

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-2-SCFI-2017, Instrumentos de medición-Medidores para agua potable fría y caliente-Parte 2: métodos de prueba (cancelará a la NOM-012-SCFI-1994).**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Economía.- Dirección General de Normas.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-012-2-SCFI-2017, "INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN-MEDIDORES PARA AGUA POTABLE FRÍA Y CALIENTE-PARTE 2: MÉTODOS DE PRUEBA" (CANCELARÁ A LA NOM-012-SCFI-1994).

ALBERTO ULISES ESTEBAN MARINA, Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía (CONNSE), con fundamento en lo dispuesto por los artículos 34 fracciones II, XIII y XXXIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 17, 39, fracción V, 40, fracción I y IV, 47, fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; así como, 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 22, fracciones I, IV, IX, X, XVI y XXV del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía; se expide para consulta pública el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-2-SCFI-2017, "INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN-MEDIDORES DE AGUA PARA AGUA POTABLE FRÍA Y CALIENTE-PARTE 2: MÉTODOS DE PRUEBA" (UNA VEZ QUE EL PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA SEA PUBLICADO EN SUS CINCO PARTES EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN COMO NORMA DEFINITIVA Y ENTRE EN VIGOR CANCELARÁ A LA NOM-012-SCFI-1994, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-Medidores para agua potable fría-Especificaciones [esta Norma cancela a la NOM-012-SCFI-1993], publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de octubre de 1997), a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía, ubicado en Av. Puente de Tecamachalco Núm. 6, Col. Lomas de Tecamachalco, Sección Fuentes, Naucalpan de Juárez, CP. 53950, Estado de México, teléfono 57 29 91 00, Exts. 43274 y 43244, Fax 55 20 97 15 o bien a los correos electrónicos: [juan.rivera@economia.gob.mx](mailto:juan.rivera@economia.gob.mx) y [sofia.pacheco@economia.gob.mx](mailto:sofia.pacheco@economia.gob.mx), para que en los términos de la Ley de la materia se consideren en el seno del Comité que lo propuso. SINEC- 20180522173324543.

Ciudad de México, a 28 de agosto de 2017.- El Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía, **Alberto Ulises Esteban Marina**.- Rúbrica.

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-012-2-SCFI-2017,  
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN-MEDIDORES PARA AGUA POTABLE FRÍA  
Y CALIENTE-PARTE 2: MÉTODOS DE PRUEBA  
(CANCELARÁ A LA NOM-012-SCFI-1994)**

**Prefacio**

En la elaboración del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA)  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DEL AGUA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO
- AGUA DE MÉXICO S.A. DE C.V.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE METROLOGÍA A.C.
- BADGER METER DE LAS ÁMERICAS, S.A. DE C.V.
- CONTROL DE INDUSTRIAS IUSA, S.A. DE C.V.
- DCVMX VÁLVULAS DE CONTROL DE MÉXICO, S.A. DE C.V. (DOROT)
- OOPAS DE MORELIA
- PLÁSTICOS RACO S. DE R.L. DE C.V. (ELSTER)
- PROACTIVA MEDIO AMBIENTE CAASA, S.A. DE C.V.
- PROCURADURÍA FEDERAL DEL CONSUMIDOR (PROFECO)  
Laboratorio Nacional de Protección al Consumidor  
Dirección General de Verificación y Vigilancia

- SECRETARÍA DE ECONOMÍA  
Dirección General de Normas (DGN)
- CERTIFICACIÓN MEXICANA, S.C.
- CENTRO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS (CNCP)
- ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN, A.C. (EMA).
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS DE AGUA Y SANEAMIENTO DE MÉXICO A.C. (ANEAS)
- MEDICIÓN Y CONTROL PARA AGUAS DE AMÉRICA, S.A. DE C.V.
- PROACTIVA MEDIO AMBIENTE CAASA, S.A. DE C.V.
- NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA A.C.
- SOLUCIONES PARA EL CONTROL DE RECURSOS, S.A. DE C.V.
- BADGER METER DE LAS AMÉRICAS, S.A. DE C.V.
- CONTROL DE INDUSTRIAS IUSA, S.A. DE C.V.
- TOMAS DOMICILIARIAS, S.A. DE C.V.
- INGENIERÍA BANCOS DE PRUEBA Y CALIBRACIONES S.A. DE C.V.

#### Índice del contenido

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Condiciones de referencia
5. Símbolos, unidades y ecuaciones
6. Examen externo
7. Pruebas de rendimiento para todos los medidores de agua
8. Las pruebas de desempeño relacionadas a factores de influencia y perturbaciones
9. Programa de pruebas tipo
11. Presentación de resultados
12. Vigilancia
13. Concordancia con Normas Internacionales

Apéndice A (Normativo) Tipo de control y prueba de equipos de control de dispositivos electrónicos

Apéndice B (Normativo) Cálculo del error relativo (de indicación) de un medidor de agua

Apéndice C (Normativo) Requisitos de instalación para las pruebas de perturbación del flujo

Apéndice D (Normativo) Aprobación del modelo o prototipo de una familia de medidores de agua

Apéndice E (Informativo) Ejemplos de métodos y componentes utilizados para pruebas concéntricas de medidores de agua

Apéndice F (Informativo) Determinación de la densidad del agua

Apéndice G (Informativo) Incertidumbres máximas en la medición de los factores de influencia y perturbaciones

Apéndice H (Informativo) Tomas de presión de prueba de la pérdida de presión, orificio y detalles de ranura

Apéndice I (Normativo) Perturbadores de flujo

14. Bibliografía

TRANSITORIOS

#### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 - PRUEBAS DE DURABILIDAD

TABLA 2 - INTERRUPCIONES DE TENSIÓN

TABLA 3 - CAÍDAS DE TENSIÓN

TABLA 4 - FRECUENCIAS PORTADORAS DE ARRANQUE Y PARADA (CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS RADIADOS)

TABLA 5 - FRECUENCIAS PORTADORAS DE ARRANQUE Y PARADA (CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS RADIADOS)

TABLA 6 - PROGRAMA DE PRUEBAS DE DESEMPEÑO PARA TODOS LOS TIPOS DE MEDIDORES DE AGUA

TABLA F. 1 - DENSIDAD DE AGUA DESTILADA AL AIRE LIBRE [DE LA FÓRMULA (F.1)]

TABLA I.1 - DIMENSIONES DE LA CUBIERTA (PUNTO 1) PARA UN GENERADOR DE TIPO PERTURBACIÓN ROSCADO (VÉASE EL GRÁFICO I.3)

TABLA I.2 - DIMENSIONES PARA EL CUERPO DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES (ARTÍCULO 2) DEL TIPO ROSCADO (VER FIGURA I.4)

TABLA I.3 - DIMENSIONES PARA EL GENERADOR DE PERTURBACIÓN DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES (ARTÍCULO 3) DEL TIPO ROSCADO (VER FIGURA I.5)

TABLA I.4 - DIMENSIONES PARA EL PERTURBADOR DE FLUJO DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES (ARTÍCULO 4) DEL TIPO ROSCADO (VER FIGURA I.4)

TABLA I.5 - DIMENSIONES PARA EL EMPAQUE DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES (ARTÍCULO 5) DEL TIPO ROSCADO (VER FIGURA I.7)

TABLA I.6 - DIMENSIONES PARA EL GENERADOR DE PERTURBACIÓN DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES (ARTÍCULO 3) DEL TIPO OBLEA (VER FIGURA I.10)

TABLA I.7 - DIMENSIONES PARA EL PERTURBADOR DE FLUJO DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES (ARTÍCULO 2) DEL TIPO OBLEA (VER FIGURA I.11)

TABLA I.8 - DIMENSIONES PARA EL EMPAQUE DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES (ARTÍCULO 5) DEL TIPO OBLEA (VER FIGURA I.12)

### ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - PRUEBA DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN: LA DISPOSICIÓN DE LA SECCIÓN DE MEDICIÓN

FIGURA 2 - PRUEBA DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN

FIGURA 3 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA DETERMINAR LAS PRUEBAS EXIGIDAS EN 8.5 Y 8.8 A 8.15

FIGURA C.1 REQUISITOS DE INSTALACIÓN PARA PRUEBAS DE PERTURBACIONES DE FLUJO

FIGURA D.1 - REPRESENTACIÓN DEL EJEMPLO DE LOS FAMILIARES DE MEDIDORES PARA SER PROBADOS

FIGURA E.1 - EJEMPLO DE UNA CONEXIÓN DE COLECTOR PARA EL MEDIDOR DE AGUA CONCÉNTRICA

FIGURA E.2 - EJEMPLO DE UN COLECTOR PARA LA PRESIÓN DE PRUEBA DEL MEDIDOR SELLOS CONCÉNTRICOS

FIGURA E.3 - EJEMPLO DE UN ENCHUFE DE PRESIÓN DE PRUEBA DE SELLOS DEL MEDIDOR CONCÉNTRICOS

FIGURA H.1 - EJEMPLO DE TIPO DE AGUJERO PERFORADO DE TOMA DE PRESIÓN CON LA CÁMARA DE ANILLO, ADECUADO PARA SECCIONES DE PRUEBA DE DIÁMETRO PEQUEÑO/MEDIO

FIGURA H.2 - EJEMPLO DE TIPO DE HENDIDURA DE TOMA DE PRESIÓN CON LA CÁMARA DE ANILLO, ADECUADO PARA SECCIONES DE PRUEBA DE DIÁMETRO PEQUEÑO/MEDIO

FIGURA H.3 - EJEMPLO DE TOMA DE PRESIÓN DE TIPO AGUJERO PERFORADO CON CONEXIONES ENTRE TOMAS PARA DAR PRESIÓN ESTÁTICA MEDIA, ADECUADO PARA MEDIANAS O GRANDES SECCIONES DE PRUEBA DE DIÁMETRO

FIGURA I.1 - GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO ROSCADO-DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES GENERADORAS DE PERTURBACIÓN: PERTURBADOR DE TIPO 1- GENERADOR DE PERTURBACIÓN SINISTRORSAL; TIPO 2- GENERADOR DE PERTURBACIÓN DEXTRORSAL

FIGURA I.2 - GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO ROSCADO-DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE ALTERACIÓN DEL PERFIL DE VELOCIDAD: PERTURBADOR DE TIPO 3- PERTURBADOR DEL CAUDAL DE PERFIL

FIGURA I.3 - CUBIERTA PARA UN GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO ROSCADO, CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.1

FIGURA I.4 - CUERPO DE UN GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO ROSCADO CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.2

FIGURA I.5 - GENERADOR DE PERTURBACIÓN PARA UN GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO ROSCADO, CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.3

FIGURA I.6 - PERTURBADOR DE FLUJO PARA UN GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO ROSCADO, CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.4

FIGURA I.7 - CUBIERTA PARA UN GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO ROSCADO, CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.5

FIGURA I.8 - GENERADORES DE PERTURBACIÓN DE TIPO OBLEA-DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES GENERADORAS DE PERTURBACIÓN: PERTURBADOR DE TIPO 1-REMOLINO GENERADOR SINISTRORSAL; PERTURBADOR DE TIPO 2-REMOLINO GENERADOR DEXTRORSAL

FIGURA I.9 - GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO OBLEA-DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE ALTERACIÓN DEL PERFIL DE VELOCIDAD: PERTURBADOR DE TIPO 3- PERTURBADOR DEL CAUDAL DE PERFIL

FIGURA I.10 - GENERADOR DE PERTURBACIÓN PARA UN GENERADOR DE PERTURBACIONES DEL TIPO OBLEA, CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.6

FIGURA I.11 - PERTURBADOR DE FLUJO DE UN GENERADOR DE PERTURBACIÓN DE TIPO OBLEA, CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.7.

FIGURA I.12 - EMPAQUE DE UN GENERADOR DE PERTURBACIÓN DE TIPO OBLEA, CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA TABLA 1.8.

## **1. Objetivo y campo de aplicación**

### **1.1 Objetivo**

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana establece los detalles del programa de prueba, principios, equipos y procedimientos que se utilizan para la evaluación y verificación inicial de un modelo de medidor.

Las disposiciones incluyen requisitos para someter a prueba el medidor de agua completo y para pruebas de transductor de medición (incluyendo el sensor de flujo o volumen) y la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) de un medidor de agua como unidades separadas.

### **1.2 Campo de aplicación**

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana es aplicable a la evaluación de aprobación del modelo y pruebas de verificación inicial de los medidores de agua para el agua potable fría y agua caliente como se define de acuerdo con la ISO 4064-1:2014 (véase 2 Referencias normativas).

Las disposiciones de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana también se aplican a dispositivos complementarios.

## **2. Referencias normativas**

Para los fines de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana es indispensable aplicar la Norma Oficial Mexicana, Normas Mexicanas y Normas Internacionales que se indican a continuación o las que las sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 27 de noviembre de 2002.
NMX-CH-140-IMNC-2002	Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones (cancela a la NMX-CH-140-1996-IMNC), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2003.

- NMX-J-648/2-1-ANCE-2012 Pruebas ambientales en productos eléctricos-Parte 2-1: Pruebas-Prueba A: Frío, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de junio de 2012.
- NMX-I-007/2-2-NYCE-2006 Equipos y componentes electrónicos-Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad-Parte 2-2. Pruebas. Prueba A: Frío (cancela a la NMX-I-007/2-2-NYCE-2001), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de noviembre de 2006.
- NMX-J-648/2-2-ANCE-2012, Pruebas ambientales en productos eléctricos-Parte 2-2: Pruebas-Prueba B: Calor seco, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de junio de 2012.
- NMX-I-007/2-6-NYCE-2006 Equipos y componentes electrónicos-Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad-Parte 2-6. Pruebas. Prueba B: Calor seco (cancela a la NMX-I-007/2-6-NYCE-2001), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de noviembre de 2006.
- NMX-J-648/2-30-ANCE-2012 Pruebas ambientales en productos eléctricos parte 2-30: Pruebas prueba Db: Calor húmedo, ciclo (ciclo de 12 h + 12 h), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2013.
- NMX-I-60068-2-30-NYCE-2011 Electrónica-Pruebas ambientales-Parte 2-30: Pruebas-Prueba Db: Prueba cíclica de calor húmedo (ciclo de 12 h + 12 h). (Cancela a la NMX-I-007/2-14-NYCE-2008), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2012.
- NMX-J-648/2-31-ANCE-2012 Pruebas ambientales en productos eléctricos parte 2-31: Pruebas prueba Ec: Impacto debido al manejo brusco, principalmente en materiales, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2013.
- NMX-I-007/2-17-NYCE-2007 Equipos y componentes electrónicos-Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad-Parte 2-17. Pruebas. Prueba Ec: Caída y vuelco, prueba destinada principalmente a equipos (cancela a la NMX-I-007/2-17-NYCE-2002), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 2007.
- NMX-J-648/2-47-ANCE-2012 Pruebas ambientales en productos eléctricos parte 2-47: Pruebas montaje de especímenes para pruebas de vibración, de impacto y otras pruebas dinámicas, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2013.
- NMX-I-60068-2-47-NYCE-2009 Equipos y componentes electrónicos-Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad-Parte 2-47. Pruebas. Montaje para componentes, equipos y otros objetos para pruebas de vibración, impacto y otras pruebas dinámicas similares (cancela a la NMX-I-007/2-60-NYCE-2003), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 2010.
- NMX-I-007/2-20-NYCE-2007 Equipos y componentes electrónicos-Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad-Parte 2-20. Pruebas. Prueba Fh: Vibración aleatoria de banda ancha (control digital) y guía (cancela a la NMX-I-007/2-20-NYCE-2002), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 2007.
- NMX-I-60068/3-4-NYCE-2014 Electrónica-Pruebas ambientales-Parte 3-4: Documentación de acompañamiento y guía-Pruebas de calor húmedo (cancela a la NMX-I-007/2-11-NYCE-2008), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de julio de 2014.
- NMX-J-550/2-2-ANCE-2005 Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 2-2: Entorno-Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en los sistemas de suministro público de baja tensión, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de agosto de 2005.

NMX-J-610/4-1-ANCE-2009	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-1: Técnicas de prueba y medición-Guía para la selección de pruebas de inmunidad radiada y conducida de la serie de normas NMX-J-610/4-ANCE, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2009.
NMX-J-610/4-2-ANCE-2012	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-2: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a descargas electrostáticas. Cancela a la NMX-J-550/4-2-ANCE-2005, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de junio de 2012.
NMX-J-610/4-3-ANCE-2015	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-3: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a campos electromagnéticos radiados por señales de radiofrecuencia (cancela a la NMX-J-550/4-3-ANCE-2008; Norma referida en la NOM-003-SCFI-2014), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 2016.
NMX-J-610/4-4-ANCE-2013	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-4: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a ráfagas de impulsos eléctricos rápidos (cancela a la NMX-J-550/4-4-ANCE-2005), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 2014.
NMX-J-610/4-5-ANCE-2013	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-5: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a impulsos por maniobra o descarga atmosférica (cancela a la NMX-J-550/4-5-ANCE-2006), Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2014.
NMX-J-579/4-6-ANCE-2006	Técnicas de prueba y medición-Parte 4-6: Pruebas de inmunidad de equipo eléctrico y electrónico a las radio perturbaciones conducidas e inducidas, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de 2007.
NMX-J-550/4-11-ANCE-2006	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-11: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a caídas de tensión con transición gradual para equipo eléctrico, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de mayo de 2006.
NMX-J-610/4-29-ANCE-2009	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-29: Técnicas de prueba y medición-Prueba de inmunidad a caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión en puertos de alimentación en corriente directa, Declaratoria de Vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de mayo de 2009.
IEC 60654-2	Condiciones de funcionamiento para la medición de procesos industriales y equipo de control-Parte 2: Energía.
IEC 61000-2-1	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 2: Medio ambiente-Sección 1: Descripción del entorno-Entorno electromagnético de perturbaciones conducidas de baja frecuencia y señalización de los sistemas de abastecimiento público.
IEC 61000-6-1 (2005-03)	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 6-1: Normas genéricas-Sección 1: Inmunidad en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera.
IEC 61000-6-2	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 6-2: Normas genéricas-Inmunidad para entornos industriales.
OIML D 11:2004	Requisitos generales para los instrumentos de medición electrónicos.
OIML G 13	Planificación de los laboratorios de metrología y pruebas.
ISO 4064-1:2014	Water meters for cold potable water and hot water-Part 1: Metrological and technical requirements.
ISO 4064-3:2014	Water meters for cold potable water and hot water-Part 3: Test report format.

