

Capítulo 12



Prueba de instalaciones

1 Prueba de instalaciones

La prueba de instalaciones con tuberías de PVC-U puede realizarse de acuerdo con distintas Normas y Reglamentos, dependiendo en ocasiones del Organismo Certificador de la Instalación, de la propiedad de la instalación, sea ésta un Ente Oficial o Público (Ayuntamientos, Sociedades de Aguas, Comunidades de regantes) o propietarios particulares.

Seguidamente se detallan los puntos más significativos de las normas en vigor que afectan a las pruebas de las instalaciones, según éstas sean redes de abastecimiento, suministro de agua en el interior de edificios o de saneamiento.

2 Pruebas de presión en redes de abastecimiento

El *Pliego de Prescripciones Técnicas de Tuberías de Abastecimiento de Agua* aprobado el 28 de Julio de 1974 no está actualizado, ya que no refleja la situación real en cuanto a los normas y materiales que se están utilizando actualmente en abastecimiento de agua

El CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) ha editado la *“Guía Técnica sobre Tuberías para el Transporte de Agua a Presión”* (Mayo 2003), en las que están incluidas todas las normas y materiales que se usan hoy día.

Para las pruebas de presión en tuberías instaladas, las normas que indican las condiciones y valores de ensayo comúnmente utilizadas son las siguientes:

- Norma UNE-EN 805
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del M.O.P.U. de 1974.
- Norma UNE-EN 1452-6

A continuación indicamos la realización de los ensayos según las diferentes normas.

2.1 Pruebas de presión en obra según norma UNE-EN 805

El apartado 11.3 y los anexos A26 y A27 de esta norma indican las pruebas de presión. A continuación resumimos los puntos que caracterizan este ensayo.

11.3.1 Operaciones preliminares

11.3.1.1 Relleno y anclaje

Previo a la realización de la prueba de presión, las tuberías deben, donde sea adecuado, recubrirse con materiales de relleno, de forma que eviten cambios en las condiciones de l suelo, que pueden provocar fugas, El relleno sobre las uniones es opcional. Las sujeciones y los macizos de anclaje definitivos deben realizarse para soportar el empuje resultante de la prueba de presión. Los macizos de sujeción o de anclaje de hormigón deben alcanzar las características de resistencia requeridas antes de que las pruebas comiencen. 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 despresurizada.

11.3.1.2 Selección y relleno del tamo de prueba

La conducción debe probarse en su totalidad, cuando sea necesario, dividida en varios tramos de prueba.

Los tramos de prueba deben ser seleccionados de tal forma que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo de prueba.
- Pueda aplicarse una presión al menos igual a la presión máxima de diseño (MDP) en el punto más alto de cada uno de ellos, salvo especificación diferente del proyectista.
- Pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba.

Todo escombros y cuerpo extraño debe ser retirado de la conducción antes de la prueba. El tramo de prueba debe llenarse con agua, Para conducciones de agua potable, de utilizarse agua potable en las pruebas de presión, salvo especificación contraria del proyectista.

La conducción debe purgarse completamente del aire contenido tanto como sea razonablemente posible. El llenado debe realizarse lentamente, si es posible desde el punto más bajo de la conducción, con objeto de evitar los retornos de agua y se evacue el aire a través de los dispositivos de purga convenientemente dimensionados.

11.3.2 Presión de prueba

Para todas las conducciones, la presión de prueba de la red (STP), debe calcularse a partir de la presión máxima de diseño (MDP) del modo siguiente:

- *Golpe de ariete calculado:*

$$STP = MDP_c + 100 \text{ kPa}$$

- *Golpe de ariete no calculado:*

$$STP = MDP_a * 1,5 \quad \text{ó} \quad STP = MDP_a + 500 \text{ kPa}$$

el menor de los dos valores

El margen fijado para el golpe de ariete incluido en MDPa no deber ser inferior a 200 kPa.

El cálculo del golpe de ariete debe efectuarse por métodos apropiados y utilizando ecuaciones generales aplicables, de acuerdo con las condiciones fijadas por el proyectista y basadas en las condiciones de explotación más desfavorables.

En circunstancias normales, el equipo debe estar situado en el punto más bajo del tramo de prueba.

Si no es posible instalar el equipo de prueba en el punto más bajo del tramo de prueba, la presión de prueba debe ser la presión de prueba de la red calculada para el punto más bajo del tramo considerado, minorado con la diferencia de cota.

En casos especiales, particularmente allí donde se instalen tramos cortos de conducción y para acometidas de $DN \leq 80$ y tramos que no exceda de 100 m, a menos que el proyectista decida lo contrario, será necesario aplicar sólo la presión de funcionamiento del tramo considerado como presión de prueba de la red.

11.3.3 Procedimiento de ensayo

11.3.3.1 Especificaciones generales

Para todos los tipos de tubos y materiales, pueden utilizarse diversos tipos de prueba reconocidos.

El procedimiento de prueba debe especificarse por el proyectista y puede llevarse a cabo en tres fases.

- *Prueba preliminar*
- *Prueba de purga.*
- *Prueba principal de presión.*
- *Las fases necesarias deben ser fijadas por el proyectista.*

11.3.3.2 Prueba preliminar

La prueba preliminar tiene como objeto:

- Estabilizar la parte de la conducción a ensayar permitiendo la mayor parte de los movimientos dependientes del tiempo.
- Conseguir la saturación de agua apropiada en aquellos materiales absorbentes de agua.
- Permitir el incremento de volumen dependiente de la presión, en tuberías flexibles, con anterioridad a la prueba principal.

