

**NORMA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS
RESIDUALES Y LLUVIAS**

NDC-EN-RA-009

**PRUEBA DE ESTANQUEIDAD Y/O HERMETICIDAD EN
REDES DE ALCANTARILLADO**



Código	NDC-EN-RA-009
Estado	VIGENTE
Versión	1.0 – 10/05/2011
Fuente	GUENA – EMCALI EICE ESP – DISEÑO - CONSTRUCCIÓN
Tipo de Documento	NORMA TECNICA DE ENSAYO
Tema	RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y LLUVIAS
Comité	TECNICO DE APROBACION DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN REDES DE ALCANTARILLADO
---------------	--

ÍNDICE

	Pág.
1.0 PROLOGO	5
2.0 OBJETO	6
3.0 ALCANCE	6
4.0 DEFINICIONES	6
5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	7
6.0 REQUISITOS	8
6.1 CONSIDERACIONES GENERALES	8
6.2 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD POR EL MÉTODO DE EXFILTRACIÓN CON AGUA	9
6.2.1 Equipos, instrumentos y materiales	9
6.2.2 Determinación de la presión de ensayo del sistema (PES)	9
6.2.3 Preparación de la línea de prueba	10
6.2.4 Prueba	11
6.3 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD CON PROBADOR DE JUNTAS IN SITU "JOINT TESTER"	12
6.4 PRUEBA DE HERMETICIDAD POR EL MÉTODO DE PRESIÓN POSITIVA CON AIRE	12
6.4.1 Equipos, instrumentos y materiales	12
6.4.2 Preparación de la línea de prueba	12
6.4.3 Prueba (Método de Tiempo de Pérdida de Presión)	13
6.5 PRUEBA DE HERMETICIDAD POR EL MÉTODO DE PRESIÓN NEGATIVA	13
6.5.1 Equipos, instrumentos y materiales	13
6.5.2 Preparación de la línea de prueba	14
6.5.3 Prueba	14
6.6 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	15
6.6.1 Criterios de aceptación prueba de estanqueidad por el método de exfiltración con agua	15
6.6.2 Criterios de aceptación prueba de hermeticidad por los métodos de presión positiva con aire y presión negativa	16
6.6.2.1 Tuberías Flexibles	16
6.6.2.2 Tuberías Rígidas	16
6.6.3 Criterios de aceptación para infiltración	17
6.6.4 Criterios de aceptación prueba de estanqueidad por juntas	18
6.7 INFORME DE RESULTADOS	18

7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
8.0 ANEXOS	20

1.0 PROLOGO

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento mediante la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2.0 OBJETO

Identificar los aspectos técnicos que permitan garantizar la estanqueidad y/o hermeticidad en las redes de alcantarillado.

3.0 ALCANCE

Esta norma establece los tipos, procedimientos generales y criterios de aceptación de las pruebas en campo para la verificación de la estanqueidad en las redes de alcantarillado de EMCALI EICE ESP.

4.0 DEFINICIONES

4.1. ESTANQUEIDAD

Propiedad de una red o tramo de alcantarillado de no permitir el flujo de agua desde y hacia el exterior, por medio de las paredes de las tuberías, uniones y accesorios.

4.2. EXFILTRACIÓN

Flujo de agua desde la red de alcantarillado hacia el campo circundante por medio de las tuberías, uniones y accesorios.

4.3. HERMETICIDAD

Propiedad de una red o tramo de alcantarillado de no permitir el flujo de aire ni otra sustancia gaseosa desde y hacia el exterior, por medio de las paredes de las tuberías y uniones.

4.4. INFILTRACIÓN

Flujo de agua que ingresa hacia la red de alcantarillado desde el campo circundante por medio de las tuberías, uniones y accesorios.

4.5. JOINT TESTER

Equipo portátil probador de juntas in situ, el cual permite la verificación de la estanqueidad de las juntas de tuberías.

4.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Presión que ejerce la atmósfera que rodea la tierra (barométrica) sobre todos los objetos que se hallan en contacto con ella.

4.7. PRESIÓN MANOMÉTRICA

Presión medida por encima de la presión atmosférica.

Presión que ejerce un sistema en comparación con la presión atmosférica

4.8. PRESIÓN NEGATIVA

Presión en un conducto cuando la presión interna es menor a la presión atmosférica.

4.9. PRESION NOMINAL

Presión interna máxima a la cual puede estar sometida una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según las normas técnicas correspondientes.

4.10. TRAMO

Conducto comprendido entre dos cámaras de inspección de alcantarillado.

4.11. VACUÓMETRO

Es el instrumento que mide presión negativa (por debajo de la presión atmosférica), ya sea presión relativa o presión absoluta.

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.