**Nota explicativa nacional**

La equivalencia de las Normas Internacionales señaladas anteriormente con las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas en su grado de concordancia es la siguiente:

<b>Norma Internacional</b>	<b>NOM o NMX</b>	<b>Grado de Concordancia</b>
ISO 4064-1:2014 OIML R 49-1:2013	No hay	-
ISO 4064-3:2014 OIML R 49-3:2013	No hay	-
ISO/IEC Guide 98-3:2008	NMX-CH-140-IMNC-2002	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-1	NMX-J-648/2-1-ANCE-2012	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-1	NMX-I-007/2-2-NYCE-2006	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-2	NMX-J-648/2-2-ANCE-2012	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-2	NMX-I-007/2-6-NYCE-2006	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-30	NMX-J-648/2-30-ANCE-2012	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-30	NMX-I-60068-2-30-NYCE-2011	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-31	NMX-J-648/2-31-ANCE-2012	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-31	NMX-I-007/2-17-NYCE-2007	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-47	NMX-J-648/2-47-ANCE-2012	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-47	NMX-I-60068-2-47-NYCE-2009	Idéntica (IDT)
IEC 60068-2-64 (1993-05)	NMX-I-007/2-20-NYCE-2007	Idéntica (IDT)
IEC 60068-3-4	NMX-I-60068/3-4-NYCE-2014	Idéntica (IDT)
IEC 61000-2-2 (2002-03)	NMX-J-550/2-2-ANCE-2005	Idéntica (IDT)
IEC 61000-4-1 (2000-04)	NMX-J-610/4-1-ANCE-2009	Idéntica (IDT)
IEC 61000-4-2	NMX-J-610/4-2-ANCE-2012	Idéntica (IDT)
IEC 61000-4-3	NMX-J-610/4-3-ANCE-2015	Idéntica (IDT)
IEC 61000-4-4	NMX-J-610/4-4-ANCE-2013	Idéntica (IDT)
IEC 61000-4-5	NMX-J-610/4-5-ANCE-2013	Idéntica (IDT)
IEC 61000-4-6	NMX-J-579/4-6-ANCE-2006	Modificada (MOD)
IEC 61000-4-11	NMX-J-550/4-11-ANCE-2006	Idéntica (IDT)
IEC 61000-4-29	NMX-J-610/4-29-ANCE-2009	Idéntica (IDT)
IEC 60654-2	NO HAY	-
IEC 61000-2-1	NO HAY	-
IEC 61000-6-1	NO HAY	-
IEC 61000-6-2	NO HAY	-
OIML D 11:2004	NO HAY	-
OIML G 13	NO HAY	-

**3. Términos y definiciones**

Para los propósitos de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana se aplican los términos y definiciones presentados en la ISO 4064-1:2014, y en las disposiciones legales aplicables.

**4. Condiciones de referencia**

Todos los valores de la influencia aplicables, a excepción de la magnitud de influencia a prueba, deben mantenerse en los siguientes valores durante las pruebas de la aprobación del modelo o prototipo en un medidor de agua. Sin embargo, para los factores de influencia y de perturbaciones para los medidores de agua electrónicos, se permite utilizar las condiciones de referencia aplicables definidos en la norma correspondiente:

Caudal:	$0.7 \times (Q2 + Q3) \pm 0.03 \times (Q2 + Q3)$
Temperatura de agua:	T30. T50 es $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ T70 a T180 es $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ y $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ T30/70 a T30/180 es $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$
Presión del agua:	dentro de las condiciones nominales de operación (consultar ISO 4064-1:2014, 64)
Rango de temperatura ambiente:	$15\text{ °C}$ a $25\text{ °C}$
Rango de Humedad relativa ambiental:	$45\%$ a $75\%$
Rango de presión atmosférica ambiental:	$86\text{ kPa}$ a $106\text{ kPa}$ [ $0.86\text{ bar}$ a $1.06\text{ bar}$ ]
Tensión de suministro de energía (red de CA):	Tensión nominal, $U_{nom} \pm 5\%$
Frecuencia de suministro de energía:	Frecuencia nominal, $f_{nom} \pm 2\%$
Tensión de suministro de energía (pila):	Un tensión $V$ en el rango $U_{bmin} \leq V \leq U_{bmax}$

Durante cada prueba, la humedad relativa y la temperatura no deben variar en más de  $5\text{ °C}$  o  $10\%$ , respectivamente, dentro del rango de referencia. Se permite que las condiciones de referencia se desvíen de los valores de tolerancia definidos en las pruebas de rendimiento si la evidencia se puede proporcionar al organismo responsable de la emisión del certificado del tipo en el cual el medidor que se examina no se vea afectado por la desviación de la condición de que se trate. Los valores reales de la condición de desviación, sin embargo, se deben medir y documentar como parte de la documentación de prueba de rendimiento.

## 5. Símbolos, unidades y ecuaciones

Las ecuaciones, símbolos y sus unidades, en relación con el cálculo del error (de indicación) de un medidor de agua utilizadas en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, se indican en el Apéndice B (Normativo).

## 6. Examen externo

### 6.1 Aspectos generales

Durante el examen externo, deben registrarse todos los valores pertinentes, dimensiones y observaciones.

**NOTA 1:** Para la presentación de los resultados de exámenes de obtención del certificado de aprobación del modelo o prototipo (véase Capítulo 11 Presentación de resultados).

**NOTA 2:** Los incisos pertinentes de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, se muestran en paréntesis a continuación.

### 6.2 Objeto del examen

Verificar que un medidor de agua cumple con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, con respecto al diseño del dispositivo indicador, el marcado del medidor y la aplicación de los dispositivos de protección.

### 6.3 Preparación

Las mediciones lineales que se toman de un medidor deben hacerse utilizando instrumentos de medición trazables y calibrados.

Las dimensiones reales o aparentes de las escalas del dispositivo indicador deben tomarse sin desmontar el medidor y sin quitar la lente del medidor.

**NOTA 3:** Se puede utilizar un microscopio móvil (catetómetro) para medir la anchura, el espaciamiento y la altura de las divisiones de la escala y la altura de los números.

### 6.4 Procedimientos de examen

#### 6.4.1 Aspectos generales

Los siguientes aspectos de un diseño de medidor deben examinarse en al menos un medidor de la muestra.

Se puede utilizar ya sea la misma muestra de medidor para todos los exámenes externos o se pueden utilizar diferentes medidores de las muestras presentadas para algunos de los exámenes.

**6.4.2 Marcas e inscripciones (ISO 4064-1:2014, 6.6)**

- a) Verificar que se deja un lugar para la colocación de la marca de verificación que es visible sin necesidad de desmontar el medidor de agua.
- b) Verificar que el medidor de agua se marca de manera clara e indeleble con la información presentada de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.6.2.
- c) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.6.1 y 6.6.2 (r) de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3 Dispositivo indicador (ISO 4064-1:2014, 6.7)****6.4.3.1 Función (ISO 4064-1:2014, 6.7.1.1)**

- a) Verificar que el dispositivo indicador proporcione una fácil lectura, indicación visual fiable e inequívoca del volumen indicado.
- b) Verificar que el dispositivo indicador incluya medios visuales para la prueba y calibración.
- c) Si el dispositivo indicador incluye elementos adicionales para las pruebas y calibración por otros métodos, por ejemplo, para la prueba y calibración automáticas, registrar el tipo (s) de dispositivo.
- d) Si el medidor es un medidor combinado con dos dispositivos indicadores, el inciso 6.4.3 también se aplica a los dispositivos indicadores.
- e) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.1.1 de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3.2 Unidad de medida, símbolo, y su colocación (ISO 4064-1:2014, 6.7.1.2)**

- a) Comprobar que el volumen indicado de agua se exprese en metros cúbicos.
- b) Comprobar que el símbolo  $m^3$  aparece en el dial o inmediatamente adyacente a la pantalla numerada.
- c) Completar la información de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.1.2 en con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3.3 Rango de indicación (ISO 4064-1:2014, 6.7.1.3)**

- a) Verificar que el dispositivo indicador es capaz de registrar el volumen indicado en metros cúbicos que figuran de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla 5 que corresponde al caudal permanente Q3 sin pasar por cero.
- b) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.1.3, en la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3.4 Códigos de color para dispositivos indicadores (ISO 4064-1:2014, 6.7)**

- a) Comprobar que:
  - 1) el color negro se utiliza para indicar el metro cúbico y sus múltiplos; y
  - 2) el color rojo se utiliza para indicar sub-múltiplos de un metro cúbico; y
  - 3) Los colores se aplican a cualquiera de los indicadores, índices, números, ruedas, discos, diales o marcos de aberturas u otros medios para indicar la medida en la cual no haya imprecisión en la distinción entre la indicación primaria y las pantallas alternativas, por ejemplo, submúltiplos para la verificación y pruebas.
- b) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.1.4, en con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3.5 Tipos de dispositivo indicador (ISO 4064-1:2014, 6.7.2)****6.4.3.5.1 Tipo 1-dispositivo analógico (ISO 4064-1:2014, 6.7.2.1)**

- a) Si se utiliza un dispositivo indicador del tipo 1, verificar que el volumen se indica por:
  - ya sea movimiento continuo de uno o más punteros en relación con escalas graduadas en movimiento;
  - o de movimiento continuo de una o más escalas o tambores circulares, cada uno que cruza un índice.
- b) Verificar que el valor expresado en metros cúbicos para cada división de la escala sea de la forma  $10n$ , donde  $n$  es un número positivo o un entero o cero, estableciendo así un sistema de decenas consecutivas.

- c) Verificar que cada escala esté ya sea graduada en valores expresados en metros cúbicos o acompañados por un factor de multiplicación (x0.001; x0.01; x1; x10; x100; x1 000. etc.).
- d) Verificar que los movimientos de rotación de los punteros o escalas circulares se muevan en el sentido de las agujas del reloj.
- e) Verificar que el movimiento lineal de los punteros o escalas sea de izquierda a derecha.
- f) Comprobar que el movimiento de los indicadores de rodillos numerados sea hacia arriba.
- g) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.2.1 de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

#### **6.4.3.5.2. Tipo 2-dispositivo digital (ISO 4064-1:2014, 6.7.2.2)**

- a) Verificar que el volumen indicado esté indicado por una línea de dígitos, que aparecen en una o más aberturas.
- b) Verificar que el avance de un dígito se complete, mientras que la cifra de la decena inmediatamente siguiente cambie de 9 a 0.
- c) Verificar que la altura real o aparente de los dígitos sea de al menos 4 mm.

Para los dispositivos no electrónicos:

- 1) Comprobar que el movimiento de los indicadores de rodillos numerados (tambores) sea hacia arriba.
- 2) Si la decena de menor valor tiene un movimiento continuo, la abertura debe ser lo suficientemente grande como para permitir que un dígito se lea sin imprecisión.

Para los dispositivos electrónicos:

- 1) Verificar que, para las pantallas no permanentes, el volumen se pueda visualizar en cualquier momento durante al menos 10 s;
- 2) Comprobar toda la pantalla visual en el orden siguiente:
  - i) Para el tipo de siete segmentos, verificar que todos los elementos se pueden visualizar correctamente (por ejemplo, una prueba de "ochos"),
  - ii) Para el tipo de siete segmentos verificar que se borren todos los elementos ("prueba en blanco").
  - iii) Para pantallas gráficas, debe utilizarse una prueba equivalente para verificar que los defectos de pantalla no dan lugar a que se malinterprete algún dígito.
  - iv) Verificar que cada paso de la secuencia dure al menos 1 s.
- d) Completar la sección de referencia ISO 4064-1:2014, 6.7.2.2 de acuerdo con el ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

#### **6.4.3.5.3 Tipo 3-combinación de dispositivos analógicos y digitales (ISO 4064-1:2014, 6.7.2.3)**

- a) Si el dispositivo indicador es una combinación de dispositivos tipo 1 y 2, comprobar que los respectivos requisitos de cada uno apliquen (véase 6.4.3.5.1 y 6.4.3.5.2).
- b) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.2.3 de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

#### **6.4.3.6 Dispositivos de verificación-Primer elemento de un dispositivo indicador-intervalo de Verificación (ISO 4064-1:2014, 6.7.3)**

##### **6.4.3.6.1 Requisitos generales (ISO 4064-1:2014, 6.7.3.1)**

- a) Verificar que el dispositivo indicador proporcione los medios para realizar las pruebas de verificación visual y calibración de manera no imprecisa.
- b) Revisar que la pantalla verificación visual tenga un movimiento continuo o discontinuo.
- c) Revisar si, además de la pantalla de verificación visual, el dispositivo indicador incluya disposiciones para las pruebas rápidas por la inclusión de elementos complementarios (por ejemplo, ruedas de estrellas o discos), que proporcionen señales a través de sensores conectados externamente. Revisar la relación, indicada por el fabricante, entre la indicación visual de volumen y las señales emitidas por estos dispositivos complementarios.
- d) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.3.1 de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3.6.2 Pantalla de Verificación visual (ISO: 4064-1:2014, 6.7.3.2)****6.4.3.6.2.1 Valor del intervalo de la escala de verificación (ISO 4064-1:2014, 6.7.3.2.1)**

- a) Comprobar que el valor del intervalo de la escala de verificación, expresado en metros cúbicos, sea de la forma  $1 \times 10n$ , o  $2 \times 10n$ , o  $5 \times 10n$ , donde  $n$  es un número entero positivo o negativo, o cero.
- b) Para dispositivos analógicos y digitales con movimiento continuo del primer elemento indicador, compruebe que el intervalo de la escala de verificación se forme a partir de la división en 2, 5 o 10 partes iguales del intervalo entre dos dígitos consecutivos del primer elemento.
- c) Para dispositivos indicadores analógicos y digitales con movimiento continuo del primer elemento, verificar que la numeración no se aplica a las divisiones entre dígitos consecutivos del primer elemento.
- d) Para dispositivos indicadores digitales con movimiento discontinuo del primer elemento, el intervalo de la escala de verificación es el intervalo entre dos dígitos consecutivos o movimientos incrementales del primer elemento.
- e) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.3.2.1 de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3.6.2.2 Forma de la escala de verificación (ISO 4064-1:2014, 6.7.3.2.2)**

- a) Si el dispositivo indicador tiene movimiento continuo del primer elemento, comprobar que la separación aparente de la escala no sea menos de 1 mm y no más de 5 mm.
- b) Comprobar que la escala se compone de:
  - ya sea líneas de igual espesor que no excedan en un cuarto de la longitud de una división y sólo difieren en longitud;
  - o bandas de contraste cuya anchura constante sea igual a la separación de la escala.
- c) Verificar que la anchura aparente del puntero en su punta no supere la cuarta parte de la longitud de una división.
- d) Verificar que la anchura aparente del puntero en su punta no supere los 0.5 mm.
- e) Complete la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.3.2.2, en la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**6.4.3.6.2.3 Resolución del dispositivo indicador (ISO 4064-1:2014, 6.7.3.2.3)**

- a) Debe anotarse el valor del intervalo de comprobación,  $V$  m<sup>3</sup>
- b) Calcular el valor real  $V_a$  en m<sup>3</sup> que pasa durante 1 h 30 min a caudal mínimo  $Q_1$ , de
 
$$V_a = Q_1 \times 1,5$$
- c) Calcular el error  $\epsilon_r$  de resolución del dispositivo indicador, expresado en porcentaje, de:
  - 1) Para el movimiento continuo del primer elemento:
  - 2) Para el movimiento discontinuo del primer elemento:
- d) Comprobar que para medidores de la clase de precisión 1, el valor del intervalo de la escala de verificación es lo suficientemente pequeño como para asegurar que el error de la resolución  $r$  del dispositivo indicador no supere el 0.25 % del volumen real requerido durante 1 h 30 min a caudal mínimo,  $Q_1$ .
 
$$\epsilon_r = 0.25 \%$$
- e) Verificar que para los medidores de la clase de precisión 2, el intervalo de la escala de verificación sea lo suficientemente pequeño como para asegurar que el error  $\epsilon_r$  de resolución del dispositivo indicador no supera el 0.5 % del volumen real requerida durante 1 h 30 min en el caudal mínimo,  $Q_1$ .
 
$$\epsilon_r = 0.5 \%$$
- f) Completar la sección de referencia con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.3.2.3 de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

Cuando la pantalla del primer elemento es continua, se debe permitir que exista un error máximo de no más de la mitad del intervalo de comprobación en cada lectura.

Cuando la pantalla del primer elemento es discontinua, se debe permitir que exista un error máximo en cada lectura de no más de un dígito de la escala de verificación.

**6.4.4 Dispositivos de protección (ISO 4064-1:2014, 6.7.1.1)**

- a) Verificar que el medidor de agua incluya dispositivos de protección como se especifica de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.8.
- b) Complete la información de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.8.1 y 6.8.2.3 de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

**7. Pruebas de rendimiento para todos los medidores de agua****7.1 Generalidades**

Durante las pruebas de rendimiento, deben registrarse todos los valores pertinentes, medidas y observaciones.

**NOTA 1:** Para la presentación de los resultados de las pruebas de la aprobación del modelo o prototipo (véase el Capítulo 11 Presentación de resultados).

**NOTA 2:** Los incisos pertinentes de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014 se muestran entre paréntesis a continuación.

