Unidad 12

Pruebas de resistencia y estanquidad Purgado y puesta en servicio de canalizaciones de gas

Cambios:
Nuevo material poliamida
Conocimientos básicos sobre los gases renovables
Actualización de formatos, corrección de estilos.
Todo marcado en amarillo

ENTRADA EN VIGOR CUANDO SE PUBLIQUEN EN LA WEB DE SEDIGAS

Elaborado por:	Revisado por: Comité Consultivo Distribución	Aprobado por: Naiara Ortiz de Mendíbil
M. Lombarte Responsable de Calidad Fecha: 14/10/2026	M. Lombarte Director de Certificación Fecha: 10/11/2026	Secretaria General Fecha: 11/11/2026

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Unidad 12

Pruebas de resistencia y estanquidad. Purgado y puesta en servicio de canalizaciones de gas

Objetivo

El objetivo de esta Unidad es que el Jefe de Obra concluya su estudio conociendo las condiciones de prueba exigidas por la reglamentación vigente, las condiciones de preparación y ejecución de dichas pruebas, así como las operaciones necesarias para el purgado y puesta en servicio de las canalizaciones.

Marco general

Se presentan en esta unidad las condiciones de prueba exigidas en las redes de distribución de gas por el Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos para los diferentes rangos de presión, así como las condiciones de preparación y ejecución de las pruebas de resistencia y estanquidad en redes nuevas y acometidas sobre red existente. También se indican las características de los instrumentos de medida y control para la realización de las pruebas.

Asimismo, se describen las operaciones de purgado y puesta en servicio de las redes una vez realizadas las pruebas de resistencia y estanquidad.

Las disposiciones de esta especificación serán igualmente aplicables al biometano distribuido a través de las redes de gas, siempre que cumpla las especificaciones de calidad exigidas por la reglamentación vigente.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Sumario

12.1. Pruebas de resistencia y estanquidad 4
12.2. Sistemática para la realización de las pruebas 4
12.2.1. Fluido de prueba 4
12.2.2. Presión de prueba y duración de la prueba 5
12.2.3. Instrumentos de medida y control 7
12.2.4. Medidas de seguridad 7
12.3. Preparación de las pruebas 7
12.4. Ejecución de las pruebas 9
12.4.1. Prueba conjunta de resistencia y estanquidad en nueva canalización 9
12.4.2. Prueba conjunta de resistencia y estanquidad en nuevas acometidas sobre red existente 10
12.4.3. Prueba conjunta de resistencia y estanquidad en renovación de canalización existente 11
12.5. Validación de los resultados obtenidos en la prueba conjunta de resistencia y estanquidad 11
12.6. Operaciones de limpieza, purgado y puesta en servicio 12
12.7. Informe del resultado de la prueba de estanquidad, purgado y puesta en servicio 14
12.8. Consideraciones específicas para canalizaciones destinadas al transporte de hidrógeno o mezclas de hidrógeno con gas natural 15
Anexo 12.1. Ejemplo de contenido del plan de pruebas 17
Anexo 12.2. Determinación de la duración de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad para pruebas neumáticas (aire o gas inerte) 19
Anexo 12.3. Características de los instrumentos de medida y control para la realización de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad 21
Anexo 12.4. Prueba hidráulica. Comprobación de la existencia de aire en la tubería (Test de aire). 24
Anexo 12.5. Valores de los coeficientes “A” y “B”. 26
Anexo 12.6. Prueba hidráulica. Validación del resultado de la prueba. 29
Anexo 12.7. Modelo de esquema de instalación para realizar el purgado. 32
Anexo 12.8. Operaciones de limpieza y purgado. 34

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

12.1. Pruebas de resistencia y estanquidad

Se describe en esta unidad la sistemática a seguir para realizar las pruebas de resistencia y estanquidad a las que, de forma preceptiva, deben ser sometidas las conducciones y accesorios que componen las redes y acometidas diseñadas para operar a una presión máxima de operación de hasta 16 bar, así como para llevar a cabo las operaciones de purgado y puesta en servicio.

Cuando se trate de líneas directas con una presión máxima de operación mayor que 16 bar, las pruebas y operaciones que deban realizarse serán definidas en cada caso por la empresa transportista.

12.2. Sistemática para la realización de las pruebas

Las canalizaciones (tramos de red, acometidas y acometidas interiores enterradas) deberán ser sometidas, ya sea enteras o por tramos, a una prueba de resistencia mecánica y a una prueba de estanquidad, de acuerdo con las prescripciones que más adelante se detallan, y siempre con anterioridad a su puesta en servicio.

La prueba de resistencia mecánica y la prueba de estanquidad pueden realizarse de forma conjunta. Esta opción es la que se elegirá preferentemente.

Cuando no sea necesario realizar la prueba de resistencia mecánica, como son los casos de tramos cortos de canalización (ver punto 12.2.2.), conexiones entre sistemas nuevos y sistemas existentes o pequeñas reparaciones, en los que las juntas permanezcan descubiertas durante las pruebas para su verificación, se realizará únicamente la prueba de estanquidad a una presión igual a la presión de operación del sistema.

Asimismo, para redes con MOP inferior a 0,1 bar se permite realizar únicamente la prueba de estanquidad, en las condiciones que se indican más adelante (ver punto 12.2.2.).

La empresa distribuidora elaborará un procedimiento escrito de prueba (Plan de pruebas), donde se especificará, como mínimo, lo siguiente (Anexo 12.1.):

- El método para la realización de la prueba.
- La presión de prueba.
- La duración de la prueba.
- El fluido de la prueba.
- Los criterios de aceptación.
- Las variaciones admisibles de presión/volumen.
- La presión mínima en el sistema de suministro de gas existente.
- Los procedimientos de detección de fugas.
- La evacuación del fluido de prueba.
- Las medidas a adoptar durante la preparación y ejecución de las pruebas.

12.2.1. Fluido de prueba

El fluido empleado para la realización de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad en redes con MOP ≤ 5 bar será aire o gas inerte. En redes con 5 < MOP ≤ 16 bar se podrá utilizar agua, aire o

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

gas inerte. La empresa distribuidora establecerá el fluido de prueba en función de las características de la red y de la longitud del tramo a probar.

Cuando la prueba se realice con aire y se utilice un compresor para aumentar la presión, deberá asegurarse el correcto filtrado del aire comprimido para evitar que pase aceite al interior de la canalización de polietileno y poliamida, así como el correcto funcionamiento del filtro de humedad. En caso de utilizar botellas de nitrógeno o de aire comprimido deberán estar provistas de reductor y válvula de seguridad.

En canalizaciones de polietileno y poliamida se procurará no realizar las pruebas cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 ºC y evitar que durante el periodo de prueba la temperatura del fluido en el interior de la canalización supere los 40 ºC.

En canalizaciones de polietileno y PA-U se deben tener en cuenta las pérdidas de presión durante el período de prueba a altas presiones, debidas al fenómeno de expansión lenta del polietileno o muy lenta y mínima de la PA-U.

En tuberías de acero y cuando se utilice agua como fluido de prueba se recomienda respetar los siguientes parámetros de calidad del agua:

Dureza	< 65 ºHF
pH	5 ≤ pH ≤ 8
Conductividad	< 1.000 µS/cm
Cloruros y sales nocivas	< 1.000 mg/litro
Agresividad nula	Índice de Langelier > 0

12.2.2. Presión de prueba y duración de la prueba

La presión y la duración de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad serán función de la MOP y además, en el caso de la duración, de si se trata de redes o de acometidas.

El Reglamento no concreta los valores de la presión de prueba, sino que define unos valores por encima de los cuales debe situarse dicha presión de prueba, con el único límite derivado de la resistencia de los materiales. Por este motivo, con objeto de establecer un criterio de aplicación práctica, en la tabla 1 se indican los valores señalados en el Reglamento y los valores recomendados de la presión para realizar la prueba para diferentes rangos de MOP.

