace sobre anillos que se cortan del extremo macho del tubo: éstos serán de unos 25 milímetros de anchura. Las secciones deben ser mecanizadas, perfectamente paralelas y perpendiculares al eje del tubo. El anillo se coloca en una máquina apropiada que permite proporcionar un

esfuerzo de tracción por el interior por medio de dos cuchillos orientados en dos generatrices diametralmente opuestas. Los filos de estos cuchillos, apoyados en dichas dos generatrices, están formados por la intersección de dos caras que deben formar un ángulo de 140° acordadas con un radio de 5 mm.

2. **Tensión de rotura a tracción:** Las probetas deben tener una longitud aproximada de 90 milímetros. Su parte central, en una longitud de 30 milímetros, ha de tener 6 milímetros de diámetro y se acordará con una superficie de amplio radio a los dos extremos de la pieza, cuyos últimos 20 milímetros serán cilíndricos de 16 milímetros de diámetro, de tal forma que se presten a la sujeción a la máquina de ensayo. Para la fundición vertical se preparan las probetas sin defectos, convenientemente moldeadas o, en su defecto, correctamente mecanizadas. Serán de sección circular de 20 a 25 milímetros de diámetro en su parte central, y una longitud de 50 milímetros y dispondrán en cada extremo de un orificio que permita su sujeción a la máquina de ensayo.
3. **Resiliencia:** Se hace sobre una probeta de sección cuadrada de 6 a 10 milímetros de lado y 55 milímetros de longitud mecanizada en sus cuatro caras de forma que resulten perfectamente paralelas y perpendiculares unas a otras. Las probetas de esta forma y dimensiones se ensayan de acuerdo con la norma UNE 7056 interponiendo entre los extremos de cada probeta y los apoyos de la máquina unas piezas prismáticas metálicas.
4. **Resistencia al impacto** en tuberías de fundición vertical en molde de arena: Se debe efectuar sobre una barra de 200 milímetros de longitud y sección cuadrada de 40 milímetros de lado con las caras perfectamente planas y paralelas. Se coloca horizontalmente sobre dos apoyos a una distancia entre ejes de 160 milímetros debiendo resistir sin romperse el impacto producido por un peso de 12 kilogramos cayendo libremente de una altura de 400 milímetros en el centro de la barra. Los apoyos de las barras estarán formados por dos caras que formen un ángulo de 45° , unidos por una superficie cilíndrica de 2 milímetros de radio. El peso debe terminar por su parte inferior en un sector cilíndrico de anchura igual a la que tiene la probeta y un radio de 50 milímetros. Los planos tangentes del mismo deben formar un ángulo de 90° .
5. **Dureza:** Se realizará sobre las probetas o anillos utilizados en los ensayos precedentes mediante la aplicación de una carga de 3000 kilogramos sobre una bola de 10 milímetros de diámetro durante 15 segundos (UNE 7017).

1.6.- Pruebas, ensayos y puesta en funcionamiento de elementos técnicos, equipos e instrumentos.

Para la comprobación y puesta en marcha de elementos técnicos, equipos e instrumentos, la empresa o entidad encargada de la obra dispondrá de personal y medios de verificación, tales como equipos de medida correctamente calibrados y operativos, banco de pruebas, herramientas, útiles, etc. Se señalan a continuación las principales cuestiones a tener en cuenta en las pruebas y ensayos previos a la puesta en funcionamiento de la instalación de agua:

- Se comprobará el correcto funcionamiento de elementos mecánicos y eléctricos, accionamientos, enclavamientos, sistemas de control y protecciones anticorrosivas. De manera general, se llevarán a cabo las siguientes comprobaciones previas a la puesta en marcha:
- Las especificaciones, dimensiones, medidas y materiales de los elementos de la instalación deberán ceñirse a lo recogido en el Pliego de Prescripciones Técnicas. En caso de introducirse modificaciones sobre lo previsto en el Proyecto deberán ser informadas y aprobadas, así como consignadas en la memoria final.
- Con anterioridad a las pruebas de puesta en marcha y a la recepción de la instalación se procederá a la limpieza y desinfección del conjunto de la obra. Se informarán y subsanarán todos los defectos encontrados en este proceso.
- Deberá haber una concordancia entre los elementos y dispositivos instalados y la documentación relativa a los mismos (manuales de instrucción y mantenimiento, instrucciones de funcionamiento, etc).
- Se revisará y garantizará la maniobrabilidad y el acceso en buenas condiciones a los equipos que deban ser revisados y mantenidos periódicamente.
- Se ajustarán, repararán o, si fuera necesario, se reemplazarán aquellos elementos o dispositivos que presenten disfuncionalidades, imperfecciones, roturas o corrosiones previa inspección de los mismos.
- Se comprobarán las protecciones mecánicas de todas las instalaciones, así como la correcta cobertura y continuidad mediante pinturas, resinas u otras sustancias. Se evitará de esta manera su deterioro prematuro y el funcionamiento defectuoso de los mecanismos.
- Se comprobará el adecuado funcionamiento y rendimiento de cada dispositivo, midiendo el nivel de ruidos que deberá cumplir con normativa.
- Se comprobarán las características y condiciones del funcionamiento de la instalación eléctrica, rendimiento de las líneas de fuerza, transformadores, motores, armarios, puestas a tierra, etc.
- Se comprobarán las características y condiciones de funcionamiento de los sistemas de medida, registro, alarma, etc. Se dedicará especial atención al Cuadro de Control y SCADA de la instalación.
- Se revisarán todos los enclavamientos de la instalación.
- Se garantizará que la instalación cuente con la provisión suficiente repuestos recomendados para su puesta a punto, ya que la falta de los mismos pueden comprometer no sólo a las propias pruebas, sino incluso a la explotación inicial.

De forma más específica se enuncian, a continuación, los controles más significativos a realizar a los equipos:

- **Bombas:** Engloba a todas las bombas instaladas en la planta (bombas de agua bruta, bombas de recirculación, bombas de purga y bombas de grupo de presión), a excepción de las bombas de tornillo helicoidal de fangos.
 - Medida de caudal.
 - Medida de intensidad.
 - Medida de la potencia absorbida.
 - Comprobaciones de accionamientos.
 - Comprobaciones de enclavamientos.
 - Comprobaciones del sistema de extracción y elevación.
 - Comprobación del funcionamiento automático.
 - Medida de nivel de ruido.
- **Válvulas:**
 - Correcta ubicación de las válvulas.
 - Estanqueidad del cierre.
 - Sentido del flujo en las válvulas de retención.
- **Motores eléctricos:**
 - Resistencia de una fase.
 - Ensayo en vacío.
 - Ensayo en cortocircuito.
 - Ensayo del aislamiento.
 - Ensayo de carga.
 - Medida del nivel de ruido.
- **Variadores de frecuencia:** Comprobar que los motores eléctricos asociados a variadores de frecuencia, no trabajan por debajo de las revoluciones indicadas por los fabricantes.
- **Reductores de velocidad:**
 - Certificados.
 - Comprobación del salto.
 - Comprobación de la calidad de los engranajes.
 - Comprobación de la estanqueidad.
 - Comprobación del nivel de ruido.
 - Comprobación de la velocidad de salida.
- **Prueba de carga:**
 - Comprobaciones de funcionamiento.
 - Calibrado de los equipos.
- **Alumbrado:** Protecciones generales:
 - De sobreintensidad.
 - De máxima tensión.
 - Mínima tensión.
 - Diferenciales.
 - Circuito de protección.
- **Sistemas de control:**
 - Comprobaciones en el cuadro de control.
 - Comprobaciones en los instrumentos de medida.
 - Comprobación de alarmas y señales.

Autoevaluación

Cuál de las siguientes afirmaciones NO es correcta:

- ☐ Los elementos de la instalación en cuanto a sus especificaciones, dimensiones, medidas y materiales, de deberán ceñirse a lo recogido en el Pliego de Prescripciones Técnicas. En caso de introducirse modificaciones sobre lo previsto en el Proyecto deberán ser informadas y aprobadas, así como consignadas en la memoria final.
- ☐ Existirá concordancia entre los elementos y dispositivos instalados y la documentación relativa a los mismos (manuales de instrucción y mantenimiento, instrucciones de funcionamiento, etc).
- ☐ Se comprobarán las características y condiciones del funcionamiento de la instalación eléctrica, rendimiento de las líneas de fuerza, transformadores, motores, armarios, puestas a tierra, etc.
- ☐ Todas las afirmaciones son correctas.

Incorrecto

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

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

1.7.- Limpieza y desinfección.

Cuando se instalan nuevas conducciones debido a la realización de una nueva red de abastecimiento de agua potable, cuando se reparan tuberías o cuando o se sustituyen por otras nuevas, antes de restablecer el servicio es necesario que se lleven a cabo las labores necesarias para arrastrar los sedimentos que se encuentran en las conducciones, mediante un lavado y una desinfección de las mismas. Así, se garantiza un agua en condiciones higiénico-sanitarias óptimas para el consumo humano, una vez se encuentre la red en funcionamiento.

Tras la limpieza y desinfección de la red es conveniente realizar un **análisis bacteriológico** cuyos resultados deberán ser acordes con la legislación vigente, levantándose finalmente un **acta con las pruebas realizadas**.

Limpieza interior

La limpieza interior de la red se efectúa antes de la desinfección y se realiza por sectores, teniendo en cuenta el cierre y apertura de las válvulas que forman parte de la conducción en el tramo sobre el que se va a realizar la limpieza.

Según las normas técnicas de abastecimiento de agua, la limpieza se realizará por sectores mediante la apertura de las válvulas de desagüe del sector correspondiente, haciendo circular el agua alternativamente a través de cada uno de los puntos de conexión del sector en limpieza con la red general mediante la apertura de la válvula de seccionamiento correspondiente, no sobrepasando la velocidad de circulación del agua 1 m/s.

La limpieza puede realizarse con los siguientes métodos:

- Limpieza con agua.
- Limpieza con equipos accionados mediante cables.
- Limpieza con equipos autopropulsados.
- Limpieza mediante procedimientos químicos.

Desinfección de la red

Antes de proceder a desinfectar la red, es conveniente elegir el desinfectante más adecuado. Para la desinfección de una red de agua, se suelen emplear los siguientes productos:

- Hipoclorito de sodio (NaClO).
- Permanganato de potasio (KMnO_4).
- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2).

Para la elección del desinfectante adecuado se consideran los siguientes factores:

- Período de almacenaje.
- Facilidad de trabajo.
- Tiempo de contacto.
- Aspectos de la calidad del agua.
- La dureza del agua de prueba.

Es conveniente que se tomen las medidas necesarias al manipular los productos químicos desinfectantes, de esta manera, se evitarán accidentes que pueden afectar a las personas y al medioambiente.

La siguiente tabla muestra de forma detallada los productos químicos útiles para la desinfección de una red de distribución de agua. En ella aparecen las limitaciones de uso, agentes neutralizantes especiales y las concentraciones recomendadas, según el tipo de desinfectante.

Productos químicos para la desinfección de una red de distribución de agua			
Desinfectante	Concentración recomendada	Limitaciones de uso	Agente neutralizante
Hipoclorito sódico NaOCl (líquido)	20-50mg/l (como cloro)	Período de almacenaje limitado	Dióxido de azufre (SO) Tiosulfato de sodio (Na ₂ S ₂ O ₃)
Permanganato potásico KMnO ₄	30 mg/l (como KMnO ₄)	Ninguna	Dióxido de azufre (SO) Tiosulfato de sodio (Na ₂ S ₂ O ₃) Sulfato de hierro (FeSO ₄)
Peróxido de hidrógeno (en solución)	100 mg/l (como H ₂ O ₂)	Período de almacenaje limitado, se degrada expuesto a la luz o a altas temperaturas	Cloro (Cl) en solución Hipoclorito de calcio (Ca(OCl ₂)) en solución Hipoclorito de sodio (NaOCl ₂)

La solución desinfectante debe estar como mínimo 24 h en contacto con la tubería. El proceso que hay que seguir para la desinfección, usando como producto desinfectante el hipoclorito es el siguiente:

1. Se aísla un sector y se cierran los elementos de descarga.
2. Se introduce una cantidad de cloro tal que en el punto más alejado al punto de inyección del desinfectante posea un valor de cloro residual de 25 mg/l.
3. Se dejan pasar 24 h.
4. El cloro residual ha de pasar de un valor de 25 mg/l a 10 mg/l.
5. Si el cloro residual no llega al valor de 10 mg/l se inyecta nuevamente cloro en el sector.
6. Una vez que se alcanza el valor deseado se abren las válvulas de descargas y se inyecta agua en la red hasta que la concentración de cloro residual sea de 0,5 a 2 mg/l.

Para la desinfección de tanques de almacenamiento de agua de la red de abastecimiento o depósitos, se puede utilizar la siguiente ecuación para conocer el volumen en mililitros de hipoclorito de sodio a echar en el tanque:

$$V = (V_t \cdot 10) / \% Cl$$

Siendo:

- V = Volumen en mililitros del hipoclorito de sodio a echar en el tanque.
- V_t = Volumen del tanque = Volumen de agua que se agregará al mismo para preparar la solución desinfectante.
- 10 = Factor para que el resultado sea expresado en mililitros del producto.
- % Cl = La concentración de cloro en el producto, según fabricante.

2.- Operaciones y procedimientos de puesta en servicio de redes de agua.

Caso práctico

Las pruebas previas y la puesta en marcha de la instalación en la que está trabajando Sara están a punto de terminar. A lo largo de estos días han completado las pruebas hidráulicas, mecánicas y de funcionamiento; han limpiado y desinfectado la red, han revisado exhaustivamente los elementos principales de la instalación y, por último, la han cargado y purgado.



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

"Parece que hemos llegado al final", comenta Sara, "Casi", corrige Andrés, "todavía falta una prueba, la última; si sale bien sólo quedará por resolver algunas cuestiones administrativas, ya sabes, papeleo. Después la instalación quedará plenamente operativa". Efectivamente, para completar la puesta en marcha de la instalación es imprescindible analizar el agua y comprobar que sus parámetros son acordes a la normativa. Hay que tener en cuenta que en la fase de limpieza y desinfección la red ha estado en contacto con sustancias químicas incompatibles con el consumo humano. Es previsible que con el lavado final de la instalación se hayan eliminado por completo, pero la única manera de confirmarlo es someter el agua a un test de calidad.