- Infiltration and Exfiltration Acceptance Testing of Installed Precast Concrete Pipe Sewer Lines. Philadelphia: ASTM (ASTM C 969)
- Joint Acceptance Testing of Installed Precast Concrete Pipe sewer Lines. Philadelphia: ASTM (ASTM C 1103 - 03)
- Standard practice for Testing Concrete Pipe Sewer Lines by Low-Pressure Air test Method. Philadelphia: ASTM (ASTM C 924 - 02)
- Standard Test Method for Concrete Pipe Sewer Lines Negative Air Pressre (Vacuum) Test Method. Philadelphia: ASTM. (ASTM C1214 - 02)
- Standard Test Method for Installation Acceptance of Plastic Gravity Sewer Lines Using Low-Pressure Air. Philadelphia: ASTM (ASTM 1417 - 02)

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (Actual Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

- Resolución 1096 de 2000: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Bogotá: MinDesarrollo, 2000 (RAS-2000) versión vigente y sus posteriores actualizaciones.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS,

- "Método Para El Ensayo De Presión Negativa Del Aire (Vacío) En Pozos De Inspección" para pozos de inspección". Bogotá D.C, ICONTEC 1997 (NTC 4223).

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI EMCALI EICE ESP.

- Instalación y condiciones de recibo de redes de alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NCO-SE-RA-004).
- Medidores domiciliarios de agua potable fría. EMCALI EICE ESP NOP-PM-DA-028

- Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-016)
- Rellenos. EMCALI EICE ESP (NDC-SE- AA-012).

6.0 REQUISITOS

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Antes y durante la prueba de estanqueidad, se deben contemplar y llevar a cabo todas las precauciones y requerimientos de seguridad industrial necesarios para brindar la protección adecuada del personal y entorno del sitio de prueba. La prueba de estanqueidad se realiza por tramos de longitud máxima de 120m o por junta.

Antes de comenzar el ensayo, el tramo de prueba debe estar en su posición definitiva al igual que sus accesorios.

En lo posible, el relleno de la zanja sobre el tramo debe ser parcial para la realización de las prueba.

En caso de estar descubierta la tubería, se deben realizar los anclajes de la tubería, apoyos y soportes necesarios antes de realizar la prueba. Cualquier anclaje o soporte averiado se debe reportar para su reparación antes de la realización de la prueba de estanqueidad. Si existen bloques de anclaje, debe permitirse el tiempo necesario para el curado del concreto de los bloques antes de efectuar la prueba.

Todos los diámetros y tipos de tuberías podrán ser sometidos a la prueba de estanqueidad en campo de acuerdo con lo establecido en la norma de EMCALI EICE ESP "NCO-SE-RA-004 Instalación y condiciones de recibo de redes de alcantarillado" ó lo indicado por EMCALI EICE ESP.

El interior del tramo de prueba debe estar libre de escombros, sedimentos y residuos provenientes de la instalación u operación de la red. La superficie interior de las tuberías no debe poseer elementos que puedan averiar los equipos de prueba (tapones).

Las fugas detectadas serán marcadas y reportadas para su evaluación y reparación.

Después de haber terminado la prueba y a satisfacción de EMCALI EICE ESP, se procede a la terminación del relleno de zanja (Cuando aplique) según las normas de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-016 Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado" y "NDC-SE- AA-012 Rellenos"

Para todos los casos, si el nivel freático en el momento de la realización de la prueba es mayor que 0.03 bar (0.3 mca) medido sobre la clave de la tubería en el punto más alto del tramo de prueba y la línea de tubería no presenta infiltraciones visibles (Ver numeral 6.6 Criterios de Aceptación), el tramo se considera aceptable y no requiere de la realización de cualquiera de las pruebas de estanqueidad y hermeticidad establecidas en esta norma. En caso de presentarse dudas en la representatividad de los resultados provenientes de las pruebas de hermeticidad con aire o presión negativa, se debe probar el tramo por juntas o realizar la prueba de estanqueidad con agua.

Las pruebas de hermeticidad con aire estipuladas en esta norma son pruebas representativas para determinar la estanqueidad de una red. Tanto las pruebas de estanqueidad y hermeticidad así como los criterios de aceptación estipulados en esta norma, son pruebas representativas para la infiltración permitida en una red de alcantarillado.

Las pruebas de estanqueidad aprobadas por EMCALI EICE ESP son las consignadas en esta norma.

6.2 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD POR EL MÉTODO DE EXFILTRACIÓN CON AGUA

6.2.1 Equipos, instrumentos y materiales

Para la realización de la prueba de estanqueidad por el método de exfiltración con agua, se deben suministrar los siguientes equipos, instrumentos y materiales:

- Bombas para el llenado de las tuberías
- Tapones:
 - ✓ Mínimo uno de los tapones debe permitir la entrada de agua al sistema
 - ✓ Uno de los tapones debe poseer válvula para extracción de aire del sistema
 - ✓ Los tapones o mínimo uno de los tapones debe poseer dispositivo para la conexión del manómetro
- Medidor de agua según la norma de EMCALI EICE ESP "NOP-PM-DA-028 Medidores domiciliarios de agua potable fría" u otro apropiado para la correcta medición del agua adicionada al sistema.
- Manómetros: Tipo columna de agua con precisión mínima de 5 mm u otro apropiado.
- Válvulas
- Agua
- Herramientas, anclajes temporales, tapones temporales y todos los elementos para la correcta ejecución de la prueba.
- Compresor o equipo apto para el inflado de los tapones.