Los valores recomendados corresponden a los valores mínimos de la presión en el punto más alto del perfil del tramo a ensayar. Bajo ninguna circunstancia la presión de prueba debe alcanzar valores que se aproximen a los límites de resistencia de los materiales o que puedan causar daños a la canalización o a sus componentes o equipos accesorios, lo que se debe tener especialmente en cuenta cuando el fluido de prueba sea agua.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Tabla 1. Prueba conjunta de resistencia y estanquidad. Presión de prueba y duración mínima

Presión máxima de operación (bar efec.) MOP	Presión de prueba (bar efec.)		Duración mínima de la prueba (horas)	
	Valor Reglamento	Valor recomendado	Redes	Acometidas
10 < MOP ≤ 16	> 1,3 MOP	21 (1)	24	24
5 < MOP ≤ 10	> 1,3 MOP	13,2 (1)	24	24
2 < MOP ≤ 5	> 1,4 MOP	7,2 (1)	6 (4)	1
0,1 < MOP ≤ 2	> 1,75 MOP (2)	3,6 (3)	6 (4)	1
MOP ≤ 0,1	> 1	1,1	1	1

(1) El valor recomendado de la presión de prueba corresponde a redes con MOP igual a la presión máxima del rango. Para redes con MOP inferior a la máxima del rango, se podrá utilizar una presión de prueba igual al producto de la MOP por el coeficiente del valor del Reglamento incrementada en 0,2 bar.

(2) La presión de prueba será siempre superior a 1 bar.

(3) En redes con presión máxima de operación 0,1 < MOP ≤ 0,4, la presión de prueba será 1,1 bar.

(4) La duración puede reducirse a 1 hora cuando la estanquidad de las uniones pueda ser verificada con un fluido detector de fugas u otro método apropiado.

La presión de prueba de resistencia mecánica nunca debe superar en el caso de canalizaciones de polietileno el valor de 0,9 x P_{RCP} (Presión crítica de propagación rápida de fisura)

Asimismo, en la tabla 1 se indica la duración mínima de la prueba conjunta establecida en el Reglamento, tanto para redes como acometidas, a partir del momento en que se haya estabilizado la presión.

En redes con 5 < MOP ≤ 16 bar, la duración mínima de la prueba será siempre de 24 horas.

En redes con MOP ≤ 5 bar, en general, el tiempo de duración de la prueba será, como mínimo, de 6 horas. Sin embargo, la duración podrá reducirse a 1 hora cuando la estanquidad de las uniones pueda ser verificada con un fluido detector de fugas (por ejemplo, una solución de agua jabonosa) u otro método apropiado, así como en el caso de redes con MOP < 0,1 bar y en las acometidas.

No obstante, con objeto de detectar la existencia de eventuales fugas de pequeño caudal cuando la prueba sea neumática (aire comprimido o nitrógeno), se recomienda fijar la duración de la prueba sobre la base del volumen total de la canalización a probar (función de su longitud y de su diámetro), de la precisión de los equipos de medida y del caudal máximo de fuga admitido. Para ello puede seguirse el procedimiento descrito en el Anexo 12.2, teniendo en cuenta que esta duración mínima deberá ser siempre igual o superior a los valores que se indican en la tabla 1.

En extensiones cortas de nueva canalización o renovación de tramos existentes (en general de longitud no superior a 18 m, o aquella que establezca la empresa distribuidora en función de las características de la red), conexiones entre sistema nuevos y sistemas existentes y pequeñas reparaciones que puedan ser verificadas con un fluido detector de fugas u otro método apropiado, se permite realizar únicamente la prueba de estanquidad con gas a una presión igual a la presión de operación del sistema una vez se haya realizado la operación de purgado. Del mismo modo, en redes con MOP inferior a 0,1 bar, siempre que las juntas permanezcan descubiertas durante las pruebas, se permite realizar únicamente la prueba de estanquidad a una presión igual a la MOP con una duración mínima de 1 hora.

En cualquier caso, para la realización de la prueba se seguirá el procedimiento establecido por la empresa distribuidora.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

12.2.3. Instrumentos de medida y control

Al efectuar las pruebas de resistencia y estanquidad, tanto en nueva canalización (tramos de red y acometidas, si existen), como en renovación de tramos de canalización existente (tramos de red y acometidas, si existen) y en nuevas acometidas sobre red existente, será preciso medir y registrar durante todo el desarrollo de la prueba la presión y la temperatura del fluido de prueba. En general, los equipos a emplear serán un manómetro tipo Bourdon y un registrador de presión y temperatura (manotermógrafo).

Los equipos de medida de presión deberán tener una clase de exactitud mínima de 0,6, con un rango máximo de medida comprendido entre 1,1 y 1,5 veces la presión de prueba (el valor de la presión de prueba deberá estar comprendido entre el 66 % y el 91 % del fondo de escala del equipo). La temperatura deberá medirse y registrarse mediante instrumentos con una resolución mínima de 1 ºC y una precisión de ± 1 %.

Los instrumentos registradores de la presión y la temperatura (manotermógrafos) podrán ser analógicos o digitales y, previa aceptación de la empresa distribuidora, podrán admitirse, para la medición de la presión mediante registradores analógicos, instrumentos con clase de exactitud mínima de 1.

En el Anexo 12.3 se indican las características de los equipos de medida a utilizar en la prueba conjunta de resistencia y estanquidad en función del rango de presión.

La totalidad de los equipos de medida a utilizar para el control de los parámetros durante la realización de las pruebas de resistencia y estanquidad deberán haber sido construidos de acuerdo con lo dispuesto en normas europeas o de reconocido prestigio.

Los equipos utilizados para la medición de los parámetros de control durante las pruebas deberán ser mantenidos, verificados y calibrados por un centro acreditado o por el fabricante con la periodicidad establecida por la empresa distribuidora.

El certificado de calibración del equipo deberá estar a disposición del responsable de la empresa distribuidora de gas o de su representante, en su caso, para poder consultarlo siempre que lo solicite.

12.2.4. Medidas de seguridad

El técnico responsable del proyecto definirá las medidas de seguridad necesarias para salvaguardar la integridad de las personas y bienes durante la preparación y ejecución de las pruebas. Por su parte el Coordinador de Seguridad y Salud de la obra, o el Director Facultativo de la obra cuando aquél no sea preciso según los requisitos del RD 1627/1997, velará para que dichas medidas se cumplan, añadiendo, si fuera preciso, medidas complementarias que no estuviesen contempladas inicialmente pero que, a su juicio, fueran necesarias en función del emplazamiento de la obra.

En cualquier caso, durante la preparación y realización de la prueba quedará prohibida la presencia de personas ajenas a la prueba en la zona de trabajo y en la zona afectada por eventuales proyecciones debidas a roturas accidentales.

12.3. Preparación de las pruebas

Antes del inicio de las pruebas, el Jefe de Obra de la empresa contratista deberá cumplimentar, si así lo exige la empresa distribuidora, el impreso correspondiente al Plan de Pruebas específico que defina detalladamente las acciones a realizar, los equipos de medida a utilizar y los parámetros de control. Dicha documentación servirá de guía para la realización de las pruebas.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Con anterioridad a la ejecución de las pruebas, las tareas de obra mecánica deberán haber finalizado por completo y las soldaduras, o las uniones mecánicas en su caso, se hallarán a la temperatura ambiente.

Asimismo, la conducción se encontrará alojada y pretapada en el fondo de la zanja, según se indique en la normativa de la empresa distribuidora.

La operación de introducción del fluido de prueba y el posterior purgado se efectuará por el extremo de la nueva conducción más alejado siguiendo el sentido de circulación del gas.

Para ello, en dicho extremo de la canalización debe existir un punto para la entrada del fluido de prueba y su posterior purgado, que puede ser un dispositivo de pruebas instalado al efecto según el material de las conducciones, o bien la toma de purga de una válvula de fin de línea o a través de la llave de una de las acometidas más alejadas del punto de entrada de gas.

En el caso de que se utilice la llave de una acometida para realizar estas operaciones, debe tenerse en cuenta que no debe conectarse la instalación receptora a esta acometida hasta no haber concluido satisfactoriamente las operaciones de puesta en servicio de la canalización.

Si se trata de la realización de la prueba de resistencia y estanquidad de una nueva acometida sobre red existente, se podrá utilizar como dispositivo de pruebas (si el modelo lo permite sin extraer el dispositivo perforador) la “te” de toma en carga, acoplándole en su parte superior, una vez retirado el tapón de cierre, los elementos necesarios, para poder realizar la prueba (llave de cierre, conducciones flexibles, adaptador, etc.), y no se deberá perforar el tubo a través de la toma en carga hasta que el resultado de la citada prueba conjunta sea satisfactorio.