2.1.- Control de parámetros de la red.

El funcionamiento de las redes de agua requiere un control constante y automático de los parámetros de operación, para que de esta manera funcionen con un aceptable nivel de servicio. Por este motivo, las empresas que gestionan el suministro de las redes de agua utilizan operadores humanos cuya misión principal es la de monitorizar los parámetros de funcionamiento de la red y proporcionar control al sistema cuando sea necesario. Así, cuando las condiciones del sistema comienzan a cambiar, el operador inicia las acciones oportunas para que los parámetros de las redes se sitúen dentro de los límites razonables.

A continuación, se describirán tanto los parámetros principales que se miden en una red de abastecimiento de agua potable como los instrumentos o equipos que se utilizan para realizar las diferentes medidas. La presión se mide en distintos elementos de una red de distribución de agua potable. De esta forma, se tienen medidores de presión en:

- Tuberías.
- Tanques de almacenamiento.
- Impulsión de las bombas, etc.

La presión es controlada mediante manómetros y instalados en distintos puntos de la red de abastecimiento de agua potable. Para medir caudales utilizaremos caudalímetros situados en línea con la tubería de abastecimiento de agua. Los caudalímetros más utilizados en redes de agua son:

- Caudalímetros electromagnéticos.
- Caudalímetros de ultrasonidos.

Por otra parte, existen aparatos que se utilizan para la medida y control automáticos de los parámetros específicos del agua como:

- a. Turbidez.
- b. Acidez (pH).
- c. Conductividad.
- d. Concentración de agentes oxidantes.
- e. Concentración de sustancias disueltas, etc.

La medida de estos parámetros en ocasiones puede realizarse en línea, en este caso la información llega al centro de operaciones y control mediante telemedida. Otros parámetros requieren que se tomen muestras para el posterior análisis en el laboratorio. Con los turbidímetros se determina la turbidez del agua. Se basan en la medida de una cantidad de luz difundida por efecto Tyndall (efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua), debido a la presencia de partículas en el agua.

La conductividad es una propiedad que posee el agua para transportar una corriente eléctrica. La conductividad del agua depende de:

- La concentración de sustancias disueltas.
- La temperatura.

La manera de determinar la conductividad mediante instrumentos de medidas se basa en la aplicación de un voltaje entre dos electrodos para obtener la resistencia de la solución. La unidad de medición para la conductividad utilizada comúnmente es el Siemens por centímetro (S/cm). El aparato utilizado para medir este tipo de magnitudes es el conductivímetro (figura).

Mediante el uso de _____ fotcolorímetros automáticos se pueden establecer las concentraciones de de elementos disueltos en agua como pueden ser:

- Sílice.
- Fosfatos.
- Fenoles.
- Detergentes.
- Hierro.
- Cloro.

La medición se basa en la comparación entre una muestra patrón conocida y la muestra a determinar.



[Wikipedia](#) (CC BY-SA)

Autoevaluación

Cuál de los siguientes instrumentos de medida basa su funcionamiento en el efecto Tyndall (efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua):

- ☐ Fotcolorímetro.
- ☐ Caudalímetro.
- ☐ Turbidímetro.
- ☐ Conductivímetro.

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Incorrecto

Solución

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

2.2.- Pruebas hidráulicas.

Toda la red instalada deberá ser sometida a una prueba de presión, la cual podrá realizarse sobre la totalidad de la conducción o, cuando resulte conveniente, considerando varios tramos de prueba independientes entre sí y seleccionados en función de sus características particulares (materiales, diámetros, espesores, etc), incluyendo también las acometidas domiciliarias correspondientes al tramo de prueba, para lo cual, previamente, habrá de realizarse la conexión de las mismas a la red así como la instalación del ramal correspondiente hasta la llave de registro. En el epígrafe 1.4 hemos repasado los pasos principales del procedimiento general para la prueba hidráulica de redes de agua recogido en el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua (O.M. 28 de julio de 1974) y en la norma UNE-EN 805:2000 de Abastecimiento de agua.

A continuación, se va a describir un procedimiento detallado como los que se recogen en los reglamentos locales, para lo cual nos vamos a basar en dos de ellos: El correspondiente al Canal de Isabel Segunda (Madrid) y el de la Compañía de Servicios Públicos de Agua de Sevilla (EMASESA).

Valor de la Presión de Prueba

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

- a. Cuando el golpe de ariete esté calculado en detalle, la presión de prueba de la red (STP) será un diez por ciento más que la presión máxima de diseño (MDP).
- b. En los casos en los que el golpe de ariete no esté calculado, la presión de prueba (STP) que, con carácter general, se establece es de 10 Bar (1 N/mm^2 o 10 Atm).

Procedimiento de Prueba

Antes de empezar la prueba deberán de estar colocados, en su posición definitiva, todos los tubos, piezas especiales, válvulas, etc. Asimismo, deberá comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas. En los casos en que la tubería se disponga enterrada, la zanja deberá estar parcialmente rellena y con las uniones al descubierto para facilitar la localización de pérdidas en el caso de que éstas se produzcan. Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas así como fugas de agua. La prueba a realizar constará de las dos etapas siguientes:

1. **Etapla preliminar:** El objeto de esta etapa preliminar es conseguir que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, con objeto de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la conducción (movimientos de recolocación de los elementos, expulsión de aire, saturación de agua de la tubería, deformación de los tubos, etc) no sean significativos en los resultados de la prueba. El procedimiento seguirá los siguientes pasos:
 - Se comenzará por **llenar lentamente** de agua el tramo a probar, preferiblemente desde el punto más bajo del tramo, facilitándose la evacuación de aire mediante los dispositivos de purga convenientes.

- o La conducción deberá **mantenerse llena** de agua durante un periodo de tiempo no inferior a 24 horas, lo cual es particularmente importante en el caso de tuberías que, como las de hormigón, pueden absorber cierta cantidad de agua.
- o Mediante una bomba **se aumentará la presión** hidráulica de forma constante y gradual (no superior a $0,1 \text{ N/mm}^2$ por minuto) hasta alcanzar un valor de aproximadamente 0,8 veces la STP.
- o Con carácter general, se estima suficiente que la **duración** de esta etapa sea de 1 a 2 horas para los tubos metálicos o de materiales plásticos y de 24 a 48 horas para los tubos de hormigón. Durante este periodo de tiempo no se producirán pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería. En caso contrario, deberá procederse a la despresurización de la misma y, una vez corregidos los fallos, a la repetición del ensayo.

2. Etapa principal:

- a. Comprobación del **descenso de presión**: Una vez finalizada con éxito la etapa preliminar, se aumentará de nuevo la presión hidráulica interior hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP) de forma constante y gradual, sin que el incremento de presión supere $0,1 \text{ N/mm}^2$ por minuto. Seguidamente se desconectará el sistema de bombeo para impedir la entrada de agua. La prueba se considerará superada si, transcurrido un periodo de tiempo no inferior a una hora, el descenso de presión que hubiera podido producirse durante dicho intervalo resulta inferior a $0,02 \text{ N/mm}^2$.
- b. Comprobación de las **pérdidas de agua**: En los casos en que el diámetro de la tubería instalada sea superior a 1.000 mm, la longitud del tramo de prueba resulte mayor de 1.000 m, además de la prueba de pérdida de presión descrita anteriormente, habrá de realizarse también la comprobación de las pérdidas de agua que se producen. Para ello, se corregirá el descenso de presión que se hubiera producido en la fase anterior, aportando cantidades adicionales de agua, hasta alcanzar de nuevo el valor de STP y se medirá el volumen final de agua suministrado. Cuando, durante la realización de esta prueba, las pérdidas de agua resultan superiores al máximo valor indicado, se deberán corregir los defectos observados y repetir el proceso hasta superarlo con éxito. Una vez finalizada las pruebas, la conducción deberá despresurizarse lentamente, estando todos los dispositivos de purga abiertos al vaciar las tuberías para posibilitar la entrada de aire.
- c. **Acta de Pruebas**: Los resultados de las pruebas realizadas habrán de quedar recogidos documentalmente, por lo que, una vez finalizadas las mismas con resultados satisfactorios, se deberá cumplimentar el Acta de Pruebas. En ella se consignarán datos como el material, diámetro y longitud de tuberías; la presión de prueba, la variación máxima de la presión durante la misma, así como la variación total del volumen.

Autoevaluación

Cuál de los siguientes pasos de la etapa primaria del procedimiento de prueba hidráulica de tuberías de una red de agua, es correcto.

- ☐ El tramo a probar se comenzará a llenar lentamente de agua, preferiblemente desde el punto más bajo de la instalación, facilitándose la evacuación de aire mediante los dispositivos de purga convenientes.
- ☐

La conducción deberá mantenerse llena de agua durante un periodo de tiempo no inferior a 24 horas, lo cual es particularmente importante en el caso de tuberías que, como las de fundición dúctil, pueden absorber cierta cantidad de agua.

- ☐ Mediante una bomba se aumentará la presión hidráulica de forma constante y gradual (no superior a $0,1 \text{ N/mm}^2$ por minuto) hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP).
- ☐ La duración de esta prueba será de 1 a 2 horas para los tubos metálicos o de materiales plásticos y de 24 a 48 horas para los tubos de hormigón. Durante este periodo de tiempo no se producirán pérdidas apreciables de agua ni movimientos aparentes de la tubería.

Incorrecto

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

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

2.3.- Pruebas mecánicas y de funcionamiento.

Al igual que en el caso de las pruebas hidráulicas, a continuación se describe un procedimiento detallado basado en los que se recogen en los reglamentos locales, para lo cual nos vamos a basar en dos de ellos: El correspondiente al Canal de Isabel Segunda (Madrid) y el de la Compañía de Servicios Públicos de Agua de Sevilla (EMASESA).

Pruebas mecánicas y de funcionamiento

En todos los casos, se efectuará una inspección visual. La inspección se ayudará en sus trabajos con las herramientas, dispositivos y aparatos necesarios, que se consideren necesarios.

Se realizarán pruebas de las condiciones hidráulicas con la comprobación para distintos caudales de proyecto de las cotas piezométricas y se comprobará el funcionamiento de los elementos mecánicos y eléctricos, accionamientos, enclavamientos, así como de los sistemas de control y las protecciones anticorrosivas.

Además se comprobará el cumplimiento de las siguientes normas, que son de aplicación general a todos los equipos y que pueden considerarse, además, como prioritarias.

- Los equipos se adaptarán a lo contenido en las especificaciones del Proyecto de Construcción (modelo, tipos, marcas, características, dimensiones, materiales, mando y control).
- En todo lo que se refiere a la instalación y condiciones de operación, los equipos deberán ajustarse a la documentación de hojas técnicas, manuales e instrucciones de proveedores y proyectistas.
- Se prestará especial atención a los desperfectos, roturas, grietas, oxidaciones, etc, que hagan necesaria la reparación o incluso la sustitución de los equipos o materiales que lo precisen.
- Las instalaciones se encontrarán perfectamente limpias para facilitar la realización de las pruebas de recepción y evitar la ocultación de defectos.
- Se verificará el correcto sentido de giro de todos los motores y máquinas.
- Se comprobará la adecuada accesibilidad de los equipos, tanto en lo que se refiere a sus condiciones de maniobra, como el acceso a aquellos elementos que requieren un periódico mantenimiento.
- Se verificará que la instalación cuenta con los repuestos recomendados para su puesta a punto, toda vez que la falta de los mismos puede comprometer no sólo a las propias pruebas, sino incluso a la explotación inicial.
- Se comprobará minuciosamente la pintura de todas las instalaciones (preparación de superficies, pintura de imprimación y pintura de acabado). Sus posibles defectos son básicos, ya que originan el envejecimiento prematuro de las obras, el mal funcionamiento de los mecanismos y la predisposición a un inadecuado mantenimiento. Se atenderá a lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, en su defecto, a la normativa sobre protección de superficies en instalaciones industriales. Las pruebas se realizarán a lo largo de todo el proceso, desde la limpieza hasta la última capa aplicada, verificando su realización, espesores, adherencia, etc.
- Pruebas hidráulicas: Se efectuará la comprobación, para los distintos caudales del proyecto, de las cotas piezométricas y de las capacidades establecidas.

- Pruebas de las instalaciones mecánicas: Se comprobará el funcionamiento y rendimiento de cada conjunto, midiendo el nivel de ruido que deberá cumplir la normativa correspondiente.
- Pruebas de instalación eléctrica: comprobación de las características y condiciones de su funcionamiento, rendimiento de las líneas de fuerza, transformadores, motores, armarios, puesta a tierra, etc. Se comprobará la intensidad lumínica.
- Documentación de las pruebas de señales y pruebas funcionales que se tendrá que entregar y aprobar por parte de entidad al cargo antes de paso a las pruebas de funcionamiento.

Una vez superada la fase de pruebas anterior, en la que se ha comprobado el funcionamiento individual de todos los equipos, por parte de la entidad al cargo, se ordenará por escrito la iniciación de la puesta a punto. Bajo ninguna circunstancia se acometerá el arranque y puesta en marcha de la instalación completa sin la aprobación previa de la entidad al cargo.

Esta fase, que se extenderá por el periodo de tiempo necesario, comprenderá las operaciones precisas para poner a régimen estable la instalación y para el mantenimiento de dicho régimen durante el tiempo que se estime conveniente.

En el caso de instalaciones de uso puntual o de emergencia dependientes de factores externos no controlables, para posibilitar las pruebas de funcionamiento sin esperar la concurrencia de los factores citados, se podrá optar por disponer los medios necesarios para efectuar una simulación de las condiciones reales de funcionamiento y, de este modo, llevar a cabo las pruebas.

Inicialmente, se entenderá como funcionamiento de puesta en marcha aceptable aquél en el cual todos los elementos de la instalación funcionan en la forma prevista y con un grado de eficacia no inferior al 90 % de lo ofrecido y requerido en el contrato, tanto individual como conjuntamente. El 100 % de los rendimientos fijados en proyecto en régimen estable, deberán alcanzarse, en cualquier caso, en el plazo previsto para esta fase de pruebas.