La conducción debe dividirse en tramos de prueba practicables, completamente rellenos de agua y purgados, y la presión debe incrementarse hasta al menos la presión de funcionamiento sin exceder la presión de prueba de la red (STP). Si se producen cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la tubería, y/o aparecen fugas, la tubería debe despresurizarse y los fallos deben corregirse. La duración de la prueba preliminar depende de los materiales de la tubería y debe especificarla el proyectista considerando las normas de producto aplicables.

11.3.3.3 Prueba de purga

La prueba de purga permite la estimación del volumen de aire remanente en la conducción.

El aire en el tramo de tubería a ensayar produce datos erróneos que 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 pérdida de agua.

El proyectista deberá especificar si la prueba de purga debe llevarse a cabo. Un método para realizar el ensayo y los cálculos necesarios se describe en A 26.

11.3.3.4 Prueba principal de presión

11.3.3.4.1 Generalidades

11.3.3.4.2 La prueba principal de presión no debe comenzar hasta que hayan sido completadas satisfactoriamente la prueba preliminar, si es requerida, y la prueba de purga especificada.

Se deben tener en cuenta la incidencia de grandes variaciones de temperatura

Se admiten dos métodos de prueba básicos:

- El método de prueba de pérdida de agua
- El método de prueba de caída o pérdida de presión.

El proyectista debe especificar el método a utilizar. Para tuberías con comportamiento viscoelástico, el proyectista puede especificar un procedimiento de prueba alternativo como el descrito en A 27.

11.3.3.4.3 Método de la prueba de pérdida de agua

Pueden utilizarse dos métodos equivalentes para la medida de la pérdida de agua, por ejemplo, medida del volumen evacuado o medida del volumen bombeado (inyectado), según se describe en los siguientes procedimientos.

A Medida del volumen evacuado

- *Incrementar la presión regularmente hasta que se alcance la presión de prueba de la red(STP). Mantener STP mediante bombeo, si es necesario, durante un periodo no inferior a una hora.*
- *Desconectar la bomba y no permitir que entre más agua en la conducción durante un periodo de prueba de una hora o durante un intervalo de tiempo más largo, si así lo especifica el proyectista.*
- *Al final de este periodo medir la presión reducida y proceder a recuperar STP bombeando. Medir la pérdida, evacuando agua hasta que la anterior presión reducida se alcance nuevamente.*

B Medida del volumen bombeado /inyectado)

- *Aumentar la presión regularmente hasta el valor de la presión de prueba de la red (STP).*
- *Mantener la presión de prueba de la red STP como mínimo durante una hora, o más, si el proyectista lo especifica.*
- *Utilizando un dispositivo apropiado, medir y anotar la cantidad de agua que es necesario inyectar para mantener la presión de prueba de la red.*

El proyectista debe especificar el método a utilizar.

La pérdida de agua aceptable, al finalizar la primera hora de la prueba no debe exceder el valor calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 V \cdot \Delta_p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \cdot E_R} \right)$$

donde:

ΔV_{\max} *es la pérdida de agua admisible, en litros.*

- V es el volumen del tramo de conducción de prueba , en litros.
- Δp es la caída de presión admisible según define 11.3.3.4.3, en kPa (kilopascales).
- E_w es el módulo de elasticidad del agua $= 2,1 \cdot 10^6$ kPa.
- D es el diámetro interior del tubo, en m.
- e es el espesor de la pared del tubo, en m.
- E_R es el módulo de elasticidad transversal de la pared del tubo, en kPa.
- Para PVC-U a corto plazo: 3.600 MPa
- Para PVC-U a largo plazo: 1750 MPa
- 1,2 es un factor de corrección (por ejemplo: para el aire residual) durante la prueba principal.

11.3.3.4.4 Método de prueba de pérdida o caída de presión.

Aumentar la presión regularmente hasta alcanzar el valor de la presión de prueba de la red (STP).

La duración de la prueba de caída de presión debe ser de 1 hora o de mayor duración si así lo especifica el proyectista. Durante la prueba, la caída de presión Δp debe presentar una tendencia regresiva y al finalizar la primera hora no debe exceder los siguientes valores:

- 20 kPa para tubos tales como tubos de fundición dúctil con o sin revestimiento interior de mortero de cemento, tubos de acero con o sin revestimiento interior y de mortero de cemento, tubos de hormigón con camisa de chapa de acero y tubos de materiales plásticos.
- 40 kPa para tubos tales como tubos de fibrocemento y los tubos de hormigón sin camisa de acero. Para tubos de fibrocemento, cuando el proyectista conozca la existencia de condiciones de absorción excesiva, la caída de presión puede aumentarse de 40 kPa a 60 kPa.

Como alternativa, y para tubos con comportamiento viscoelástico (tales como tubos de polietileno), cuya estanquidad no puede comprobarse en tiempo suficiente durante esta prueba, se efectúa la verificación utilizando un método particular (véase a 27). En este caso, para verificar únicamente la integridad estructural del producto, la presión de prueba del sistema STP debe restablecerse a intervalos de tiempo regulares durante el tiempo de prueba especificado, y la evolución de la caída de presión correspondiente debe presentar una tendencia regresiva.

11.3.3.4.5 Examen de los resultados de la prueba

Si la pérdida de estanquidad 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.