**7.2 Condiciones requeridas para todas las pruebas****7.2.1 Calidad del agua**

Las pruebas de medidores de agua deben llevarse a cabo utilizando agua. El agua debe ser del suministro de agua potable municipal o debe cumplir los mismos requisitos.

El agua no debe contener ninguna sustancia que pueda dañar el medidor o afectar negativamente su funcionamiento. No debe contener burbujas de aire.

Si se recicla el agua, deben tomarse medidas para evitar que el agua residual en el medidor se vuelva perjudicial para los seres humanos.

**7.2.2 Reglas generales sobre la instalación y localización de la prueba****7.2.2.1 Ausencia de influencias espurias**

Los bancos de pruebas deben estar diseñados, construidos y utilizados, de manera tal que el desempeño del mismo no contribuya significativamente al error de la prueba. Para ello, es necesario contar con unos elevados estándares de mantenimiento de los bancos de prueba, además de soportes adecuados y accesorios, a fin de evitar las vibraciones del medidor, el banco de pruebas, y sus accesorios.

El entorno de instalación del banco de pruebas debe ser tal que se cumplan las condiciones de referencia de la prueba (véase el Capítulo 4 Condiciones de referencia).

Durante las pruebas, la presión manométrica en la salida de cada medidor de agua debe ser de al menos 0.03 MPa (0.3 bar) y debe ser suficiente para evitar la cavitación.

Debe ser posible llevar a cabo lecturas de prueba rápida y fácilmente.

**7.2.2.2 Grupo de pruebas de medidores**

Los medidores se prueban de forma individual o en grupos. En este último caso, las características individuales de los medidores deben determinarse con precisión. La presencia de cualquier medidor en el banco de pruebas no contribuirá significativamente al error en la prueba de cualquier otro medidor.

**7.2.2.3 Localización**

El entorno elegido para las pruebas de medidores se realizará de conformidad con los principios elaborados en OIML G 13 y debe estar libre de influencias perturbadoras

**EJEMPLO:** temperatura ambiente, vibraciones).

**7.3 Prueba de presión estática (ISO 4064-1:2014, 4.2.10)****7.3.1 Propósito de la prueba**

Verificar que el medidor de agua puede soportar la presión de prueba hidráulica especificado para el tiempo especificado sin fugas o daños.

**7.3.2 Preparación**

- a) Instalar los medidores en el banco de pruebas de forma individual o en grupos.
- b) Purgar de aire la tubería de instalación de prueba y los medidores de agua de aire.
- c) Asegúrese de que el equipo de pruebas esté libre de fugas.
- d) Asegúrese de que la presión de suministro de energía está libre de pulsaciones de presión.

### **7.3.3 Procedimiento de las pruebas**

#### **7.3.3.1 Medidores en línea**

- a) Aumentar la presión hidráulica a 1.6 veces la presión máxima admisible (PMP) del medidor y mantenerla durante 15 min.
- b) Examinar los medidores para buscar daño físico, que no haya fugas externas y que no haya fugas en el dispositivo indicador.
- c) Aumentar la presión hidráulica a dos veces la PMP y mantener este nivel de presión durante 1 minuto.
- d) Examinar los medidores para buscar daño físico, que no haya fugas externas y que no haya fugas en el dispositivo indicador.
- e) Completar el informe de la prueba conforme a lo indicado de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.1.

#### Requisitos adicionales

- 1) Aumentar y disminuir la presión gradualmente y sin sobrecargas de presión.
- 2) Aplicar solamente las temperaturas de referencia para esta prueba.
- 3) el caudal debe ser cero durante la prueba.

#### **7.3.3.2 Medidores concéntricos**

El procedimiento de prueba en 7.3.3.1 también se aplica a las pruebas de presión de los medidores de agua concéntricos; Sin embargo, las juntas situadas en el medidor concéntrico / interfaz de la base (ver ejemplo en la figura E.1) también deben realizarse pruebas para asegurar que no existan fugas internas no descubiertas entre los pasos de entrada y salida del medidor.

Cuando se lleva a cabo la prueba de presión, el medidor y su base deben someterse a prueba juntos. Los requisitos para someter a prueba los medidores concéntricos pueden variar según el diseño; por lo tanto, un ejemplo de un método de prueba se muestra en las figuras E.2 y E.3.

#### **7.3.4 Criterios de aceptación**

No deben existir fugas del medidor o fugas en el dispositivo indicador, o daño físico, como resultado de cualquiera de las pruebas de presión especificadas en 7.3.3.1 y 7.3.3.2.

### **7.4 Determinación de los errores intrínsecos (de indicación) (ISO 4064-1:2014, 7.2.3)**

#### **7.4.1 Propósito de la prueba**

Para determinar los errores intrínsecos (de indicación) de un medidor de agua y los efectos de la orientación del medidor sobre el error (de indicación).

#### **7.4.2 Preparación**

##### **7.4.2.1 Descripción del equipo para pruebas**

El método especificado en este documento para determinar los errores del medidor (de indicación) es el llamado método de "recolección", en el cual se recoge la cantidad de agua que pasa a través de un medidor de agua en uno o más recipientes de recogida y la cantidad determinada volumétricamente o por peso. Otros métodos pueden ser usados, siempre y cuando los requisitos de 7.4.2.2.6.1 se cumplan.

La comprobación de los errores (de indicación) consiste en la comparación de las indicaciones de volumen en los medidores bajo condiciones de referencia comparados con un dispositivo de referencia calibrado.

Para el propósito de estas pruebas, por lo menos un medidor debe someterse a prueba sin sus dispositivos complementarios temporales adjuntos (si los hay) a menos que el dispositivo es esencial para la prueba del medidor.

El equipo para pruebas consiste, por lo general, de:

- a) un suministro de agua (tanque no presurizado, tanque presurizado, bomba, etc.);
- b) tuberías;
- c) un dispositivo calibrado de referencia (tanque volumétrico calibrado, sistema de pesaje, medidor de referencia, etc.);
- d) medios para medir el tiempo de la prueba;
- e) dispositivos para la automatización de las pruebas (si es necesario);

- f) medios para medir la temperatura del agua;
- g) medios para medir la presión del agua;
- h) medios para determinar la densidad, si es necesario;
- i) medios para determinar la conductividad, si es necesario.

#### **7.4.2.2 Tuberías**

##### **7.4.2.2.1 Descripción**

La tubería debe incluir:

- a) una sección de prueba en la cual se coloca(n) el (los) medidor (es);
- b) medios para establecer el caudal deseado;
- c) uno o dos dispositivos de aislamiento;
- d) medios para determinar el caudal;

y si es necesario:

- e) medios para comprobar que las tuberías se llena hasta un nivel de referencia antes y después de cada prueba;
- f) una o más purgas de aire;
- g) un dispositivo de no retorno;
- h) un expulsor de aire;
- i) un filtro.

Durante la prueba, las fugas, el flujo de entrada y el flujo drenado no se permiten entre el medidor(es) y el dispositivo de referencia o desde el dispositivo de referencia.

##### **7.4.2.2.2 Sección de prueba**

La sección de prueba debe incluir, además del medidor:

- a) una o más tomas de presión para la medición de la presión, de las cuales una toma de presión está situada aguas arriba de, y cerca de, el (primer) medidor; y
- b) medios para medir la temperatura del agua cerca de la entrada al (primer) medidor.

La presencia de cualquiera de los componentes o dispositivos en el tubo colocados en o cerca de la sección de medición no debe causar cavitación o perturbaciones de flujo capaces de alterar el rendimiento de los medidores o causar errores (de indicación).

##### **7.4.2.2.3 Precauciones que deben tomarse durante las pruebas**

- a) Comprobar que el funcionamiento del banco de pruebas es de tal manera que, durante una prueba, el volumen real de agua que fluye a través del medidor (es) es igual a la cantidad medida por el dispositivo de referencia.
- b) Comprobar que la tubería (por ejemplo, el cuello de ganso en el tubo de salida) se llena hasta el mismo nivel de referencia al principio y al final de la prueba.
- c) Purgar el aire de las tuberías de interconexión y el medidor(es). El fabricante puede recomendar un procedimiento que garantiza que todo el aire se purgue antes del medidor.
- d) Tomar todas las precauciones necesarias para evitar los efectos de las vibraciones y golpes.

##### **7.4.2.2.4 Arreglos especiales para la instalación de medidores**

###### **7.4.2.2.4.1 Evitar las mediciones erróneas**

El siguiente recordatorio de las causas más frecuentes de las mediciones erróneas y las precauciones necesarias para la instalación de medidores de agua en el banco de pruebas está motivado por la necesidad de lograr una instalación de prueba en la cual:

- a) las características del flujo hidrodinámico durante el funcionamiento del medidor no causen ninguna diferencia discernible en comparación con las características de flujo hidrodinámico cuando se mantiene sin alteraciones; y
- b) la incertidumbre expandida del método empleado no supere el valor estipulado (véase 7.4.2.2.6.1).

#### **7.4.2.2.4.2 Necesidad de tramos rectos de tubería o un perfilador de flujo**

La precisión de los medidores de agua no volumétricos puede verse afectada por perturbaciones causadas aguas arriba, por ejemplo, por la presencia de codos, conectores Tees, válvulas o bombas.

Con el fin de contrarrestar estos efectos:

- a) el medidor debe instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante;
- b) la tubería de conexión debe tener un diámetro interno equivalente a la del medidor; y
- c) si es necesario, un perfilador de flujo debe instalarse aguas arriba a lo largo de la tubería.

#### **7.4.2.2.4.3 Las causas comunes de perturbación del flujo**

Un flujo puede estar sujeto a dos tipos de perturbaciones: Distorsión de perfil de velocidad y turbulencias, ambos de los cuales pueden afectar a los errores de indicación de un medidor de agua.

La distorsión de perfil de velocidad es generalmente causada por una obstrucción que bloquea parcialmente la tubería, por ejemplo, la presencia de una válvula parcialmente cerrada o una junta de brida desalineada. Esto puede ser fácilmente eliminado mediante una cuidadosa aplicación de los procedimientos de instalación.

Las turbulencias pueden ser causadas por dos o más curvas en diferentes planos o por una sola curva en combinación con un reductor excéntrico o una válvula parcialmente cerrada. Este efecto puede ser controlado ya sea asegurando una longitud adecuada de tubo recto aguas arriba del medidor de agua, o mediante la instalación de un dispositivo perfilador de flujo, o por una combinación de los dos. Sin embargo, cuando sea posible, debe evitarse este tipo de configuraciones de tuberías.

#### **7.4.2.2.4.4 Medidores de agua volumétricos**

Algunos tipos de medidores de agua, por ejemplo, medidores de agua volumétricos (es decir, cámaras de medición envolventes con paredes móviles), tales como pistón oscilante o medidores de disco nutante, se consideran inmunes a las condiciones de instalación aguas arriba; por lo tanto, se requieren condiciones no especiales.

#### **7.4.2.2.4.5 Medidores que emplean inducción electromagnética**

Los medidores que emplean la inducción electromagnética como un principio de medición pueden afectarse por la conductividad del agua de prueba.

La conductividad del agua utilizada para la prueba de este tipo de medidor debe estar dentro del rango operativo de conductividad especificado por el fabricante del medidor.

#### **7.4.2.2.4.6 Otros principios de medición**

Otros tipos de medidor pueden requerir flujo acondicionado en la medición de los errores de indicación y en tales casos se deben seguir los requisitos de instalación recomendados por el fabricante (véase 7.10).

Estos requisitos de instalación deben informarse en la aprobación del modelo de un medidor de agua.

Los medidores concéntricos que se hayan sometido a prueba, que se vean afectados por la configuración de la base (véase 7.4.2.2.4.4) pueden ser sometidos a prueba y utilizados con cualquier disposición de la base adecuada.

#### **7.4.2.2.5 Errores de inicio y terminación de prueba**

##### **7.4.2.2.5.1 General**

Deben tomarse las precauciones necesarias para reducir las incertidumbres derivadas de la operación de los componentes del banco de pruebas durante la prueba.

Los detalles de las precauciones que deben tomarse se indican en 7.4.2.2.5.2 y 7.4.2.2.5.3 para dos casos encontrados en el método de "recolección".

##### **7.4.2.2.5.2 Las pruebas con las lecturas tomadas con el medidor en reposo**

Este método se conoce generalmente como el método de reposo-inicio-y-término.

El flujo se estableció mediante la apertura de una válvula, situada aguas abajo del medidor, y se detiene mediante el cierre de esta válvula. El medidor se lee cuando el registro está detenido.

El tiempo se mide entre el inicio del movimiento de apertura de la válvula y el movimiento de cierre de la misma. Mientras que el flujo está empezando y durante el periodo de funcionamiento a la velocidad especificada de flujo constante, el error (de indicación) del medidor varía como una función de los cambios en el caudal (la curva de error).

Mientras se detuvo el flujo, la combinación de la inercia de las partes móviles del medidor y el movimiento de rotación del agua dentro del medidor puede provocar un error apreciable para ser introducido en ciertos tipos de medidores y para ciertos caudales de prueba.

No ha sido posible, en este caso, determinar una regla empírica simple que establezca las condiciones para que este error siempre pueda ser insignificante.

En caso de duda, se aconseja:

- a) aumentar el volumen y la duración de la prueba;
- b) comparar los resultados con los obtenidos por uno u otros más métodos, y, en particular, el método especificado en 7.4.2.2.5.3, lo que elimina las causas de incertidumbre indicadas en el anterior.

Para algunos tipos de medidores de agua electrónicos con salidas de impulsos que se utilizan para la prueba, la respuesta del medidor a los cambios en el caudal puede ser tal que los impulsos válidos sean emitidos después del cierre de la válvula. En este caso, se deben proveer medios para contar estos pulsos adicionales.

Cuando se utilicen las salidas de impulsos para someter a prueba los medidores, debe revisarse la correspondencia del volumen indicado por el conteo del impulso con el volumen que aparece en el dispositivo indicador.

#### **7.4.2.2.5.3 Las pruebas con las lecturas tomadas bajo condiciones de flujo estable y desvío de flujo**

Este método se conoce generalmente como el método de arranque-inicio-y-término.

La medición se lleva a cabo cuando las condiciones de flujo se han estabilizado.

Un interruptor desvía el flujo en un recipiente calibrado en el comienzo de la medición y lo desvía al final.

El medidor se lee en movimiento.

La lectura del medidor está sincronizada con el movimiento del interruptor de flujo.

El volumen recogido en el recipiente es el volumen real pasado.

La incertidumbre introducida en el volumen puede considerarse insignificante si los tiempos de movimiento del interruptor de flujo en cada dirección son idénticos dentro de 5 % y si este tiempo es inferior a 1/50 del tiempo total de la prueba.

#### **7.4.2.2.6 Dispositivo de referencia calibrada**

##### **7.4.2.2.6.1 Incertidumbre ampliada del valor del volumen real medido**

Cuando se lleva a cabo una prueba, la incertidumbre expandida en la determinación del volumen real que pasa a través de un medidor de agua no debe ser superior a una quinta parte del EMP aplicable para la evaluación del tipo y un tercio del EMP aplicable para la verificación inicial.

**NOTA 3:** La incertidumbre del volumen real medido no incluye una contribución del medidor de agua.

La incertidumbre estimada debe hacerse de acuerdo con la NMX-CH-140-IMNC-2002 (véase 2 Referencias normativas) con un factor de cobertura,  $k = 2$ .

##### **7.4.2.2.6.2 Volumen mínimo del dispositivo de referencia calibrada**

El volumen mínimo permitido depende de los requisitos determinados por el inicio de la prueba y los efectos finales (error de tiempo), y el diseño del dispositivo indicador (valor de la división de escala de verificación).

#### **7.4.2.2.7 Los principales factores que afectan a la medición de los errores (de indicación)**

##### **7.4.2.2.7.1 General**

Las variaciones en la presión, el caudal y la temperatura en el banco de prueba, y las incertidumbres en la precisión de la medición de estas cantidades físicas, son los principales factores que afectan a la medición de los errores (de indicación) de un medidor de agua.

##### **7.4.2.2.7.2 Presión de suministro**

La presión de alimentación se mantiene a un valor constante durante toda la prueba en el caudal elegido.

Al someter a prueba los medidores de agua que se designan  $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$ , a caudal de prueba  $\leq 0.1 Q_3$ , debe lograrse una presión constante en la entrada del medidor (o en la entrada del primer medidor de un grupo que se somete a prueba) si el banco de pruebas cuenta con un tanque de carga que suministra presión a través de la tubería. Esto asegura un flujo sin perturbaciones.

Se puede utilizar cualquier otro método de suministro que demuestre que no causa pulsaciones de presión superiores a los de un tanque de carga constante (por ejemplo, un tanque de presión).

Para todas las otras pruebas, la presión aguas arriba del medidor no debe variar en más de un 10 %. La incertidumbre máxima ( $k = 2$ ) en la medición de la presión debe ser del 5 % del valor medido.

La incertidumbre estimada debe hacerse de acuerdo con la NMX-CH-140-IMNC-2002 (véase 2 Referencias normativas) con un factor de cobertura,  $k = 2$ .

La presión en la entrada del medidor debe abstenerse de exceder la PMA para el medidor.

#### **7.4.2.2.7.3 Caudal**

El caudal debe mantenerse a un valor constante durante toda la prueba en el valor elegido.

La variación relativa del caudal durante cada prueba (no incluyendo arranque y parada) no debe exceder de:

$\pm 2,5$  % de Q1 hasta Q2 (exclusivo);

$\pm 5,0$  % de Q2 (inclusive) hasta Q4.

El valor del caudal es el volumen que pasa durante la prueba dividido por el tiempo.

Esta condición de variación del caudal es aceptable si la variación relativa de presión (flujo a descarga libre) o la variación relativa de pérdida de presión (en circuitos cerrados) no excede de:

$\pm 5$  % de Q1 hasta Q2 (exclusivo);

$\pm 10$  % de Q2 (inclusive) hasta Q4.