Autoevaluación

Respecto a las pruebas mecánicas y de funcionamiento en redes de agua, indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- ☐ Se comprobará minuciosamente la pintura de todas las instalaciones (preparación de superficies, pintura de imprimación y pintura de acabado). atendiéndose a lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, en su defecto, a la normativa sobre protección de superficies en instalaciones industriales.
- ☐ Se comprobará el funcionamiento y rendimiento de cada conjunto, midiendo el nivel de ruido que deberá cumplir la normativa correspondiente.
- ☐ Se prestará especial atención a los desperfectos, roturas, grietas, oxidaciones, etc, que hagan necesaria la reparación o incluso la sustitución de los equipos o materiales que lo precisen.
- ☐ Todas las opciones son correctas.

Incorrecto

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

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

2.4.- Limpieza y desinfección de redes.

Limpieza y desinfección

En las conducciones para el transporte de agua potable, y de acuerdo con lo establecido por el RD 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, antes de su puesta en funcionamiento y después de cualquier actividad de mantenimiento o reparación que pueda suponer un riesgo de contaminación del agua de consumo humano, se realizará un lavado y/o desinfección del tramo afectado con alguna de las sustancias que dicho RD prevé.

El lavado de la tubería se realiza llenándola varias veces de agua. Esta operación de limpieza interior se lleva a cabo por sectores, mediante el cierre de las válvulas de seccionamiento adecuadas. El llenado de la conducción se realiza, en general, por el punto más bajo de la misma, y a una velocidad de, aproximadamente, 0,05 m/s.

Tras la limpieza, y en el caso de agua potable, debe comprobarse que el olor, sabor, turbidez, color, conductividad, concentración de e-coli, de amonio, de bacterias coliformes y del ión hidrógeno o pH del agua se mantiene dentro de los límites aceptables para que se cumplan las condiciones establecidas en la vigente RTSAP.

Igualmente, cuando la tubería esté destinada al transporte de agua potable, tras la limpieza interior de la red, debe procederse a la desinfección de la misma. Para ello, pueden utilizarse, en general, algunos de los productos indicados en la tabla adjunta (UNE EN 805:2000).

Desinfectante	Concentración máxima recomendada (mg/l)	Agentes neutralizantes
Cloro gas (Cl_2)	50	Dióxido de azufre (SO_2) Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$)
Hipoclorito de sodio (NaClO)	50	Dióxido de azufre (SO_2) Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$)
Hipoclorito de Calcio (CaClO)	50	Dióxido de azufre (SO_2) Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$)
Permanganato potásico (KMnO_4)	50	Dióxido de azufre (SO_2) Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$) Sulfato de hierro (FeSO_4)
Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)	150	Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$) Sulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) Sulfito de calcio (CaSO_3)
Dióxido de cloro (ClO_2)	50	Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$)

La metodología a seguir durante la operación de desinfección de la red, puede ser, a título orientativo, la recogida en la norma AWWA C651-95 (Norma para la desinfección de redes de agua).

Efectuadas las operaciones de limpieza y desinfección de la tubería, debe procederse a la prueba de funcionamiento general de la tubería. Para ello, la conducción se llena desde el punto más bajo de la misma y a una velocidad de, aproximadamente, 0,05 m/s. Durante el llenado, deben estar abiertas todas las válvulas, desagües y ventosas hasta que no haya ninguna fuga de aire. Una vez la conducción llena se procede a la prueba de servicio general de la tubería, comprobando que su funcionamiento es satisfactorio.

Consideraciones medioambientales

Durante la instalación de la tubería deben adoptarse las medidas necesarias para minimizar los impactos que las obras puedan originar en el medioambiente. A tal efecto la programación de los trabajos debe realizarse teniendo presente la consideración anterior, de manera que los terrenos ocupados temporalmente para la ejecución de la tubería se limiten a los estrictamente necesarios.

Asimismo antes de la terminación de la obra debe procederse, con carácter general, a una limpieza de todas las zonas afectadas, debiendo quedar éstas exentas de materiales residuales, tales como tubos

sobrantes, restos de tierra procedentes de las excavaciones, etc, verificando la correcta gestión de los residuos excedentes de la obra, de acuerdo con la legislación vigente, bien mediante su depósito en vertedero autorizado o, en los casos que la naturaleza de los residuos lo permita, su reutilización o valoración (restauración, acondicionamiento y relleno o con fines de construcción). Además es conveniente realizar una regulación de los terrenos afectados, de forma que se logre el mejor encaje con el entorno, no debiendo ser admisible que una vez finalizadas las obras queden irregularidades manifiestas en la superficie de las zonas afectadas.

Cuando la tubería se instale enterrada, en general, antes del inicio de las excavaciones debe realizarse la retirada, el acopio y la reposición de la capa vegetal afectada por la obra. Estas operaciones deben realizarse de modo que no se altere el suelo vegetal retirado como consecuencia de mezclas con suelos inorgánicos o por otras causas. Posteriormente, hay que proceder a la revegetación de la zona afectada.

Por todo lo anterior, se llama la atención de manera especial sobre la importancia de que los estudios medioambientales que incorporen los proyectos de conducciones sean profundos, rigurosos y detallados en su contenido, estudiando siempre soluciones alternativas, cuantificando, en cualquier caso, las afecciones previstas y previendo siempre medidas correctoras para las mismas.



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

2.5.- Revisión de depósitos, válvulas, bombas e hidrantes.

Métodos para revisión y ajuste

Existen varios métodos para ajustar, regular y controlar las redes de distribución de agua potable, así como los distintos elementos y equipos que la componen (depósitos, bombas, válvulas, etc).

Se pueden identificar hasta tres tipos de sistemas de ajuste, regulación y control que formarían parte de una red de abastecimiento de agua potable:

- a. Sistema supervisorio.
 - b. Sistema automático.
 - c. Sistema avanzado.
1. Sistema **supervisorio**: En este sistema, un operador se encarga de monitorizar el funcionamiento de la red de distribución de agua las 24 horas del día, los 7 días de la semana. El operador ejecuta las decisiones en función de su experiencia y conocimientos. Las decisiones las implementa de forma manual mediante accionamiento directo o por medio de controles de ajuste y regulación.
 2. Sistema **automático**: Este tipo de sistema representa el caso en el cual se utiliza la instrumentación y el equipo de ajuste, regulación y control necesarios para que se pueda actuar sobre los distintos elementos que componen la red de abastecimiento de agua de manera automática. Las reglas que se usan en la operación de este tipo de sistemas se basan en operaciones sencillas. En este tipo de control, el operador humano permanece como reserva en caso de fallo de los sistemas de ajuste, control y regulación automáticos. Un ejemplo de sistema automático son los dispositivos para controlar el nivel de agua existente en un tanque de almacenamiento. De esta manera, se puede controlar y regular el estado de desconexión o conexión de una bomba.
 3. **Sistemas avanzados**: Los sistemas que se basan en operaciones de ajuste, control y regulación avanzados utilizan algoritmos de optimización, sistemas de apoyo de tomas de decisiones, inteligencia artificial, control lógico, etc. Mediante el uso de sistemas avanzados, se consigue un ahorro en los costos de operación, ya que, por ejemplo, el bombeo se realiza de manera más óptima.

Maniobras más usuales

Parece razonable centrar las maniobras usuales de revisión y ajuste de una red de distribución de agua en las tuberías, pero también hay que tener en cuenta otras labores que son esenciales para el correcto funcionamiento de la red.

En redes de agua cuyas operaciones están basadas en la presión, los operadores suelen realizar maniobras previas de revisión sobre:

- Bombas.

- Válvulas.

Actuando sobre estos elementos, las presiones del sistema se mantienen dentro de límites aceptables. Otras maniobras van dirigidas a actuar sobre el caudal, como parámetro para controlar una red de distribución de agua. Si las maniobras están basadas en el caudal, se suelen tomar datos de este parámetro en:

- Interconexiones con otras redes.
- Estaciones de bombeo.

Caudal y presión están muy relacionados entre sí, ya que cuando los caudales en una tubería aumentan, la presión final de la línea de conducción disminuye. Cuando se da esta situación, los operadores ponen en servicio bombas auxiliares. Los operadores también pueden controlar las válvulas para dirigir el agua en las zonas donde hace falta.

Otro de los parámetros sobre el que un operador de red suele actuar, es el nivel de agua de los distintos depósitos o tanques de almacenamiento, ya que proporcionan una indicación de la presión total de una zona de presión o incluso de todo el sistema.

El nivel de los depósitos se puede controlar mediante telemedida y telecontrol, usando el sistema SCADA. Para ello, el depósito ha de poseer:

- a. Una válvula de entrada controlada por un sensor de nivel (Nivel- Max).
- b. Una válvula de salida controlada por otro sensor de nivel (Nivel-Min).

La forma de operar el sistema es el siguiente:

- Cuando el sensor de Nivel-Max se enciende, la válvula de entrada se cierra.
- Cuando el sensor de Nivel-Max se apaga, la válvula de entrada se abre.

Los métodos más utilizados para regular el caudal operando sobre las bombas son:

1. Modificación de la curva presión-caudal del sistema sobre el que trabaja la bomba.
2. Modificación de la curva presión-caudal de la bomba.
3. Modificación simultánea de ambas características (sistema y bomba).
4. Arranque o paro de la bomba.

2.6.- Pruebas purga y aducción de aire.

Las válvulas **de expulsión y/o admisión de aire** (ventosas) deben cumplir con los requisitos de funcionamiento que figuran en la norma UNE-EN 1074-4:2000. Están constituidas, básicamente, por un cuerpo, flotadores esféricos o cilíndricos y, algunas veces, por un juego de palancas, sobre las que actúa el flotador, las cuales accionan las válvulas de cierre de los orificios de entrada y salida del aire. Hay que prestar especial atención al dimensionamiento de estas válvulas de admisión en el caso de tuberías flexibles.

Las ventosas de admisión de aire tienen finalidades y características completamente diferentes a las de expulsión de aire. Las primeras tratan de evitar el aplastamiento de la tubería por la presión atmosférica exterior cuando la tubería se vacía. Las segundas (también conocidas como purgadores) tratan de eliminar lentamente el aire evitando el golpe de ariete que se produce por parada brusca de la columna líquida al eliminar totalmente el aire. Es a estas últimas a las que vamos a prestar atención en las operaciones de puesta en servicio.

Deben disponerse ventosas en los puntos altos relativos de la tubería, junto a válvulas importantes y en tramos largos de poca pendiente con una separación máxima de unos 500 metros en las impulsiones y de unos 1.500 metros en las condiciones por gravedad.

La conexión de la ventosa a la tubería se realiza, en general, mediante bridas. Se recomienda **instalar junto a las ventosas una pequeña válvula** de compuerta, de bola o de asiento, que permita desmontar la ventosa para su reparación o sustitución, cuando la propia ventosa, en su interior, no disponga de una válvula de obturación a tal fin.

El dimensionamiento de las ventosas normalmente se realiza en función de las características de la conducción proyectada, condiciones de la red y modelo de ventosa elegido, para ello se consideran las siguientes premisas:

- a. Admisión de aire: para su dimensionamiento se considerará como caudal de diseño la mitad del correspondiente a un vaciado por rotura franca.
- b. Expulsión de aire en llenado de conducciones: el caudal a evacuar se calculará de acuerdo a la máxima velocidad de llenado, en función de los diámetros y presiones dispuestos para el mismo.
- c. Orificio de purga: se dimensionará de acuerdo a la presión de trabajo de la red.

Se ubican **en una arqueta de registro** de dimensiones variables en función del tipo empleado. La tapa de la misma suele disponer de orificios para la entrada o salida de aire.

Durante la prueba de presión de la instalación, deberemos proceder al purgado de todo el aire contenido en las tuberías. El vaciado completo de aire es prácticamente imposible, por eso, nuestro objetivo debe ser reducir al máximo el remanente de aire en las conducciones. Para ello debemos tener la completa seguridad del correcto funcionamiento de todos los purgadores. Un purgador en mal estado o ubicado en un lugar incorrecto puede generar problemas a la hora de realizar la prueba de presión de la instalación. Para evitarlos, en caso de que consideremos posible la existencia de aire en las tuberías, podemos hacer una prueba de purgado.

Debemos sospechar que el tramo o los tramos sometidos a presión contienen aire cuando el ensayo arroja datos contradictorios o erróneos (podrían indicar fuga aparente o podrían, en algunos casos, ocultar pequeñas fugas). La presencia de aire reducirá la precisión de la prueba de pérdida de presión y la prueba de estanqueidad.

Si viéramos **oscilaciones bruscas** o sin sentido en el manómetro, deberíamos pensar en un problema de existencia de aire en el tramo, y deberemos tomar medidas.

Deberemos extraer un volumen determinado de agua y medir su caída de presión, para luego, comparar ese volumen de agua extraído con el volumen de la pérdida de agua admisible $\Delta V_{\text{máx}}$ correspondiente a la caída de presión medida Δp . El proyectista deberá especificar si la prueba de purga debe llevarse a cabo (la norma UNE-EN 805, en su Anexo 26, detalla un procedimiento de cálculo para estimar estos parámetros).

En cuanto al proceso de llenado de la instalación, la Norma UNE-EN 805 establece que:

1. Las conducciones deben **llenarse de agua lentamente**, con cuidado para que los dispositivos de purga de aire se mantengan abiertos y los tramos de la conducción suficientemente purgadas; y si es posible a partir del punto más bajo de la conducción, con objeto de evitar los retornos de agua.
2. Las pruebas de presión deben efectuarse con todos los **dispositivos de purga cerrados** y las válvulas intermedias de línea abiertas.
3. Las conducciones deben **despresurizarse lentamente**, estando todos los dispositivos de purga de aire abiertos al vaciar las tuberías.

Para saber más

En el siguiente vídeo se muestra el funcionamiento de una **válvula tipo ventosa** de la firma Bermad, que funciona tanto en admisión, como en purga de aire, así como protección en golpes de ariete.

https://www.youtube.com/embed/B_BdYY2ajBA

2.7.- Revisión de acometidas y contadores.

La acometida se suele considerar el punto que marca el límite entre la red de abastecimiento y la instalación de suministro interior de una vivienda o edificio de viviendas. La compañía suministradora es su propietaria, la encargada de su mantenimiento (aunque no siempre de su instalación) y la que emite los permisos de acometida a empresas y particulares. A pesar de situarse aguas abajo de la acometida, tanto el contador general, en caso de existir, como los contadores divisionarios (situados dentro de la finca pero accesibles desde el exterior para su comprobación), también son propiedad de la compañía suministradora, que es la única con potestad para mantenerlos, manipularlos o sustituirlos.