11.3.3.5 Prueba general de la red

Cuando la conducción haya sido dividida en dos o más tramos de prueba y todos ellos hayan pasado con éxito la prueba de presión, el conjunto de la red deberá someterse, si así lo especifica el proyectista, a la presión de funcionamiento de la red (OP) durante al menos dos horas. Los componentes adicionales (no ensayados) incluidos después de la prueba de presión en secciones adyacentes deben ser inspeccionados visualmente para detectar fugas y cambios de alineamiento y nivel.

11.3.4 Anotación de los resultados de la prueba

Debe realizarse y archivar un informe completo con los detalles de las pruebas.

Anexo A.26 Prueba de purga

Desarrollo del método de purga y determinación del criterio de la pérdida de agua admisible.

Presurizar la conducción hasta alcanzar la presión de prueba de la red (STP). Prestando atención a que la purga del equipo de prueba se complete. Extraer un volumen de agua a medir ΔV de la conducción y medir la caída de presión correspondiente Δp . Comparar el volumen de agua extraído con el volumen de la pérdida de agua admisible ΔV_{max} correspondiente a la caída de presión medida Δp . Determinar la pérdida de agua admisible con la fórmula siguiente:

$$\Delta V_{max} = 1,5 V \cdot \Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \cdot E_R} \right)$$

donde:

ΔV_{max} *es la pérdida de agua admisible, en litros.*

V *es el volumen del tramo de conducción de prueba, en litros*

Δp *es la caída de presión admisible según define 11.3.3.4.3. en kPa.*

E_w *es el módulo de elasticidad de agua, en kPa.*

D *es el diámetro interior del tubo, en m.*

- e* es el espesor de la pared del tubo, en m
- E_R* es el módulo de elasticidad transversal de la pared del tubo, en kPa.
- 1,5 es un factor de corrección que considera la cantidad de aire restante admisible antes de la prueba principal de presión.

Anexo A.27 Prueba principal de presión

A.27.1 Generalidades.

Este método alternativo, aplicable a las conducciones con comportamiento viscoelástico (tales como las conducciones de polietileno y polipropileno) se basa en que la fluencia que caracteriza el material, no se recoge suficientemente en la prueba de principal de presión de 11.1.3.3.4. En consecuencia, se describe a continuación un procedimiento particular.

A.27.2 Procedimiento de prueba.

El procedimiento de prueba completo incluye, necesariamente, una fase preliminar, con una fase de relajación, una prueba de purga y una fase de prueba principal.

A.27.3 Fase preliminar.

La realización de una fase preliminar es una condición previa a la fase de prueba principal.

El objeto de la fase preliminar es crear las condiciones iniciales para las variaciones de volumen dependientes de la presión, del tiempo y de la temperatura.

Realizar la fase preliminar como sigue, para evitar resultados erróneas durante la fase de prueba principal.

- *Tras el lavado y purga, despresurizar hasta la presión atmosférica y permitir un periodo de relajación de al menos 60 min., para eliminar toda tensión debida a la presión; Tomar medidas que eviten la entrada de aire.*
- *Tras este periodo de relajación, aumentar la presión de forma regular y rápida (en menos de 10 min) hasta la presión de prueba de la red (STP). Mantener STP durante 30 min, Bombeando de forma continua o frecuentemente. Durante este tiempo, inspeccionar la conducción para detectar las fugas que aparezcan.*
- *Esperar sin bombear un periodo suplementario de una hora, durante el cual la conducción puede expandirse de forma viscoelástica.*
- *Medir la presión remanente al final de este periodo*

En el caso de que la fase preliminar se supere con éxito, continuar con el procedimiento de ensayo. Si la presión ha caído en más de un 30% de STP, interrumpir la fase preliminar y despresurizar la conducción hasta la presión atmosférica. Examinar y revisar las condiciones de prueba (por ejemplo, influencia de la temperatura, fugas). No reanudar la prueba hasta que haya transcurrido un tiempo de relajación de al menos 60 min.

A.27.4 Prueba de purga

Los resultados de la fase de prueba principal no pueden juzgarse hasta que el volumen remanente de aire en el tramo sea suficientemente bajo. Las etapas siguientes son indispensables:

- Reducir rápidamente la presión absoluta restante, medida al final de la fase preliminar, extrayendo agua del sistema para producir una caída de presión comprendida entre el 10% y el 15% del STP.
- Medir con precisión el volumen de agua extraído ΔV .
- Calcular la pérdida de agua admisible ΔV_{max} con la ayuda de la siguiente fórmula y verificar que el volumen extraído no sobrepasa ΔV_{max} .

$$\Delta V_{max} = 1,2V \cdot \Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \cdot E_R} \right)$$

donde:

ΔV_{max} es la pérdida de agua admisible, en litros

V es el volumen del tramo de conducción de prueba, en litros

Δp es la caída de presión admisible según define 11.3.3.4.3., en kPa.

E_w es el módulo de elasticidad del agua, en kPa.

D es el diámetro interior del tubo, en m.

e es el espesor de la pared del tubo, en m.

E_R es el módulo de elasticidad transversal de la pared del tubo, en kPa.

1,2 es un factor de corrección que considera la cantidad de aire restante admisible antes de la prueba principal de presión.

Para la interpretación del resultado, es importante utilizar el valor exacto de E_R correspondiente a la temperatura y duración de la prueba. Especialmente para pequeños diámetros y tramos pequeños de prueba, es conveniente medir Δp y ΔV con la mayor precisión posible.