El medidor de agua deberá estar ajustado de acuerdo con las consideraciones de EMCALI EICE ESP.

6.2.2 Determinación de la presión de ensayo del sistema (PES)

La selección de la Presión de Ensayo del Sistema (PES) debe cumplir las siguientes condiciones para todas las clases y tipos de tuberías:

- La PES debe ser como mínimo 0.03 bar (0.3 mca) medida sobre la clave de la tubería en el punto más alto del tramo de prueba, o 0.03 bar (0.3 mca) por encima del nivel freático existente.
- Con el fin de evitar posibles daños a los anclajes, soportes y a la tubería, la aplicación de la presión al sistema no debe ser mayor que la PES calculada ni exceder 0.3 bar (3 mca) sobre la clave de la tubería en el punto más bajo del tramo de prueba. Después de terminada la prueba se debe realizar una inspección de la instalación de la tubería.
- Se deben tener en cuenta las recomendaciones sobre los límites de presión aplicables a cada clase y tipo de tubería, dadas por los fabricantes.
- La PES no debe superar la presión para la cual fueron diseñados los anclajes temporales y permanentes, atraques y demás elementos de contención del tramo de prueba.

6.2.3 Preparación de la línea de prueba

Los objetivos de esta parte de la prueba son:

Llenado del tramo a ser ensayado para estabilizarlo, permitiendo la acomodación de éste y sus accesorios, debido a los movimientos que se puedan presentar durante la prueba. Permitir la absorción suficiente de agua en tuberías de concreto. Expulsar completamente el aire que este contenido en el sistema.

El ensayo debe realizarse siguiendo los siguientes pasos previos:

- Verificar que el tapón dispuesto para la parte alta del tramo posea válvula para extracción de aire del sistema y que este abierta.
- Verificar la correcta instalación del medidor de agua a la entrada del tapón que se disponga para el suministro de agua al sistema.

Nota: En lo posible, el llenado con agua del tramo de tubería a ensayar debe realizarse desde el punto más bajo para permitir la correcta salida del aire del sistema y a una tasa de caudal aproximado de 1 lt/seg para diámetros de tuberías menores a 24 pulg y 3 lt/seg para diámetros mayores. Verificar que el tapón posea dispositivo para entrada de agua.

- Verificar la correcta instalación del manómetro(s) a la salida del tapón de la parte baja y/o alta del tramo.
- Instalación de los tapones en la parte alta y baja del tramo (ver Figura 1).
- Verificar la correcta instalación de los anclajes, tapones temporales y atraques (para los tapones de prueba y tapones temporales de otras conexiones). El atraque de los tapones debe ser calculado de acuerdo a la presión de ensayo.
- Aislar el tramo a probar inflando los tapones. La presión interna de los tapones no debe exceder la recomendada por los fabricantes ni la presión nominal del tipo de tubería a probar.
- Llenar el tramo con agua hasta alcanzar la presión y por los tiempos especificados en la Tabla 1Tabla (ver Figura 2).

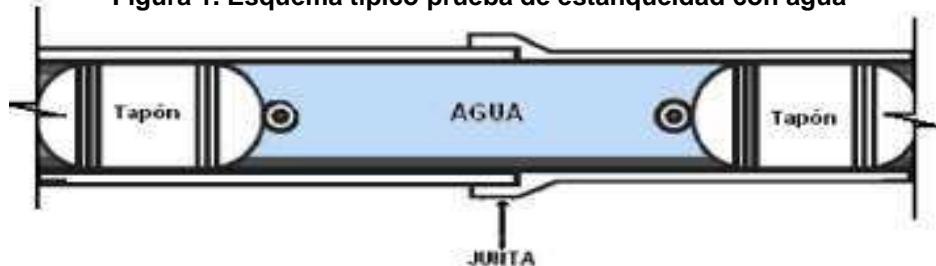
Si EMCALI EICE ESP lo considera necesario, se deben efectuar ensayos adicionales hasta cuando se logre una prueba satisfactoria según lo establecido en la norma de EMCALI EICE ESP "NCO-SE-RA-004 Instalación y condiciones de recibo de redes de alcantarillado".

Si se sospecha de cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la tubería y/o aparición de fugas, la tubería debe ser despresurizada y las fallas deberán ser rectificadas.