#### **7.4.2.2.7.4 Temperatura**

Durante una prueba, la temperatura del agua no varía en más de 5 ° C.

La incertidumbre máxima en la medición de la temperatura no excederá de 1 ° C.

#### **7.4.2.2.7.5 Orientación del medidor(es) de agua**

- a) Si los medidores están marcados "H", montar la tubería de conexión con el eje de flujo en el plano horizontal durante la prueba (dispositivo indicador colocado en la parte superior).
- b) Si los medidores están marcados "V", montar la tubería de conexión con el eje de flujo en el plano vertical durante la prueba:
  - 1) se debe montar al menos a un medidor de la muestra con el flujo de eje vertical, con la dirección del flujo de abajo hacia arriba;
  - 2) se debe montar al menos a un medidor de la muestra con el flujo de eje vertical, con la dirección del flujo de arriba hacia abajo;
- c) Si los medidores no están marcados "H" o "V":
  - 1) se debe montar al menos a un medidor de la muestra con el flujo de eje vertical, con la dirección del flujo de abajo hacia arriba;
  - 2) se debe montar al menos a un medidor de la muestra con el flujo de eje vertical, con la dirección del flujo de arriba hacia abajo;
  - 3) al menos a un medidor de la muestra se montará con el eje de flujo en un ángulo intermedio a la vertical y horizontal (elegidos a discreción del organismo responsable de la emisión del certificado de aprobación);
  - 4) los medidores restantes de la muestra deben montarse con el eje de flujo horizontal.
- d) Cuando los medidores posean un dispositivo indicador que es integral con el cuerpo del medidor, al menos uno de los medidores horizontalmente montado debe orientarse con el dispositivo indicador situado en el lado y los medidores restantes debe ser orientados con el dispositivo indicador situado por encima.
- e) La tolerancia en la posición del eje de flujo para todos los medidores, ya sea horizontal, vertical o en un ángulo intermedio, debe ser de  $\pm 5^\circ$ .

Cuando se presentan menos de cuatro medidores para someter a prueba, los medidores suplementarios deben tomarse de la población base o el mismo medidor debe someterse a prueba en diferentes posiciones.

### 7.4.3 Medidores de combinación

#### 7.4.3.1 General

Para un medidor de combinación, el método de prueba especificado en 7.4.2.2.5.3, en el que se toman las lecturas del medidor combinado con un caudal establecido, asegura que el dispositivo de cambio está funcionando correctamente para los caudales crecientes y decrecientes. El método de prueba especificado en 7.4.2.2.5.2, en el que se toman lecturas del medidor en reposo, no debe utilizarse para esta prueba, ya que no permite la determinación del error (de indicación) después de regular el caudal de prueba para la disminución de los caudales de los medidores combinados.

#### 7.4.3.2 Método de prueba para la determinación del caudal de cambio de más de (ISO 4064-1:2014, 7.2.3)

a) A partir de un caudal que es menor que el caudal de cambio  $Q_{x2}$ , el caudal se incrementa en pasos sucesivos de 5 % del valor supuesto de  $Q_{x2}$  causal de hasta  $Q_{x2}$  se alcanza como se define de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 3.3.6. El valor de  $Q_{x2}$  se toma como el promedio de los valores de caudal indicado justo antes y justo después de que el cambio ocurre.

b) A partir de un caudal que es mayor que el caudal de cambio  $Q_{x1}$ , el caudal se reduce en pasos sucesivos de 5 % del valor supuesto de  $Q_{x1}$  hasta que el caudal  $Q_{x1}$  se alcanza como se define de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 3.3.6. El valor de  $Q_{x1}$  se toma como el promedio de los valores de caudal indicado justo antes y justo después de que el cambio se produce.

c) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.2.

#### 7.4.4 Procedimiento de las pruebas

a) Determinar los errores intrínsecos (de indicación) de un medidor de agua (en la medición del volumen real), durante al menos los siguientes caudales, el error en cada caudal se mide tres veces para 1), 2) y 5) y dos veces por los otros rangos de caudal:

- 1)  $Q1$  a  $1,1Q1$ ;
- 2)  $Q2$  a  $1,1Q2$ ;
- 3)  $0,33 \times (Q2 + Q3)$  hasta  $0,37 \times (Q2 + Q3)$ ;
- 4)  $0,67 \times (Q2 + Q3)$  hasta  $0,74 \times (Q2 + Q3)$ ;
- 5)  $0,9 Q3$  a  $Q3$ ;
- 6)  $0,95 Q4$  a  $Q4$ ;

y para los medidores combinados:

- 7)  $0,85 Q_{x1}$  hasta  $0,95 Q_{x1}$ ;
- 8)  $1,05 Q_{x2}$  hasta  $1,15 Q_{x2}$ .

**NOTA 4:** Siempre son necesarios tres puntos para 1), 2) y 5), puesto que con estos caudales se calcula la repetitividad.

- b) Se somete a prueba el medidor de agua sin sus dispositivos complementarios adjuntos (si los hay).
- c) Durante la prueba, mantener todos los demás factores de influencia en condiciones de referencia.
- d) Medir los errores (de indicación) a otros caudales si la forma de la curva de error indica que el PMP puede ser excedido.
- e) Calcular el error relativo (de indicación) para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- f) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.3.

Cuando la curva de error inicial está cerca del EMP en un punto distinto al  $Q1$ ,  $Q2$  o  $Q3$ , si se muestra que este error es típico del tipo del medidor, el organismo responsable de la aprobación del modelo puede optar por definir un caudal adicional para la verificación que se incluirán en el certificado de aprobación del modelo.

Se recomienda que la curva de error característico para cada medidor de agua debe representarse gráficamente en términos de error contra el caudal, de modo que se pueda evaluar el rendimiento general del medidor de agua por encima de su rango de caudal.

El medidor debe someterse a prueba a la temperatura (s) de referencia determinada en el Capítulo 4 Condiciones de referencia. Cuando haya dos temperaturas de referencia, deben realizarse pruebas a ambas temperaturas. Se debe aplicar el EMP adecuado a la temperatura de prueba.

#### **7.4.5 Criterios de aceptación**

- a) Los errores relativos (de indicación) observados para cada uno de los caudales no debe exceder los EMP indicados de acuerdo con el ISO 4064-1:2014, 4.2.2 o 4.2.3. Si el error observado en uno o más medidores es mayor que el EMP en una caudal solamente, entonces si sólo se obtienen dos resultados en ese caudal, debe repetirse la prueba en ese caudal; la prueba se declarará satisfactoria si dos de los tres resultados en ese caudal se encuentran dentro del EMP y la media aritmética de los resultados de las tres pruebas en ese caudal se encuentra dentro del EMP.
- b) Si todos los errores relativos (de indicación) de un medidor de agua tienen el mismo signo, por lo menos uno de los errores no debe ser superior a la mitad del EMP. En todos los casos, este requisito se aplica de manera equitativa con respecto a la empresa proveedora de agua y el consumidor (véase también la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.3.3 párrafos 3 y 8).
- c) La desviación estándar para 7.4.4 a 1), 2) y 5) no debe ser superior a un tercio de los EMP que se indican de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2.2 o 4.2.3.

#### **7.4.6 Prueba de intercambio en todos los tipos de medidores de cartuchos y medidores con módulos metrológicos intercambiables (ISO 4064-1:2014, 7.2.7)**

##### **7.4.6.1 Objetivo de la prueba**

Confirmar que los medidores de cartucho o medidores con módulos metrológicos intercambiables son inmunes a la influencia de interfaces de conexión que se producen en la producción en serie.

##### **7.4.6.2 Preparación**

Dos medidores de cartuchos o módulos metrológicos intercambiables y cinco interfaces de conexión se seleccionan de entre el número de medidores presentados para su aprobación.

La adaptación correcta de un medidor de cartucho con una interfaz de conexión o un módulo metrológico intercambiable con una interfaz de conexión, respectivamente, debe comprobarse antes de la prueba. Por otra parte, la adecuación de la marca en un medidor de cartucho o un módulo metrológico intercambiable debe comprobarse con una interfaz de conexión requerida. No se permiten adaptadores.

##### **7.4.6.3 Procedimiento de prueba**

- a) Deben someterse a prueba dos medidores de cartucho o módulos intercambiables metrológicos en cinco interfaces de conexión de cada tipo de interfaz compatible, lo que resulta en 10 curvas de precisión para cada tipo de interfaz compatible. Los caudales de prueba deben estar de acuerdo con las especificaciones de 7.4.4.
- b) Mantener todos los demás factores de influencia durante una prueba en condiciones de referencia.
- c) Calcular el error relativo de indicación para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- d) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.4.

##### **7.4.6.4 Criterios de aceptación**

- a) Todas las curvas de precisión deben estar dentro del EMP en todo momento.
- b) La variación de error dentro de las cinco pruebas debe estar dentro de 0,5 veces el EMP si se están utilizando interfaces de conexión de equipo original (oem), dentro de 1,0 veces el EMP si se trata de interfaces de conexión con dimensiones idénticas de conexión idénticas a las interfaces de conexión de equipo original, pero se están utilizando diferentes formas del cuerpo y los patrones de flujo que están siendo usadas.

#### **7.5 Prueba de la temperatura del agua (ISO 4064-1:2014, 4.2.8)**

##### **7.5.1 Propósito de la prueba**

Para medir los efectos de la temperatura del agua en los errores (de indicación) de un medidor.

##### **7.5.2 Preparación**

Aplicar la instalación y requisitos operativos especificados en 7.4.2.

##### **7.5.3 Procedimiento de las pruebas**

Medir el error (de indicación) de al menos un medidor a un caudal Q2 con la temperatura de entrada puesta a 10 °C ± 5 °C durante las clases de temperatura T30 a T180 y 30 °C de 0°C a +5°C para las clases de temperatura T30 / 70 y T30 / 180. Todos los demás factores de influencia se mantienen en condiciones de referencia.

Medir el error (de indicación) de al menos un medidor a una caudal Q2 con la temperatura de entrada puesta en la temperatura máxima admisible (MAT) (ISO 4064-1:2014, Tabla 1) del medidor 0 °C con una tolerancia de 0°C a -5°C y todos los demás factores de influencia se mantiene a las condiciones de referencia.

- a) Calcular el error relativo (de indicación) para cada temperatura del agua de entrada de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- b) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.5.

#### **7.5.4 Criterios de aceptación**

El error relativo (de indicación) del medidor no podrá superar el EMP aplicable.

### **7.6 Prueba de la temperatura del agua de sobrecarga (ISO 4064-1:2014, 7.2.5)**

#### **7.6.1 Propósito de la prueba**

Verificar que el desempeño de un medidor no se ve afectado después de exponerse a una elevada y excedida temperatura del agua, como se indica en la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 7.2.5.

Esta prueba sólo se aplica a los medidores con una MAT  $\geq 50$  °C.

#### **7.6.2 Preparación**

Aplicar la instalación y requisitos operativos especificados en 7.4.2.

La prueba va a realizarse en al menos un medidor.

#### **7.6.3 Procedimiento de las pruebas**

- a) Exponer el medidor a un caudal de referencia a una temperatura MAT +10 °C  $\pm$  2,5 °C por un periodo de 1 h después que el medidor ha alcanzado la temperatura de referencia.
- b) Después de la recuperación, medir el error (de indicación) en el medidor de caudal Q2 a la temperatura de referencia.
- c) Calcular el error relativo (de indicación), de conformidad con el Apéndice B.
- d) Durante la prueba, deben mantenerse las condiciones de referencia para todas las demás magnitudes de influencia.
- e) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.5.

#### **7.6.4 Criterios de aceptación**

- a) La funcionalidad del medidor con respecto al volumen de totalización no debe afectarse.
- b) La funcionalidad adicional, según lo indicado por el fabricante, no deben verse afectados.
- c) El error (de indicación) del medidor no debe superar el EMP aplicable.

### **7.7 Prueba de presión de agua (ISO 4064-1:2014, 4.2.8)**

#### **7.7.1 Propósito de la prueba**

Medir los efectos de la presión interna del agua en los errores (de indicación) de un medidor.

#### **7.7.2 Preparación**

La instalación y requisitos operativos deben aplicarse de acuerdo con 7.4.2.

#### **7.7.3 Procedimiento de las pruebas**

Medir el error (de indicación) de al menos un medidor a un caudal de Q2 con la presión de entrada puesta en primer lugar a 0,03 MPa (0,3 bar) de 0 % a +5 % y luego a la presión máxima admisible (PMP) de -10 % a 0 %.

- a) Todos los demás factores de influencia durante una prueba deben mantenerse en las condiciones de referencia.
- b) Calcular el error relativo (de indicación) para cada presión de entrada de agua de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- c) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3: 2014, 4.5.6.

#### **7.7.4 Criterios de aceptación**

Los errores relativos (de indicación) del medidor no deben exceder el margen del EMP.

## **7.8 Prueba de flujo inverso (ISO 4064-1:2014, 4.2.7)**

### **7.8.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor satisface el requisito de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2.7 cuando se produce el flujo inverso.

Un medidor que está diseñado para medir el flujo inverso debe registrar el volumen de flujo inverso con precisión.

Un medidor que permite el flujo inverso, pero que no está diseñado para medir, debe ser sujeto a revertir el flujo. Los errores posteriormente deben medirse para el flujo hacia adelante, para comprobar que no hay degradación en las características metrológicas causado por el flujo inverso.

Un medidor que está diseñado para evitar el flujo inverso (por ejemplo, por medio de una válvula de no retorno) se somete a la aplicación de la presión máxima admisible del medidor aplicada a la conexión de salida y los errores de medición se miden posteriormente para el flujo hacia adelante para asegurarse de que no hay degradación en las características metrológicas causada por la presión que actúa en el medidor.

### **7.8.2 Preparación**

La instalación y requisitos operativo deben aplicarse de acuerdo con 7.4.2.

### **7.8.3 Procedimiento de las pruebas**

#### **7.8.3.1 Medidores diseñados para medir el flujo inverso**

- a) Medir el error (de indicación) de al menos un medidor en cada uno de los siguientes intervalos de porcentajes de flujo inverso:
  - 1)  $Q1$  a  $1,1Q1$
  - 2)  $Q2$  a  $1,1Q2$ ;
  - 3)  $0,9Q3$  a  $Q3$ .
- b) Todos los demás factores de influencia durante una prueba deben mantenerse en las condiciones de referencia.
- c) Calcular el error relativo (de indicación) para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- d) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.7.2.
- e) Además, las siguientes pruebas deben llevarse a cabo con la aplicación de flujo inverso: Prueba de pérdida de presión (7.9), la prueba de perturbación del flujo (7.10), y la prueba de durabilidad (7.11).

#### **7.8.3.2 Medidores no diseñados para medir el flujo inverso**

- a) Se somete el medidor a un flujo inverso de  $0,9 Q3$  durante 1 min.
- b) Medir el error (de indicación) de al menos un medidor en los siguientes intervalos de porcentajes de flujo hacia adelante:
  - 1)  $Q1$  a  $1,1Q1$ ;
  - 2)  $Q2$  a  $1,1Q2$ ;
  - 3)  $0,9Q3$  a  $Q3$ .
- c) Durante la prueba, todos los demás factores de influencia deben mantenerse en las condiciones de referencia.
- d) Calcular el error relativo (de indicación) para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- e) Completar el informe de la prueba en la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.7.3.

#### **7.8.3.3 Medidores que impiden flujo inverso**

- a) Los medidores que impiden el flujo inverso deben ser sometidos a la presión máxima admisible en la dirección de flujo inverso durante 1 min.
- b) Comprobar que no hay ninguna fuga significativa más allá de la válvula.
- c) Medir el error (de indicación) de al menos un medidor en los siguientes intervalos de porcentajes de flujo hacia adelante:

- 1) Q1 a 1,1Q1;
- 2) Q2 a 1,1Q2;
- 3) 0.9Q3 a Q3.
- d) Durante la prueba, todos los demás factores de influencia deben mantenerse en las condiciones de referencia.
- e) Calcular el error relativo (de indicación) para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- f) Completar el informe de la prueba de acuerdo con el ISO 4064-3:2014, 4.5.7.4.

#### **7.8.4 Criterios de aceptación**

En las pruebas especificadas en 7.8.3.1, 7.8.3.2 y 7.8.3.3, el error relativo (de indicación) del medidor no debe superar el EMP aplicable.

### **7.9 Prueba de pérdida de presión (ISO 4064-1:2014, 6.5)**

#### **7.9.1 Propósito de la prueba**

Determinar las máximas pérdidas de presión a través de un medidor de agua a cualquier caudal entre Q1 y Q3. Comprobar que las máximas pérdidas de presión son menores que el valor máximo aceptable para la clase de pérdidas de presión del medidor (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla 4). Las pérdidas de presión se definen como las pérdidas de presión por el fluido que fluye a través del medidor de agua bajo prueba; el medidor de agua consiste en el propio medidor, bases asociadas (por medidores concéntricos) y conexiones, pero con exclusión de las tuberías que forman la sección de prueba. La prueba es requerida para los flujos de avance y si es necesario para el flujo inverso (véase 7.8.3.1).

#### **7.9.2 Equipo para la prueba de pérdidas de presión**

El equipo necesario para llevar a cabo las pruebas de pérdidas de presión consiste en una sección de tubería que contiene el medidor de agua que se está probando y los medios para producir el caudal constante estipulado a través del medidor. El mismo caudal constante que se emplea para la medición de los errores (de indicación), especificados en 7.4.2, se utiliza generalmente para las pruebas de caída de presión.

Las longitudes de tubería aguas arriba y aguas abajo con sus conexiones finales y tomas de presión, más el medidor de agua que se está probando la sección de medición.