Interrumpir la prueba si ΔV es superior a ΔV_{max} y purgar de nuevo tras despresurizar la conducción hasta la presión atmosférica.

A.27.5 Fase de prueba principal.

La fluencia viscoelástica debida ala tensión producida por STP, se interrumpe por la prueba de purga. La caída rápida de presión conduce a una contracción de la tubería. Observar y anotar durante 30min (fase de prueba principal) el incremento de presión debido a la contracción. La fase de prueba principal se considera satisfactoria si la curva de presiones muestra una tendencia creciente y no es, en ningún caso, decreciente durante este intervalo de tiempo de 30min, el cual es normalmente suficientemente largo como para dar una buena indicación (véase figura A.6). Una curva de presiones que muestre una tendencia decreciente durante este intervalo de tiempo, indica una fuga en la red.

En caso de duda, prolongar la fase de prueba principal hasta una duración total de 90 min. En este caso la caída de presión se limita a 25 kPa a partir del valor alcanzado en la fase de contracción.

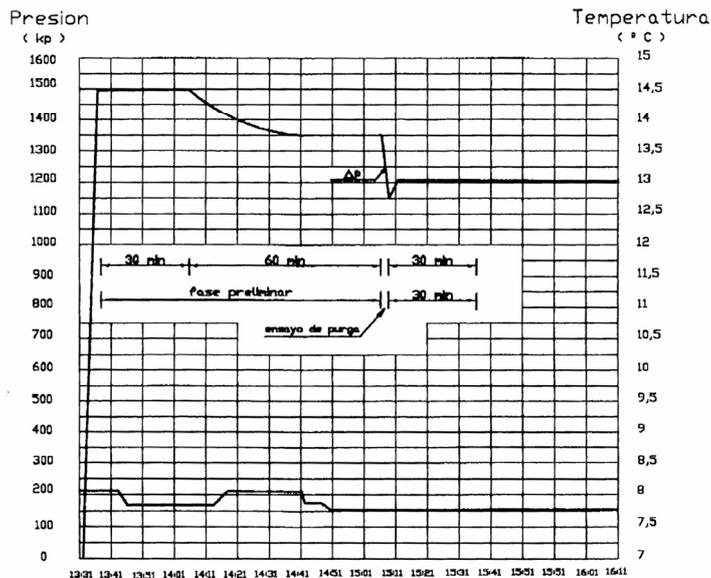
Si la presión cae más de 25 kPa, la prueba no es satisfactoria.

Se aconseja verificar todos los accesorios mecánicos, previo control visual de las uniones soldadas.

Corregir todo defecto de la instalación detectado durante la prueba y repetirla.

La repetición de la fase principal de prueba no puede realizarse más que siguiendo el procedimiento completo, incluyendo los 60min de tiempo de relajación de la fase preliminar.

Figura A.6



2.2 Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua del MOPU

El Pliego de prescripciones técnicas para tuberías de abastecimiento publicado por el MOPU, para realizar la recepción provisional de las obras, incluye un ensayo de la tubería, que relacionamos a continuación.

11 PRUEBA DE LA TUBERÍA INSTALADA

11.1 Pruebas preceptivas

11.1.1 Son preceptivas las dos pruebas siguientes de la tubería instalada en la zanja:

- 1. Prueba de presión interior.*
- 2. Prueba de estanquidad.*

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.

11.2 Prueba de presión interior

11.2.1 A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud fijada por la Administración. Se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los 500 (quinientos) metros, pero en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10 por 100) de la presión de prueba establecida en 11.2.6.

11.2.2 Antes de empezar la prueba deben estar colocados, en su posición definitiva todos los accesorios de la conducción. La zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las juntas descubiertas.

11.2.3 Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual 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. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en la forma debida.

11.2.4 La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de

descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se va a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Administración o previamente comprobado por la misma.

11.2.5 Los puntos extremos del trozo que se quiere probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas a fugas de agua, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentren bien abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales, etc... deberán estar anclados y sus fábricas con la resistencia debida.

11.2.6 La presión interior de prueba en zanja de la tubería será tal que se alcance en el punto más bajo del tramo en prueba una con cuatro (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 un (1) kilogramo por centímetro cuadrado y minuto.

11.2.7 Una vez obtenida la presión, se parará durante treinta minutos, y se considerará satisfactorio cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a raíz cuadrada de p quintos ($\sqrt{p/5}$), siendo p la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados repasando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo, de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la magnitud indicada.

11.2.8 En el caso de tuberías de hormigón y de amianto-cemento, previamente a la prueba de presión se tendrá la tubería llena de agua, al menos veinticuatro (24) horas.

11.2.9 En casos muy especiales en los que la escasez de agua u otras causas hagan difícil el llenado de la tubería durante el montaje, el contratista podrá proponer, razonadamente, la utilización de otro sistema especial que permita probar los juntas con idéntica seguridad. La Administración podrá rechazar el sistema de prueba propuesto si considera que no ofrece suficiente garantía.

11.3 Prueba de estanquidad.

11.3.1 Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior, deberá realizarse la de estanquidad.

11.3.2 La presión de prueba de estanquidad será la máximo estática que existe en el tramo de la tubería objeto de la prueba.