En el caso de acometidas sobre redes que suministren a instalaciones receptoras provistas de conjunto de regulación y no fuera posible la instalación del dispositivo de pruebas descrito en el punto anterior, de forma excepcional, podrán realizarse las operaciones de introducción del fluido de prueba y purgado de la instalación a través del filtro del conjunto de regulación. Para ello, no obstante, se deberán tomar las siguientes precauciones adicionales:

- Retirar el cartucho filtrante del conjunto de regulación e instalar en el cuerpo del filtro un dispositivo de purga adecuado.
- Verificar que la llave de salida del conjunto de regulación se halla en posición cerrada.
- Verificar que las llaves que pudieran existir entre el conjunto de regulación y la toma de acometida (llave de entrada al conjunto de regulación, de edificio y de acometida) se hallan en posición de abiertas.

Cuando se trate de una nueva acometida sobre una red en servicio de polietileno con MOP ≤ 0,05 bar en carga y la derivación se realice mediante una toma simple, se llevará a cabo la prueba de estanquidad de la soldadura de la derivación habiendo soldado previamente un tramo de tubo de longitud suficiente para efectuar la obturación por pinzado. El resto de la acometida más la acometida interior enterrada, si existe, se probarán a la presión de servicio con el gas de suministro, verificando la estanquidad de todas las uniones mediante una solución de agua jabonosa.

Se deberán tomar las medidas y precauciones necesarias para evitar que una eventual rotura de la canalización durante la prueba pueda ocasionar daños a las personas o a los bienes próximos a la zona de prueba. Dichas precauciones serán aún mayores en los puntos próximos a uniones mecánicas, o tapones, eliminando las piedras y objetos cercanos a las mismas.

Asimismo, al despresurizar la canalización tras efectuar la prueba, se adoptarán las medidas de seguridad necesarias para evitar que la evacuación del fluido de prueba pueda causar daños o incidentes en locales o viviendas próximos.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

12.4. Ejecución de las pruebas

Con anterioridad al inicio de las pruebas, el Jefe de Obra o la persona designada al efecto por la empresa distribuidora notificará al responsable de la misma con antelación suficiente, que la obra se halla preparada para las mismas indicando la fecha y hora previstas para su realización.

En el caso que el organismo competente de la Administración haya dado instrucciones en el sentido de estar presente o representado por una entidad de inspección y control durante la ejecución de las pruebas, el responsable de la empresa distribuidora procederá a informar al mencionado organismo en el plazo establecido.

El Jefe de Obra deberá haber verificado que dispone de los equipos necesarios, prestando especial atención a su precisión, a que la fecha límite de recalibración no haya sido superada y que éstos funcionan correctamente.

Para conducciones con MOP superior a 5 bar, si el fluido utilizado es agua, una vez realizado el llenado se recomienda una primera fase de estabilización térmica. Se podrá considerar alcanzada la estabilización térmica cuando en un intervalo de dos horas la temperatura no experimente variaciones superiores a 0,5 ºC.

En los mismos supuestos anteriores el llenado de la tubería se realizará de manera que se asegure:

- La máxima eliminación del aire en la tubería en la fase de presurización (ver Anexo 12.4).
- La no interrupción en ningún momento del llenado.
- En caso de utilizarse pistones, se introducirá inicialmente un volumen suficiente de agua para asegurar la correcta lubricación entre pistón y tubería.

A continuación, se describe la operativa a seguir para realizar la prueba conjunta de resistencia y estanquidad en los siguientes supuestos:

- Nueva canalización (red y acometidas).
- Nuevas acometidas sobre red existente.
- Renovación de canalización existente (tramos de red y acometidas).

12.4.1. Prueba conjunta de resistencia y estanquidad en nueva canalización

Una vez se ha comprobado que se está en condiciones de realizar la prueba de resistencia y estanquidad, el Jefe de Obra procederá a ordenar la instalación de los equipos de medida prestando especial atención a la posición de las sondas de medición de presión y temperatura del fluido de prueba de forma que las mismas realmente indiquen los parámetros que se desean medir.

Asimismo, deberá comprobar que la prueba alcanza a la totalidad de la red, acometidas y acometidas interiores enterradas, si existen, que deriven de la canalización objeto de la prueba.

Finalizadas estas operaciones, se verificará que se ha aislado el tramo a probar, por ejemplo mediante la colocación de bridas o discos ciegos. Asimismo, se comprobará que las llaves intermedias, si existen, estén abiertas (grado de apertura 50%, aproximadamente). En el caso que exista alguna acometida interior enterrada que se desee probar conjuntamente, la llave de acometida deberá permanecer abierta y deberá aislarse del resto de la instalación receptora, de forma que se prueben todos los tramos enterrados de la nueva canalización (red, acometidas y acometidas interiores enterradas).

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Efectuada dicha comprobación, el técnico encargado de la ejecución de la misma dará las instrucciones oportunas para que se inicie la presurización de la canalización (tramos de red, acometidas y acometidas interiores enterradas). Dicha operación deberá realizarse de forma que el fluido de prueba entre en la canalización lentamente y se alcance, de forma progresiva, la presión que corresponda y que bajo ninguna circunstancia podrá superar los márgenes recomendados, ya que, de lo contrario, se podrían causar daños a los materiales de la canalización a probar.

Alcanzada la presión de prueba se deberá esperar el tiempo suficiente hasta que ésta se estabilice, verificando de nuevo la presión e introduciendo o aliviando fluido a través del dispositivo de prueba en el caso de que la nueva presión sea inferior o superior a la deseada, respectivamente.

Estabilizada la presión se aislará la fuente de suministro del fluido de prueba de la canalización cerrando la llave que incorpore el dispositivo de prueba y desconectando dicha fuente.

Bajo la supervisión del Jefe o el Encargado de obra, se procederá a maniobrar lentamente la totalidad de las llaves intermedias, manteniéndolas cerradas unos segundos y volviendo a abrirlas a continuación. Durante dicha operación no debe apreciarse alteración alguna en los equipos de medida de la presión.

Una vez cumplidos los requisitos citados, así como aquellos que se hayan hecho constar en el Plan de Pruebas, se procederá a verificar que el mecanismo de relojería o las baterías de la fuente de alimentación del equipo, según el caso, disponen de autonomía suficiente para la duración de la prueba y, finalmente, a marcar los soportes de los registros gráficos o precintar los equipos de medida.

Si con anterioridad a la finalización de la prueba se detectara que la presión ha disminuido por causas no imputables a variaciones de la temperatura del fluido de prueba, podrá interrumpirse, previa comunicación al técnico responsable de la empresa distribuidora, y proceder a la localización de las posibles fugas, siguiendo para ello las directrices que se indican en el apartado 12.5.

12.4.2. Prueba conjunta de resistencia y estanquidad en nuevas acometidas sobre red existente

Una vez se ha comprobado que se está en condiciones de ejecutar la prueba conjunta de resistencia y estanquidad, el técnico encargado de su realización procederá a acoplar el dispositivo de pruebas para la introducción del fluido de prueba y el equipo que registre los parámetros de control de la prueba (presión y temperatura) de las características citadas en el Anexo 12.3.

Realizada dicha operación, el técnico encargado de su ejecución supervisará personalmente que se halla cerrada la llave más próxima al tramo visto de la instalación receptora. Ésta puede ser la llave de acometida, cuando sea única, o la llave de edificio, en el caso de que exista acometida interior enterrada que se desee probar conjuntamente. En este último caso, la llave de acometida, y cualquier otra llave intermedia que pudiera existir, deberán permanecer abiertas, de forma que la prueba se extienda a la totalidad de los nuevos tramos enterrados.

El resto de operaciones para efectuar la prueba de estanquidad se realizará de acuerdo con lo descrito en el apartado 12.4.1.

El taladro de la “te” de toma en carga, no podrá realizarse hasta que se haya obtenido un resultado positivo en la prueba de resistencia y estanquidad.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

12.4.3. Prueba conjunta de resistencia y estanquidad en renovación de canalización existente

Cuando se realice la renovación de tramos de canalización existente (tramos de red y acometidas, si existen), la prueba de resistencia y estanquidad se realizará aplicando los mismos criterios que para el caso de nueva canalización, tal como se indica en el apartado 12.4.1.