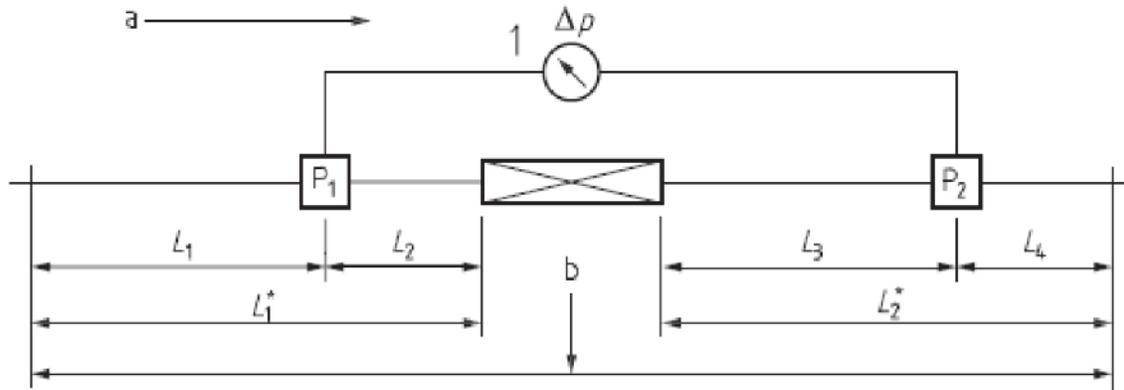
Las tomas de presión de similar diseño y dimensión deben instalarse en las tuberías de entrada y de salida de la sección de medición. Las tomas de presión deben perforarse en ángulo recto con la pared del tubo en el punto apropiado. Las tomas no deben ser más de 4 mm o menos de 2 mm de diámetro. Si el diámetro de la tubería es menor que o igual a 25 mm, las tomas deben estar tan cerca de 2 mm de diámetro como sea posible. El diámetro de los orificios debe mantenerse constante en una distancia de no menos de dos diámetros de la toma antes de irrumpir en la tubería. Los agujeros perforados a través de la pared de la tubería deben estar libres de rebabas en los bordes donde se rompen en los orificios de entrada y salida de la tubería. Los bordes deben ser afilados sin un radio ni un chaflán.

Se puede proporcionar una sola toma de presión y se recomienda adecuado para la mayoría de las pruebas. Para proporcionar datos más robustos, se pueden montar cuatro o más tomas de presión alrededor de la circunferencia de la tubería en cada plano de medición. Estos se interconectan por medio de conectores en forma de T para ejercer una verdadera presión estática media de la sección transversal de la tubería. El diseño de una disposición de triple T se muestra, por ejemplo, en la norma ISO 5167-1: 2003, [11] Figura 1 (véase 14 Bibliografía).

Orientación sobre el diseño de las tomas de presión se proporciona en el Apéndice H (Informativo).

El medidor se instala de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los tubos de conexión ascendente y descendente en contacto con el medidor de agua que debe tener el mismo diámetro nominal interno adaptado a la conexión de medidor correspondiente. Una diferencia en el diámetro de los tubos de conexión y la del medidor puede resultar en una medición incorrecta.

Las tuberías aguas arriba y aguas abajo deben ser rectas y de diámetro liso para minimizar la pérdida de presión en la tubería. Las dimensiones mínimas para la instalación de las tomas se muestran en la Figura 1. La toma aguas arriba debe estar colocada a una distancia de al menos 10D, donde D es el diámetro interior de las tuberías, aguas arriba para evitar errores introducidos por la conexión de entrada y debe situarse al menos 5D de aguas arriba del medidor para evitar errores introducidos por la entrada al medidor. La toma aguas abajo debe ser por lo menos 10D aguas abajo del medidor para permitir que la presión se recupere después de las restricciones en el medidor y al menos 5D aguas arriba del final de la sección de prueba para evitar cualquier efecto de las uniones aguas abajo.

**Clave**

1	manómetro diferencial	$L_1$	$10D$
2	medidor de agua (más la base, para medidores concéntricos)	$L_2$	$5D$
$P_1, P_2$	planos de las tomas de presión	$L_3$	$10D$
a	Dirección del flujo.	$L_4$	$5D$
b	Sección de medición	donde D es el diámetro interno del tubo de trabajo	

**Figura 1-Prueba de pérdidas de presión: la disposición de la sección de medición**

Estas especificaciones indican cuales longitudes mínimas y longitudes más largas son aceptables. Cada grupo de tomas de presión en el mismo plano debe conectarse mediante un tubo libre de fugas a un lado de un dispositivo de medición de presión diferencial, por ejemplo, un transmisor de presión diferencial o manómetro. Deben tomarse las medidas para limpiar el aire del dispositivo de medición y tubos de conexión. La máxima pérdida de presión se mide con una incertidumbre máxima ampliada de 5 % de la pérdida de presión máxima aceptable para la clase de pérdida de presión del medidor, con un factor de cobertura de  $k = 2$ .

**7.9.3 Procedimiento de las pruebas****7.9.3.1 Determinación de la pérdida de presión instalada**

El medidor debe instalarse en la sección de medición en el laboratorio. El flujo se establece y en toda la sección de prueba es purgado el aire. Debe garantizarse la contrapresión adecuada en la toma de presión aguas abajo en el caudal máximo  $Q_3$ . Como mínimo, se recomienda una presión estática de las aguas abajo del medidor bajo prueba de 100 kPa (1 bar) para evitar la cavitación o la liberación de aire. Todo el aire debe retirarse de las tomas de presión y tuberías de conexión del transmisor (manómetro). Debe permitirse que el fluido se estabilice en la temperatura requerida. Mientras que, en el control de la presión diferencial, el flujo debe variar entre  $Q_1$  y  $Q_3$ , el caudal que representa la mayor pérdida de presión,  $Q_t$ , debe anotarse junto con la pérdida de presión medida y la temperatura del fluido. Normalmente debe encontrarse que  $Q_t$  es igual a  $Q_3$ . Para los medidores de combinación, la máxima pérdida de presión a menudo se produce justo antes de  $Q_{x2}$ .

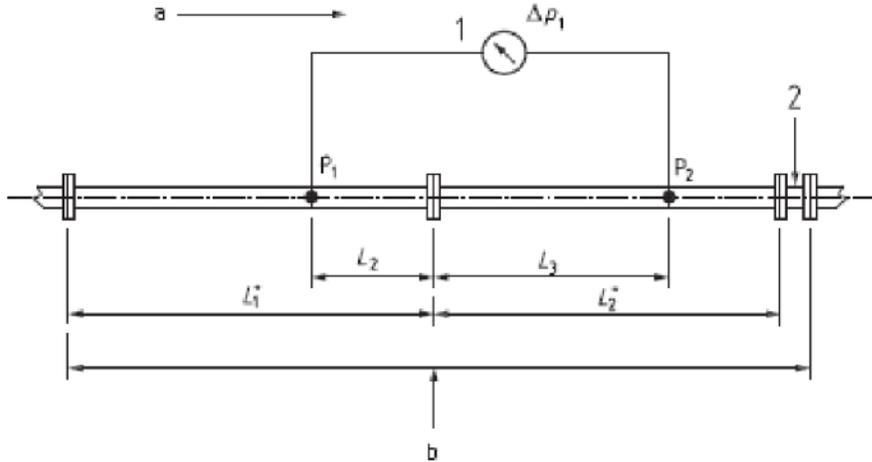
**7.9.3.2 Determinación de la pérdida de presión atribuible a la sección de prueba**

Puesto que se pierde un poco de presión a causa de la fricción en la tubería de sección de prueba entre las tomas de presión, ésta debe determinarse y se resta de la pérdida de presión medida a través del medidor. Si se conoce el diámetro del tubo, la rugosidad y la longitud entre las tomas, la pérdida de presión puede calcularse a partir de fórmulas de pérdida de presión estándar. Puede, sin embargo, ser más eficaz para medir la pérdida de presión a través de las tuberías. La sección de prueba puede reordenarse como se muestra en la Figura 2.

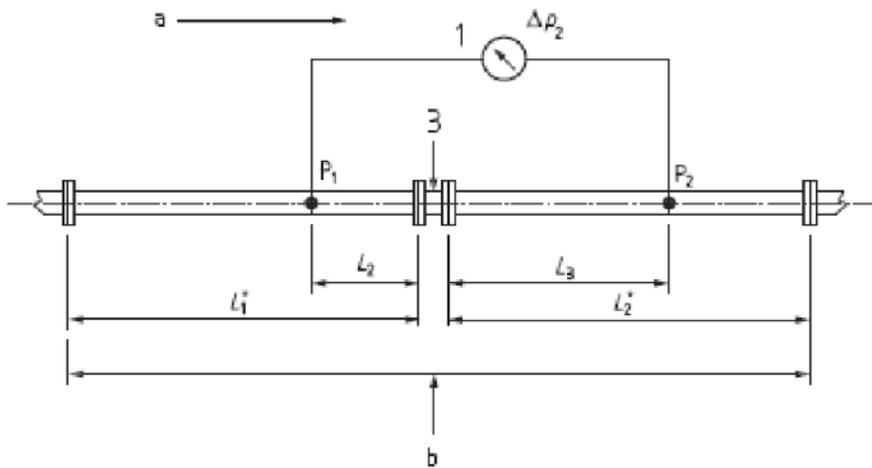
Esto se realiza mediante la unión de los lados de la tubería aguas arriba y aguas abajo en la ausencia del medidor (evitando cuidadosamente la desalineación conjunta en el diámetro de la tubería o la desalineación de las dos caras), y midiendo la pérdida de presión de la sección de medición de tubería para el caudal especificado.

**NOTA 5:** La ausencia del medidor de agua acortará la sección de medición. Si las secciones telescópicas no están montadas en el equipo de pruebas, la brecha se puede llenar mediante la inserción aguas arriba de la sección de medición, ya sea un tubo temporal de la misma longitud que el medidor de agua, o el propio medidor de agua.

Medir la pérdida de presión para las longitudes de tubería al caudal  $Q_t$  determinado previamente.



a) Pérdida de presión en la tubería



b) Pérdida de presión (tubería y medidor de agua)

**Clave**

- |       |   |   |                                |
|-------|---|---|--------------------------------|
| 1     | manómetro diferencial   | 3   | medidor de agua                |
| 2     | medidor de agua en posición de aguas abajo (o tubería temporal)   | $P_1, P_2$  | planos de las tomas de presión |
| $p_1$ | pérdida de presión de longitudes de tubería de aguas abajo y aguas arriba   | $\Delta p_1 = (\Delta pL_2 + \Delta pL_3)$                      |                                |
| $p_2$ | pérdida de presión de longitudes de tubería de entrada y de salida y medidor de agua  | $\Delta p_2 = (\Delta pL_2 + \Delta pL_3 + \Delta p_{medidor})$ |                                |
|       | $\Delta p_2 - \Delta p_1 = (\Delta pL_2 + \Delta pL_3 + \Delta p_{medidor}) - (\Delta pL_2 + \Delta pL_3) = \Delta p_{medidor}$ |   |                                |
| a     | Dirección de flujo  |   | b Sección de medición          |

**Figura 2-Prueba de pérdidas de presión**

#### 7.9.4 Cálculo del $p$ real de un medidor de agua

Calcular la pérdida de presión,  $p_t$ , del medidor de agua en  $Q_t$  realizando la siguiente sustracción

$$p_t = p_{m+p} - p_p$$

donde

- $p_{m+p}$  son las pérdidas de presión medida en  $Q_t$  con el medidor en su lugar;  
 $p_p$  son las pérdidas de presión sin el medidor en  $Q_t$ .

Si el caudal medido ya sea durante la prueba o durante la determinación de las pérdidas de presión de la tubería no son iguales al caudal de prueba seleccionado, las pérdidas de presión medidas se pueden corregir a lo esperado en  $Q_t$  por referencia a la fórmula:

$$\Delta p_{Qt} = \frac{Q_t^2}{Q_{medido}^2} \Delta p_{Qmedido}$$

Donde:

- $p_{Qt}$  son las pérdidas de presión calculadas en  $Q_t$ ;  
 $p_{Qmedido}$  son las pérdidas de presión medidas a un caudal  $Q_{medido}$ .

Si las pérdidas de presión se miden a través de un medidor de combinación, esta fórmula sólo se aplica si la condición del dispositivo de cambio es la misma a un caudal de  $Q_t$  como lo fue en el caudal medido. Tener en cuenta que la pérdida de presión de la tubería y la pérdida de presión entre el medidor y la tubería deben corregirse al mismo caudal antes de calcular las pérdidas de presión del medidor  $p_t$ .

Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.8. Debe anotarse la temperatura del agua,  $p_t$ , y  $Q_t$ .

#### 7.9.5 Criterios de aceptación

Las pérdidas de presión del medidor no deben exceder el valor máximo aceptable para la clase de pérdida de presión del medidor en cualquier caudal, inclusive entre  $Q_1$  y  $Q_3$ .

#### 7.10 Pruebas de perturbaciones de flujo (ISO 4064-1:2014, 6.3.4)

##### 7.10.1 Propósito de las pruebas

Verificar que un medidor cumple con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.3.4 para el flujo hacia adelante y en su caso para el flujo inverso (véase 7.8.3.1).

**NOTA 6:** Se miden los efectos sobre el error (de indicación) de un medidor de agua de la presencia de determinados, tipos comunes de flujo turbulento aguas arriba y aguas abajo del medidor.

**NOTA 7:** Los perturbadores de flujo de tipos 1 y 2 se utilizan en las pruebas para crear turbulencias a la izquierda (sinistrorsal) y a la derecha (dextrorsal), respectivamente. La perturbación de flujo es de un tipo que normalmente se encuentra aguas abajo de dos codos de 90° conectados directamente en ángulos rectos. Un dispositivo de perturbación Tipo 3 crea un perfil de velocidad asimétrica que normalmente se encuentra aguas abajo de la unión de tubo que sobresale, un codo o una válvula de compuerta no se abre completamente.

##### 7.10.2 Preparación

Además de la instalación y los requisitos operativos que se especifican en 7.4.2, deben aplicarse las condiciones especificadas en 7.10.3.

##### 7.10.3 Procedimiento de las pruebas

- El uso de los perturbadores de flujo de los tipos 1, 2 y 3 se especifican en el Apéndice I (Normativo), determinar el error (de indicación) del medidor a un caudal entre  $0.9 Q_3$  y  $Q_3$ , para cada una de las condiciones de instalación que se muestran en el Apéndice C (Normativo).
- Todos los demás factores de influencia durante una prueba deben mantenerse en las condiciones de referencia.
- Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.9.

Requisitos adicionales.

- 1) Para los medidores en los cuales el fabricante haya especificado longitudes de instalación de tubería recta de por lo menos 15 veces DN aguas arriba y 5 veces DN aguas abajo del medidor, donde DN es el diámetro nominal, no se permiten perfiladores de flujos externos.
- 2) Cuando una longitud de tubería recta mínima de 5 veces DN aguas abajo del medidor está especificado por el fabricante, únicamente deben realizarse las pruebas 1, 3 y 5 indicadas en el Apéndice C (Normativo).
- 3) Cuando se instalan perfiladores de flujo externos con el medidor, el fabricante debe especificar el modelo del perfilador, sus características técnicas y su posición en la instalación en relación con el medidor de agua.
- 4) Los dispositivos dentro del medidor de agua que tiene funciones de perfilar el flujo no deben considerados como un "perfilador" en el contexto de estas pruebas.
- 5) Algunos tipos de medidor de agua que han demostrado que no se ven afectados por perturbaciones del flujo aguas arriba y aguas abajo del medidor pueden quedar exentos de esta prueba por el organismo responsable de la aprobación del modelo.
- 6) Las longitudes rectas aguas arriba y aguas abajo del medidor dependen de la clase de sensibilidad del perfil de flujo del medidor y debe hacerse de conformidad con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, las Tablas 2 y 3, respectivamente.

#### **7.10.4 Criterios de aceptación**

El error relativo (de indicación) del medidor no podrá superar el EMP aplicable a cualquiera de las pruebas de perturbación de flujo.

#### **7.11 Pruebas de durabilidad (ISO 4064-1:2014, 7.2.6)**

##### **7.11.1 Aspectos generales**

Durante las pruebas de durabilidad, deben cumplirse las condiciones nominales de funcionamiento del medidor. Cuando un medidor combinado consta de medidores individuales que han sido aprobados con anterioridad, se requieren únicamente los medidores combinados discontinuos (prueba adicional) (Tabla 1). Se requiere la prueba para flujo de avance y si es necesario para el flujo inverso (véase 7.8.3.1).

La(s) orientación(es) de los medidores en la prueba deben fijarse con referencia a la orientación(es) del medidor solicitado por el fabricante.

Los mismos medidores se someterán a las pruebas discontinuas y continuas.

##### **7.11.2 Prueba de flujo discontinuo**

###### **7.11.2.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua es durable cuando se someten a condiciones de flujo cíclicas.

Esta prueba se aplica sólo a medidores con  $Q3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$  y medidores combinados.

La prueba consiste en someter el medidor a un número especificado de ciclos de arranque y parada de caudales de corta duración, la fase de prueba de caudal constante de cada ciclo se mantiene al caudal prescrito a lo largo de la duración de la prueba (véase 7.11.2.3.2). Para comodidad de los laboratorios, la prueba puede ser dividida en periodos de al menos 6 h.

###### **7.11.2.2 Preparación**

###### **7.11.2.2.1 Descripción de la instalación**

La instalación consta de:

- a) un suministro de agua (tanque no presurizado, a presión; bomba; etc.);
- b) tuberías.

###### **7.11.2.2.2 Tuberías**

Los medidores pueden estar dispuestos en serie o en paralelo, o los dos sistemas pueden combinarse.