11.3.3 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 estanquidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

11.3.4 La duración de la prueba de estanquidad será de dos horas, y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

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

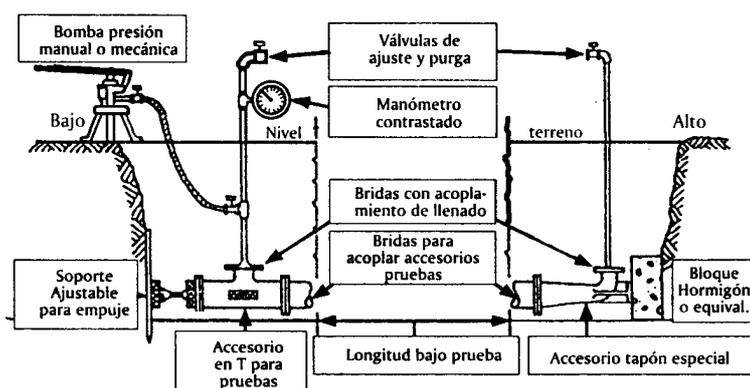
en la cual:

- 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.

Según la siguiente tabla:

Hormigón en masa	$K = 1,000$
Hormigón armado con o sin camisa	$K = 0.400$
Hormigón pretensado	$K = 0.250$
Fibrocemento	$K = 0,350$
Fundición	$K = 0.300$
Acero	$K = 0.350$
Plástico	$K = 0,350$

11.3.5 De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasados, el contratista, a sus expensas, reparará todos las juntas y tubos defectuosos, asimismo viene obligado a reparar cualquier pérdida de agua apreciable, aún cuando el total sea inferior al admisible.



Montaje propuesto para las pruebas de tuberías instaladas

2.3 Pruebas de presión en obra según UNE-EN 1452 de tuberías de PVC-U para suministro de agua

Preparación del ensayo

Es conveniente someter las instalaciones de tuberías a una prueba hidráulica en longitudes que son función del diámetro y de las condiciones de la obra. Puede ser necesario proceder en tramos superiores a 800 m de longitud. No obstante la longitud más correcta es entre 300 y 500 m.

El ensayo se efectuará entre bridas dispuestas. Pueden emplearse accesorios auxiliares similares a los indicados en la figura de la página 12.4 anterior donde están previstas las tomas de entrada y salida para acoplar las bombas de presión, manómetros y válvulas de regulación y purga de aire.

Deben asegurarse los anclajes para evitar el desplazamiento de los elementos de hormigón, en caso de utilizar este material.

Las válvulas que existan en el tramo de instalación a ensayar deberán permanecer abiertas para dar salida al aire a medida que se llena la instalación con agua. Una vez asegurado que la conducción está completamente llena y sin aire, cerrar las válvulas de purga.

Dejar al descubierto los ensamblajes o uniones con junta elástica durante la prueba para detectar posibles fugas y cubrir el resto de la conducción con el relleno suficiente para evitar desplazamientos y mantener estable la temperatura durante la prueba.

Siempre que sea posible, instalar los equipos de prueba en el punto más bajo de la instalación para facilitar la salida y en este punto además se controlará la presión máxima y permitirá comprobar más fácilmente las pérdidas de agua durante el ensayo.

Es también conveniente disponer de válvulas que permitan el vacío de la tubería al final del ensayo o para casos de emergencia.

Conviene que el equipo de presión manual o mecánico sea suficiente robusto para mantener las condiciones del ensayo previstas. Verificar antes del ensayo la estanquidad de las juntas y de las válvulas antiretorno. El manómetro de control de presión que sea capaz de dar una precisión de $\pm 0,2$ bar y, si es posible, emplear un equipo registrador automático de presión.

Durante el proceso de llenado y puesta en presión pueden producirse algunos movimientos menores en la conducción entre puntos de anclaje por las causas siguientes:

- peso complementario del tubo a medida que se llena de agua, produciendo ligeras adaptaciones a la zanja o terreno.
- cambios dimensionales mínimos y tendencia a enderezarse la conducción por la presión.
- movimientos térmicos por razón de las diferencias de temperatura entre los elementos agua, tubería, suelo.

Dejar estabilizar la conducción con la presión nominal o de servicio durante un tiempo, al menos de 2 ó 3 horas, incluso las conducciones pequeñas.

Presión de ensayo

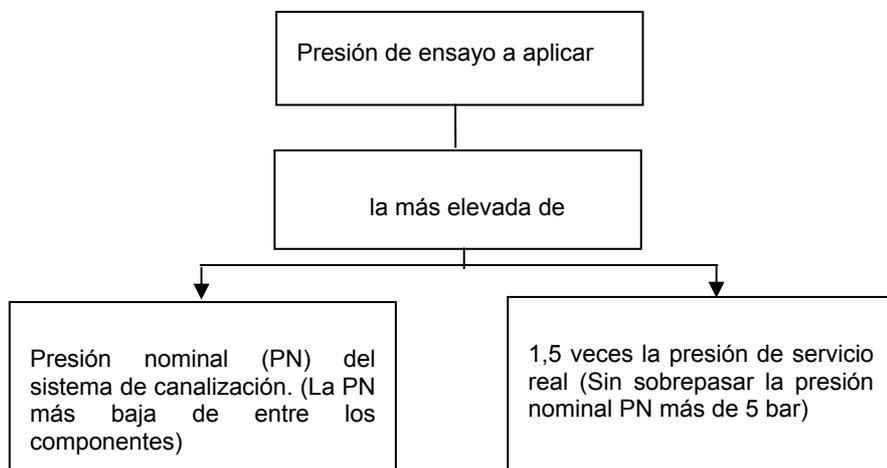
Es conveniente acordar las siguientes condiciones para el ensayo hidrostático.