12.5. Validación de los resultados obtenidos en la prueba conjunta de resistencia y estanquidad

Transcurrido el período de tiempo fijado para la duración de la prueba de resistencia y estanquidad, siguiendo los criterios expuestos en esta recomendación, se deberán personar en el lugar de la prueba, el Jefe de Obra, el responsable de la empresa distribuidora de gas o su representante y el responsable del Organismo Territorial competente, o sus representantes, en aquellas Comunidades Autónomas donde sea preceptivo, y en presencia de ellos se verificará que los equipos de medida no hayan sido manipulados.

Seguidamente se procederá a retirar el registro impreso con los datos de la prueba o a imprimir los resultados de la misma, según el tipo de manotermógrafo utilizado.

En general, el resultado de la prueba se considerará correcto cuando el valor registrado de la presión final se haya mantenido constante respecto al valor inicial.

Sin embargo, dado que los fluidos de prueba son fluidos compresibles y que a volumen constante modifican su presión en función de las variaciones de temperatura, se puede dar el caso que, aún no manteniéndose constante la presión (incremento o decremento), la prueba pueda considerarse como correcta.

Para corregir este efecto, cuando exista una variación significativa de la temperatura del fluido de prueba entre el inicio y el fin de la misma, se recomienda seguir los criterios indicados a continuación.

Cuando el fluido de prueba sea aire o gas inerte se aplicará un factor de corrección K de la presión final utilizando la siguiente expresión:

$$P_{fc}=K\,P_f$$

$$K=\frac{273{,}15+T_i}{273{,}15+T_f}$$

Donde:

P_{fc} presión final corregida, en bar (absolutos)

P_f presión final, en bar (absolutos)

t_f temperatura final del fluido, en °C

t_i temperatura inicial del fluido, en °C

Cuando el fluido de prueba sea agua y la canalización sea de acero se calculará la variación de volumen mediante la siguiente ecuación (ver Anexo 12.6.):

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

$$\Delta V = \left[\left(0{,}89 \times \frac{r_i}{S} + A\right) \times \frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_A} \times (P_1 - P_2) - B\,(T_1 - T_2)\right] \frac{V_{ri}}{1000}$$

En el Anexo 12.5 se incluyen las tablas con los valores de los coeficientes A y B.

Este procedimiento no es aplicable a tuberías de polietileno o poliamida, ya que, hasta el momento, no existen unos valores del coeficiente "B", de diferencia entre la dilatación del agua y del polietileno o la poliamida, reconocidos por todas las empresas del sector.

En cualquier caso, el plan de pruebas la empresa distribuidora establecerá los criterios para la aceptación de la prueba. En Anexo 12.6 se describe un criterio de aceptación para la prueba hidráulica.

Si tras el análisis de la evolución de la presión y la temperatura se presentan alteraciones en el valor de la primera que no puedan ser interpretadas y de las que no pueda determinarse con claridad si el resultado de la prueba es correcto, se procederá a efectuar una nueva prueba con una duración comprendida entre 1,5 y 2 veces la anterior, que permita discernir adecuadamente la bondad de la primera. Se recomienda que esta nueva prueba se realice en horas en las que exista poca fluctuación de la temperatura ambiente para reducir en lo posible el efecto de la temperatura.

En el caso que en los registros se aprecie una disminución progresiva de la presión de prueba con el tiempo y se compruebe que esta disminución no es debida a variaciones de temperatura del fluido de prueba, se considerará que el resultado de la misma no ha sido satisfactorio y se procederá a detectar los posibles puntos de fuga.

Si el fluido de prueba es aire o gas inerte se actuará como se indica a continuación:

a) Manteniendo la presión de prueba en la canalización, el técnico encargado de su realización dará las instrucciones oportunas para que se aplique una disolución jabonosa o similar a la totalidad de las uniones mecánicas, si existen, así como a la totalidad de los ejes de las llaves.

b) En el caso de que con la comprobación anterior no se detecte la ubicación del posible punto de fuga, se procederá a despresurizar y a seccionar la canalización por su punto medio, a colocar sendos dispositivos de prueba en los extremos y a efectuar una comprobación de estanquidad presurizando cada uno de los tramos a una presión no superior a 20 mbar y controlando su evolución con un manómetro de columna de agua.

   Salvo que exista más de una fuga, lo normal es que una de las dos comprobaciones arroje resultado positivo y la otra negativo. Se repetirá el proceso descrito con el tramo de tubería correspondiente a este último supuesto tantas veces como sea necesario, hasta encontrar el punto exacto de la fuga.

Localizada y corregida la causa de la fuga, se procederá a la repetición del proceso de preparación y ejecución de la prueba.

12.6. Operaciones de limpieza, purgado y puesta en servicio

Las operaciones de purgado y puesta en servicio de la canalización deberán realizarse lo antes posible una vez concluida, con resultado satisfactorio, la prueba de resistencia y estanquidad, y deberán llevarse a cabo en presencia del responsable de la empresa distribuidora de gas cuando ésta así lo solicite.

Si se ha utilizado agua como fluido de prueba, finalizada la misma y previamente al purgado, se procederá al vaciado de la conducción y se realizarán las operaciones de limpieza, barrido y secado mediante soplado, o paso *pigs,* o de pistones de secado propulsados con aire seco, o cualquier otro sistema equivalente.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

En estos casos, el drenaje de la tubería se realiza normalmente por gravedad, a través de una de las válvulas de la trampa de llegada de los rascadores. Seguidamente se procede al paso de un *pistón de copelas* para diámetros mayores que DN 200 o de un *poly-pig* para diámetros inferiores, evacuando, de esta forma, el agua acumulada en los puntos bajos de la tubería.

A continuación se realizan las operaciones de rascado y secado pasando por el interior de la tubería unos *poly-pigs* de espuma lo bastante rígidos para soportar la abrasión, procurando que pasen a suficiente velocidad para evitar que se paren y lo bastante seguidos para evitar que la película de agua que se forma sobre la pared del tubo al paso del primero de ellos vuelva a fluir al punto bajo formando una bolsa antes de la llegada del siguiente.

En la práctica, estos *poly-pigs* se espacian entre 5 y 10 minutos si la velocidad de paso es elevada (alrededor de 5 m/s). El número de unidades varía entre un mínimo de 2 y un máximo de 6, dependiendo de su disponibilidad y de lo seco que esté el tubo. El tren de *poly-pigs* se pasa las veces necesarias hasta eliminar el agua y conseguir un correcto secado.

Una vez realizada la fase de drenaje y cuando ya se considera seca la tubería, se procede a pasar nuevamente, en el caso de tuberías de acero, un *poly-pig* rascador para decapar los restos de calamina u oxido existentes, pasando posteriormente, en todos los casos, varios *foam-pigs*. En la Tabla 1 de Anexo 12.8 se resumen las características de los elementos de limpieza y secado.

La verificación de que la tubería está razonablemente seca y limpia se efectúa mediante el paso de un *poly-pig* de espuma nuevo en el que debe apreciarse a la salida el color original y la ausencia de humedad destacable en su superficie. Únicamente son admisibles ciertas acumulaciones de óxido en la zona de contacto de la generatriz inferior. Las operaciones finales de limpieza y secado se llevan a cabo en la fase de puesta en gas.

En todas las operaciones anteriores se seguirán los procedimientos e indicaciones de la empresa distribuidora.

Cuando la puesta en servicio (puesta en gas) de la canalización o de la acometida no se realice inmediatamente después de haber concluido con resultado satisfactorio la prueba de resistencia y estanquidad, el tramo probado se dejará presurizado con el fluido y a la presión especificados por la empresa distribuidora de gas, con el fin de detectar posibles daños producidos por terceros en el período comprendido entre la finalización de la prueba y la puesta en servicio.

En las operaciones de purgado y puesta en servicio de una canalización deberán tomarse las medidas de seguridad necesarias para evitar cualquier riesgo, utilizando en cada caso útiles y equipos adecuados.

La operación de purgado de tramos de red, deberá realizarse a través de un punto de purga que podrá ser el dispositivo de pruebas instalado al final de la canalización, la toma de purga de una válvula de final de línea o bien la acometida más próxima al final del tubo, que no fue conectada en su momento a la instalación receptora para poder realizar esta operación. También podrá realizarse a través de los elementos auxiliares de las instalaciones receptoras conectadas a la canalización adoptando las medidas de seguridad necesarias.