Tabla 1. Llenado de las tuberías

Tipo de tubería	Diámetros	Tiempo de Saturación (h)	Presión de prueba (bar)
Concreto reforzado y simple	Todos los diámetros	Mínimo 4	0.03 (0.30 mca)
Todas las demás	Todos los diámetros	0.25	0.03 (0.30 mca)

Figura 1. Esquema típico prueba de estanqueidad con agua



6.2.4 Prueba

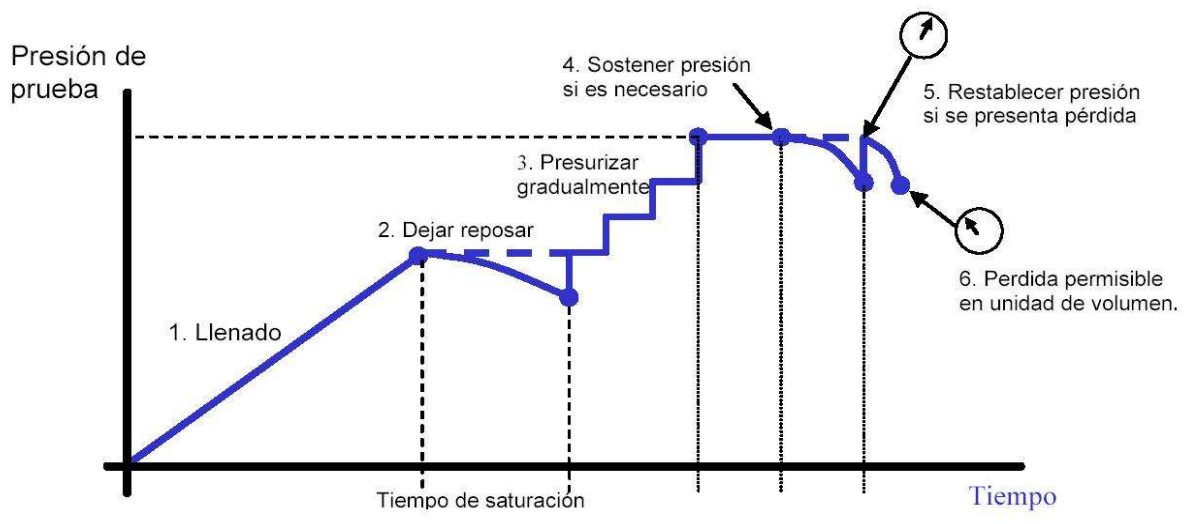
Esta parte del ensayo debe seguir los siguientes pasos:

Aumentar la presión del sistema mediante la adición de agua hasta que la Presión de Ensayo del Sistema (PES) sea alcanzada. Mantenga la PES constante durante un periodo no menor a 60 minutos (ver Figura 2)

Durante este periodo de ensayo se debe medir y registrar, mediante cualquier instrumento adecuado, la cantidad de agua necesaria a ser adicionada al interior para mantener la PES (la cual indica la pérdida de agua por exfiltración). Los intervalos de lecturas no deben ser menores de 30 minutos, ni mayores a 32 minutos.

La cantidad de agua adicionada no debe exceder la establecida en el numeral 6.6 Criterios de Aceptación.

Figura 2. Pasos para la prueba de Exfiltración



6.3 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD CON PROBADOR DE JUNTAS IN SITU "JOINT TESTER"

La realización de la prueba de estanqueidad por juntas se debe realizar con la utilización de un Probador de Juntas in situ "Joint Tester" adecuado a cada tipo y diámetro de tuberías.

El Joint Tester debe poseer el equipo y los accesorios necesarios que permitan probar la estanqueidad de las juntas por el método de incremento de presión con agua. El equipo debe tener la capacidad necesaria para permitir una elevación de la presión en la junta de hasta por lo menos 15 psi (1.0 bar).

Procedimiento:

- Instalar el Joint Tester en la junta a probar
- Elevar la presión en la junta hasta alcanzar una presión de 3.5 psi (0.24 bares).

Nota: En caso de existir nivel freático sobre el tramo de prueba, la presión de prueba debe ser incrementada en 0.43 psi por cada 0.3 metros de altura del nivel freático sobre el punto de prueba.

Ver numeral 6.6 para establecer los criterios de aceptación por este método.

6.4 PRUEBA DE HERMETICIDAD POR EL MÉTODO DE PRESIÓN POSITIVA CON AIRE

6.4.1 Equipos, instrumentos y materiales

Para la realización de la prueba de estanqueidad por este método, se debe contar con los siguientes equipos, instrumentos y materiales:

- Tapones:
 - ✓ Uno de los tapones debe permitir la entrada de aire al sistema y conexión de la misma al manómetro para registrar la presión
 - ✓ Un Tapón obturador para su instalación en el extremo opuesto al de suministro de aire al sistema.
- Manómetros: Tipo análogo o digital con precisión mínima de 0.04 psi. Se deben conservar los registros de verificación y/o calibración.
- Válvulas
- Anclajes temporales, tapones temporales, herramientas y todos los elementos para la correcta ejecución de la prueba.
- Compresor de aire: Fuente portátil correctamente calibrado.
- Panel de control con válvula de cierre principal, válvula de regulación de presión, válvula de alivio.