- a) Temperatura ambiente
- b) Duración de al menos 1 hora hasta un máximo de 24 horas.
- c) No sobrepasar 1,5 veces la presión máxima del componente que tenga la presión nominal más baja.

Esta última recomendación se interpreta de diversas maneras:

- Las exigencias de presión de ensayo se establecen entre una versión rigurosa de 1,5 veces la presión nominal PN de la tubería y una versión más flexible de 1,5 veces la presión real de servicio.

Puede escogerse la presión recomendable como sigue:



Ejecución del ensayo

Después de transcurrido el tiempo necesario para que se estabilicen los elementos de la conducción puede efectuarse la prueba aplicando la presión mediante una bomba manual o con motor. Observando el manómetro controlar la velocidad de la elevación de presión según lo establecido (<1 bar por minuto en MOPU).

Dejar elevar la presión hasta la presión del ensayo especificado. La presión se mantendrá a este nivel por una bomba auxiliar, durante 1 hora. Luego cerrar todas las válvulas y no introducir más agua durante otra hora. Efectuar durante el ensayo un examen visual de todas las uniones y juntas dejadas al descubierto.

Interpretación de los resultados

Si se produce un descenso de presión durante este tiempo, la presión de ensayo inicial puede restablecerse inyectando una cantidad medida de agua en el tramo sometido a presión.

Se considerará satisfactorio el ensayo si se cumple:

- a) No hay descenso de presión (puede producirse un ligero incremento de presión por razón de un cambio de temperatura o por retracción del material)
- b) Cuando la cantidad medida de agua necesaria para restablecer la presión al valor inicial es inferior a un "máximo admisible".

Nota: El valor "máximo admisible" varía considerablemente de un país a otro (ver prueba de estanquidad, según Pliego MOPU).

3 Prueba de instalaciones en interior de edificios

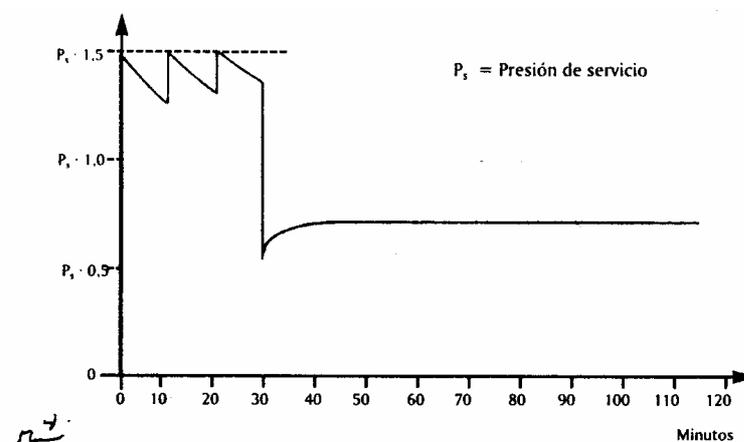
3.1 Prueba según UNE-ENV 12108 (tuberías a presión para agua destinada a consumo humano)

Proceso de ensayo A

Según las siguientes etapas:

- a) Abrir el sistema de purga.
- b) Provocar la salida de aire de todo el sistema.
- c) Aplicar la presión hidrostática de ensayo seleccionada, igual a 1,5 veces la presión de servicio, bombeando conforme se ve en la figura adjunta, es decir restableciendo la presión seleccionada varias veces durante los 30 primeros minutos. Durante este tiempo procederá la inspección para detectar cualquier fuga o escape manifiesto en el sistema a lo largo del ensayo.
- d) En caso de no producirse ninguna fuga importante de agua, reducir la presión a la mitad de la presión de servicio según se aprecia en figura.
- e) Cerrar la válvula de purga. Si se establece una presión constante, superior a la mitad de la presión de servicio, el sistema de canalización es bueno. Inspeccionar la evolución durante 90 minutos. Revisar las fugas por control visual.

Si durante este período la presión tiene tendencia a bajar, se debe interpretar que existe una fuga en el sistema.

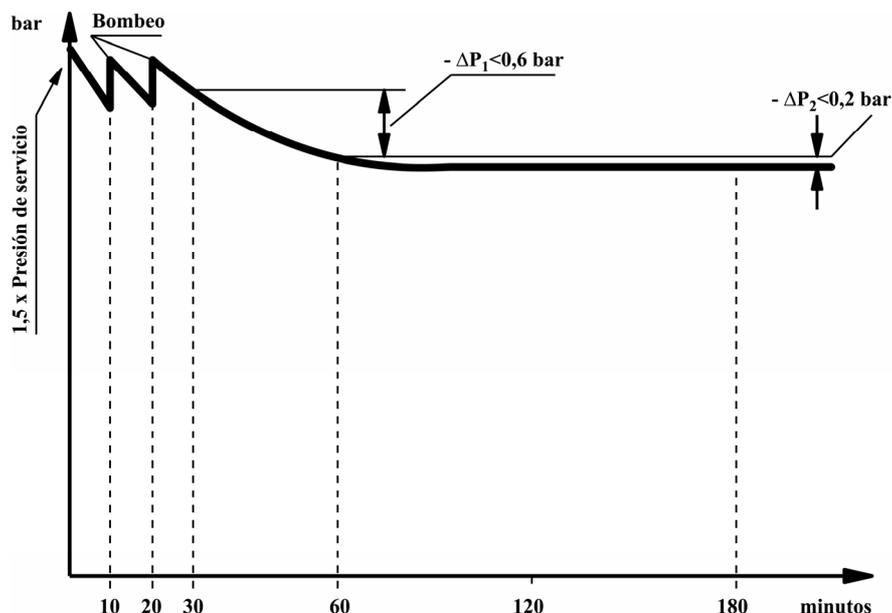


Proceso de ensayo B

La aplicación de presión hidrostática comprende las siguientes etapas.