El purgado se realizará mediante una manguera flexible con el extremo metálico que evacue a zona segura. Esta evacuación se realizará a un mínimo de 2,5 metros sobre el nivel del suelo vigilando que no se realice en la proximidad de elementos que puedan provocar su inflamación, tales como: farolas, semáforos, etc. En el Anexo 12.7 se incluye un ejemplo de esquema de instalación.

En el transcurso de esta operación ha de asegurarse que no se coloca por encima de la boca del tubo metálico de salida ningún obstáculo o parte del cuerpo de ningún operario, para evitar que la proyección de partículas arrastradas por el fluido pueda provocar lesiones o accidentes.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

En ningún caso debe realizarse el purgado a través de un tubo de polietileno o de poliamida ni en el interior de la zanja, bien sea a través de tomas en carga o accesorios similares, o bien sea aflojando uniones mecánicas para producir fugas (por ejemplo, una unión por brida).

Una vez instalado el tubo flexible para realizar el purgado, se procederá a efectuar la descompresión de la canalización si dicha operación no se ha realizado con anterioridad.

En el caso de acometidas sobre tubo existente, la operación de purgado de dicho tramo se efectuará de forma conjunta con el purgado de la instalación receptora, o durante la puesta en marcha del conjunto de regulación en instalaciones que dispongan de dicho elemento. No obstante, antes de retirar el dispositivo que haya servido para realizar la prueba y de forma previa a efectuar el taladro en el tubo que permitirá que el gas fluya a través de la acometida, se deberá proceder a descomprimir la acometida de forma lenta a través del propio dispositivo de prueba.

Una vez conectada la canalización al punto de suministro de gas de la red existente, se procederá al llenado de la canalización desplazando al fluido contenido en la tubería, que ya se encontrará a presión atmosférica, por la presión del gas de suministro, con una velocidad y caudal mínimos que no favorezcan la mezcla de ambos. En la tabla 2 del Anexo 12.8 se presentan los valores mínimos del caudal y de la velocidad de purga recomendados, en función del diámetro de la conducción.

El purgado y puesta en servicio de la canalización puede realizarse también mediante purgado indirecto con nitrógeno o intercalando un pistón de dicho gas entre el aire contenido en la tubería y el gas de servicio. En el Anexo A de la norma UNE-EN 12327, se indican los volúmenes mínimos de nitrógeno necesarios en función del diámetro y longitud de la canalización. A criterio de la empresa distribuidora, podrá optarse por estos procedimientos siempre que se estime conveniente.

Las operaciones de purgado y puesta en servicio de la canalización se darán por concluidas cuando, utilizando un detector de escala adecuada, calibrado para el tipo de gas del que se trate, se pueda apreciar en el visor del aparato, una concentración de gas en el extremo del punto de purga del 100 % de gas.

Alcanzado este valor, en el caso que se haya utilizado un dispositivo de prueba o una acometida para efectuar la operación, se procederá en el primer caso a sustituir aquél por un tapón o efectuar el religue de cierre, si se trata de una obra de renovación o de un religue entre dos secciones de red, y a unir la acometida con la instalación receptora en el segundo supuesto.

En ambos casos se verificará la bondad de la unión, así como la de la unión del punto de entrada de gas, ya a presión de servicio, con agua jabonosa, tomando la precaución de lavar con abundante agua clara la zona analizada, una vez verificada su estanquidad, en el supuesto que el material fuera polietileno o poliamida.

12.7. Informe del resultado de la prueba de estanquidad, purgado y puesta en servicio

Finalizadas la prueba de resistencia y estanquidad con resultado positivo y las operaciones de purgado y puesta en servicio de la nueva canalización o de la acometida, el Jefe de Obra, o la persona designada por la empresa distribuidora, procederá a confeccionar el Certificado Final de Obra. Dicho certificado deberá entregarse a la empresa distribuidora en el plazo que ésta indique contado desde el momento en el que finalice con éxito la prueba de estanquidad.

En el citado certificado se hará constar como mínimo lo siguiente:

- Datos necesarios para la identificación de la canalización, o de la acometida, en su caso: localización y descripción de la misma.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- En el caso que el informe lo elabore el Jefe de Obra, datos identificativos del profesional que ha realizado las tareas de Jefe de Obra y constancia de que la misma se ha llevado a cabo de acuerdo con un proyecto previamente diligenciado.
- Indicación de la presión de diseño del sistema (PD) y los materiales instalados (longitud, diámetro, etc.)
- Indicación de las pruebas efectuadas y resultado de las mismas, incluyendo la presión de prueba y la duración de la misma.
- Identificación de los aparatos de medida.
- Registros de las presiones y temperaturas obtenidos durante la ejecución de las pruebas.

En los trabajos realizados en zonas donde sea preceptivo, o así lo considere la empresa distribuidora, previamente a su entrega, el certificado habrá sido diligenciado ante el Colegio Profesional correspondiente. En el resto, podrá tramitarse de forma masiva en el momento en el que se proceda a la legalización anual de la red instalada en dicho período.

12.8. Consideraciones específicas para canalizaciones destinadas al transporte de hidrógeno o mezclas de hidrógeno con gas natural

Cuando la canalización esté destinada al transporte de hidrógeno o mezclas de hidrógeno con gas natural, además de los requisitos establecidos en la presente especificación, deberán tenerse en consideración las particularidades derivadas de las propiedades físico-químicas de dicho gas y de su interacción con los materiales y equipos de la instalación.

Previamente a la realización de las pruebas, purgados y operaciones de puesta en servicio, se verificará la compatibilidad de los materiales, uniones, válvulas, juntas, equipos de medida, sistemas de regulación y restantes componentes con las condiciones de servicio previstas.

Asimismo, se comprobará que los equipos utilizados para la detección de fugas, medición de concentración y control de atmósferas sean adecuados para hidrógeno o para la mezcla gaseosa considerada y dispongan de los correspondientes certificados y rangos de medida aplicables.

Durante la ejecución de las pruebas y operaciones de puesta en servicio deberán adoptarse las medidas de seguridad adicionales que resulten necesarias teniendo en cuenta las características específicas del hidrógeno, en particular su amplio rango de inflamabilidad, su reducida energía de ignición y su elevada capacidad de difusión.

Los procedimientos de purgado, inertización y puesta en gas deberán ser definidos por la empresa distribuidora o titular de la instalación para cada aplicación concreta, estableciendo, cuando proceda, criterios específicos de aceptación, tiempos de purga, velocidades mínimas de barrido y controles adicionales que garanticen la seguridad de las operaciones.

En caso de discrepancia entre los requisitos de la presente especificación y la reglamentación específica aplicable al transporte o distribución de hidrógeno, prevalecerán las disposiciones establecidas en dicha reglamentación, así como las instrucciones técnicas particulares emitidas por la empresa distribuidora o la autoridad competente.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexos

Anexo 12.1

Ejemplo de contenido del plan de pruebas

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.1. Ejemplo de contenido del plan de pruebas.

PRUEBA CONJUNTA DE RESISTENCIA Y ESTANQUIDAD
Empresa Contratista: .....
Empresa Distribuidora: .....
Descripción de la canalización:
Situación: .....
Población: .....
Presión de la red: MOP = ...

MATERIAL			LONGITUD TRAMOS RED (m)	PRESIÓN DE PRUEBA (bar)	DURACIÓN DE LA PRUEBA (horas)
POLIETILENO/POLIAMIDA (DN, SDR)					
COBRE (DN)					
FUNDICIÓN DÚCTIL (DN)					
ACERO (DN)					

Procedimiento de prueba: .....
Fluido de prueba: .....
Equipos de medida y control utilizados: .....
Marca: .....
Precisión y fondo de escala:
Presión: .....
Temperatura: .....
Velocidad avance del papel de registro (si procede): .....
Fecha de la última calibración: .....
Variaciones admisibles de presión/volumen: .....
Criterios de aceptación .....
Procedimiento de detección de fugas: .....
Sistema de evacuación del fluido de prueba: .....
Medidas de seguridad a adoptar durante la preparación y ejecución de las pruebas: .....

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.2

Determinación de la duración de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad para pruebas neumáticas (aire o gas inerte)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.2. Determinación de la duración de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad para pruebas neumáticas (aire o gas inerte).