Las entidades locales al cargo del abastecimiento de agua regulan sobre esta materia, especifican los requisitos que han de cumplir estos elementos y detallan las pruebas a que se han de someter antes de la puesta en servicio de las instalaciones de suministro interior. En este caso utilizaremos como referencia la "Especificación técnica de acometidas de agua" de la Comunidad de Madrid.

Elementos de la acometida

- Pieza de **injerto** en la red de distribución: Enlaza con la red de distribución y aporta el necesario refuerzo estructural a la conducción y da estanquidad al conjunto.
- Pieza de **toma**: Es el elemento de unión entre la pieza de injerto y la tubería de suministro.
- **Tubería**: Es la conducción de enlace entre la red de distribución y el punto de suministro del cliente.
- **Llave de corte en acera**: Permite el aislamiento entre la red de distribución y el conjunto de medida. Su instalación será obligatoria salvo los siguientes casos:
 - a. Que la tubería general discorra bajo la acera, en cuyo caso la llave de corte será sustituida por la pieza de toma, que se instalará en sentido horizontal, con la correspondiente arqueta integral y un alargador para su maniobra.
 - b. Que exista llave de toma con mando a distancia. Su ubicación se realizará fuera de la calzada y lo más próxima posible a la red de distribución.
- **Armario**: Aloja y protege el equipo de medida y las llaves de entrada y salida.
- **Llave de entrada al contador**: Une la tubería con el contador. Sus funciones son de aislamiento y condena provisional.
- **Contador**: Su función es medir el agua suministrada.
- **Llave de salida del contador**: Se sitúa a continuación del contador. Permite cortar el suministro, impide la circulación de agua en sentido contrario y posibilita la medida de presión, la comprobación del contador y la purga de la instalación.

Pruebas a realizar en cada elemento

- **Injerto en la red**: Además de los controles, ensayos y pruebas que deberán cumplir los materiales y elementos componentes de la pieza de injerto, ésta cumplirá los siguientes ensayos y pruebas:

- Comprobación del paso integral.
 - Prueba de presión: comportamiento mecánico y estanquidad a una presión interior de 1,5 veces la presión nominal, según Norma ISO 5208:1993.
- **Pieza de toma:** Además de los controles, ensayos y pruebas que deberán cumplir los materiales y elementos componentes de la pieza de toma, ésta cumplirá los siguientes ensayos y pruebas:
 - a. Elemento de corte:
 - Prueba de accionamiento en vacío: Comprobación del sentido de giro y paso integral. Realizándose varios ciclos de maniobra.
 - Prueba de presión: Comportamiento mecánico y estanquidad exterior sometiendo al elemento de corte abierto a una presión interior de 1,5 veces la presión nominal según ISO 5208:1993.
 - Prueba de estanquidad: Comportamiento mecánico y estanquidad interior y exterior sometiendo al elemento de corte cerrado a una presión interior, alternativamente por cada lado del obturador a 1,1 veces la presión nominal, según ISO 5208:1993.
 - b. Cuerpo:
 - Comprobación del paso integral.
 - Prueba de presión: comportamiento mecánico y estanquidad exterior sometiendo al cuerpo a una presión interior de 1,5 veces la presión nominal, según Norma ISO 5208: 1993.
- **Tubería:** Serán los establecidos en la Norma UNE 53131:1990 en su capítulo 7 o en la prEN 12201-1:1997. En la recepción se podrán realizar las siguientes verificaciones y ensayos de contraste:
 - Determinación del aspecto Examen visual de la tubería, observando su acabado liso, ausencia de ondulaciones y otros defectos eventuales, tanto en la superficie exterior como interior; y ausencia de grietas o burbujas en secciones transversales.
 - Determinación de las características geométricas: Medidas de diámetro exterior, exterior medio, medidas ovalación y espesor.
- **Llave de corte en acera:** Los ensayos a realizar en las válvulas de compuerta serán los establecidos en las Normas Técnicas correspondientes. Además de los controles, ensayos y pruebas que deberán cumplir los materiales y elementos componentes de la válvula esférica, éstas cumplirán los siguientes ensayos y pruebas:
 - Prueba de accionamiento en vacío: Varios ciclos de maniobra. Comprobación del sentido de giro y del paso integral.
 - Prueba de presión: Se comprobará el comportamiento mecánico y la estanquidad exterior sometiendo la válvula abierta a una presión interior de 1,5 veces la presión nominal, con arreglo a la Norma ISO 5208: 1993.
 - Prueba de estanquidad: Se comprobará el comportamiento mecánico y la estanquidad interior y exterior sometiendo la válvula cerrada a una presión, alternativamente por cada lado del obturador, de 1,1 veces la presión nominal, con arreglo a la Norma ISO 5208: 1993, sin que se aprecie pérdida alguna durante la duración del ensayo.
- **Armario para el conjunto de medida:** Los armarios cumplirán como mínimo la norma UNE-EN-60439-5: 1996, en lo referente a los siguientes ensayos:
 - Resistencia a los esfuerzos estáticos.
 - Resistencia al impacto de una masa repartida.
 - Resistencia a los impactos mecánicos producidos por objetos puntiagudos.
 - Resistencia al impacto.
 - Clase térmica de la envolvente.
 - Resistencia al calor.
 - Resistencia al calor anormal y al fuego.
 - Resistencia a la intemperie.

- Resistencia a la corrosión.
- **Llaves de entrada y salida del contador:** Además de los controles, ensayos y pruebas que deberán cumplir los materiales y elementos componentes de la llave de entrada, ésta cumplirá los siguientes ensayos y pruebas.
 - Prueba de accionamiento en vacío: Cincuenta ciclos de maniobra. Comprobación del sentido de giro y del paso integral.
 - Prueba de presión: Se comprobará el comportamiento mecánico y la estanquidad exterior sometiendo la válvula abierta a una presión interior de 1,5 veces la presión nominal, con arreglo a la Norma ISO 5208: 1993.
 - Prueba de estanquidad: Se comprobará el comportamiento mecánico y la estanquidad interior y exterior sometiendo la válvula cerrada a una presión, alternativamente por cada lado del obturador, de 1,1 veces la presión nominal, con arreglo a la Norma ISO 5208: 1993, sin que se aprecie pérdida alguna durante la duración del ensayo.
 - Prueba de retención (sólo para llave de salida): Comportamiento mecánico y la estanquidad interior sometiendo al sistema antirretorno a una presión interior de 0,01 veces la presión nominal en sentido contrario a la circulación del agua.

Para saber más

De las partes de la acometida descritas, el injerto es una de las más importantes. Es el elemento que conecta la red general con la derivación a un edificio o vivienda. Hace ya bastantes años que se idearon sistemas para insertar estos elementos de enlace en la red general sin necesidad de interrumpir el suministro de agua a otros usuarios. Se trata de las denominadas **tomas en carga**, que a día de hoy se han simplificado y extendido enormemente, y se han ido adaptando a los diferentes materiales utilizados en redes de abastecimiento. En el siguiente vídeo podemos ver la instalación de uno de estos elementos perteneciente al grupo [Plasson flow solutions](https://www.plasson.com/).

<https://www.youtube.com/embed/-0G8HsU9oVQ>

2.8.- Control de calidad del agua.

Para determinar los parámetros de control y las condiciones del agua suministrada que van a permitir la puesta en servicio de una instalación de abastecimiento, vamos a seguir lo que establece la Ley del Agua (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).

Esta norma prescribe que el agua de consumo humano deberá ser salubre y limpia, es decir, será salubre y limpia cuando y no contendrá ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana.

Por otra parte marca una referencia clara, los criterios establecidos por la norma serán comprobados en puntos de control concretos (en general, puntos de consumo):

- a. El punto en el cual surge de los grifos que son utilizados habitualmente para el consumo humano, para las aguas suministradas a través de una red de distribución, dentro de los locales, establecimientos públicos o privados y domicilios particulares.
- b. El punto en que se pone a disposición del consumidor, para las aguas suministradas a partir de una cisterna, de depósitos móviles públicos y privados.
- c. El punto en que son utilizadas en la empresa, para las aguas utilizadas en la industria alimentaria.

En cuanto a las tuberías, se definen una serie de actuaciones mínimas (Artículo 8):

1. Antes de su puesta en funcionamiento, se realizará un lavado y/o desinfección de las tuberías. El material de construcción, revestimiento, soldaduras y accesorios no transmitirán al agua sustancias o propiedades que contaminen o empeoren la calidad del agua procedente de la captación.
2. En el caso que la conducción fuera abierta, el gestor de la misma deberá proceder a su cerramiento siempre que la autoridad sanitaria considere que existe un riesgo para la salud de la población.

En lo referente a distribución de agua mediante redes, hay una mención específica en el Artículo 12 (Distribución de agua para consumo humano):

- Las redes de distribución se acogerán en la medida de lo posible al modelo de diseño mallado, con el propósito de eliminar puntos y situaciones que propicien la contaminación o el deterioro del agua. Del mismo modo, deberán disponer de mecanismos adecuados para su sectorización (estudiado en el epígrafe 3.3 de la Unidad de Trabajo 4), con objeto de poder aislar áreas en caso de disfunción o avería; y de sistemas que permitan las purgas por sectores para proteger a la población de posibles riesgos para la salud.
- Antes de poner una instalación en funcionamiento o al término de cualquier actividad de mantenimiento con riesgo de contaminación del agua de consumo humano, se realizará un lavado y/o desinfección del tramo afectado de tuberías.

Los materiales de las tuberías y sus accesorios, siempre que esté en contacto con el agua de consumo, deben ser homologados y cumplir todos los requisitos establecidos en la normativa correspondiente. El Artículo 14 establece que en ningún caso pueden transmitir al agua de consumo humano sustancias o propiedades que contaminen o empeoren su calidad y supongan un incumplimiento de los requisitos especificados en el propio RD 140/2003.

En lo referente a Inspecciones sanitarias previas de nuevas instalaciones (Artículo 13) es preceptivo que:

1. En todo proyecto de construcción de una nueva captación, conducción, ETAP, red de abastecimiento o red de distribución (con una longitud mayor a 500 metros), depósito de la red distribución o remodelación de lo existente, la autoridad sanitaria deberá elaborar un informe sanitario vinculante, antes de dos meses tras la presentación de la documentación por parte del gestor.
2. Previo a la puesta en funcionamiento de la nueva instalación, la autoridad sanitaria realizará un informe basado en la inspección y en la valoración y seguimiento, durante el tiempo que crea conveniente, de los resultados analíticos realizados por el gestor, de los parámetros que ésta señale. Una vez informado de forma favorable los datos se registrarán en el SINAC. El artículo 30 del Real Decreto 140/2003, establece un sistema de información relativo a las zonas de abastecimiento y control de la calidad del agua de consumo humano denominado "Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo" (SINAC). El mismo artículo determina que la utilización y suministro de datos en soporte informático al SINAC será obligatoria para todas las partes implicadas en el suministro de agua de consumo humano, y faculta al Ministerio de Sanidad y Consumo para su desarrollo normativo (Orden SCO/1591/2005).
3. Estos requisitos se aplicarán a las instalaciones citadas en los artículos estaciones de tratamiento, conducciones y depósitos, entre otras instalaciones o elementos de una instalación.

Para saber más

En el siguiente vídeo de la [Universitat de Valencia](https://www.universitat-valencia.es/) se explica de manera didáctica cuáles son los **principales parámetros para el control de calidad del agua** para el consumo humano, tomando como referencia 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.

<https://www.youtube.com/embed/vvMYJ0je4tM>

3.- Problemas y soluciones durante la puesta en servicio de una red de agua.

Caso práctico

Una vez ha iniciado las pruebas de servicio, Sara y Andrés han comprobado que todo van bien. Los dos han respirado tranquilos. "Menos mal que todo ha salido bien, ¡qué suerte hemos tenido!" le dice Sara a Andrés. "De suerte nada" le dice Andrés. "Es el resultado de un trabajo bien hecho; escrupuloso y ordenado. Aunque debo confesar que la suerte también tiene algo que ver. Más de una vez me ha pasado que aparezcan problemas aunque todo lo hayamos trabajado bien".



[Voltamax Pixabay.com](https://www.voltamax.com) (CC0)

"¿Qué problemas has solido tener?" le pregunta Sara con interés. "Pues un poco de todo.... Pero fugas, como la que tuvimos el otro día, movimiento de las sujeciones....vaya susto aquella vez, casi se lleva un operario por delante. Además son bastante típicos problemas con las dilataciones, golpes de ariete en primera puesta en marcha o la turbidez..."

3.1.- Fugas en las uniones.

Uno de los grandes problemas de las instalaciones de abastecimiento de agua o saneamiento suelen ser las fugas. En los sistemas de abastecimiento consiste en la pérdida de una bien muy preciado como el agua, mientras que en las instalaciones de saneamiento pueden provocar problemas de contaminación o salubridad, según el alcance de las fugas.

Aunque durante la vida útil de las instalaciones de tuberías se asuma un deterioro de los mismos y que vamos a tener diferentes fugas, es importante que en el momento que se haga una instalación nueva o una reparación de algún tramo este sea estanco. Es por esto que cuando se prueba la instalación también se debe medir la estanqueidad de las uniones, ya que en un primer momento, estos son los puntos más vulnerables de la instalación.



[Philafrenzy.wikipedia.org](https://philafrenzy.wikipedia.org) (CC BY-SA)

Para ello existen dos métodos principales:

Medida del volumen evacuado

Este método trata en incrementar la presión regularmente hasta que se alcance la STP (presión de prueba de la red) y mantenerlo durante un periodo no inferior a una hora. Durante este periodo no se debe permitir la entrada de más agua a la conducción.

Al final de este periodo medir la presión reducida y proceder a recuperar la STP. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.

Medida del volumen bombeado

En este otro método hay que aumentar la presión regularmente hasta el valor de STP. Una vez alcanzado mantener la presión de prueba como mínimo una hora. Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba de la red.

Si la pérdida de la estanqueidad sobrepasa lo especificado o si se encuentran defectos, la red debe examinarse y rectificarse donde sea necesario. La prueba debe repetirse hasta que su resultado sea conforme a las especificaciones.

Autoevaluación

En las instalaciones de saneamiento las fugas no tienen tanta importancia, ya que lo que se pierde son residuos y no tiene ningún valor.

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

En las instalaciones de saneamiento es muy importante la estanqueidad, la falta de fugas, ya que los vertidos pueden producir problemas de contaminación o salubridad, además de que los vertidos pueden provocar inestabilidad de la instalación.