Además del medidor (es), el sistema de tuberías consiste en:

- a) un dispositivo de regulación de flujo (por línea de medidores en serie, si es necesario);
- b) una o más válvulas de aislamiento;

- c) un dispositivo para medir la temperatura del agua aguas arriba de los medidores;
- d) dispositivos para el control del caudal, la duración de los ciclos y el número de ciclos;
- e) un dispositivo de interrupción el flujo; para cada línea de medidores en serie
- f) dispositivos para medir la presión en la entrada y la salida.

Los diversos dispositivos deben abstenerse de causar fenómenos de cavitación u otros tipos de desgaste parásitos del medidor (es).

#### **7.11.2.2.3 Precauciones que deben tomarse**

El (los) medidor (es) y tubos de conexión estarán convenientemente purgados de aire.

La variación de flujo durante las operaciones de apertura y cierre repetidos debe ser progresiva, a fin de evitar el golpe de ariete.

#### **7.11.2.2.4 Ciclo de caudal**

Un ciclo completo consta de las siguientes cuatro fases:

- a) un periodo de prueba de cero al caudal;
- b) un periodo de prueba en el caudal constante;
- c) un periodo de prueba a partir del caudal a cero;
- d) un periodo en caudal en cero.

#### **7.11.2.3 Procedimiento de la prueba**

##### **7.11.2.3.1 General**

- a) Antes de comenzar la prueba de durabilidad discontinua, medir los errores (de indicación) del medidor (es) según se especifica en el punto 7.4 y en los mismos caudales como en el punto 7.4.4.
- b) Montar los medidores ya sea individualmente o en grupos en la instalación de prueba en las mismas orientaciones que los medidores utilizados en la determinación de los errores intrínsecos (de indicación) (7.4.2.2.7.5).
- c) Durante las pruebas, mantener los medidores dentro de sus condiciones nominales de funcionamiento y con la presión aguas abajo del medidor (salida) con la presión suficiente para evitar la cavitación en los medidores.
- d) Ajustar el caudal dentro de las tolerancias especificadas.
- e) Activar el(los) medidor (es) en las condiciones mostradas en la Tabla 1.
- f) Al comenzar la prueba de durabilidad discontinua, medir los errores finales (de indicación) del medidor (es) según se especifica en el punto 7.4 y en los mismos caudales que se indican en el punto 7.4.4.
- g) Calcular el error relativo final (de indicación) para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- h) Para cada caudal, restar el valor del error intrínseco (de indicación) obtenido en la etapa a) del error (de indicación) obtenido en la etapa g).
- i) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.10.1 para medidores con  $Q_3 \leq 16 \text{ m}^3/\text{h}$  y la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.10.3 para medidores de combinación.

##### **7.11.2.3.2 Tolerancia del caudal**

La variación relativa de los valores de flujo no debe exceder  $\pm 10 \%$  fuera de los periodos de apertura, de cierre y de parada. Se puede utilizar el medidor (es) sometido a prueba para comprobar el caudal.

##### **7.11.2.3.3 Tolerancia sobre la duración de la prueba**

La tolerancia en la duración especificada de cada fase del ciclo de flujo no debe ser superior a  $\pm 10 \%$ .

La tolerancia de la duración total de la prueba no debe ser superior a  $\pm 5 \%$ .

##### **7.11.2.3.4 Tolerancia en el número de ciclos**

El número de ciclos no debe ser inferior al estipulado, pero no debe exceder este número en más de un 1%.

**7.11.2.3.5 Tolerancia en el volumen descargado**

El volumen descargado durante toda la prueba debe ser igual a la mitad del producto del caudal de prueba especificado y la duración teórica total de la prueba (periodos de operación más periodos transitorios y de parada) con una tolerancia de  $\pm 5\%$ .

Esta precisión puede obtenerse por medio de correcciones suficientemente frecuentes de los flujos instantáneos y periodos de funcionamiento.

**7.11.2.3.6 Lecturas de prueba**

Durante la prueba, las siguientes lecturas de los equipos bajo prueba deben registrarse al menos una vez cada 24 horas, o una vez por cada periodo más corto si la prueba se divide así:

- presión de línea aguas arriba del (los) medidor(es) sometido (s) a prueba;
- presión de línea aguas abajo del (los) medidor(es) sometido (s) a prueba;
- temperatura de línea aguas arriba del (los) medidor(es) sometido (s) a prueba;
- caudal a través del medidor (s) bajo prueba;
- duración de las cuatro fases del ciclo de la prueba de flujo discontinuo;
- número de ciclos;
- volúmenes indicados del medidor (es) sometido (s) a prueba.

**Tabla 1-Pruebas de durabilidad**

Clase de temperatura	Caudal permanente Q3 $m^3/h$	Caudal de la prueba	Temperatura de agua de la prueba: $t_{prueba} \text{ } ^\circ\text{C}$ $\pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	Tipo de prueba	Número de interrupciones	Tiempo de pausas	Tiempo de prueba al caudal de prueba	Duración de la puesta en marcha y resumen
T30 y T50	16	Q3	20	Discontinua	100000	15 s	15 s	0,15 [Q3] <sup>a</sup> s con un mínimo de 1 s
		Q4	20	Continua	—	—	100 h	—
	> 16	Q3	20	Continua	—	—	800 h	—
		Q4	20	Continua	—	—	200 h	—
Todas las clases de temperatura	16	Q3	50	Discontinua	100 000	15 s	15 s	0,15 [Q3] <sup>a</sup> s con un mínimo de 1 s
		Q4	0.9 veces la TMA	Continua	—	—	100 h	—
	> 16	Q3	50	Continua	—	—	800 h	—
		Q4	0.9 veces la TMA	Continua	—	—	200 h	—
Medidores combinados (prueba adicional) <sup>b</sup>	> 16	Q 2 Q <sub>x2</sub>	20	Discontinua	50 000	15 s	15 s	3 s a 6 s
Medidores de combinación donde el pequeño medidor no ha sido aprobado con anterioridad.	> 16	0,9Q <sub>x1</sub>	20	Continua	—	—	200 h	—
<p>a [Q3] Es el número igual al valor de Q3 expresado en <math>m^3/h</math>.</p> <p>b Cuando un medidor de combinación consta de medidores que han sido aprobados con anterioridad, se requieren únicamente la prueba discontinua de los medidores de combinación (prueba adicional) (Tabla 1). La temperatura especificada para las pruebas de medidores de combinación supone que el medidor es de clase T30 o T50. En el caso de que se trate de otras clases, se recomienda que la temperatura de referencia sea de 50 °C.</p>								

#### **7.11.2.4 Los criterios de aceptación después de la prueba de durabilidad discontinua**

##### **7.11.2.4.1 Medidores de agua de clase de precisión 1**

- a) La variación en la curva de error no debe superar el 2 % de los caudales en la zona inferior ( $Q_1 - Q - Q_2$ ), y 1 % para los caudales en la zona superior ( $Q_2 < Q - Q_4$ ). Para efectos de la determinación de estos requisitos, deben aplicarse los valores medios de los errores (de indicación) en cada caudal.
- b) Las curvas no deben exceder un límite de error máximo de:
  - ± 4 % para caudal en la zona inferior ( $Q_1 - Q - Q_2$ ); y
  - ± 1,5 % para caudal en la zona superior ( $Q_2 < Q - Q_4$ ) para medidores T30; o
  - ± 2,5 % para caudal en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ) para medidores distintos de T30.

##### **7.11.2.4.2 Medidores de agua de clase de precisión 2**

- a) La variación en la curva de error no debe superar el 3 % del caudal en la zona inferior ( $Q_1 - Q < Q_2$ ) o 1,5 % para los caudales en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ). Para efectos de la determinación de estos requisitos, deben aplicarse los valores medios de los errores (de indicación) en cada caudal.
- b) Las curvas no deben exceder un límite de error máximo de:
  - ± 6 % para caudal en la zona inferior ( $Q_1 - Q < Q_2$ ); y
  - ± 2,5 % para caudales en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ) para medidores T30; o
  - ± 3,5 % para caudal en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ) para medidores distintos de T30.

#### **7.11.3 Prueba de caudal continuo**

##### **7.11.3.1 Objetivo de la prueba**

Verificar la durabilidad de un medidor de agua cuando se someten a condiciones de caudal continuo y permanente, y de sobrecarga.

La prueba consiste en someter el medidor a caudal constante de  $Q_3$  o  $Q_4$  durante un tiempo especificado. Además, cuando el medidor pequeño de un medidor de combinación no ha sido pre-aprobado, el medidor de combinación debe someterse a una prueba de flujo continuo, como se muestra en la Tabla 1. Para la comodidad de los laboratorios, la prueba puede ser dividida en periodos de al menos 6 h.

##### **7.11.3.2 Preparación**

###### **7.11.3.2.1 Descripción de la instalación**

La instalación consta de:

- a) un suministro de agua (tanque no presurizado, a presión; bomba; etc.);
- b) tuberías.

###### **7.11.3.2.2 Tuberías**

Además de medidor (es) a someter a prueba, la tubería consta de:

- a) un dispositivo de regulación de flujo;
- b) una o más válvulas de aislamiento;
- c) un dispositivo para medir la temperatura del agua en la entrada de los medidores;
- d) medios para comprobar el caudal y la duración de la prueba;
- e) dispositivos para medir la presión en la entrada y la salida.

Los diferentes dispositivos no deben causar fenómenos de cavitación u otros tipos de desgaste del medidor (es).

###### **7.11.3.2.3 Precauciones que deben tomarse**

El medidor y tubos de conexión deben estar convenientemente purgados de aire.

###### **7.11.3.3 Procedimiento de la prueba**

###### **7.11.3.3.1 General**

- a) Antes de comenzar la prueba de durabilidad continua, medir los errores (de indicación) del medidor (es) según se especifica en el inciso 7.4 y en los mismos caudales como en el inciso 7.4.4.

- b) Montar los medidores ya sea individualmente o en grupos en la instalación de prueba en las mismas orientaciones que los medidores utilizados en la determinación de las pruebas de errores intrínsecos (de indicación) (7.4.2.2.7.5).
- c) Activar el (los) medidor (es) en las condiciones mostradas en la Tabla 1.
- d) A través de las pruebas de durabilidad, el medidor (s) debe instalarse dentro de sus condiciones nominales de funcionamiento y la presión a la salida de cada medidor debe ser lo suficientemente alta para evitar la cavitación.
- e) Después de la prueba de durabilidad continua, medir los errores (de indicación) del medidor (es) según se especifica en el inciso 7.4 y en los mismos caudales.
- f) Calcular el error relativo (de indicación) para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- g) Para cada caudal, restar el valor del error (de indicación) obtenido en la etapa a) del error (de indicación) del 7.11.2.3.1 obtenido en la etapa f).
- h) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.10.2.

#### **7.11.3.3.2 Tolerancia del caudal**

El caudal se mantiene constante durante toda la prueba a un nivel predeterminado.

La variación relativa de los valores de caudal durante cada prueba no debe ser superior a  $\pm 10\%$  (excepto cuando arranque y paro).

#### **7.11.3.3.3 Tolerancia en el tiempo de la prueba**

La duración especificada de la prueba es un valor mínimo.

#### **7.11.3.3.4 Tolerancia en el volumen descargado**

El volumen que se indica al final de la prueba no debe ser inferior al determinado a partir del producto resultante del caudal de prueba especificado y la duración especificada de la prueba.

Para satisfacer esta condición, deben realizarse correcciones suficientemente frecuentes al caudal. Se puede utilizar el medidor (es) de agua sometido a prueba para comprobar el caudal.

#### **7.11.3.3.5 Lecturas de prueba**

Durante la prueba, las siguientes lecturas de los equipos bajo prueba deben registrarse al menos una vez cada 24 horas, o una vez por cada periodo más corto si la prueba se divide:

- a) Presión, aguas arriba del (los) medidor(es) sometido (s) a prueba;
- b) Presión, aguas abajo del (los) medidor(es) sometido (s) a prueba;
- c) Temperatura del agua aguas arriba del (los) medidor(es) sometido (s) a prueba;
- d) Caudal a través del medidor (s) bajo prueba;
- e) Volumen indicado del medidor (es) sometido (s) a prueba.

#### **7.11.3.4 Criterios de aceptación después de la prueba de durabilidad**

##### **7.11.3.4.1 Medidores de agua de clase de precisión 1**

- a) La variación en la curva de error no debe superar el 2 % del caudal en la zona inferior ( $Q_1 - Q < Q_2$ ), y 1 % para los caudales en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ). Para efectos de la determinación de estos requisitos, deben aplicarse los valores medios de los errores (de indicación) en cada caudal.
- b) Las curvas no deben exceder un límite de error máximo de:  
 $\pm 4\%$  para caudal en la zona inferior ( $Q_1 - Q < Q_2$ ); y  
 $\pm 1,5\%$  para caudal en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ) para medidores T30; o  
 $\pm 2,5\%$  para caudal en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ) para medidores distintos de T30.

##### **7.11.3.4.2 Medidores de agua de clase de precisión 2**

- a) La variación en la curva de error no debe superar el 3 % de los caudales en la zona inferior ( $Q_1 - Q < Q_2$ ), y 1,5 % para los caudales en la zona superior ( $Q_2 - Q - Q_4$ ). Para efectos de la determinación de estos requisitos, deben aplicarse los valores medios de los errores (de indicación) en cada caudal.

- b) Las curvas no deben exceder un límite de error máximo de:
- ± 6 % para caudal en la zona inferior ( $Q_1 < Q < Q_2$ ); y
  - ± 2,5 % para caudales en la zona superior ( $Q_2 < Q < Q_4$ ) de medidores T30; o
  - ± 3,5 % para caudal en la zona superior ( $Q_2 < Q < Q_4$ ) para medidores distintos de T30.

#### **7.12 Pruebas de campo magnético**

Todos los medidores de agua en los cuales los componentes mecánicos pueden ser influenciados por un campo magnético estático (por ejemplo, equipado con un acoplamiento magnético en la unidad a la lectura o con una salida de impulsos impulsadas por imán) y todos los medidores con componentes electrónicos deben ser sometidos a prueba para demostrar que son capaces de resistir la influencia de un campo magnético estático.

Esto se debe someter a prueba de acuerdo con lo dispuesto en 8.16.

#### **7.13 Pruebas de los dispositivos complementarios de un medidor de agua**

##### **7.13.1 Propósito de la prueba**

Verificar que el medidor cumple con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.3.6.

Se necesitan los dos siguientes tipos de prueba.

- a) Cuando los dispositivos complementarios se pueden conectar temporalmente al medidor, por ejemplo, para propósitos de prueba o de transmisión de datos, se debe medir el error de indicación del medidor con el dispositivo (s) complementario(es) equipado para asegurar que los errores de indicación no superen los errores máximos permitidos.
- b) Para los dispositivos complementarios anexados de forma permanente y temporal, las indicaciones de volumen del dispositivo complementario (s) deben evaluarse para verificar que las lecturas no difieren de los de la indicación primaria.

##### **7.13.2 Preparación**

- a) Aplicar la instalación y requisitos operativos especificados en 7.4.2.
- b) Los dispositivos complementarios temporales deben indicarse ya sea por el fabricante o de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- c) Cuando la salida de un dispositivo complementario es una señal eléctrica que consiste en una corriente de impulsos en el cual un solo pulso corresponde a un volumen finito, los pulsos se pueden totalizar en un totalizador electrónico que, cuando esté conectado, no tiene influencia significativa en la señal eléctrica.

##### **7.13.3 Procedimiento de prueba**

- a) Determinar el error de indicación del medidor con el dispositivo complementario equipado de manera temporal, de acuerdo con 7.4.4.
- b) Comparar las lecturas desde el dispositivo complementario equipado de manera temporal o permanente con los del dispositivo indicador principal.
- c) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.12.

##### **7.13.4 Criterios de aceptación**

- a) El error (de indicación) del medidor con el dispositivo complementario instalado de forma temporal no debe superar el EMP aplicable.
- b) Para tanto los dispositivos complementarios instalados de manera permanente y temporal, las indicaciones de volumen del dispositivo (s) complementario no deben diferir de los de la pantalla visual por más que el valor de la escala de verificación.

#### **7.14 Pruebas ambientales**

Dependiendo de la tecnología y la construcción del medidor, hay niveles adecuados de prueba para satisfacer las condiciones ambientales. Las pruebas pertinentes especificadas en el Capítulo 8 de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana y de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice A (Normativo) deben aplicarse, según corresponda. Se especifica en 8.1.8 que estas pruebas no se aplican a medidores de construcción puramente mecánica.

## **8. Las pruebas de desempeño relacionadas a factores de influencia y perturbaciones**

### **8.1 Requerimientos generales (ISO 4064-1:2014, A.1)**

#### **8.1.1 Introducción**

Este Capítulo define las pruebas de desempeño destinadas para verificar que el medidor de agua opera y funciona como se pretende en un entorno específico y bajo condiciones específicas. Cada prueba indica, cuando sea apropiado, las condiciones de referencia para determinar el error intrínseco.

Estas pruebas de desempeño son adicionales a las pruebas especificadas en el Capítulo 7 Pruebas de rendimiento para todos los medidores de agua y se aplican a medidores completos, a partes separables de un medidor de agua, y en caso necesario, a los dispositivos complementarios. Las pruebas se requieren en función de la clase del medio ambiente o electromagnético del medidor como se especifica en 8.1.2 y 8.1.3 y el tipo de construcción o diseño del medidor como se especifica en 8.1.8.

Cuando se evalúa el efecto de una magnitud de influencia, todas las demás magnitudes de influencia deben llevarse a cabo en las condiciones de referencia (véase el Capítulo 4 Condiciones de referencia).

Las pruebas tipo especificadas en este Capítulo pueden llevarse a cabo en paralelo con las pruebas especificadas en el Capítulo 7 Pruebas de rendimiento para todos los medidores de agua, usando ejemplos del mismo modelo del medidor de agua, o sus partes separables.

#### **8.1.2 La clasificación ambiental**

Para cada prueba de desempeño, se indican las condiciones de prueba típicas; que corresponden a las condiciones ambientales mecánicas y climáticas a las que están expuestos los medidores de agua. (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, A.2).