- a) Abrir el sistema de purga.
- b) Provocar la salida de aire de todo el sistema.
- c) Aplicar la presión hidrostática de ensayo seleccionada, igual a 1,5 veces la presión de servicio, bombeando conforme se aprecia en la figura adjunta durante los 30 primeros minutos.
- d) Registrar la presión al término de los 30 primeros minutos.
- e) Registrar la presión al término del segundo período de 30 minutos. Si la presión desciende menos de 0,6 bar, se deduce que el sistema no presenta escapes o fugas aparentes y observar la prueba sin bombear de nuevo.
- f) Revisar las fugas por control visual. Si durante las dos horas siguientes la presión baja 0,2 bar más, se considerará como una fuga en el sistema, que se deberá resolver.

Nota: Para tramos cortos de instalación, el proceso de ensayo puede quedar reducida a las etapas a hasta e.



3.2 Prueba de estanqueidad en instalaciones sanitarias

Una vez terminada toda instalación de tubería sanitaria y antes de que quede oculta por las obras de albañilería, es recomendable proceder a las pruebas de estanqueidad de la misma a efectos de detectar cualquier posible fallo.

Las pruebas pueden hacerse en toda la instalación a la vez o bien por partes, dependiendo principalmente del volumen de la misma.

Estas se realizarán mediante agua o humo.

Prueba con agua:

Consiste en llenar de agua toda la instalación hasta que rebose por el punto más alto de la misma. Para ello deberán haberse taponado todos los terminales de las tuberías a excepción de las zonas más elevadas.

Cualquier punto de la instalación deberá estar sometido a una presión entre 0,3 y 1,0 kg/cm².

Deberá tenerse la precaución de no sobrepasar el máximo de presión indicado, a fin de no provocar alguna avería, principalmente en las uniones. Por lo tanto, en edificios que superen los 10 m de altura, deberá efectuarse la prueba por partes para fraccionar la altura total de la columna de agua.

Los posibles fallos de montaje quedarán detectados por la fuga de agua que provocan.

La prueba se considera satisfactoria cuando no se acusa pérdida de agua por ningún punto de la instalación.

Prueba con humo:

Se utilizará un producto que produzca un humo espeso y de olor fuerte, que se introducirá por la parte baja de la instalación, desde distintos puntos si es preciso, para que quede totalmente llena.

Para el taponamiento de los terminales pueden utilizarse los propios cierres hidráulicos de los aparatos sanitarios, debidamente llenos de agua.

Cuando el humo empieza a salir por los terminales situados en los puntos más altos, deberán también taponarse para lograr una presión en el interior de las tuberías de aproximadamente 0,0025 kg/cm².

La prueba es satisfactoria si ningún punto de la instalación presenta fuga de humo y no se aprecian olores, provocados por el mismo, en el interior del edificio.

4 Pruebas de tuberías de saneamiento de poblaciones

4.1 Prueba según Pliego de Prescripciones Técnicas (MOPU 86)

Pruebas de la tubería instalada, de acuerdo con el *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones*. (Orden 15 Set. 1986 - BOE 23 Sept. 86 orden nº 25151).

13.1 Pruebas por tramos: Se deberá probar al menos el 10% de la longitud total de la red, salvo que el Pliego de prescripciones técnicas particulares fije otra distinta. El Director de la obra determinará los tramos que deberán probarse.

Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, el contratista comunicará al Director de la obra que dicho tramo está en condiciones de ser probado. El Director de obra, en el caso que decida probar ese tramo, fijará la fecha; en caso contrario, autorizará el relleno de la zanja.

Las pruebas se realizarán obturando la entrada de la tubería en el pozo de aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente de agua la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar.

Transcurridos treinta minutos del llenado se inspeccionarán los tubos, los juntos y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua. Todo el personal, elementos y materiales necesarios para la realización de las pruebas serán de cuenta del contratista. Excepcionalmente, el Director de obra podrá sustituir este sistema de prueba por otro suficientemente constatado que permita la detección de fugas.

Si se aprecian fugas durante la prueba, el contratista las corregirá procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total o ensayar.

13.2 Revisión general: Una vez finalizada la obra y antes de la recepción provisional, se comprobará el buen funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera o mediante las cámaras de descarga si existiesen, verificando el paso correcto de agua en los pozos de registro aguas abajo. El contratista suministrará el personal y los materiales necesarios para la prueba.

Esta prueba es de aplicación, para todos los materiales considerados en el Pliego:

- Tubos de hormigón en masa
- Tubos de hormigón armado
- Tubos de amianto cemento
- Tubos de gres

- Tubos de Policloruro de Vinilo no Plastificado (PVC-U)
- Tubo de Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Tubos de Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)

4.2 Prueba de estanqueidad según UNE-EN 1610

Según la norma UNE-EN 1610, las pruebas a realizar en redes sin presión, es decir por gravedad, pueden ser realizadas con agua - Método "W", o con aire - Método "L".

La realización y resultado de la prueba deberá quedar registrada en una ficha de Prueba de Estanqueidad.