3.2.- Movimiento de sujeciones y anclajes.

La fuerza que puede ejercer el correr del agua puede ser muy importante, por eso, tal y como se ha visto anteriormente, hay que realizar sujeciones y anclajes a la misma. Estas sujeciones pueden ser permanente mediante macizos de anclaje que se suelen disponer en cambios de dirección. Pero también pueden ser provisionales, de tal manera que su función sea mantener una sección de tubería en su posición final en las pruebas de la tubería instalada.

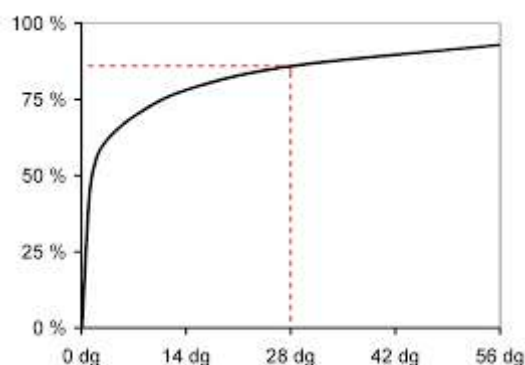
Antes de empezar con las pruebas en la tubería ya instalada deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería. Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

El objeto de la etapa preliminar de las pruebas de servicio es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la prueba. Uno de los fenómenos de adaptación más significativos es la recolocación de los anclajes.

La fijación de la duración de esta etapa preliminar es fundamental para el buen desarrollo de la posterior etapa principal. Deberá ser tal que logre por completo la estabilización de la tubería que antes se hacía referencia y dependerá de numerosos factores, como por ejemplo, el tipo de tubo de que se trate, el diámetro, las condiciones de la instalación, la naturaleza de las uniones, la climatología, etc. De todo ello es especialmente importante la tipología de la tubería, ya que aquellos tubos susceptibles de absorber cantidades importantes de agua, y especialmente en el caso de altas temperaturas ambiente, son los que requieren que esta etapa tenga una duración importante que logre mitigar el efecto de dicha absorción.

Es por esto que las sujeciones y macizos de anclaje definitivos deben realizarse para soportar el empuje de la prueba de presión. Además los macizos de sujeción o de anclaje de hormigón deben alcanzar la resistencia característica requeridas antes de que las pruebas comiencen.

¿Sabías que el hormigón alcanza prácticamente su resistencia característica a los 28 días?



Asímismo se debe prestar atención a que los tapones y extremos cerrados provisionales se fijen de forma adecuada y que los esfuerzos transmitidos al terreno sean repartidos de acuerdo con la capacidad portante de este.

Todo soporte temporal, sujeción o anclaje en las extremidades del tramo de prueba no debe ser retirado hasta que la conducción no haya sido despresurizado.

Autoevaluación

Para cuando las pruebas de servicio se lleven en cabo, debemos:

- ☐ Tener anclajes solo provisionales.

- ☐ Estar las zanjas semicubiertas

- ☐ Estar las uniones y válvulas descubiertas.

- ☐ Instalados los anclajes definitivos y provisionales.

- ☐ Estar las zanjas totalmente cubiertas.

Mostrar retroalimentación

Solución

- 1. Incorrecto
- 2. Correcto
- 3. Correcto
- 4. Correcto

5. Incorrecto

3.3.- Dilataciones.

Las dilataciones suelen producirse en tuberías que se encuentran sometidas a variaciones importantes de temperatura, provocando problemas debido a las alteraciones en el funcionamiento de la red de abastecimiento de agua o saneamiento.

En caso de que las fuerzas generadas en la dilatación superen el límite elástico de dicho cuerpo, puede darse la ruptura del mismo.

Hay que destacar que el fenómeno de la dilatación se produce cuando existe un aumento de temperatura. Cuando existe una disminución de la temperatura sucede el fenómeno de la retracción, el cual consiste en una disminución del cuerpo, en este caso una tubería, en lugar de un incremento.

Para mitigar los efectos de las dilataciones se pueden colocar en puntos conflictivos de la red de abastecimiento los denominados, compensadores de dilatación, los cuales están diseñados para absorber los movimiento axiales de expansión y contracción térmicos en tuberías.

<https://www.youtube.com/embed/T9dNG3TMbf4>

Movimientos de dilatación con un compensador.

En las dilataciones y contracciones hay que tener en cuenta que cada material se comporta de una manera particular. Cada material tiene en sus características su coeficiente de dilatación, dependiendo del cual sufrirá más o menos deformaciones.

Pero además debemos tener en cuenta el comportamiento del material frente a dichos movimientos, ya que si el material es muy frágil, con una pequeña dilatación o retracción puede fisurarse o incluso romperse.

3.4.- Vibraciones.

Las vibraciones en la red de tuberías son un fenómeno que deriva del funcionamiento de turbinas, motores, bombas y otros elementos que componen la red de abastecimiento de agua y saneamiento. Además puede ser un fenómeno producido por la propia agua.

<https://www.youtube.com/embed/Wo0HJLKlohE>

Producción de vibraciones por una bomba.

Estas vibraciones pueden producir perturbaciones y efectos molestos, pero además pueden comprometer la integridad de las tuberías. Las vibraciones que se trasladan a lo largo de la tubería pueden dañar las uniones entre diferentes secciones o modificar el asiento produciendo oquedades. Estos huecos, a su vez, hacen que las tuberías sufran esfuerzos mecánicos para los que no están diseñados.

Las vibraciones producidas por la maquinaria se debe evitar instalándolos sobre superficies independientes, elementos antivibratorios o accesorios que independizan la maquinaria y absorben las vibraciones.

También podemos regular diversos parámetros de funcionamiento de estas máquinas para controlar las vibraciones que producen. Los parámetros son los siguientes:

- La presión de succión.
- La presión de descarga.
- La inducción de aire.
- La cavitación.

Las vibraciones producidas por el agua sin embargo se deben tener en cuenta en el cálculo del caudal y la velocidad del fluido. La pendiente y la presión de la tubería determinará la velocidad del agua, de tal manera que esta debe ser la suficiente para que corra pero no produzca turbulencias.

También se da este fenómeno cuando se producen golpes de ariete o cuando se hace uso de la instalación la primera vez.

Para conocer el grado de vibración que sufre la instalación podemos utilizar analizadores de vibraciones.

Autoevaluación

Elige la afirmación correcta.

- ☐ Las vibraciones se producen por el efecto de las máquinas.
- ☐ Las vibraciones es algo que no se pueden controlar, solo se pueden tomar medidas correctivas.
- ☐ Las vibraciones pueden producir grandes perjuicios en las instalaciones.

A pesar de que las maquinas como bombas o turbinas son un gran fuente de vibraciones en las tuberías, el propio fluido también puede producirlos.

Para poder controlar la vibración podemos variar los siguientes parámetros:

- La presión de succión.
- La presión de descarga.
- La inducción de aire.
- La cavitación.

Es es, las vibraciones pueden afectar a las tuberías especialmente a las partes más débiles, que suelen ser las juntas. Además pueden producir huecos en el terreno de asentamiento, produciendo esfuerzos mecánicos en las tuberías para los que no están diseñados.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta

3.5.- Golpe de ariete.

El golpe de ariete es un fenómeno hidráulico producido por rápidas fluctuaciones en el flujo debido a la interrupción o inicio súbitos del flujo en una tubería, produciendo una variación de presión por encima o debajo de la presión de operación y cambios bruscos en la velocidad del flujo.

También produce el fenómeno de golpe de ariete el proceso de oscilación de las ondas de presión de gran magnitud que se producen al momento de interrumpir o iniciar el flujo dentro de una tubería, las cuales decrecen en el tiempo hasta que la tubería en la que se generó el golpe logra absorber la energía de impacto y se estabiliza la presión en el conducto.

En el vídeo de a continuación podemos ver las movimiento que produce el golpe de ariete por la apertura de una válvula repentina. Además se ve como utiliza un válvula de admisión de aire para reducir su efecto.

<https://www.youtube.com/embed/ujNGaQKap98>

Las causas principales de los golpes de ariete, en los sistemas de abastecimiento de agua potable, son las operaciones de bombas y la manipulación momentánea de válvulas.

En un sistema con conducción por gravedad, como la mayoría de los sistemas de saneamiento, el golpe de ariete es debido abrir o cerrar una válvula.

Como consecuencia del aumento brusco y repentino de la presión dentro de un conducto ocasionado por el golpe de ariete, en un sistema de abastecimiento de agua potable pueden producirse los siguientes efectos:

- *Ruido:* Quizás sea el efecto menos nocivo, ya que no afecta al sistema como tal, pero afecta a las poblaciones cercanas al lugar en donde se produce el golpe de ariete.
- *Vibraciones:* Las variaciones de presión al momento de ser absorbidas por el sistema generan vibraciones en la tuberías y en las estructuras cercanas al tramo afectado, debilitando su resistencia, agrietamiento, también puede aflojar el terreno causando inestabilidad y hundimiento en el suelo. Esta situación empeora el estado del sistema gradualmente cada vez que vuelve a ocurrir el fenómeno.
- *Falla en bombas, válvulas y otros accesorios:* cada uno de los componentes del sistema está diseñado para soportar un valor de presión determinado e incluso tiene un cierto margen de tolerancia, pero el aumento de presión que ocurre en un golpe de ariete puede sobrepasar ese límite y causar desperfectos en los artefactos, teniendo que realizar en esas circunstancias reparaciones o incluso el reemplazo de la pieza dañada.
- *Ruptura de tuberías:* Es el caso más indeseable que puede presentarse a cauda del golpe de ariete es el colapso de algún tramo de tubería, esto requeriría atención inmediata ya que el suministro de agua quedaría interrumpido hasta el momento de corregir el problema suscitado.

Evitar que se produzca el golpe de ariete es casi imposible, por lo que lo más pertinente es controlarlo atenuando su efecto o protegiendo la instalación.

Cuando el golpe de ariete es producido por la manipulación de válvulas, la magnitud de este puede minimizarse mediante el control del tiempo de apertura o cierre de válvula, tal que sea lo suficientemente lento como para no generar sobrepresiones que sobrepasen los valores estipulados en el diseño.

Para el caso del golpe de ariete a raíz del paro o arranque de una bomba, la magnitud de la variación de presión es bastante significativa y no puede evitarse. Para esta situación existen diferentes mecanismos que ayudan a disipar la presión generada reduciendo el impacto de esta en el sistema. Las medidas de protección más comunes son:

- Válvulas de descarga.
- Chimeneas de equilibrio.
- [Acumuladores o depósitos de aire.](#)
- [Válvulas de admisión de aire.](#)

3.6.- Turbidez.

Una vez hecha la puesta en servicio de las instalaciones de abastecimiento de agua, se debe controlar que el agua cumple con los parámetros de calidad exigidos por la legislación. Es por esto que habrá que vigilar diferentes variables, tales como el olor, sabor o turbidez del agua.

La turbidez tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación. La causa de la turbidez del agua de consumo humano puede deberse a un tratamiento insuficiente en la planta potabilización o a que el sedimento ha vuelto a quedar en suspensión en el sistema de distribución, así como la existencia de conexiones cruzadas del mismo.

Elevados niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro. Es por esto que se debe poner especial atención a turbidez del agua.

La norma ISO 7027-2016 especifica dos métodos cuantitativos para la determinación de la turbidez del agua, utilizando nefelómetros o turbidímetros ópticos, que miden la intensidad de la luz dispersada cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

<https://www.youtube.com/embed/vHe6KASAcz8>

Medición de la turbidez.

La turbidez se mide en UNF/NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU.

Para eliminar la turbidez del agua se utilizan los procesos de coagulación, asentamiento y filtración.

Autoevaluación

La turbidez, además de afectar a la apariencia del agua, nos da información sobre su calidad.

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Si la turbidez no es suficiente significa que el agua lleva elementos no propios en una proporción no aceptable, pudiendo comprometer la salud de los consumidores.

4.- Actuaciones para finalización de puesta en servicio.

Caso práctico

Sara está agotada después de la puesta en servicio, ha sido bastante exigente y solo piensa en irse a casa a descansar pero todavía queda trabajo por hacer. "Tranquila" le dice Andres, "es verdad que todavía nos queda trabajo pero no nos va a dar tiempo de hacerlo todo hoy, tomátemelo con calma. Como no nos ha salido ningún problema durante la prueba, menos que tenemos que arreglar."



[Voltamax Pixabay.com](https://www.voltamax.com) (CC0)

Sara respira un poco más tranquila, pero en seguida se pone manos a la obra. "¿Qué te parece si yo me encargo de que se pongan las bandas señalizadoras y tu de la retirada de la maquinaria que no necesitamos?" "Estupendo, así me gusta Sara con iniciativa y ganas" le responde Andrés.

4.1.- Resolución de afecciones.

En el caso de que el resultado final de alguno de los trabajos efectuados demuestre que ha habido error, será obligatorio repetir los trabajos hasta que queden con la calidad requerida. Los gastos originados de la repetición de los trabajos o por los posibles perjuicios que se pudieran originar serán asumidos por elcontratista.

En aquellos casos en los que exista disparidad de resultados entre ensayos equivalentes realizados por el control de producción y por el de recepción, a una misma unidad de obra de especial importancia a criterio de la autoridad competente, se deberán repetir los mismos sobre muestras identificadas conjuntamente entre el control de producción y recepción con la supervisión de la autoridad competente, emitiendo informe de resultados comparados, y siendo repercutido el coste de la repetición al contratista de la obra, caso de confirmarse los valores iniciales del control de recepción. En caso contrario, el control de recepción asumiría el coste de la repetición, tras la emisión por éste de informe específico aclaratorio.

Autoevaluación

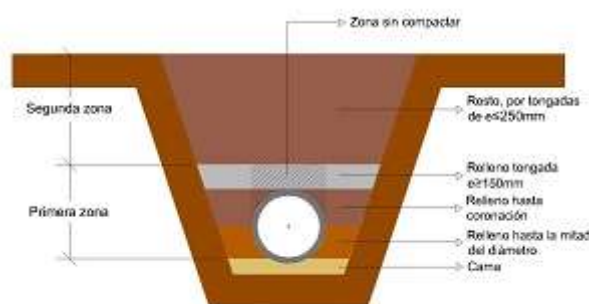
Antes de las pruebas relativas a la puesta en servicio hay que verificar que todas las unidades de cumplen con los requisitos mínimos de . Si no es así habrá que hasta que se obtenga la calidad exigida.