Respetando en todos los casos la duración mínima de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad que fija el Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos, que se recoge en la tabla 1 del apartado 12.2.2. y, en su caso, la duración establecida por la empresa distribuidora, con objeto de detectar la existencia de eventuales fugas de pequeño caudal cuando la prueba se realice con aire o gas inerte, se determinará la duración de la prueba sobre la base del volumen total de la canalización a probar (función de su longitud y su diámetro), de la precisión de los equipos de medida y del caudal máximo de fuga admitido.

Para la determinación de la duración de la prueba se aplicará la siguiente expresión:

$$t_{min} = V_g \times \xi / q_{f\,max}$$

Donde:

- t_{min} duración mínima de la prueba, en horas. Si este valor fuera inferior al indicado en la tabla 1 del apartado 12.2.2. según la MOP de la instalación, se adoptará el valor allí indicado como duración mínima, haciéndolo constar así en el Plan de Pruebas.
- V_g volumen geométrico de la conducción, expresado en m^3, que se obtendrá como suma del producto de las diferentes secciones interiores de la canalización por su longitud respectiva.
- ξ resolución del equipo de medida de la presión que se obtendrá multiplicando la clase del equipo en % (dato que suministra el fabricante) por el fondo de escala, expresado en bar, del equipo utilizado, y dividido por 100.
- $q_{f\,max}$ valor máximo admitido para una hipotética fuga en la canalización expresado en m^3(n)/h. Se recomienda utilizar un valor menor o igual a 0,01 m^3(n)/h.

En cada caso se deberá efectuar el cálculo descrito o consultar tablas que desarrollen la fórmula anterior para valores concretos. Los valores seleccionados deberán figurar en la descripción del Plan de Pruebas y una vez finalizadas las mismas se harán constar en el libro de obra.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.3

Características de los instrumentos de medida y control para la realización de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.3. Características de los instrumentos de medida y control para la realización de la prueba conjunta de resistencia y estanquidad.

La precisión y características recomendadas de los instrumentos de medida a utilizar en función del rango de presión de la red son las siguientes:

PRESIÓN DE OPERACIÓN (bar efec.)	**PRECISIÓN DEL EQUIPO**	**RANGO DE MEDIDA DEL EQUIPO**
10 < MOP ≤ 16	Presión: ± 0,6 % Temperatura: ± 1 % (Resolución: 1 ºC)	Presión: 0 ÷ 25 bar Temperatura: 263 ÷ 313 K (-10 ÷ 40 ºC)
5 < MOP ≤ 10	Presión: ± 0,6 % Temperatura: ± 1 % (Resolución: 1 ºC)	Presión: 0 ÷ 16 bar Temperatura: 263 ÷ 313 K (-10 ÷ 40 ºC)
2 < MOP ≤ 5	Presión: ± 0,6 % Temperatura: ± 1 % (Resolución: 1 ºC)	Presión: 0 ÷ 10 bar Temperatura: 263 ÷ 313 K (-10 ÷ 40 ºC)
0,1 < MOP ≤ 2 (*)	Presión: ± 0,6 % Temperatura: ± 1 % (Resolución: 1 ºC)	Presión: 0 ÷ 4 bar Temperatura: 263 ÷ 313 K (-10 ÷ 40 ºC)
MOP ≤ 0,1	Presión: ± 0,6 % Temperatura: ± 1 % (Resolución: 1 ºC)	Presión: 0 ÷ 1,6 bar Temperatura: 263 ÷ 313 K (-10 ÷ 40 ºC)

(*) Para la prueba de redes con presión de operación 0,1 < MOP ≤ 0,4, se utilizarán instrumentos de medida de las mismas características que para redes con MOP ≤ 0,1

El rango de medida de los manómetros y registradores de presión y temperatura (manotermógrafos) se ha establecido considerando la presión de prueba correspondiente al valor máximo de la MOP, dentro de cada rango de presión. En caso que la MOP de la red se encuentre por debajo del valor máximo, se utilizarán instrumentos de medida acordes con la presión real de prueba. Asimismo, **podrán utilizarse instrumentos con rangos de medida distintos a los indicados en la tabla siempre que la presión de prueba se encuentre en la franja comprendida entre el 66 % y el 91 % de su fondo de escala.**

Los manómetros tipo Bourdon tendrán un diámetro mínimo de esfera de 100 mm.

Los manotermógrafos podrán ser analógicos (mecánicos) o digitales (electrónicos).

Requisitos para los manotermógrafos analógicos (mecánicos)

El registro de los valores de la presión y la temperatura se realizará en soporte papel, pudiendo ser el tambor de registro de eje vertical u horizontal, y la velocidad de avance del papel deberá estar en consonancia con la duración de la prueba, y en ningún caso será inferior a 20 mm/h.

El uso de registradores circulares, cuya velocidad de avance deberá ser siempre inferior a 75 °/h, quedará limitado a pruebas sobre canalizaciones y en aquellos casos en los que la duración de la prueba quede registrada en menos de 360 °.

Requisitos para los manotermógrafos electrónicos (digitales)

Los equipos de medida a emplear tendrán capacidad para determinar que la prueba es correcta o incorrecta en función del volumen de la instalación (longitud, diámetro interior), presión absoluta y

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

temperatura iniciales y presión absoluta y temperatura finales, después del tiempo transcurrido durante la prueba.

Como datos de entrada deberá tener capacidad para almacenar la siguiente información:

- Datos de la obra
- Identificación de la obra (nº de obra, etc.).
- Volumen de la instalación en m^3 (longitud, diámetro y material).
- Fecha y hora (tomados del propio equipo).
- Presión atmosférica.

Para el cálculo del volumen de la red o acometida a probar, los equipos deberán tener la posibilidad de aceptar, como mínimo, hasta cuatro tramos con diferente longitud, diámetro y SDR, en caso de tuberías de polietileno o poliamida.

Las unidades para introducir los datos para el cálculo del volumen deberán ser las siguientes:

- Longitud, en decímetros, con precisión mínima de ± 1.
- Diámetro, en milímetros.
- SDR (adimensional), en caso de tuberías de polietileno o poliamida.

El equipo deberá tener capacidad de almacenar cómo mínimo 100 registros, tomados a intervalos de tiempo iguales durante la duración de la prueba, e imprimir en campo los valores de como mínimo 21 registros, tomados asimismo a intervalos de tiempo iguales durante la duración de la prueba, con la siguiente información:

- Presión en mbar.
- Temperatura en °C.

Tanto los datos de presión y temperatura como el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba deberán estar disponibles para consulta en cualquier momento.

Una vez terminada la prueba se deberá poder consultar a través del display del equipo, como mínimo, la información siguiente:

- Datos de la obra.
- Volumen de la canalización.
- Fecha y hora de inicio de la prueba.
- Presión atmosférica inicial.
- Presión de prueba inicial.
- Temperatura inicial.
- Fecha y hora de finalización o duración de la prueba.
- Presión atmosférica final.
- Presión de prueba final.
- Temperatura final.
- Resultado de la prueba con indicación de si es correcta o incorrecta, detallando el volumen fugado, según calculo, en el caso de ser incorrecta.

Todos estos datos más los registros (21 como mínimo) deberán estar disponibles para su impresión en campo en formato papel.

El equipo deberá tener capacidad para almacenar toda la información de más de una prueba para consulta y posterior volcado a un ordenador en fichero con formato MS, Excel o similar previamente admitido por la empresa distribuidora.

Además, el equipo estará provisto de un sistema de alimentación mediante batería recargable con una autonomía de 30 horas, como mínimo, y dispondrá de una caja de conexiones para la introducción de las señales de todos los sensores del equipo, tanto de presión como de temperatura.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.4

Prueba hidráulica Comprobación de la existencia de aire en la tubería (Test de aire)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.4. Prueba hidráulica. Comprobación de la existencia de aire en la tubería (Test de aire).

Para poder valorar la estanqueidad de una prueba hidráulica es imperativo verificar si ha quedado aire atrapado en el interior de la tubería mediante la realización de un test de aire. En caso de que el resultado no sea satisfactorio, no deberá realizarse la prueba hidráulica, ya que los datos calculados por la fórmula de variación de volumen no corresponderán a la realidad.