6.4.2 Preparación de la línea de prueba

Esta parte de la prueba debe seguir los siguientes pasos:

- Instalación de los tapones en la parte alta y baja del tramo (ver Figura 1).

- Se debe Asegurar que uno de los tapones dispuestos para la realización de la prueba posea adaptación para conectar la fuente de aire al sistema y conexión de la misma al manómetro para registrar la presión.
- Verificar la correcta instalación de los anclajes, tapones temporales y atraques (para los tapones de prueba y tapones temporales de otras conexiones). El atraque de los tapones debe ser calculado de acuerdo a la presión de ensayo considerando el coeficiente de fricción entre los tapones y la pared interna de la tubería.
- Aislar el tramo a probar inflando los tapones en los extremos. La presión interna de los tapones no debe exceder la recomendada por los fabricantes ni la presión nominal del tipo de tubería.
- Conectar la fuente de aire al tramo por medio del tapón dispuesto para tal fin. El equipo de aire debe disponer de válvulas y manómetros para monitorear la presión de aire en el tramo que se está probando.
- Adicionar aire al sistema lentamente hasta que la presión dentro del tramo alcance 2 Psi.

Después de alcanzar la presión de 2 psi en el tramo de ensayo, se debe regular el suministro de aire de tal forma que la presión se mantenga entre 1.5 psi y 2 psi durante por lo menos 2 minutos.

Notas: En caso de existir nivel freático sobre el tramo de prueba, la presión de prueba debe ser incrementada en 0.43 psi por cada 0.3 metros de profundidad del agua de la altura del nivel freático promedio sobre el tramo de prueba.

Se debe determinar la tasa de pérdida de presión de aire por el Método de Tiempo de Pérdida de Presión, como se describe a continuación:

6.4.3 Prueba (Método de Tiempo de Pérdida de Presión)

Adicionar aire lentamente hasta que la presión interna sea 2 psi, desconectar el suministro de aire y reducir la presión hasta 1.5 psi antes de iniciar la prueba. Medir y registrar el tiempo requerido para que la presión de aire descienda de 1.5 psi a 0.5 psi. El tiempo medido no debe ser menor que el mínimo establecido en el numeral 6.6 Criterios de Aceptación.

Notas: Luego de terminar la prueba, se debe abrir la válvula de alimentación al sistema y permitir la salida del aire del tramo.

Los tapones no deben ser removidos hasta que la presión de aire dentro del tramo de prueba se haya reducido hasta la presión atmosférica.

6.5 PRUEBA DE HERMETICIDAD POR EL MÉTODO DE PRESIÓN NEGATIVA

6.5.1 Equipos, instrumentos y materiales

Para la realización de la prueba de estanqueidad por este método, se debe contar con los siguientes equipos, instrumentos y materiales:

- Tapones:
 - ✓ Uno de los tapones debe permitir la salida de aire al sistema y conexión de la misma al vacuómetro para registrar la presión

- ✓ Un Tapón obturador para su instalación en el extremo opuesto al de succión de aire del sistema.
- Válvulas
- Anclajes temporales, tapones temporales, herramientas y todos los elementos para la correcta ejecución de la prueba.
- Vacuómetro correctamente calibrado.
- Bomba de extracción de aire
- Panel de control con válvula de cierre principal.

6.5.2 Preparación de la línea de prueba

Esta parte de la prueba debe seguir los siguientes pasos:

- Instalación de los tapones en la parte alta y baja del tramo (ver Figura 1).
- Se debe asegurar que uno de los tapones dispuestos para la realización de la prueba posea adaptación para conectar la bomba de extracción de aire del sistema y conexión de la misma al vacuómetro para registrar la presión.
- Verificar la correcta instalación de los anclajes, tapones temporales y atraques (para los tapones de prueba y tapones temporales de otras conexiones). El atraque de los tapones deberá ser calculado de acuerdo a la presión de ensayo considerando el coeficiente de fricción entre los tapones y la pared interna de la tubería.
- Aislar el tramo a probar inflando los tapones en los extremos. La presión interna de los tapones no debe exceder la recomendada por los fabricantes ni la presión nominal del tipo de tubería.
- Conectar la bomba de extracción de aire al tramo por medio del tapón dispuesto para tal fin. El equipo de extracción de aire debe disponer de válvulas y vacuómetro para monitorear la presión interna en el tramo que se está probando.
- Evacuar el aire lentamente del sistema hasta que la presión dentro del tramo alcance -2 psi.