Enviar

4.2.- Técnicas de rellenado y compactación de zanjas.

Cuando las operaciones de instalación de instalaciones de abastecimiento y/o saneamiento se hace en zanjas, estas luego se deben rellenar y dejarlas de tal manera que se pueda hacer uso del espacio.

El relleno y compactado de la zanja se debe hacer por capas distinguiendo dos zonas: primera y segunda zona.



Irati Galatas ([Uso Educativo no comercial](#))

La primera zona de las zanjas para tubos de fundición dúctil, hormigón y acero alcanzará una altura de unos 30cm por encima de la generatriz superior del tubo. En ella se empleará relleno seleccionado con un tamaño máximo recomendado de 3 cm, y se colocará en capas de pequeño espesor hasta alcanzar una compactación suficiente.

En el caso de material plástico se rellenará a la zanja con gravilla de canto rodado hasta 15cm por encima de la clave de tubería. Se presentará especial atención a la colocación en obra sobre los tubos de PRFV, siguiendo las recomendaciones del manual AWWA M45 siendo el tamaño máximo recomendado de partícula de 25, 32 ó 38 según el diámetro nominal de la tubería.

En la zona alta se empleará relleno adecuado con un tamaño máximo recomendado de 15cm, que se colocará en tongadas horizontales hasta un grado de compactación adecuado.

Debe presentarse especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto habrá de reducirse en lo necesario el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación. Asimismo, en el caso de los tubos flexibles, habrá que prestar especial atención a la compactación de relleno. En cualquier caso, no deberá rellenarse la zanja en tiempo de heladas o con material helado, salvo que se tomen medidas para evitar que queden restos de suelo congelado.

En cuanto a la instalación de tubos de acero, podrá rellenarse parte de la zanja con hormigón, en cuyo caso deberá llegar hasta los riñones de la tubería.

Una vez realizadas las pruebas de instalación se procederá a la reposición del pavimento afectado de la conducción. La reposición se efectuará con materiales análogos a los existentes antes de la excavación manteniéndose las mismas condiciones de urbanización en el vial por el que discurra la traza y conforme a las condiciones impuestas en las preceptivas licencias o permisos.

4.3.- Retirada de maquinaria e infraestructuras.

Según se vaya avanzando en la realización de los trabajos, se deberán también ir retirando maquinaria que no se van a volver a utilizar o infraestructuras propias construidas para poder llevar a cabo los trabajos.

Los productos de las excavaciones se depositarán a un lado de las zanjas, o a ambos, aprovechando la zona de ocupación provisional y dejando libres los caminos, riberas, acequias, etc., de tal forma que no se afecte a la estabilidad de los taludes de la zanja. Este material podrá ser luego empleado en el relleno de la zanja o será transportado a los vertederos de la obra.

En este tipo de trabajos las infraestructuras más comunes son las entibaciones. Además como su cometido es la de contener tierras, la retirada de los mismo requiere especial atención.



[Cegoh Pixbay.com](https://www.pixabay.com/) (CC0)

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja, de forma que se garantice que la retirada de la entibación no disminuya el grado de compactación por debajo de las condiciones previstas en el pliego de condiciones, a partir de este punto, la entibación se irá retirando de forma que las operaciones de relleno no comprometan la estabilidad de la zanja.

Si no se puede obtener un relleno y compactación del hueco dejado por la entibación de acuerdo con las estipulaciones del pliego se deberá dejar perdida la entibación hasta una altura de 45 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

La retirada de otro tipo de infraestructuras, tales como estructuras para el acopio de material o casetas, se realizará de manera ordenada y de modo que no afecte a los otros trabajos en ejecución.

La retirada de la maquinaria que no se vaya a utilizar más en los trabajos se realizará con la mayor celeridad de tal manera que no entorpezca el espacio de trabajo y acopio. El uso de las máquinas, y por ende su retirada, se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante, lo determinado en el plan de seguridad y salud de la obra y siguiendo siempre las normas de buenas prácticas.

Autoevaluación

La maquinaria y las infraestructuras que se utilicen en la obra se deben guardar de forma ordenada hasta el final de obra, por si acaso los necesitamos de nuevo.

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Debemos tener una buena organización de los recursos necesarios en la obra de tal manera que sepamos lo que se vaya a necesitar en cada fase de trabajo. Esto nos facilita retirar, de forma ordenada y limpia, la maquinaria e infraestructuras que no vayamos a necesitar más, mejorando así la limpieza y el orden de la obra y por ende mejorando la seguridad de la obra.

4.4.- Limpiezas y acondicionamientos.

Una vez terminada la obra, y antes de su recepción, se procederá a su limpieza, retirando los materiales sobrantes o desechados, escombros, obras auxiliares, instalaciones y almacenes.

Esta limpieza se extenderá a las zonas de dominio, servidumbre y afección de la vía, así como a los terrenos que hayan sido ocupados temporalmente, debiendo quedar unos y otros en situación análoga a como se encontraban antes del inicio de la obra o similar a su entorno.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y por tanto, no serán objeto de abono su realización.

En el siguiente vídeo se puede ver la realización de acondicionamiento y limpieza de una obra en los exteriores de una vivienda. Aunque los trabajos a realizar en una obra de instalación de abastecimiento de agua o saneamiento no sean exactamente los mismos la base es la misma, ya que el objetivo es que dejar el entorno de tal manera que pueda cumplir su función en unas condiciones cercanas a las óptimas.

https://www.youtube.com/embed/oV5-q6tPr_0

4.5.- Bandas de protección y señalización.

Tanto las instalaciones de abastecimiento como las de saneamiento, se deben señalizar de tal manera que cuando se realicen actuaciones de terceros o a posteriori puedan identificar fácilmente la ubicación de las mismas.

Esta señalización comprenderá de una banda señalizadora de plástico de suficiente anchura dispuesta a una distancia aproximada de 50cm de la generatriz de la tubería. En el caso de instalaciones de abastecimiento de agua serán de color azul y tendrá una leyenda de “Red de abastecimiento”, mientras que en las redes de saneamiento la banda será de color marrón o gris con una leyenda de “Red de saneamiento”. Las bandas se adecuarán a las exigencias del órgano competente.

Además, por el interés estratégico que representan las grandes conducciones en el abastecimiento de agua, es necesario garantizar su seguridad frente a actuaciones de terceros. Para tal fin, a lo largo de su trazado, se definen dos tipologías de protección a dichas infraestructuras sobre las zonas de suelo y proyección de vuelo que ocupan: Bandas de Infraestructura de Agua (BIA) y Franjas de Protección (FP).

Bandas de Infraestructura de Agua (BIA)

Se denomina Banda de Infraestructura de Agua (BIA) a una zona de un ancho determinado en función de las características técnicas y ubicación de las conducciones, en la que se establece una prohibición absoluta para construir y una fuerte limitación sobre cualquier actuación que se pretenda realizar en dicha banda.

Su anchura será definida por el órgano competente y variará dependiendo de las características de las conducciones: sección hidráulica, número de conducciones paralelas, capacidad máxima de transporte, etc.

Sobre las Bandas de Infraestructura de Agua serán de aplicación las siguientes condiciones de protección:

- No se establecerán estructuras, salvo las muy ligeras que puedan levantarse con facilidad, y en cuyo caso se requerirá la conformidad expresa del órgano competente.
- No se colocarán instalaciones eléctricas que puedan provocar la aparición de corrientes parásitas.
- Se prohíbe la instalación de colectores.
- Cualquier actuación de plantación o ajardinamiento, instalación de viales sobre las Bandas de Infraestructura de Agua, así como su cruce por cualquier otra infraestructura, requerirá la conformidad técnica del órgano competente.

Cuando exista un condicionante de interés general que impida el cumplimiento de lo establecido en los puntos anteriores, el órgano competente estudiará y propondrá una solución especial de protección que deberá ser aceptada por el solicitante para su ejecución.

Franjas de Protección (FP)

Se denomina Franja de Protección (FP) a dos zonas paralelas a ambos lados de la BIA, donde no existe limitación alguna para la edificación, pero sí se requiere autorización expresa del órgano competente.

Para la ejecución en estas zonas de cualquier estructura o edificación, salvo las muy ligeras, se requerirá la oportuna conformidad del órgano competente, que condicionará su autorización a aspectos y procedimientos constructivos que puedan afectar a la seguridad de las conducciones existentes.

Cuando en caso de rotura de la conducción exista riesgo para la seguridad de las estructuras o edificaciones a construir en la FP, el órgano competente podrá requerir la implantación en dichas construcciones de medidas correctoras o de protección.

Autoevaluación

Las BIAs son zonas de mayor protección que los FPs.

☒ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Eso es. Las BIA son zonas donde esta prohibido cualquier actuación en fin de proteger la infraestructuras mientras que las FP son zonas paralelas a ésta en las que se puede actuar pero con tomando cierta medidas.

5.- Control y supervisión de la puesta en servicio.

Caso práctico

Sara va a donde Helena, la encargada de la administración de la oficina. "¿Qué tal ha ido todo? Hoy era el gran día, ¿no?" le pregunta Helena con su habitual sonrisa. "Bien, muy bien pero agotador." le dice Sara, a lo que Helena le contesta "Anda vamos a tomar un café y me cuentas."



[StartuoStockPhotos Pixabay.com](https://www.pixabay.com/) (CC0)

Una vez le ha contado todo lo hecho durante las pruebas se puesta en servicio, Helena le empieza a preguntar por el papeleo. "Los anteriores informes de calidad los tengo ahí, pero me tienes que dar los de hoy" "Ah, si. Los tiene Andrés en el coche. ¿Te importa que te los de mañana?" le dice Sara. "No tranquila, era por si los tenías a mano. Además me tienes que dar los recibos de los contenedores de residuos... Vamos todo el papeleo del control y supervisión. Ven, te voy a hacer una lista con todo".

5.1.- Asignación de recursos materiales y humanos.

La asignación de los recursos tanto materiales como humanos estará directamente relacionado con las características de la red de abastecimiento o saneamiento. Según las peculiaridades de la instalación se necesitarán y variará tanto la calidad como los requisitos de los recursos.

El común denominador de todas las instalaciones de tuberías a presión será la presencia de la dirección de obra, además de los operarios para la puesta en marcha, en los recursos humanos y útiles para medir el caudal y la presión de diferentes tramos en los recursos materiales, tales como caudalímetros y manómetros.



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

Si se disponen elementos en la instalación que son de accionamiento manual, es obvio, que se necesitarán más operarios para la su manipulación y su disposición final para la puesta en servicio. Aunque hoy en día se tiende más y más a la utilización de elementos auxiliares automáticos o de tele-accionamiento, se pueden encontrar válvulas que requieren ser operadas de forma manual. Asimismo este tipo de accesorios de instalaciones suelen necesitar elementos específicos para su manipulación, por lo que se deberá tener en cuenta en los recursos materiales.

Dentro de los recursos humanos se tendrá en cuenta también el operario encargado de verificar que los parámetros que se controlan están dentro de los rangos establecidos. Para la regulación de la red este operario deberá controlar son los siguientes:

- Los caudales de las distintas conducciones implicadas en la red.
- Las condiciones internas de presión de la red.
- Las condiciones internas de presión de depósitos y recipientes.
- Las condiciones del aire que se almacena dentro de las paredes, pasa su evacuación.

Para la comprobación y puesta en marcha de elementos técnicos, equipos e instrumentos se dispondrán de personal y medios adecuados y correctamente calibrados. Un operario cualificado comprobará el correcto funcionamiento de los sistemas de control y protección, además garantizar la maniobrabilidad y el acceso en buenas condiciones a las mismas. Cabe mencionar que estas comprobaciones se deben hacer antes de proceder a la puesta en servicio de la instalación.

5.2.- Control de calidad.

Durante la ejecución de las obras y la puesta en servicio, los trabajos a desarrollar relativos al control de calidad serán fundamentalmente la vigilancia, seguimiento y análisis de resultados de los dos tipos de control establecidos, coordinando actuaciones e informando al supervisor de las obras.

En esta fase los Programas de Control de Calidad del Proyecto deberán adecuarse a los condicionantes particulares correspondientes a la realidad de la obra, procedimientos concretos de ejecución, etc. quedando revisados y sustituidos por los Planes de Control de calidad que quedan especificados a continuación:

- El Plan de Control de Calidad de Producción deberá ser elaborado con antelación al comienzo de las obras tomando como referencia de mínimos el programa de control de calidad respectivo incluido en el proyecto. Se recogerán en el mismo los controles que realizará por su cuenta y encargo para asegurar que su proceso de ejecución se realiza con los niveles de calidad requeridos. El Plan deberá estar identificado para cada obra. Este Plan deberá someterse a la aprobación de la autoridad competente antes del comienzo de las obras.
- El Plan de Control de Calidad de Recepción será desarrollado por la dirección facultativa de las obras. El Plan de recepción estará basado e incluirá como mínimo, los controles previstos en el Programa de Control de Calidad de Recepción del proyecto, y contemplará cualquier eventualidad que pudiera presentarse, recogiendo los ensayos que se consideren suficientemente representativos para confirmar la calidad de la obra realizada. Este Plan deberá someterse a aprobación de la autoridad competente antes del comienzo de las obras.

En relación con el seguimiento y supervisión del Plan de Control de Calidad de Producción, se deberá controlar el cumplimiento por parte del contratista, para lo cual se reclamará al menos, mensualmente, la entrega de la documentación generada y denunciará ante la autoridad competente las deficiencias que, en su caso, se observen al respecto.

En cuanto se refiere al Plan de Control de Calidad de Recepción, se deberá asegurar su desarrollo, para lo que adaptará su realización al ritmo y volumen de ejecución de las obras, debiendo efectuar cuantas inspecciones y visitas resulten precisas para conocer en cada momento los tajos abiertos, los materiales que llegan a obra y las unidades cuya inminente ejecución se pretende.

Se establece como medida de coordinación entre ambos controles una reunión de inicio entre el contratista de las obras, y la dirección facultativa que asume el control de calidad, inmediatamente después del replanteo de las obras. Igualmente se celebrará otra en la mediación del plazo de ejecución y una última, a la finalización de las mismas, siendo estas tres reuniones indicadas con carácter de mínimos, pudiendo y debiendo ampliarse a la que fueran necesarias para asegurar la correcta ejecución de los planes de control de calidad establecidos y adecuar a las variaciones de obra los mismos.