El método "L" - aire, siendo el más riguroso, es el recomendado por la norma. En caso de no conseguir un ensayo con aire aceptable, entonces se debe proceder a realizar un ensayo con agua, siendo su resultado decisivo.

La prueba inicial puede ser realizada antes de la colocación del relleno lateral. Para la aceptación final, la canalización deberá ser ensayada después del relleno y de la retirada de la entibación si la hubiera.

Prueba con aire (método "L")

El tiempo de duración del ensayo con aire es el indicado en la tabla 1, según el diámetro de la tubería y el método considerado por el responsable de la instalación (LA, LB, LC o LD). Se recomienda utilizar el método LD por ser el que tiene mayor garantía.

Este ensayo se realiza colocando tapones en los pozos de registro y en el ramal de acometida, asegurando así una comprobación completa del tramo a ensayar.

Se debe iniciar el proceso con una presión inicial (p_0) del 10% superior a la requerida por el ensayo, y debe ser mantenida durante 5 minutos aproximadamente. A continuación, la presión deberá ajustarse a la de la prueba, indicada en la tabla 1, de acuerdo con el método de prueba elegido. Si la caída de presión, medida después del tiempo de prueba, es menor que el Δp dado en la tabla 1, el ensayo es aceptable.

Método de prueba	p_0	Δp	Tiempo de prueba (min)						
	mbar		DN100	DN200	DN300	DN400	DN600	DN800	DN1000
LA	10	2,5	5	5	5	7	11	14	18
LB	50	10	4	4	4	6	8	11	14
LC	100	15	3	3	3	4	6	8	10
LD	200	15	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5

La prueba de estanqueidad de tuberías, accesorios, arquetas, y pozos de registro, deberá ser realizado con aire (método “L”) o con agua (método “W”) siguiendo lo indicado en las siguientes figuras.

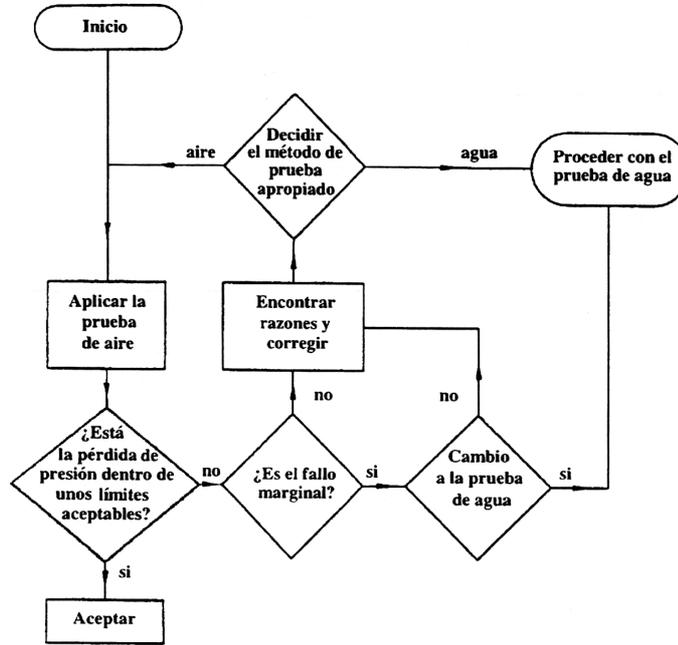


Diagrama de prueba con aire

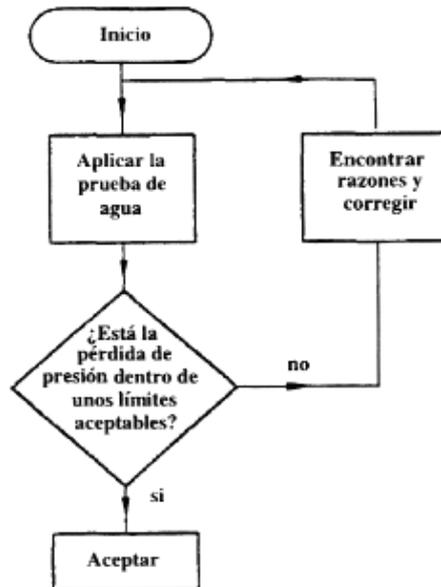


Diagrama de prueba con agua

Prueba con agua (método “W”)

La presión de prueba es la presión equivalente o resultante de llenar la tubería hasta el nivel del Pozo de Registro aguas arriba o aguas abajo, según sea apropiado, con una presión máxima de 50kPa (500 mbar) y una mínima de 10 kPa (100 mbar) medida en la parte superior de la tubería.

Tiempo de acondicionamiento

Después de que las tuberías y/o registros estén llenos y la requerida presión de prueba aplicada, es necesario un periodo de acondicionamiento de 1h., generalmente suficiente.

Tiempo de prueba

El tiempo de prueba debe ser como mínimo de 30 ± 1 min.

Requisitos de la prueba

La presión de prueba debe ser mantenida, introduciendo agua, para que no existan variaciones superiores a 1 kPa (10 mbar). La cantidad total de agua añadida durante la prueba, no deberá ser superior a los siguientes valores:

- 0,15 l/m² durante 30 min para tuberías
- 0,20 l/m² durante 30 min para tuberías incluyendo registros
- 0,40 l/m² durante 30 min para registros (arquetas de inspección y pozos de registro).

El área indicada es la correspondiente a la superficie interna mojada.