Después de alcanzar la presión de -2 psi en el tramo de ensayo, se debe regular el suministro de aire de tal forma que la presión se mantenga entre -1.5 psi y -2 psi durante por lo menos 2 minutos.

Nota: En caso de existir nivel freático sobre el tramo de prueba, la presión de prueba debe ser disminuida en 0.43 psi por cada 0.3 metros de profundidad del agua de la altura del nivel freático promedio sobre el tramo de prueba.

6.5.3 Prueba

Evacuar aire lentamente hasta que la presión interna sea -2 psi, desconectar la extracción de aire y restablecer la presión hasta -1.5 psi antes de iniciar la prueba. Medir y registrar el tiempo requerido para que la presión de aire ascienda de -1.5 psi a -0.5 psi. El tiempo medido no debe ser menor que el mínimo establecido en el numeral 6.6 Criterios de Aceptación.

Nota: Luego de terminar la prueba, se debe abrir la válvula de alimentación al sistema y permitir la entrada de aire al tramo y nivelación de la presión con la atmosférica. Los tapones no deben ser removidos hasta que la presión dentro del tramo de prueba sea la presión atmosférica.

6.6 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

6.6.1 Criterios de aceptación prueba de estanqueidad por el método de exfiltración con agua

Los valores máximos de pérdida de agua permitidos por exfiltración para cada tipo y clase de tuberías son los que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Valor máximo permisible de exfiltración con agua

Tuberías Concreto			Tuberías en PVC			Tuberías en GRP	
Diámetro Nominal, pulgadas	Diámetro Nominal, mm	Perdida (lt/h/m)	Diámetro Nominal, pulgadas	Diámetro Nominal, mm	Perdida (lt/h/m)	Diámetro Nominal, mm	Perdida (lt/h/m)
8	200	0,15		200,00	0,08	200	0,08
10	250	0,19		250,00	0,10	250	0,10
12	300	0,23		315,00	0,13	300	0,13
14	350	0,27		400,00	0,17	350	0,15
16	400	0,31		450,00	0,19	400	0,17
18	450	0,35		500,00	0,21	450	0,19
20	500	0,39	24,00		0,25	500	0,21
24	600	0,46	27,00		0,29	600	0,25
27	700	0,54	30,00		0,32	800	0,33
30	800	0,62	33,00		0,35	900	0,38
36	900	0,69	36,00		0,38	1000	0,42
40	1000	0,77	39,00		0,41		
44	1100	0,85	42,00		0,44		

Fuente Sistec - EAAB

Notas: Cuando la cabeza de presión promedio aplicada al tramo de prueba exceda 0.9 mca, el valor máximo de exfiltración dado en la tabla debe ser multiplicado por la raíz cuadrada del valor de la cabeza de presión promedio y por 0.985, así:

$$ExfiltraciónMax = ExFilMax.Tabla * \sqrt{PES\ Pr\ omedio} * 0.985$$

Si la pérdida de agua medida es mayor que la calculada anteriormente, la pérdida de agua se considera excesiva y el tramo de prueba inaceptable.

6.6.2 Criterios de aceptación prueba de hermeticidad por los métodos de presión positiva con aire y presión negativa

6.6.2.1 Tuberías Flexibles

El tiempo mínimo permisible para una pérdida o ganancia de presión de 1.0 psi para diferentes longitudes de tramos son los que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. Tiempos mínimos (hh:mm:ss) de pérdida o ganancia de presión de 1.0 psi para cada longitud de tramo (tuberías flexibles)