A continuación podemos ver plan de calidad de una obra donde se detallan los ensayos a realizar y sus características.

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

Autoevaluación

Elige las afirmaciones relativa al Plan de control de calidad de recepción:

- ☐ Lo desarrolla la dirección facultativa.

- ☐ Establece los mínimos del control de calidad.

- ☐ En órgano competente debe aprobarlo.

- ☐ Debe ser elaborado con antelación al comienzo de las obras.

- ☐ Se basa e incluye lo mínimo recogido en otro plan de control de calidad.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Correcto
2. Incorrecto
3. Correcto

4. Incorrecto
5. Correcto

5.3.- Plan de protección ambiental.

El plan de control ambiental tiene como objetivo la minimización y desaparición de las afecciones ambientales derivadas de los trabajos que se llevan a cabo. Además debe permitir el seguimiento de la cuantía de ciertos impactos de difícil predicción, así como la posible articulación de medidas correctoras in situ, en caso de que las planificadas sean insuficientes.

En todos las obras cobra gran relevancia la protección ambiental, pero en los trabajos de redes de abastecimiento de aguas y el saneamiento en especial. Estos trabajos se llevan a cabo en el exterior, y a veces en parajes rurales, por lo que el impacto que tienen en la naturaleza es mayor.

Para eliminar o minimizar los riesgos ambientales existentes durante la puesta en marcha de una red de abastecimiento y saneamiento de agua, será necesario adoptar medidas que reduzcan el riesgo y gravedad de sus consecuencias.



[Pixabay.com](https://pixabay.com/) (CC0)

Para esto habrá que tener en cuenta la siguiente normativa:

- Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- R.D. 117/2003 sobre la limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.
- Ley 7/2007 de gestión integrada de la calidad ambiental.
- R.D. 105/2008 sobre la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

A parte de la normativa hay que aplicar una serie de medidas que se conocen como buenas prácticas, que sirven para minimizar el impacto medioambiental de proyectos como las obras que tienen lugar en redes de distribución.

Algunas de las medidas de buenas prácticas son las siguientes:

Para el aprovisionamiento y compras:

- Utilizar materiales de composición similar para aumentar el potencial de reciclaje y disminuir la cantidad de residuos.
- Evitar utilizar materiales tóxicos.

- Compras según necesidades para evitar el exceso de desechos.
- Intentar llegar a un acuerdo con el proveedor para poder aceptar el material sobrante.
- Cuando se utilicen productos químicos, estudiar previamente su toxicidad y su efecto en el entorno.
- Utilizar maquinaria y equipos respetuosos con el medio ambiente.

Durante los procesos:

- En las tareas de producción, almacenamiento y manipulación, conviene situar los materiales próximos a la salida. Así las operaciones de carga y descarga serán más rápidas minimizando el riesgo de roturas y fugas.
- Para las imprimaciones de las tuberías, intentar utilizar pinturas a base de agua.
- Utilizar los manuales de instrucciones de los equipos con el fin de reducir emisiones.
- Asegurar estanqueidad de los bidones.
- Etiquetar de forma correcta las sustancias peligrosas.

Durante la limpieza:

- Mantener el orden y la limpieza para reducir la contaminación.
- Utilizar cantidades indicadas por el fabricante.
- Utilizar productos de limpieza con bajo contenido de tóxicos.
- Evitar el uso de disolventes.

Durante la gestión de recursos materiales:

- Reducir lo máximo posible el consumo de agua en las distintas fases de la obra.
- Minimizar las fugas de vapor o aire comprimido, para evitar pérdidas de energía.
- Controlar las emisiones a la atmósfera de áridos y gases.
- Controlar y medir los niveles de ruido.

En la gestión de residuos:

- Clasificar los residuos según su naturaleza en distintos contenedores para su posterior reciclado.
- Llevar los residuos a un gestor con los permisos pertinentes emitidos por la administración.

Autoevaluación

Un buen Plan de protección ambiental cumple escrupulosamente y en exclusiva con la normativa que le atañe.

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Un buen plan medioambiental además de cumplir con la normativa sigue con las normas de buenas prácticas.

5.4.- Normativa de aplicación.

Durante la puesta en servicio de la instalación son varias normas las que debemos seguir. En este apartado, como en los anteriores, se han mencionado varios de carácter general y de aplicación estatal. Cabe destacar que cada comunidad autónoma o mancomunidad puede tener directrices más específicas y restrictivas que también se deben seguir con carácter obligatorio. Es por esto que antes de iniciar cualquier trabajo debemos consultar la normativa autonómica, municipal o normas marcadas por las mancomunidades de aguas en las que vamos a llevar a cabo los trabajos.



[Pxhere.com](https://www.pxhere.com) (CC0)

Además, siempre conviene seguir las recomendaciones de montaje y de uso de los fabricantes así como las normas de buenas prácticas.

A continuación podemos ver la relación normas de carácter obligatorio estatal que hacen referencia a la puesta en marcha del servicio o condiciones que deben cumplir diferentes elementos para poder llevar a cabo la puesta en servicio.

- [Pliego MOPU 1974: “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua”](#)
- [Pliego MOPU 1986: “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones”](#)
- [Real Decreto 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.](#)
- [Real Decreto 117/2003 sobre la limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.](#)
- [Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera.](#)
- [Ley 7/2007 de gestión integrada de la calidad ambiental.](#)
- [Orden SCO/1591/2005, sobre el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo.](#)
- UNE-EN 13018:2001: “Ensayos no destructivos. Inspección visual. Principios generales.”
- UNE-EN 805:2000: “Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.”
- UNE-EN 1610:1998: “Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento.”
- UNE-EN 1074-4:2000: Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadoras y ventosas.
- Norma ISO 5208:1993: “Válvulas industriales”.

- UNE 53131:1990: “Plásticos. Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Características y métodos de ensayo.”
- UNE-EN 12201-1:2012: “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.”
- UNE-EN 60439-5:1998: “Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos destinados a ser instalados al exterior en lugares públicos.”
- UNE-EN ISO 7027-1:2016 : “Calidad del agua. Determinación de la turbidez. Parte 1: Métodos cuantitativos.”

Para profundizar más en los procedimientos de pruebas de presión y estanqueidad, ofrecemos a continuación el documento "Pruebas de presión en tuberías plásticas" de AseTub.

1

de 11

[Asetub](#)

6.- Documentación y recepción de obras de redes e instalaciones de agua.

Caso práctico

Sara ha terminado su jornada de trabajo. Ha regresado con Andrés al taller de la empresa, allí han dejado los materiales y el equipo que no necesitarán para la jornada de mañana y se han dirigido a la oficina técnica. Carlos, ingeniero de la firma, los ha recibido. Sara le ha entregado la documentación que han ido recopilando estos días: pruebas de calidad del agua, acta de pruebas de presión de la red, fichas de comprobación de los distintos elementos, partes de trabajo, etc. "Un buen montón de papeles", piensa Sara.



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

"Bueno, ya hemos terminado", comenta Sara "Sí, nosotros sí; ahora le toca a Carlos. Mañana presentará toda la documentación al Ayuntamiento y, si todo es correcto, se podrá dar el tema por cerrado". Andrés explica a Sara que, además de todos los documentos que ellos dos han aportado Carlos deberá añadir varios más "fundamentalmente información económica y la documentación definitiva de la obra, con planos, memoria de calidades, fichas de elementos, características de materiales, manuales de uso. En definitiva, documentos que reflejen el estado final de la instalación, indicando las modificaciones introducidas respecto al proyecto". Tras todas las operaciones de puesta en funcionamiento de la red Sara se ha dado cuenta de lo complejo que es el proceso que lleva desde la elaboración del proyecto hasta la entrega final de una obra.

6.1.- Recepción de obras de redes e instalaciones de agua.

Finalizadas las obras, y una vez comprobado que se corresponde con las condiciones prefijadas, se podrá proceder a la Recepción Provisional de las mismas. Para ello es imprescindible la previa **entrega a la entidad a cargo** del abastecimiento, **de los planos** que reflejen fielmente las conducciones instaladas. Estos deberán ser elaborados de acuerdo con lo recogido en las Especificaciones Técnicas para la Documentación Gráfica, así como en las Fichas de los elementos colocados, debidamente cumplimentadas, cuyos modelos se facilitarán a la empresa instaladora.

Con la firma del acta de recepción **el cliente manifiesta su conformidad** con el estado y ejecución de la obra acabada, si no se ponen reparos a la misma se considera que es un acta de recepción definitiva. Una vez firmada la misma comienza el periodo de garantía y se puede realizar la escritura del edificio.

Transcurrido el plazo de garantía, que en condiciones normales tendrá una duración de un año, y en el caso de que haberse encontrado defectos importantes, se procederá a la Recepción Definitiva de las Obras, debiendo procederse en conformidad con lo establecido en el procedimiento para la tramitación de recepción de obras.

Previo al acto de recepción de las obras, y junto con la comunicación que se haga a la entidad al cargo del suministro de agua de que las obras están terminadas y preparadas para su recepción, **deberá remitirse** a la entidad a cargo del servicio de abastecimiento **un certificado final de las obras emitido por el Director de éstas** y visado por el correspondiente colegio oficial.

Junto a dicho documento deberá exigirse la siguiente documentación que permitirá la puesta en funcionamiento de los servicios de la urbanización:

- a. **Actas** de recepción y/o certificados de conformidad otorgados por las empresa suministradora de agua, respecto de la ejecución y funcionamiento de los servicios e instalaciones implantadas.
- b. **Informe sanitario** de inspección y valoración de las instalaciones construidas de abastecimiento de agua emitido por la Consejería de Salud.
- c. Documentación final de obras ejecutadas compuesta por:
 - **Memoria**, en la que se incluirá el historial de las obras ejecutadas junto con las incidencias surgidas, describiéndose con detalle las características de las obras realizadas tal como se encuentran en el momento de la recepción.
 - **Anexos** a la memoria, que contendrá entre otros, copia del libro de órdenes, libro de incidencias, ensayos y pruebas analíticas realizadas para la comprobación de las características de los materiales.
 - **Plano final** de las obras realmente ejecutadas.
 - **Estado de dimensiones y características** de las obras ejecutadas que defina con detalle las obras realizadas tal como se encuentran en el momento de la recepción.

Como se ha señalado, esta recepción tiene carácter de provisional, con la duración de un año. Transcurrido este plazo, si la entidad al cargo no ha efectuado ningún requerimiento, la recepción de la obra adquirirá carácter definitivo, momento a partir del cual la empresa suministradora se hace cargo de la conservación y mantenimiento de las obras.

Si por el contrario las obras no se encuentran en buen estado, por no ser conformes con el proyecto y prescripciones técnicas, no se producirá el acto de recepción y en este caso se hará constar en el acta todas las incidencias que se observen estableciéndose un plazo máximo para su reparación.

Autoevaluación

En caso de disconformidad con el estado final de la instalación o con el resultado de las obras, la entidad a cargo de la instalación no está obligada a firmar la recepción de las mismas, puesto que de hacerlo ello supondría automáticamente la aceptación de la instalación, cualquiera que fuese el estado en que se encuentre.

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

6.2.- Documentos asociados a las pruebas.

Como en epígrafes anteriores, en lo referente a la documentación de las pruebas previas y puesta en servicio de instalaciones de redes de agua, las disposiciones normativas son emitidas por las distintas entidades locales a cargo del servicio de abastecimiento y saneamiento. En este caso utilizaremos como modelo las prescripciones emitidas por el Canal de Isabel Segunda (Madrid). Recalcar, antes de detallar el listado completo de documentos, que en lo que se refiere estrictamente a pruebas hidráulicas los más habituales son el acta de pruebas de conducciones/tubería instalada, el acta de prueba de pozos de registro/depósitos, y las fichas de elementos de la red de acometidas.

Tomando como referencia la instalación completa desde las estaciones de tratamiento y de bombeo, pasando por la red de conducciones, hasta las acometidas, y teniendo en cuenta todos los elementos hidráulicos y eléctricos intervinientes; se documentarán como mínimo las siguientes pruebas:

1. Documento de plan de pruebas, que incluye:
 - a. Comprobación del 100 % de señales analógicas y digitales comprendiendo todo su recorrido (campo, cuadros eléctricos, panel de operador, sinóptico y programa supervisor). Según indicaciones del director de obra.
 - b. Prueba de señales y alarmas en planta.
 - c. Lista de operaciones realizadas por cada bomba en manual y en automático y del conjunto. Según indicaciones del director de obra.
 - d. Lista de valor de ajuste de protecciones hidráulicas y eléctricas.
2. Acta de pruebas de puesta en marcha: Consta de un dossier con el Plan de Pruebas, indicando la fecha de prueba, responsable, visto bueno y observaciones. Se añadirán las pruebas y el resultado de las modificaciones realizadas durante la puesta en marcha.
3. Prueba de carga de puentes grúa y polipastos.
4. Pruebas hidrostáticas de depósitos de reactivos, tanques, tuberías.
5. Pruebas de presión de tuberías, digestores, tarado de válvulas. En el caso de estas últimas habrá que comprobar:
 - Para el caso de las válvulas reductoras de presión: Que la presión de tarado corresponde a la presión real medida aguas abajo de la válvula. En caso contrario habrá que reajustarla.
 - Para las válvulas de seguridad:
 - Que la presión de disparo/alivio se corresponde con la presión real. En caso contrario se procederá a su reajuste.
 - Que su sistema de accionamiento manual (de palanca, neumático, etc) funciona correctamente. En caso contrario deberá ser sustituida.
6. Caídas de tensión de líneas de motores a plena carga.
7. Medidas de aislamiento de líneas y motores.
8. Mediciones de tierras de protección, servicio, y masas de utilización.
9. Pruebas de disparos de protecciones eléctricas en planta.

Autoevaluación

Elige las afirmaciones que hacen referencia al Plan de control de calidad de producción.

- ☐ Lo desarrolla la dirección facultativa.

- ☐ Establece los mínimos del control de calidad.

- ☐ En órgano competente debe aprobarlo.

- ☐ Debe ser elaborado con antelación al comienzo de las obras.

- ☐ Se basa e incluye lo mínimo recogido en otro plan de control de calidad.

Mostrar retroalimentación

Solución

- Que los documentos sean coherentes entre sí.