#### **8.1.3 Clasificación electromagnética**

Los medidores de agua con dispositivos electrónicos se dividen en dos clases ambientales electromagnéticas: E1 para los instrumentos que operan en las áreas protegidas; y E2 para los instrumentos que operan en zonas sin ningún tipo de protección especial. (Véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, A.3)

#### **8.1.4 Condiciones de referencia (ISO 4064-1:2014, 7.1)**

Las condiciones de referencia se enumeran en el Capítulo 4 Condiciones de referencia.

Estas condiciones de referencia sólo se deben aplicar si no hay condiciones de referencia especificadas mediante una norma regional o nacional pertinente diseñada para cumplir con las condiciones específicas. Si se especifica en dicha norma, a continuación, se deben aplicar los criterios contenidos en el mismo.

#### **8.1.5 Los volúmenes de prueba para la medición de error (de indicación) de un medidor de agua**

Algunas cantidades significativas deben tener un efecto constante sobre los resultados del error de indicación de un medidor de agua y no un efecto proporcional relacionado con el volumen medido.

En otras pruebas, el efecto de la magnitud de influencia que aplica a un medidor de agua está relacionado con el volumen medido. En estos casos, con el fin de poder comparar los resultados obtenidos en diferentes laboratorios, el volumen de prueba para medir el error de indicación del medidor debe corresponder a la entrega en 1 min a una caudal de sobrecarga Q4.

Sin embargo, algunas pruebas pueden requerir más de 1 min, en cuyo caso deben llevarse a cabo en el menor tiempo posible, teniendo en cuenta la incertidumbre de medición.

#### **8.1.6 Influencia de la temperatura del agua (ISO 4064-1:2014, A.5)**

Pruebas de calor seco, frío y calor húmedo se refieren a la medición de los efectos de la temperatura del aire ambiental en el desempeño del medidor. Sin embargo, la presencia del transductor de medición, lleno de agua, también puede influir en la disipación de calor en componentes electrónicos.

Hay dos opciones para la prueba.

- a) El medidor utiliza el agua que pasa a través de ella al caudal de referencia y el error (de indicación) del medidor se mide con los componentes electrónicos y del transductor de medición sometido a las condiciones de referencia.
- b) Se utiliza una simulación del transductor de medición para las pruebas de todos los componentes electrónicos. Estas pruebas simuladas deben replicar los efectos causados por la presencia de agua para aquellos dispositivos electrónicos que normalmente están conectados al sensor de flujo, y las condiciones de referencia se aplica durante las pruebas.

La opción a) es preferible.

### 8.1.7 Requisitos para pruebas ambientales

Los siguientes requisitos están asociados con las pruebas ambientales y las Normas Mexicanas pertinentes que se deben aplicar y se especifican en los incisos correspondientes de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana:

- a) Preacondicionamiento del equipo bajo prueba (EBP);
- b) Cualquier desviación en el procedimiento de la Norma Mexicana correspondiente;
- c) Mediciones iniciales;
- d) Estado del EBP durante el acondicionamiento;
- e) Niveles críticos, valores del factor de influencia y duración de la exposición influencia;
- f) Mediciones requeridas y/o la carga durante el acondicionamiento;
- g) Recuperación del equipo bajo prueba;
- h) Mediciones finales;
- i) Criterios de aceptación para el equipo bajo prueba que pasan una prueba.

Cuando no exista Norma Mexicana para una prueba específica, los requisitos esenciales para la prueba se dan en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

### 8.1.8 Equipo bajo prueba (ISO 4064-1:2014, 7.2.12.2.4)

#### 8.1.8.1 General

Para los efectos de las pruebas, el equipo bajo prueba debe ser categorizado como uno de los casos, del inciso a) al inciso e), según la tecnología específica en 8.1.8.2 a 8.1.8.5 y deben aplicarse las siguientes condiciones:

- Caso A No se requiere prueba de desempeño (como se menciona en este apartado).
- Caso B El equipo bajo prueba es el medidor completo o medidor integrado: la prueba se realiza con agua que fluye en el sensor de volumen o flujo y el medidor que opera como fue diseñado.
- Caso C El equipo bajo prueba es el transductor de medición (incluyendo el sensor de flujo o volumen): la prueba se realiza con agua que fluye en el volumen o el sensor de flujo y el medidor funcionando como se diseñó.
- Caso D El equipo bajo prueba es la calculadora electrónica (incluyendo el dispositivo indicador) o el dispositivo complementario: la prueba se realiza con agua que fluye en el sensor de volumen o flujo y el medidor que opera como fue diseñado.
- Caso E El equipo bajo prueba es la calculadora electrónica (incluyendo el dispositivo indicador) o el dispositivo complementario: la prueba puede llevarse a cabo con señales de medida simuladas sin agua en el sensor de volumen o flujo.

El organismo responsable de la aprobación del modelo puede solicitar una categoría adecuada, del inciso a) al e), para las pruebas de aprobación de los medidores que cuenten con la tecnología que no está incluida en 8.1.8.2 a 8.1.8.5,

#### 8.1.8.2 Medidores de desplazamiento positivo y medidores de agua de tipo turbina

- a) El medidor no está equipado con dispositivos electrónicos: Caso A
- b) El transductor de medición y la calculadora electrónica incluyendo el dispositivo indicador están en la misma carcasa: Caso B
- c) El transductor de medición es independiente de la calculadora electrónica, pero no está equipado con los dispositivos electrónicos: Caso A
- d) El transductor de medición es independiente de la calculadora electrónica, y está equipado con dispositivos electrónicos: Caso C
- e) La calculadora electrónica, incluyendo el dispositivo indicador está separado del transductor de medición y no es posible la simulación de las señales de medición: Caso D
- f) La calculadora electrónica, incluyendo el dispositivo indicador está separado del transductor de medición y no es posible la simulación de las señales de medición: Caso E

**8.1.8.3 Medidores de agua electromagnéticos**

- |   |        |
|---|--------|
| a) El transductor de medición y la calculadora electrónica incluyendo el dispositivo indicador están en la misma carcasa:   | Caso B |
| b) El sensor de flujo, que consiste solamente de la tubería, la bobina y los dos electrodos del medidor, no posee ningún tipo de dispositivos electrónicos adicionales: | Caso A |
| c) El transductor de medición incluyendo el sensor de flujo está separado de la calculadora electrónica y en una sola carcasa:  | Caso C |
| d) La calculadora electrónica, incluyendo el dispositivo indicador está separado del transductor de medición y no es posible la simulación de las señales de medición:  | Caso D |

**8.1.8.4 Medidores de agua ultrasónicos, medidores de agua de Coriolis, medidores de agua de fluidos**

- |  |        |
|--|--------|
| a) El transductor de medición y la calculadora electrónica incluyendo el dispositivo indicador están en la misma carcasa:  | Caso B |
| b) El transductor de medición es independiente de la calculadora electrónica y está equipado con dispositivos electrónicos:  | Caso C |
| c) La calculadora electrónica, incluyendo el dispositivo indicador está separado del transductor de medición y no es posible la simulación de las señales de medición: | Caso D |

**8.1.8.5 Dispositivo complementario**

- |   |            |
|---|------------|
| a) El dispositivo complementario es parte del medidor de agua, una parte del transductor de medición o parte de la calculadora electrónica: | Caso A a E |
| b) El dispositivo complementario está separado del medidor, pero no equipado con los dispositivos electrónicos:                             | Caso A     |
| c) El dispositivo complementario está separado del medidor, una simulación de las señales de entrada no es posible:                         | Caso D     |
| d) El dispositivo complementario está separado del medidor, una simulación de las señales de entrada es posible:                            | Caso E     |

**8.2 Calor seco (sin condensación) (Véase ISO 4064-2:2014, A.5)****8.2.1 Objetivo de la prueba**

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2, durante la aplicación de altas temperaturas ambiente como se indica en la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

**8.2.2 Preparación**

Seguir los arreglos de prueba especificados en las Normas Mexicanas NMX-J-648/2-1-ANCE-2012, NMX-J-648/2-2-ANCE-2012, NMX-J-648/2-30-ANCE-2012, NMX-J-648/2-31-ANCE-2012, NMX-J-648/2-47-ANCE-2012 y NMX-I-007/2-6-NYCE-2006.

Se proporciona información relacionada a la orientación sobre los arreglos de prueba en las Normas Internacionales IEC 60068-1 e IEC 60068-3-1 (véase 14 Bibliografía).

**8.2.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) No se requiere pre-acondicionamiento.
- b) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba al caudal de referencia y en las siguientes condiciones de prueba:
  - 1) A la temperatura ambiente de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , antes del acondicionamiento del equipo bajo prueba;
  - 2) A una temperatura ambiente de  $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , después que el equipo bajo prueba se ha estabilizado a esta temperatura durante un periodo de 2 h;
  - 3) En la temperatura ambiente de  $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , después de la recuperación del EBP.

- c) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- d) Durante la aplicación de las condiciones de prueba, compruebe que el equipo bajo prueba está funcionando correctamente.
- e) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.1.

Requisitos adicionales.

- i) Si el transductor de medición se incluye en el equipo bajo prueba, y es necesario tener agua en el sensor de flujo, la temperatura del agua se mantiene a la temperatura de referencia.
- ii) Al medir los errores (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

#### **8.2.4 Criterios de aceptación**

Durante la aplicación de las condiciones de prueba:

- a) Todas las funciones del equipo bajo prueba deben operar según lo diseñado;
- b) El error relativo (de indicación) del EBP, en las condiciones de prueba, no debe superar el EMP de la zona de caudal superior (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2).

### **8.3 Frío (ISO 4064-2:2014, A.5)**

#### **8.3.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2.

Durante la aplicación de temperaturas ambientales bajas de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

#### **8.3.2 Preparación**

Siga las disposiciones de prueba especificadas en las Normas Mexicanas NMX-J-648/2-1-ANCE-2012 y NMX-I-007/2-2-NYCE-2006.

Se proporciona información relacionada a la orientación sobre los arreglos de prueba en las Normas Internacionales IEC 60068-1 e IEC 60068-3-1 (véase 14 Bibliografía).

#### **8.3.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) No hay preacondicionamiento del equipo bajo prueba.
- b) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba al caudal de referencia y a la temperatura ambiente de referencia.
- c) Estabilizar la temperatura ambiente, ya sea en  $-25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  (clases ambientales O y M) o  $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  (clase ambiental B) por un periodo de 2 h.
- d) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba a la temperatura ambiente de referencia al caudal de referencia a una temperatura ambiente de  $-25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  (clases ambientales O y M) o  $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  (clase ambiental B).
- e) Después de la recuperación del equipo bajo prueba, medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba al caudal de referencia y a la temperatura ambiente de referencia.
- f) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- g) Durante la aplicación de las condiciones de prueba, compruebe que el equipo bajo prueba está funcionando correctamente.
- h) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.2.

Requisitos adicionales.

- i) Si es necesario tener agua en el sensor de flujo, la temperatura del agua se mantiene a la temperatura de referencia.
- ii) Al medir los errores (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

### 8.3.4 Criterios de aceptación

Durante la aplicación de las condiciones de prueba estabilizadas:

- a) Todas las funciones del equipo bajo prueba deben operar según el diseño; y
- b) el error relativo (de indicación) del equipo bajo prueba, en las condiciones de prueba, no debe superar el EMP de la zona del caudal superior (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2).

### 8.4 Calor húmedo, cíclico (condensación) (ISO 4064-2:2014, A.5)

#### 8.4.1 Propósito de la prueba

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, después de aplicar condiciones de alta humedad, combinada con cambios cíclicos de temperatura como se indica en la Norma Internacional ISO 4064-2:2014, A.5.

#### 8.4.2 Preparación

Siga las disposiciones de prueba especificadas en las Normas Mexicanas NMX-I-60068-2-30-NYCE-2011 y NMX-J-648/2-30-ANCE-2012.

Se proporciona la orientación sobre los arreglos de prueba en la Norma Mexicana NMX-I-60068/3-4-NYCE-2014.

#### 8.4.3 Procedimiento de prueba (en breve)

Siga los requisitos para el desempeño del equipo de prueba, acondicionamiento y recuperación del equipo bajo prueba, y la exposición del equipo bajo prueba a los cambios cíclicos de temperatura en condiciones de calor húmedo especificados en las Normas Mexicanas NMX-I-60068-2-30-NYCE-2011, NMX-J-648/2-30-ANCE-2012 y NMX-I-60068/3-4-NYCE-2014.

El programa de pruebas consta de las etapas a) a g).

- a) Preacondicionamiento del equipo bajo prueba.
  - b) Exponer el equipo bajo prueba a las variaciones de temperatura cíclicos entre la temperatura más baja de  $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  y la temperatura superior de  $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  (medio ambiente clases O y M) o  $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  (clase ambiental B). Mantener la humedad relativa por encima del 95 % durante los cambios de temperatura y durante las fases a baja temperatura, y en  $93\% \pm 3\%$  en las fases de temperatura superiores. Debe presentarse condensación en el EBP durante la elevación de temperatura.
- El ciclo de 24 horas consiste en:
- 1) Aumento de temperatura durante 3 horas;
  - 2) Mantener la temperatura al máximo valor hasta 12 horas a partir del inicio del ciclo;
  - 3) Descenso de la temperatura al valor mínimo en un lapso de 3 a 6 horas, el índice de descenso durante la primera hora y media debe ser tal que el valor mínimo se alcanzaría en 3 horas;
  - 4) Mantener la temperatura al mínimo valor hasta que se complete el ciclo de 24 horas.
- c) Deje que el equipo bajo prueba se recupere.
  - d) Después de la recuperación, compruebe que el equipo bajo prueba está funcionando correctamente.
  - e) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba al caudal de referencia.
  - f) Calcular el error relativo (de indicación), de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
  - g) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.3.

Requisitos adicionales.

- i) La fuente de alimentación al equipo bajo prueba debe desconectarse durante los pasos a), b) y c).
- ii) El periodo de estabilización antes y la recuperación después de la exposición cíclica debe ser tal que todas las partes del EBP estén dentro de  $3\text{ °C}$  de su temperatura final.
- iii) Al medir el error (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

#### 8.4.4 Criterios de aceptación

Después de la aplicación de la perturbación y la recuperación:

- a) todas las funciones del equipo bajo prueba deben operar según el diseño;
- b) o bien la diferencia entre una indicación antes de la prueba y la indicación después de la prueba no debe exceder de la mitad del EMP en la zona de caudal superior o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa, de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

#### 8.5 Variación del suministro de energía (ISO 4064-1:2014, A.5)

##### 8.5.1 Aspectos generales

Aplicar el diagrama de flujo en la Figura 3 para determinar qué pruebas son necesarias.

##### 8.5.2 Los medidores de agua alimentados por corriente alterna o directa o convertidores (ISO 4064-2:2014, A.5)

###### 8.5.2.1 Propósito de la prueba

Verificar que los dispositivos electrónicos que funcionan a un valor nominal de la tensión de red,  $U_{nom}$ , a una frecuencia nominal  $f_{nom}$ , cumplan con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2, durante desviaciones estáticas del Adaptador de red de suministro de energía CA (monofásico) Adaptador de red, aplicado de acuerdo con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, A.5.

###### 8.5.2.2 Preparación

Siga las disposiciones de prueba especificadas en las Normas Mexicanas y Normas Internacionales NMX-J-550/4-11-ANCE-2006, IEC 61000-2-1, NMX-J-550/2-2-ANCE-2005, NMX-J-610/4-1-ANCE-2009, e IEC 60654-2.

###### 8.5.2.3 Procedimiento de la prueba (en breve)

- a) Exponer el equipo bajo prueba a las variaciones de tensión de suministro de energía y, posteriormente, a las variaciones de frecuencia de suministro de energía, mientras que el EBP está operando bajo condiciones de referencia.
- b) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba durante la aplicación del límite superior de tensión de red,  $U_{nom} + 10\%$  (tensión única).
- c) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba durante la aplicación del límite superior de frecuencia superiores,  $f_{nom} + 2\%$ .
- d) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba durante la aplicación del límite inferior de la tensión de red,  $U_{nom} - 15\%$  (tensión única).
- e) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba durante la aplicación del límite inferior de frecuencia,  $f_{nom} - 2\%$ .
- f) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- g) Comprobar que el equipo bajo prueba está funcionando correctamente durante la aplicación de cada variación de alimentación.
- h) Completar el informe de la prueba de acuerdo con el ISO 4064-3:2014, 4.6.4.2.

Requisitos adicionales.