Diámetro Nominal, pulgadas	Long. tramo (m)								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
8	00:07:34	00:07:34	00:07:34	00:07:34	00:07:34	00:07:34	00:08:19	00:09:08	00:09:58
10	00:09:26	00:09:26	00:09:26	00:09:26	00:10:23	00:11:41	00:12:59	00:14:17	00:15:35
12	00:11:20	00:11:20	00:11:20	00:13:05	00:14:57	00:16:50	00:18:42	00:20:34	00:22:26
15	00:14:10	00:14:10	00:17:32	00:20:27	00:23:22	00:26:18	00:29:13	00:32:08	00:35:03
18	00:17:00	00:21:02	00:25:14	00:29:27	00:33:39	00:37:52	00:42:04	00:46:16	00:50:29
21	00:22:54	00:28:38	00:34:21	00:40:05	00:45:48	00:51:32	00:57:15	01:02:59	01:08:43
24	00:29:55	00:37:24	00:44:52	00:52:21	00:59:50	01:07:18	01:14:47	01:22:16	01:29:45
27	00:37:52	00:47:20	00:56:47	01:06:15	01:15:43	01:25:11	01:34:39	01:44:07	01:53:35
30	00:46:44	00:58:26	01:10:07	01:21:48	01:33:29	01:45:10	01:56:51	02:08:32	02:20:13
33	00:56:33	01:10:42	01:24:50	01:38:58	01:53:07	02:07:15	02:21:24	02:35:32	02:49:40
36	01:07:18	01:24:08	01:40:58	01:57:47	02:14:37	02:31:26	02:48:16	03:05:06	03:21:55
39	01:19:00	01:38:44	01:58:29	02:18:14	02:37:59	02:57:44	03:17:29	03:37:14	03:56:59
42	01:31:37	01:54:31	02:17:25	02:40:19	03:03:14	03:26:08	03:49:02	04:11:56	04:34:50
45	01:45:10	02:11:28	02:37:45	03:04:03	03:30:20	03:56:38	04:22:55	04:49:13	05:15:30
48	01:59:39	02:29:34	02:59:29	03:29:24	03:59:19	04:29:14	04:59:09	05:29:03	05:58:58
51	02:15:05	02:48:51	03:22:37	03:56:24	04:30:10	05:03:56	05:37:42	06:11:29	06:45:15
54	02:31:26	03:09:18	03:47:10	04:25:01	05:02:53	05:40:45	06:18:36	06:56:28	07:34:19
60	03:06:58	03:53:42	04:40:27	05:27:11	06:13:56	07:00:40	07:47:25	08:34:09	09:20:54

Fuente Sistec - EAAB

Nota: Si el tiempo registrado para permitir una caída o subida de presión de 1.0 psi es menor que el calculado anteriormente, el tramo de prueba es inaceptable.

6.6.2.2 Tuberías Rígidas

El tiempo mínimo permisible para una pérdida de presión de 1.0 psi para diferentes longitudes de tramos son los que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 3. Tiempos mínimos (hh:mm:ss) de pérdida o ganancia de presión de 1.0 psi para cada longitud de tramo (tuberías rígidas)

Diámetro Nominal		Long. Tramo, metros								
mm	pulg.	40	50	60	70	80	90	100	110	120
200	8	00:01:33	00:01:57	00:02:20	00:02:43	00:03:06	00:03:30	00:03:53	00:04:16	00:04:40
250	10	00:01:57	00:02:26	00:02:55	00:03:24	00:03:53	00:04:22	00:04:51	00:05:20	00:05:50
300	12	00:02:20	00:02:55	00:03:30	00:04:05	00:04:40	00:05:15	00:05:50	00:06:25	00:07:00
350	14	00:02:23	00:02:58	00:03:34	00:04:10	00:04:46	00:05:21	00:05:57	00:06:33	00:07:08
400	16	00:02:29	00:03:06	00:03:44	00:04:21	00:04:58	00:05:36	00:06:13	00:06:50	00:07:28
450	18	00:02:52	00:03:35	00:04:17	00:05:00	00:05:43	00:06:26	00:07:09	00:07:52	00:08:35
500	20	00:03:14	00:04:03	00:04:51	00:05:40	00:06:28	00:07:17	00:08:06	00:08:54	00:09:43
600	24	00:04:42	00:05:52	00:07:03	00:08:13	00:09:24	00:10:34	00:11:45	00:12:55	00:14:06
700	27	00:05:31	00:06:54	00:08:17	00:09:40	00:11:03	00:12:26	00:13:49	00:15:12	00:16:34
800	30	00:06:25	00:08:01	00:09:37	00:11:14	00:12:50	00:14:26	00:16:02	00:17:39	00:19:15
900	36	00:08:23	00:10:28	00:12:34	00:14:39	00:16:45	00:18:51	00:20:56	00:23:02	00:25:08
1000	40	00:09:49	00:12:16	00:14:43	00:17:10	00:19:37	00:22:05	00:24:32	00:26:59	00:29:26
1100	44	00:11:21	00:14:11	00:17:01	00:19:51	00:22:42	00:25:32	00:28:22	00:31:12	00:34:03
1200	48	00:12:59	00:16:14	00:19:28	00:22:43	00:25:58	00:29:12	00:32:27	00:35:42	00:38:56
1300	52	00:14:43	00:18:23	00:22:04	00:25:44	00:29:25	00:33:06	00:36:46	00:40:27	00:44:08
1400	56	00:16:32	00:20:40	00:24:48	00:28:56	00:33:04	00:37:12	00:41:20	00:45:28	00:49:36
1500	60	00:18:27	00:23:03	00:27:40	00:32:17	00:36:53	00:41:30	00:46:07	00:50:43	00:55:20
1600	64	00:20:27	00:25:34	00:30:41	00:35:47	00:40:54	00:46:01	00:51:08	00:56:14	01:01:21
1700	68	00:22:33	00:28:11	00:33:49	00:39:27	00:45:06	00:50:44	00:56:22	01:02:00	01:07:39
1800	72	00:24:44	00:30:55	00:37:06	00:43:17	00:49:28	00:55:39	01:01:50	01:08:01	01:14:12
2000	80	00:29:22	00:36:42	00:44:03	00:51:23	00:58:44	01:06:04	01:13:25	01:20:45	01:28:06
2150	86	00:33:04	00:41:20	00:49:36	00:57:52	01:06:08	01:14:24	01:22:40	01:30:56	01:39:12
2300	92	00:36:58	00:46:12	00:55:26	01:04:41	01:13:55	01:23:09	01:32:24	01:41:38	01:50:53
2450	98	00:41:02	00:51:18	01:01:34	01:11:49	01:22:05	01:32:20	01:42:36	01:52:52	02:03:07
2750	110	00:49:46	01:02:12	01:14:39	01:27:05	01:39:31	01:51:58	02:04:24	02:16:51	02:29:17