Respecto a los planos de la instalación que se tendrán que entregar en la Recepción de la obra, estos son sus principales contenidos:

- Índice de la documentación gráfica
- Plano/s del estado anterior a las obras.
- Definición urbanística y de implantación:
 - Plano de situación con indicación de norte geográfico: referido a planeamiento actualizado, y en referencia a un punto localizado.
 - Plano de emplazamiento de parcela: con referencia a planeamiento actualizado y su justificación urbanística (alineaciones, retranqueos, linderos, servidumbres y otros condicionantes, en su caso).
 - Plano de condiciones urbanísticas: condiciones de posición/ocupación, parcelación, etc.
 - Plano de urbanización: red viaria, situación de mobiliario urbano, etc.
- Planos de instalaciones: Tanto de las propias como de las que discurren en proximidades:
 - Abastecimiento de agua: Grafiando con claridad las instalaciones que van desde la conexión a la red hasta los puntos de consumo.
 - De Saneamiento: Grafiando las redes horizontales, bajantes y acometidas.
 - De Electricidad: Ubicación en planos de: Línea de puesta a tierra, Acometida, Cuadro general de protección, Línea repartidora, Contadores, Derivaciones individuales, Cuadros de protección y Mecanismos.
 - Otras: Telefonía, comunicaciones, gas, etc.
- Plantas: Se representará la planta de la instalación al completo y por sectores; acotadas y con indicación de todos los dispositivos y accesorios, zonificación y superficies parciales y totales.
- Alzados: Se representarán todos los alzados de elementos instalados en superficie.
- Secciones: Deberán incluirse todas las secciones necesarias para la comprensión del proyecto.
- Estructuras: Planos de Cimentación y Estructura, con expresión de las características según la normativa vigente.

En cuanto a la representación gráfica de todos los elementos instalados en base a las Fichas de los modelos previamente facilitadas a la empresa instaladora, estos son algunos de los elementos más habitualmente representados:

1. Instalaciones de saneamiento:
 - a. Zanjas.
 - b. Galerías.
 - c. Pozos de registro.
 - d. Acometidas.
 - e. Dispositivos de cierre en alojamientos.
2. Instalaciones de abastecimiento:
 - a. Zanjas.
 - b. Registros para válvulas.
 - c. Cámaras para válvulas
 - d. Dispositivos de cierre en registros y cámaras.
 - e. Hitos de señalización.

6.4.- Elaboración del dossier de la obra.

Qué es un dossier de obra

Se llama dossier a un conjunto de documentos (planes, procedimientos, informes, registros, etc) que incluyen toda la información requerida sobre un tema concreto. Por lo general, estos documentos suelen ir archivados en carpetas o archivadores, y una vez completado el dossier, se guarda o archiva como una única unidad documental para su posible consulta futura.

En el ámbito empresarial, y sobre todo en el sector industrial, cuando hablamos de dossier de obra, nos referimos a un dossier que incluye todos los documentos que certifican que un determinado proceso, producto o servicio se ha realizado conforme a unos estándares de calidad fijados.

Por ejemplo, se suele llamar dossieres de fabricación a los dossieres que incluyen los documentos que demuestran que un determinado producto ha sido fabricado conforme a las especificaciones fijadas para este. Otro ejemplo son los dossieres finales, que se entregan al finalizar una obra o servicio.

Pasos para elaborar un dossier de obra

Se pueden elaborar dossieres finales o dossieres de calidad en dos situaciones:

- Cuando una empresa quiere tener un registro de cómo se ha realizado una actividad (la fabricación de un producto, la prestación de un servicios), realizada y documentada por ellos mismos para poder dejar constancia escrita de lo que se ha hecho.
- Cuando una empresa cliente contrata a otra empresa como proveedor para que le suministre materiales, le preste servicios o realice obras. En estos casos, es muy habitual que el cliente le pida al proveedor que elabore y le entregue un dossier para poder documentar que el producto o servicio adquirido es conforme con las especificaciones iniciales.

Los pasos para elaborar un dossier final de calidad son estos:

1. Planificación de las actividades y definición de los requisitos: El primer paso para la elaboración del dossier está en el momento de la planificación de cómo se va a realizar el producto o servicio que se necesita documentar. Esto incluye decidir qué normas de calidad le aplican al producto y a la empresa, elaborar el plan de calidad, redactar las especificaciones del producto, revisar los procedimientos que le aplican, definir las condiciones de aceptación, acordar qué controles de calidad se van a realizar, elaborar el formato del registro de Programa de Puntos de Inspección (PPI), y por último, detallar qué documentos y registros serán documentados en el dossier final de calidad.
2. Realización de las actividades: Una vez planificado cómo se va a realizar el producto o servicio, se realizan las actividades. Mientras estas se van realizando, se deben ir generando los registros que más tarde incluirá el dossier.

3. Recopilación de documentos y registros: Una vez finalizadas las actividades, se termina de elaborar el dossier y se comprueba que están todos los documentos incluidos, con los procedimientos aprobados y firmados, los registros completos, los PPI firmados, etc.
4. Recepción del producto, obra o servicio, y entrega del dossier: Para terminar, una vez acabadas todas las actividades y entregado el producto al cliente, se le añade la portada y el índice al dossier, y se entrega al cliente para recibir sus comentarios, y posteriormente para que lo apruebe y lo archive.

Qué debe incluir un dossier de obra

El contenido del dossier de obra puede variar dependiendo de la actividad que de la que se desee dejar constancia. De manera general, se deberán incluir en el dossier todos los planes, procedimientos, PPIs (programas de puntos de inspección), registros, etc, que permitan demostrar cómo se ha realizado la actividad, y que esta se ha realizado conforme a los requisitos establecidos.

A modo orientativo, estos son algunos de los documentos que se suelen incluir en los dossieres:

- Portada e índice del dossier, con los documentos que lo integran.
- Plan de Calidad.
- Plan de medio ambiente, cuando sea de aplicación.
- Plan de seguridad y salud (o plan de prevención de riesgos laborales), cuando se aplique.
- Documentos del contrato.
- Especificaciones técnicas y planos del producto, servicio u obra realizada.
- Procedimientos aplicables.
- Actas de reuniones.
- Certificados de los materiales usados (marcado CE), certificados de cualificación del personal, certificados de calibración/verificación de equipos de medida, etc.
- Albaranes y facturas de compra de los materiales usados.
- Planes y Programas de Puntos de Inspección (PPI).
- Informes de inspecciones, auditorías, no conformidades, pruebas, etc.
- Manuales de uso del producto.
- Manuales de mantenimiento.
- Acta de recepción final.
- Certificado de conformidad.
- Otros registros relevantes.

Autoevaluación

En las siguientes listas de partes integrantes del dossier de obra, cuál contiene errores.

- ☐ Planos de la obra realizada, informes de inspecciones, acta de recepción final.



Plan de prevención de riesgos laborales, informes de inspecciones, acta de recepción final.

- ☐ Planos de la obra realizada, manuales de mantenimiento, acta de recepción final.
- ☐ Planos de la obra realizada, informes de inspecciones, informe de financiación de la obra.

Incorrecto

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Solución

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

6.5.- Programas y soportes informáticos.

Como se ha visto a lo largo de los últimos epígrafe, la documentación a gestionar en una obra de instalación de redes de agua es variada y compleja. A las herramientas informáticas habituales (editores de texto, software de diseño gráfico, hojas de cálculo y bases de datos) en los últimos años se han añadido otras más completas que tratan de integrar cuestiones de gestión, cálculo y diseño. Por el momento no se ha tratado tanto de aunar en una sola herramienta todas las funciones como de crear soluciones compatibles entre sí.

En lo referente al cálculo y diseño de redes de agua, en la Unidad de Trabajo 1 (epígrafe "2.4 Nuevas tecnologías") se presentaban varias aplicaciones: Epanet, Storm Water Management Model (SWMM), Watercard, Fluidflow y Open Bim Water Supply.

Las herramientas de gestión de obras, por su parte, han experimentado un desarrollo espectacular en la última década. Si bien no podemos hablar de software específico para instalaciones de abastecimiento de agua y saneamiento, son numerosos los ejemplos de aplicaciones genéricas de gestión de obras compatibles con estas infraestructuras.

Entre las ventajas de este tipo de herramientas se encuentran las siguientes:

- Almacenan gran cantidad de datos en ubicaciones fácilmente localizables.
- Permiten el almacenamiento y el acceso inmediato sólo a nuestra obra sino a todas las obras de la empresa.
- Permiten compartir, comparar y contrastar la información.
- Permiten la multitarea y el multiusuario.
- Facilitan la mecanización de procedimientos y la eliminación de información repetida o redundante.
- Aumentan la productividad y el rendimiento.
- Reducen el espacio de almacenamiento en nuestros ordenadores.
- Se almacenan en un servidor u ordenador central, por lo que está segura a robos, y al mal uso.



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

Debemos, no obstante, llamar la atención sobre algunas situaciones que, de no ser identificadas y solucionadas, pueden derivar en inconvenientes:

- La conexión a internet a pie de obra acostumbra a ser muy deficiente, y para acceder a estos datos debe ser a través de internet. Es fundamental prever esta posibilidad e implementar las medidas necesarias (redes móviles, conexión inalámbrica, trabajo off line cuando sea posible)
- La inversión inicial, de estos programas informáticos suele ser muy costosa.
- La inversión y adaptación del personal de la empresa, de los diferentes departamentos a estos programas informáticos en obra, requiere de una formación y de tiempo de implantación.

Veamos a continuación cuáles son las posibilidades que ofrecen este tipo de aplicaciones:

1. Gestión de obra: presupuestos, controles de ejecución y cierre de la obra.
2. Estudios: análisis de costes.
3. Presupuestos y planificación: control y ajustes del presupuesto durante la ejecución de la obra.
4. Plan de compras: planificación de aprovisionamientos.
5. Costes, producción y certificaciones: estado de situación de la obra, facturas y registros contables.
6. Informes de avance de obra y de impacto financiero.
7. Gestión de almacenes: control de inventario, entrada y salida de productos, consumos en la obra.
8. Análisis de obras: informes completos acerca de los proyectos realizados.
9. Proyecciones de los factores que inciden en la rentabilidad de la empresa.
10. Implementación de mecanismos de control de proyectos en tiempo real.
11. Unificación de la información de los distintos departamentos de la empresa.
12. Emisión de facturas.

Para saber más

Veamos algunos ejemplos de este tipo de aplicaciones:

- [DVProject](#).
- [IB Building](#).
- [Suite BuildingM](#).
- [Verona](#).
- [Solmicro ERP Construcción](#).
- [Globalgest](#).
- [M4PRO ERP](#).

Como antes se ha explicado, existe la posibilidad de compatibilizar e integrar documentación generada a través de software de diseño con información creada a través de herramientas de gestión de obras. Un claro ejemplo es la aplicación de cálculo y diseño BIM (Building Information Modeling), con su variante específica para instalaciones de suministro y saneamiento de agua, [Open Bim Water Supply](#), plenamente compatible con la herramienta [Presto](#), creada por el mismo grupo empresarial.

10. Ensayos de rutina, tipo y especiales (ruido y vibraciones) de motores eléctricos en al menos un motor de cada serie.
11. Ensayos de bombas y ajustes de alineación de motor-bomba, así como ajustes radial y axial con medidas en centésimas de mm.
 - Comprobación de ajuste de los valores de presión y caudal a los de la curva del fabricante.
 - Verificación de la existencia de vibraciones o ruidos como consecuencia de mal anclaje o alineamiento.
 - Detección acústica de posibles problemas de cavitación.
 - Comprobación eléctrica de sobreintensidades en arranque o en funcionamiento a plena carga.
12. Alineaciones de otros equipos importantes, turbocompresores, etc.
13. Prueba de variadores con datos de espectro de frecuencias generados por el variador tanto en tensión como en intensidad.
14. Medición de caudales, alturas y rendimientos de las principales bombas.

Para saber más

A continuación mostramos tres **modelos de documento asociados a pruebas previas** y mantenimiento de la instalación recogidos en la página de [Normativa Técnica](#) de EMASESA (Empresa de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A.). El último de ellos es un documento exclusivo del procedimiento de entrega de la obra, el resto se cumplimentan tanto a la entrega de la obra como tras las revisiones de mantenimiento.

1 de 7

6.3.- Planos de final de obra.

Como se señalaba en el epígrafe 6.1, al término de las obras se podrá proceder a la Recepción Provisional de las mismas. Previamente se deberán entregar a la entidad a cargo del abastecimiento, los planos que reflejen fielmente las conducciones instaladas; es decir, se deberá hacer entrega de los planos incluidos en el proyecto con las modificaciones sobrevenidas en el proceso de construcción. Los planos originales deberán consignar todos los cambios de medidas, cotas, disposición y estructurales que hayan tenido que introducirse en el período de ejecución. Estos deberán ser elaborados de acuerdo con lo recogido en las Especificaciones Técnicas para la Documentación Gráfica. Adicionalmente se entregará la representación gráfica debidamente cumplimentada de todos los elementos instalados en base a las fichas cuyos modelos se habrán facilitado con anterioridad a la empresa instaladora.

A modo de ejemplo, ofrecemos a continuación documento Especificaciones Técnicas para la Documentación Gráfica EMASESA:



[Especificaciones documentación gráfica - EMASESA](#)

En cuanto a la presentación de los planos cabe tener en cuenta una serie de recomendaciones:

- Que los planos de estructura incluyan:
 - La correcta definición gráfica de sus elementos y armados.
 - Los pasos para instalaciones.
 - Los detalles de soluciones singulares.
- Que la definición de la calidad de los materiales sea coherente con las mediciones y la memoria constructiva en relación con:
 - El plan de control de calidad.
 - Los requisitos documentales.
- Que los planos estén debidamente acotados para replanteos.
- Que disponga de los detalles constructivos necesarios.
- Que los planos de las instalaciones tengan la definición suficiente en cuanto a las zonas de paso de conductos, etc.
- Que disponga de las mediciones detalladas.

Para saber más

La empresa pública Canal de Isabel II, que se encarga de la gestión del ciclo integral del agua en casi toda la Comunidad de Madrid, incluye en su documento "Normas para redes de saneamiento" las siguientes fichas-modelo para la **representación gráfica de elementos de redes de saneamiento**:

0

de 0

[Modelos representación gráfica - Canal de Isabel II](#)