Una vez presurizada la línea y antes de iniciar la prueba hidráulica, se realizará dicho test por extracción. Para ello se extraerá de la tubería presurizada una cantidad de agua medida en un recipiente calibrado y se anotará el descenso de presión que corresponde a esta extracción. El volumen real de agua extraído se comparará con el volumen matemático (ausencia de aire) necesario para iguales descensos de presión. Se aconseja realizar extracciones que provoquen como mínimo un descenso de 0,5 bar en la tubería.

También es posible realizar el test de aire durante la fase de presurización utilizando un contador de litros calibrado y comparando el volumen real de agua introducido para realizar incrementos de presión determinados, con el volumen matemático necesario para iguales incrementos de presión. Este control se realizará a partir del 50 %de la presión de prueba.

Para tuberías de distribución es más práctico realizar el test de aire por extracción, ya que los volúmenes necesarios para variar 1 bar la presión son pequeños y fáciles de medir utilizando, como se ha indicado, un recipiente calibrado.

El volumen real del agua que se extrae de la conducción (V_{AB}) se determina mediante la medición directa, en tanto que el volumen matemático (V_A) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_A = \left(0{,}89 \times \frac{r_i}{S} + A\right) \times \frac{V_{ri}}{1000} \times (P_1 - P_2)$$

Donde:

V_A volumen matemático de agua a extraer (l)

A factor de compresibilidad del agua a la temperatura y presión de ejecución de la prueba ($bar^{-1} \times 10^{-6}$). Ver anexo 5

V_{ri} volumen del tramo de prueba determinado con el radio r_i (m^3)

r_i radio interior del tubo (mm)

S espesor de la pared del tubo (mm)

P_1 presión inicial de la tubería (bar)

P_2 presión final de la tubería (bar)

La relación entre ambos volúmenes V_{AB}/V_A no debe exceder del 6 %. Si no se consigue dicho valor, se procederá a despresurizar y purgar de nuevo la línea. En caso que no sea posible conseguir un resultado satisfactorio después de purgar la línea, deberá vaciarse la conducción y realizar un nuevo llenado.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.5

Valores de los coeficientes “A” y “B”

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.5. Valores de los coeficientes “A” y “B”.

COEFICIENTE “A” (bar^{-1} x 10^{-6})
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD DEL AGUA

P	T	A	T	A	T	A	T	A
1	6	48,315	8	47,734	10	47,307	12	46,880
20	6	48,110	8	47,584	10	47,105	12	46,669
40	6	47,897	8	47,372	10	46,894	12	46,456
60	6	47,703	8	47,169	10	46,683	12	46,244
80	6	47,496	8	46,964	10	46,478	12	46,031
100	6	47,296	8	46,758	10	46,272	12	45,827

P	T	A	T	A	T	A	T	A
1	14	46,483	16	46,135	18	45,814	20	45,537
20	14	46,278	16	45,914	18	45,605	20	45,316
40	14	46,058	16	45,695	18	45,375	20	45,089
60	14	45,841	16	45,489	18	45,156	20	44,868
80	14	45,629	16	45,266	18	44,939	20	44,646
100	14	45,417	16	45,056	18	44,725	20	44,432

P	T	A	T	A	T	A	T	A
1	22	45,286	24	45,071	26	44,877	28	44,722
20	22	45,066	24	44,844	26	44,658	28	44,493
40	22	44,838	24	44,610	26	44,422	28	44,253
60	22	44,614	24	44,386	26	44,187	28	44,023
80	22	44,386	24	44,156	26	43,960	28	43,785
100	22	44,168	24	43,932	26	43,736	28	43,560

P	T	A
1	30	44,586
20	30	44,362
40	30	44,116
60	30	43,876
80	30	43,637
100	30	43,419

P Presión de prueba (bar)
T Temperatura del fluido (ºC)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

COEFICIENTE "B" ($ºC^{-1} \times 10^{-6}$)
VALOR DE LA DIFERENCIA ENTRE LA DILATACIÓN DEL AGUA Y DEL ACERO

P \ T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-98,62	-79,89	-61,81	-44,34	-27,47	-11,14	4,66	19,98	34,82	49,22
10	-95,55	-76,94	-58,99	-41,65	-24,89	-8,67	7,02	22,23	36,97	51,26
20	-92,15	-73,68	-55,86	-38,64	-22,01	-5,92	9,65	24,74	39,36	53,55
30	-88,74	-70,40	-52,72	-35,63	-19,14	-3,16	12,29	27,26	41,76	55,64
40	-85,32	-67,12	-49,58	-32,65	-16,24	-0,41	14,93	29,78	44,18	58,14
50	-81,90	-63,84	-46,43	-29,60	-13,36	2,36	17,57	32,31	46,60	60,45
60	-78,47	-60,55	-43,27	-26,58	-10,46	5,15	20,23	34,85	49,02	62,76
70	-75,03	-57,25	-40,10	-23,54	-7,56	7,92	22,89	37,39	51,44	65,08
80	-71,50	-53,96	-36,94	-20,51	-4,65	10,70	25,55	39,94	53,88	67,40
90	-68,16	-50,66	-33,77	-17,47	-1,73	13,50	28,23	42,50	56,32	69,73
100	-64,72	-47,35	-30,60	-14,43	1,18	16,29	30,90	45,05	58,77	72,07

P \ T	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	63,20	76,78	89,99	102,83	115,34	127,52	139,41	151,00	162,31	173,37
10	65,15	78,64	91,75	104,51	116,93	129,02	140,83	152,36	163,58	174,56
20	67,33	80,71	93,72	106,39	118,71	130,71	142,42	153,85	165,00	175,90
30	69,51	82,79	95,70	108,26	120,49	132,40	144,02	155,35	166,42	177,23
40	71,70	84,87	97,68	110,14	122,28	134,10	145,62	156,87	167,85	178,58
50	73,90	86,96	99,68	112,04	124,07	135,80	147,24	158,39	169,29	179,93
60	76,10	89,07	102,67	113,93	125,88	137,51	148,86	159,92	170,73	181,29
70	78,32	91,17	103,68	115,84	127,69	139,22	150,49	161,46	172,18	182,66
80	80,53	93,29	105,69	117,76	129,50	140,95	152,11	163,00	173,64	184,03
90	82,75	95,41	107,70	119,67	131,32	142,67	153,75	164,56	175,10	185,41
100	84,98	97,53	109,73	121,59	133,15	144,42	155,40	166,11	176,58	186,80

P \ T	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	184,18	194,75	205,08	215,22	225,14	234,88	244,41	253,79	263,00	272,03
10	185,30	195,79	206,07	216,13	225,99	235,66	245,13	254,44	264,27	272,57
20	186,55	196,96	207,16	217,15	226,94	236,53	245,94	255,18	264,59	273,18
30	187,80	198,14	208,26	218,18	227,98	237,41	246,75	255,93	264,95	273,80
40	189,07	199,33	209,37	219,21	228,84	238,30	247,58	256,69	265,64	274,42
50	190,34	200,52	210,49	220,25	229,92	239,20	248,40	257,45	266,33	275,07
60	191,52	201,72	211,61	221,30	230,79	240,11	249,24	258,22	267,04	275,70
70	192,91	202,93	212,74	222,35	231,78	241,02	250,08	258,99	267,75	276,35
80	194,20	204,14	213,88	223,42	232,77	241,94	250,93	259,78	268,47	277,01
90	195,50	205,36	215,03	224,48	233,76	242,87	251,79	260,57	269,19	277,66
100	196,80	206,59	216,17	225,56	234,76	243,79	252,66	261,35	269,92	278,33

P Presión de prueba (bar)
T Temperatura del fluido (ºC)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.6

Prueba hidráulica Validación del resultado de la prueba

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.6. Prueba hidráulica. Validación del resultado de la prueba.

El control del resultado de la prueba puede realizarse comparando la variación de volumen del agua contenida en el tramo ensayado en un determinado intervalo de tiempo mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V = \left[\left(0{,}89 \times \frac{r_i}{S} + A\right) \times \frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_A} \times (P_1 - P_2) - B\,(t_1 - t_2)\right] \frac{V_{ri}}{1000}$$

Donde:

ΔV variación de volumen (l)

$\frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_A}$ Resultado del test de aire (ver Anexo 12.4)

- ΔV_{AB} volumen real de agua extraída
- ΔV_A volumen matemático de agua a extraer

V_{ri} volumen del tramo de prueba determinado con el radio r_i (m^3)

r_i radio interior del tubo (mm)

S espesor de la pared del tubo (mm)

A factor de compresibilidad del agua a la temperatura y presión de ejecución de la prueba ($bar^{-1} \times 10^{-6}$). Ver anexo 12.5.