Fuente Sistec - EAAB

Nota: Si el tiempo registrado para permitir una caída de presión de 1.0 psi es menor que el calculado anteriormente, la pérdida de aire se considera excesiva y el tramo de prueba inaceptable.

6.6.3 Criterios de aceptación para infiltración

Se considera una prueba de INFILTRACIÓN visible inaceptable cuando se presenta alguno de los siguientes tipos de infiltración de agua:

- Sudoración: ingreso lento del agua sin goteos visibles
- Goteo: goteo interno sin flujo constante
- Chorro: flujo de agua continuo
- Chorro de agua a presión: flujo de agua a presión.

6.6.4 Criterios de aceptación prueba de estanqueidad por juntas

Si la presión de prueba se mantiene o si se presenta una pérdida de presión menor a 1.0 psi en un tiempo mínimo de 5 segundos, la prueba se considera satisfactoria.

6.7 INFORME DE RESULTADOS

El informe de la prueba de estanqueidad se debe presentar para aprobación por parte de EMCALI EICE ESP, para cada tramo de tubería ensayada. El informe debe contener como mínimo los datos que se mencionan a continuación y consignados en los formatos anexos a esta norma.

Los datos incluidos serán los siguientes:

- Tipo de prueba
- Material de tubería a ensayar
- Diámetro de la tubería
- Longitud del tramo a ensayar
- Tiempo de ejecución de la prueba
- Número de juntas en la línea de prueba (#)
- Identificación de la zona de fuga

Para dar aprobación y recibo de las pruebas se debe cumplir con lo estipulado en esta norma.

7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.


Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2006.

8.0 ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE TOMA DE DATOS PRUEBA ESTANQUEIDAD CON AGUA

	TABLA DE TOMA DE DATOS PRUEBA ESTANQUEIDAD CON AGUA
NORMA NDC-EN-RA-009 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN REDES DE ALCANTARILLADO	


Fecha : ____ / ____ / ____
NOMBRE DEL PROYECTO: _____
DIRECCIÓN: _____
INGENIERO RESPONSABLE: _____ INTERVENTOR: _____
TÉCNICO (Si aplica): _____
OBSERVACIONES: _____ _____ _____

Tramo		Tipo de Tubería	Longitud Tramo (m)	Diámetro Nominal	Tasa Agua Permitida , lt/h/m*	Tiempo de Prueba (horas)	Volumen agua adicionada (litros)	Tasa Agua Adicionada (H / (G * D)), lt/h/m	Cumple Exfiltración	
Inicial	Final								Si Cumple	No Cumple
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K

* Los valores máximos permitidos de adición de agua deben ser consultados en la norma NDC-EN-RA-009

Ingeniero Responsable:	Interventor:
-------------------------------	---------------------

ANEXO 2. TABLA DE TOMA DE DATOS PRUEBA HERMETICIDAD PRESIÓN POSITIVA CON AIRE
O PRESIÓN NEGATIVA

 EMCALI	TABLA DE TOMA DE DATOS PRUEBA HERMETICIDAD PRESIÓN POSITIVA CON AIRE O PRESIÓN NEGATIVA
Norma NDE-EN-RA-009 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN REDES DE ALCANTARILLADO	

Fecha : ____ / ____ / ____
NOMBRE DEL PROYECTO: _____
DIRECCIÓN: _____
INGENIERO RESPONSABLE: _____ INTERVENTOR: _____
TÉCNICO (Si aplica): _____
OBSERVACIONES: _____ _____ _____

Tramo		Tipo de Tubería	Longitud Tramo (m)	Diámetro Nominal	Tiempo mínimo permitido, minutos*	Presión inicial, Psi	Presión final, Psi	Tiempo medido caída o ganancia de presión, minutos	Cumple Hermeticidad	
Inicial	Final								Si Cumple	No Cumple
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K

* Los valores máximos permitidos de adición de agua deben ser consultados en la norma NDC-EN-RA-009

Ingeniero Responsable:	Interventor:
-------------------------------	---------------------