B valor de la diferencia entre la dilatación térmica del agua y la del acero a la temperatura y presión de la prueba ($ºC^{-1} \times 10^{-6}$). Ver Anexo 12.5.

t_1 temperatura inicial medida en la pared del tubo (ºC)

t_2 temperatura final medida en la pared del tubo (ºC)

P_1 presión inicial de la tubería (bar)

P_2 presión final de la tubería (bar)

El valor hallado de ΔV debe dividirse por el número de horas de duración de la prueba para calcular la variación por hora ΔV_h (l/h).

Valoración de la prueba

En general, se utilizará el siguiente criterio para la aceptación de la prueba:

$$\Delta V_h = \leq \pm 4 \frac{V_{ri}}{3000} \text{ en l/h}$$

Se aplicarán los siguientes límites:

a) Para DN > 500 mm, si se ha alcanzado una presión de prueba de al menos el 87 % del límite elástico en todos los tubos con menor espesor

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

$0{,}3\ l/h \leq \Delta V_h \leq 4\ l/h$

b) Para DN ≤ 500 mm, si la presión de prueba es inferior al 87 %del límite elástico, y para conducciones de DN < 500 mm

$0{,}05\ l/h \leq \Delta V_h \leq 0{,}8\ l/h$

c) Para conducciones con soldadura helicoidal con una sola pasada

$\Delta V_h \leq 0{,}05\ l/h$

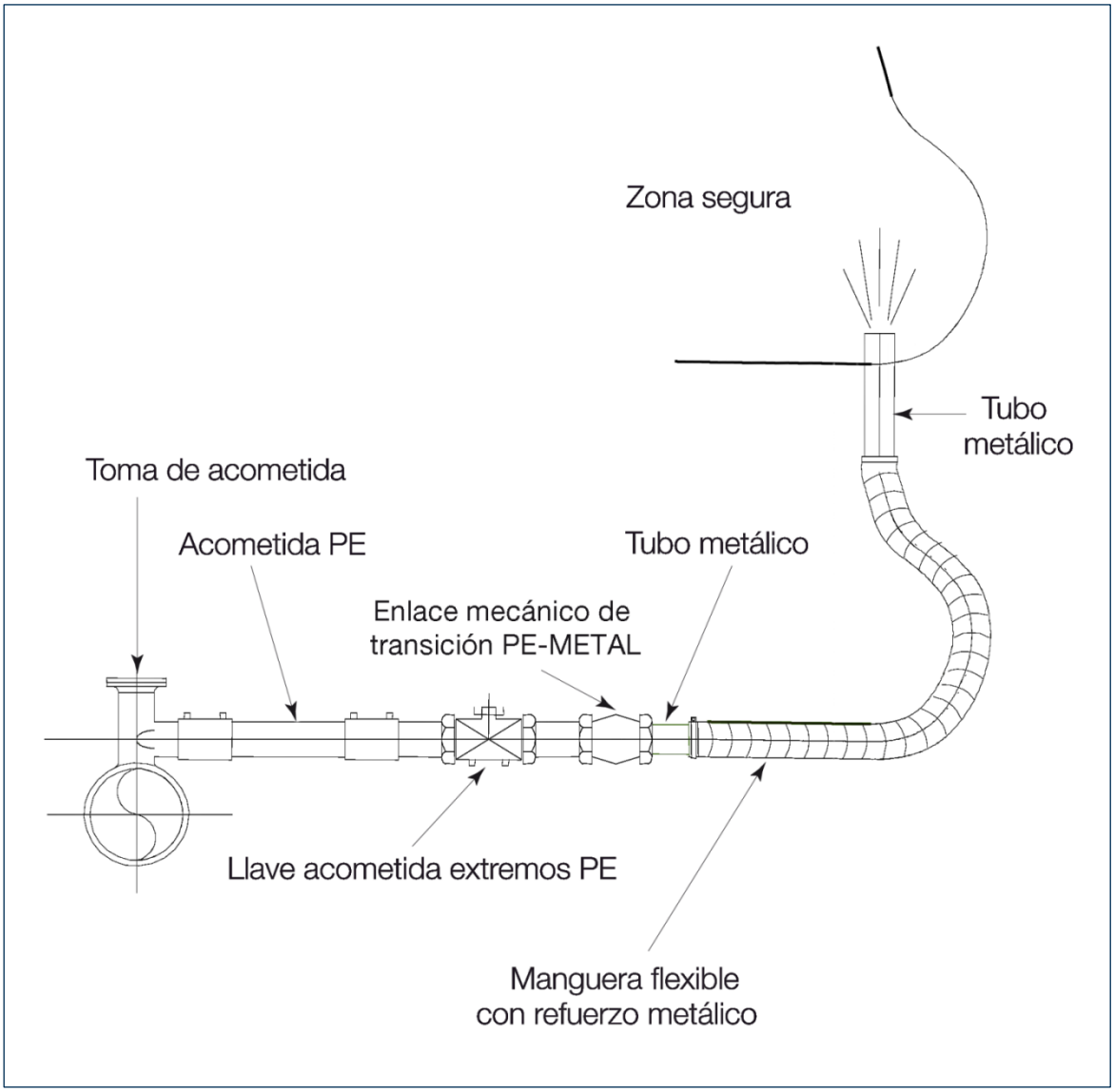
Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.7

Modelo de esquema de instalación para realizar el purgado

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.7. Modelo de esquema de instalación para realizar el purgado.



El extremo de la manguera flexible debe ser metálico en una longitud de al menos 300 mm.

Durante la operación de purgado el extremo de la manguera flexible de purga debe mantenerse a una altura mínima de 2,5 metros sobre el nivel del suelo.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.8

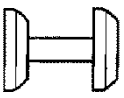
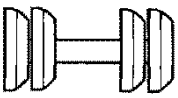
Operaciones de limpieza y purgado

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 12.8. Operaciones de limpieza y purgado.

En la tabla 1 se indican los elementos de limpieza y secado a utilizar tras la prueba hidráulica según su función y el diámetro de la canalización.

Tabla 1. Elementos de limpieza y secado.

Denominación	Uso	Material	Figura	Recomendaciones
PIGS				
Foam/ Foam - Pigs	Empuje y extracción de agua (secado)	Espuma		Para cualquier diámetro
Poly-Pigs	Empuje y extracción de sólidos de mediano y gran tamaño	Caucho con cuerpo de espuma		Para cualquier diámetro
Foam rascadores	Desprendimiento óxido de la tubería	Cuerpo de espuma recubierto con caucho y banda de púas		Para Ø ≤ 12” (sin revestimiento interior)
PISTONES				
2 copelas	Empuje y extracción de agua y sólidos	Cuerpo de acero y copelas de caucho		Para Ø > 8”
4 copelas o más	Empuje y extracción de agua y sólidos	Cuerpo de acero y copelas de caucho		Para Ø > 12”
Pistones rascadores	Desprendimiento óxido de la tubería	Cuerpo de acero, y de caucho y copelas de púas de acero		Para Ø > 6” sin revestimiento interno

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

En la tabla 2 se muestran los valores de la velocidad y caudal mínimo de purga directa con gas en función del diámetro nominal de la conducción. Para otros diámetros consultar la tabla A.1 del Anexo A de la norma UNE-EN 12327.

Tabla 2. Velocidad y caudal mínimos de purga directa con gas.

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD MÍNIMA DE PURGA (m/s)	CAUDAL MÍNIMO DE PURGA (m^3/min)
Hasta 160	0,6	0,7
200	0,7	1,4
250	0,8	2,4
315	0,9	3,9

NOTA: La velocidad de purga no debe exceder de 20 m/s para evitar turbulencias y/o el arrastre de polvo.

En el caso de que se decida utilizar el purgado indirecto con nitrógeno o la interposición de un pistón de dicho gas como separador entre el aire y el gas de suministro, se aplicarán los criterios del Anexo A de la norma UNE-EN 12327.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.