- i) Durante la medición del error (de indicación), el equipo bajo prueba debe someterse al caudal de referencia (ISO 4064-1:2014, 7.1).
- ii) Al medir los errores (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

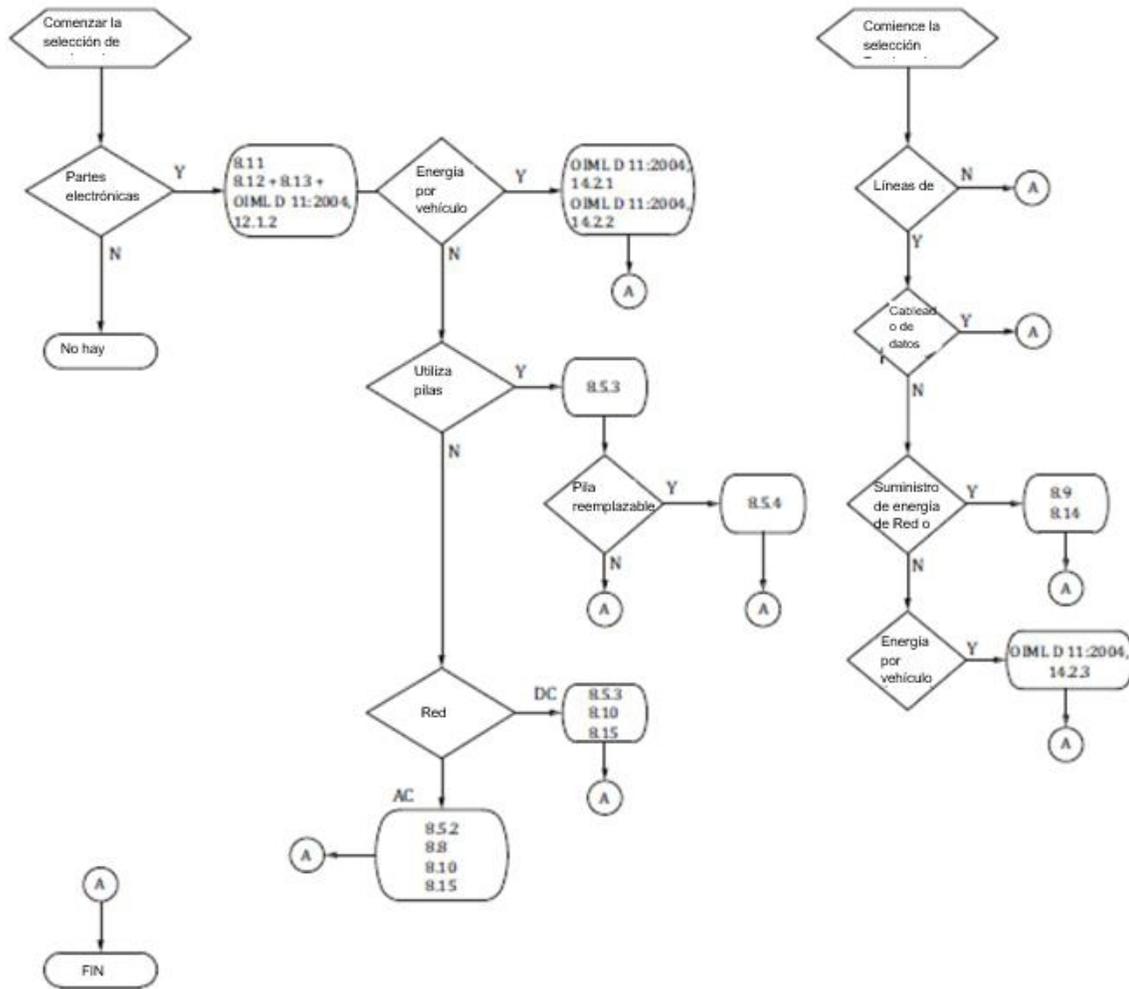


Figura 3-Diagrama de flujo para determinar las pruebas exigidas en 8.5 y 8.8 a 8.15

#### 8.5.2.4 Criterios de aceptación

Durante la aplicación del factor de influencia:

- todas las funciones del equipo bajo prueba deben operar según el diseño;
- el error relativo de indicación del equipo bajo prueba, en las condiciones de prueba, no debe exceder el EMP de la zona de caudal superior (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2).

#### 8.5.3 Los medidores de agua con suministro de tensión externo de corriente directa o baterías primarias (ISO 4064-1:2014, A.5)

##### 8.5.3.1 Propósito de la prueba

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2 durante desviaciones estáticas de la tensión de alimentación de Corriente Directa, aplicadas de conformidad con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, A.5.

##### 8.5.3.2 Preparación

Siga las disposiciones de prueba especificadas en la Norma Mexicana NMX-J-610/4-29-ANCE-2009.

##### 8.5.3.3 Procedimiento de la prueba

- Exponer el equipo bajo prueba a las variaciones de tensión de suministro de energía mientras que el equipo bajo prueba está operando bajo condiciones de referencia.
- Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba, durante la aplicación de la máxima tensión de operación de la batería, según lo especificado por el proveedor de medidores de agua, para una batería o la tensión continua en la que el equipo bajo prueba ha sido fabricado para detectar automáticamente las condiciones de alto nivel de suministro externo de corriente directa.

- c) Medir el error (de indicación) del equipo bajo prueba, durante la aplicación de la mínima tensión de operación de la batería, según lo especificado por el proveedor de medidores de agua, para una batería o la tensión continua en la que el equipo bajo prueba ha sido fabricado para detectar automáticamente las condiciones de bajo nivel de suministro externo de corriente directa.
- d) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- e) Comprobar que el equipo bajo prueba está funcionando correctamente durante la aplicación de cada variación de alimentación.
- f) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.4.3.

Requisitos adicionales.

- i) Durante la medición del error (de indicación) el EBP debe someterse al caudal de referencia.
- ii) Al medir los errores (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

#### **8.5.3.4 Criterios de aceptación**

Durante la aplicación de las variaciones de tensión:

- a) Todas las funciones del equipo bajo prueba deben operar según el diseño;
- b) El error relativo de indicación del equipo bajo prueba, en las condiciones de prueba, no debe superar el EMP de la zona de caudal superior (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2).

#### **8.5.4 La interrupción en el suministro de la batería**

##### **8.5.4.1 Propósito de la prueba:**

Verificar que un medidor de agua cumple con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.2.4.3, durante el reemplazo de la batería de alimentación.

Esta prueba sólo se aplica a los medidores que utilizan una fuente de batería reemplazable.

##### **8.5.4.2 Procedimiento de la prueba**

- a) Asegúrese de que el medidor está en funcionamiento.
- b) Retire la batería durante un periodo de 1 hora y luego vuelva a conectarla.
- c) Interrogar las funciones del medidor.
- d) Completar la sección de referencia de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.2.4 y de la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.2.2.

##### **8.5.4.3 Criterios de aceptación**

Después de la aplicación de las condiciones de prueba:

- a) Todas las funciones del EBP deben operar según el diseño;
- b) El valor de la totalización o de los valores almacenados no debe modificarse.

#### **8.6 Vibración (aleatoria) (NOM-012-1-SCFI-2017, A.5)**

##### **8.6.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, después de la aplicación de vibraciones aleatorias (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1).

Esta prueba se aplica sólo a medidores de las instalaciones móviles (clase ambiental M).

##### **8.6.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en las Normas Mexicanas NMX-I-007/2-20-NYCE-2007, NMX-I-60068-2-47-NYCE-2009 y NMX-J-648/2-47-ANCE-2012.

##### **8.6.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) Montar el EBP en un accesorio rígido por sus medios de montaje normal, de tal manera que las fuerzas gravitacionales actúen en la misma dirección que lo haría en el uso normal. Sin embargo, si el efecto gravitacional es insignificante, y si el medidor no está marcado "H" o "V", el EBP se puede montar en cualquier posición.

- b) Aplicar vibraciones aleatorias sobre el rango de frecuencia de 10 Hz a 150 Hz para el EBP, en tres, ejes perpendiculares entre sí, a su vez, por un periodo de al menos 2 min por eje.
- c) Permitir el EBP un periodo de recuperación.
- d) Examine el EBP funcione correctamente.
- e) Medir el error (de indicación) del EBP al caudal de referencia.
- f) Calcular el error relativo (de indicación), de conformidad con el Apéndice B.
- g) Completar el informe de la prueba de acuerdo con el ISO 4064-3:2014, 4.6.5.

Requisitos adicionales.

- i) Cuando el sensor de flujo está incluido en el EBP, no debe llenarse con agua durante la aplicación de la perturbación.
- ii) La fuente de alimentación al EBP se desconecta durante los pasos a), b) y c).
- iii) Durante la aplicación de las vibraciones deben cumplirse las siguientes condiciones:

Nivel total RMS  $7 \text{ m/s}^2$ ;

Densidad espectral de aceleración (ASD) Nivel 10 Hz a 20 Hz:  $1 \text{ m}^2/\text{s}^3$ ;

Densidad espectral de aceleración (ASD) Nivel 20 Hz a 150 Hz: -3 dB / octava.

- iv) Al medir los errores (de indicación) del EBP, la instalación y las condiciones de funcionamiento se especifica en 7.4.2 deben seguirse y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

#### **8.6.4 Criterios de aceptación**

Después de la aplicación de las vibraciones y de recuperación:

- a) todas las funciones del equipo bajo prueba deben operar según el diseño;
- b) o bien la diferencia entre una indicación antes de la prueba y la indicación después de la prueba no debe exceder de la mitad del EMP en la zona de caudal superior o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa, de acuerdo con el ISO 4064-1:2014, Apéndice B.

#### **8.7 Choque mecánico (ISO 4064-2:2014, A.5)**

##### **8.7.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, después de la aplicación de la prueba de choque mecánico (cayendo de cara) como se indica en la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

Esta prueba se aplica sólo a medidores de las instalaciones móviles (clase ambiental M).

##### **8.7.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la Norma NMX-J-648/2-31-ANCE-2012, NMX-I-007/2-17-NYCE-2007, NMX-I-60068-2-47-NYCE-2009 y NMX-J-648/2-47-ANCE-2012.

##### **8.7.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) El EBP debe ser colocado sobre una superficie rígida, en su posición normal de uso e inclinado hacia el borde inferior hasta el borde opuesto del EBP a 50 mm por encima de la superficie rígida. Sin embargo, el ángulo formado por la parte inferior del EBP y la superficie de prueba no debe exceder de 30°.
- b) Deje caer el EBP libremente sobre la superficie de prueba.
- c) Repita los pasos a) y b) de cada borde inferior.
- d) Permitir al EBP un periodo de recuperación.
- e) Examine el EBP que funcione correctamente.
- f) Medir el error (de indicación) del EBP al caudal de referencia.
- g) Calcular el error relativo (de indicación), de conformidad con el Apéndice B.
- h) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.6.

Requisitos adicionales.

- i) Cuando el sensor de flujo es parte del EBP, no debe llenarse con agua durante la aplicación de la perturbación.
- ii) La fuente de alimentación al EBP debe desconectarse durante los pasos a), b) y c).
- iii) Al medir los errores (de indicación) del EBP, la instalación y las condiciones de funcionamiento se especifican en 7.4.2 deben seguirse y las condiciones de referencia deben aplicarse. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

#### 8.7.4 Criterios de aceptación

Después de la aplicación de la perturbación y la recuperación:

- a) Todas las funciones del EBP deben operar según el diseño;
- b) O bien la diferencia entre una indicación antes de la prueba y la indicación después de la prueba no debe exceder de la mitad del EMP en la zona de caudal superior o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa, de acuerdo con el ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

### 8.8 Decremento de la tensión en la red de CA, interrupciones cortas y variaciones de tensión; (ISO 4064-2:2014, A.5)

#### 8.8.1 Propósito de la prueba

Comprobar que una fuente de alimentación eléctrica del medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, durante la aplicación de interrupciones de corta duración de tensión y decrementos de tensión de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

#### 8.8.2 Preparación

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la Norma Mexicana NMX-J-550/4-11-ANCE-2006 y Normas Internacionales IEC 61000-6-1 y IEC 61000-6-2.

#### 8.8.3 Procedimiento de prueba (en breve)

- a) Medir el error (de indicación) del EBP antes de aplicar la prueba de decrementos de tensión.
- b) Medir el error (de indicación) del EBP durante la aplicación de al menos 10 interrupciones de tensión y 10 decrementos de tensión con un intervalo de al menos 10 s.
- c) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- d) Restar el error (de indicación) del medidor medido antes de aplicar los decrementos de tensión de la que se mide durante la aplicación de las ráfagas.
- e) Examine que el EBP funcione correctamente.
- f) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.7.

Requisitos adicionales.

- i) Un generador de prueba (Variac) debe utilizarse, para reducir la amplitud de la tensión de la red de CA durante un periodo de tiempo definido.
- ii) El desempeño del Variac de prueba debe verificarse antes de conectarlo al EBP.
- iii) Las interrupciones de tensión y decrementos de tensión se aplican durante todo el periodo necesario para medir el error (de indicación) del EBP.
- iv) Las interrupciones de tensión: la tensión de suministro se reduce a su valor nominal,  $U_{nom}$ , a tensión cero, durante el tiempo indicado en la Tabla 2.

**Tabla 2-Interrupciones de tensión**

Reducción a:	0 %
Duración:	250 ciclos (50 Hz) 300 ciclos (60 Hz)

- v) Interrupciones de tensión son aplicadas en grupos de 10
- vi) Reducciones de tensión: la tensión de suministro se reduce de tensión nominal hasta el porcentaje indicado de la tensión nominal durante el tiempo indicado en la Tabla 3.

**Tabla 3-Caídas de tensión**

Prueba	Prueba a	Prueba b	Prueba c
Reducción a:	0 %	0 %	70.
Duración:	0,5 ciclos	1 ciclo	25 ciclos (50 Hz) 30 ciclos (60 Hz)

- vii) Reducciones de tensión son aplicadas en grupos de 10
- viii) Cada interrupción en la tensión individual o reducción es iniciada, terminada y repetida en los cruces por cero de la tensión de suministro.
- ix) Las interrupciones y las reducciones de tensión se repiten al menos 10 veces con un intervalo de tiempo de al menos 10 s entre cada grupo de interrupciones y reducciones. Esta secuencia se repite durante toda la duración de la medición del error (de indicación) del EBP.
- x) Durante la medición del error (de indicación) el EBP debe someterse al caudal de referencia.
- xi) Al medir los errores (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.
- xii) Cuando el EBP está diseñado para operar en un rango de tensión de suministro, los decrementos de tensión e interrupciones deben iniciarse a partir del rango medio de la tensión.

#### **8.8.4 Criterios de aceptación**

- a) Después de la aplicación de las reducciones de energía de corto tiempo todas las funciones del EBP deben funcionar tal como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo (de indicación) obtenido durante la aplicación de los decrementos cortos de tiempo de tensión y el obtenido en el mismo caudal antes de la prueba, en condiciones de referencia, no deben exceder de la mitad del EMP en la parte superior de la zona del caudal (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2) o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

### **8.9 Ráfagas en líneas de señales, datos y control (ISO 4064-1:2014, A.5)**

#### **8.9.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua que contiene elementos electrónicos y provisto de entradas/salidas (I/O) y puertos de comunicación (incluyendo sus cables externos) cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, en condiciones en que las ráfagas eléctricas que se superponen a las entradas y salidas de señales, de datos y puertos de comunicación de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

#### **8.9.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la Normas Mexicanas NMX-J-610/4-4-ANCE-2013 y NMX-J-610/4-1-ANCE-2009.

#### **8.9.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) Medir el error (de indicación) del EBP antes de aplicar las ráfagas eléctricas.
- b) Medir el error (de indicación) del EBP durante la aplicación de las ráfagas de picos de tensión transitorio, de forma de onda exponencial doble.
- c) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- d) Restar el error (de indicación) del medidor medido antes de la aplicación de las ráfagas de aquel medido durante la aplicación de las ráfagas.
- e) Examinar que el EBP funcione correctamente.
- f) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.8.

**Requisitos adicionales.**

- i) Debe utilizarse un generador de ráfagas con las características de desempeño como se especifica en la norma citada.
- ii) Las características del generador deben verificarse antes de conectarlo al EBP.
- iii) Cada pico debe tener una amplitud (positiva o negativa) de 0,5 kV para instrumentos de clase E1 ambiental, o 1 kV para instrumentos de clase E2 ambiental (véase 8.1.3), en fase aleatoria, con un tiempo de subida de 5 ns y una duración de amplitud media de 50 ns.
- iv) La longitud de la ráfaga debe ser de 15 ms y la tasa de repetición de ráfaga debe ser de 5 kHz.
- v) La red de inyección de la red de corriente debe contener filtros bloqueadores para evitar que la energía de la ráfaga se disipe en la red.
- vi) Para el acoplamiento de las ráfagas en las líneas de entrada y salida y comunicación, debe utilizarse una abrazadera de acoplamiento capacitivo como se define en la norma.
- vii) La duración de la prueba no debe ser de menos de 1 minuto para cada amplitud y polaridad.
- viii) Durante la medición del error (de indicación) el EBP debe operarse en el caudal de referencia.
- ix) Al medir los errores (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación del EBP y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

**8.9.4 Criterios de aceptación**

- a) Después de la aplicación de la perturbación, todas las funciones del EBP deben funcionar como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo de indicación obtenido durante la aplicación de las ráfagas y obtenido con el mismo caudal antes de la prueba, en condiciones de referencia, no debe exceder la mitad del EMP en la parte superior de la zona del caudal (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2) o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

**8.10 Ráfagas (transitorios) en la red de corriente alterna y corriente directa (ISO 4064-2:2014, A.5)****8.10.1 Propósito de la prueba**

Comprobar que el equipo bajo prueba que contiene elementos electrónicos y es alimentado por una red de tensión corriente alterna y corriente directa, cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, bajo condiciones donde las ráfagas eléctricas se sobreponen a la red eléctrica de tensión de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

**8.10.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en las Normas Mexicanas NMX-J-610/4-4-ANCE-2013 y NMX-J-610/4-1-ANCE-2009.

**8.10.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) Medir el error (de indicación) del EBP antes de aplicar las ráfagas eléctricas.
- b) Medir el error (de indicación) del EBP durante la aplicación de las ráfagas de picos de tensión transitorio, de forma de onda exponencial doble.
- c) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- d) Restar el error (de indicación) del medidor medido antes de aplicar las ráfagas desde la que se mide durante la aplicación de las ráfagas.
- e) Examine el EBP funcione correctamente.
- f) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.9.

**Requisitos adicionales.**

- i) Debe utilizarse un generador de ráfagas con las características de desempeño como se especifica en la Norma Internacional ISO 4064-1:2014.
- ii) Las características del generador deben verificarse antes de conectarlo al EBP.
- iii) Cada pico debe tener una amplitud (positiva o negativa) de 1 kV para instrumentos de clase E1 ambiental, o 2 kV para instrumentos de clase E2 ambiental (véase 8.1.3), en fase aleatoria, con un tiempo de subida de 5 ns y una duración de amplitud media de 50 ns.
- iv) La longitud de la ráfaga debe ser de 15 ms y la tasa de repetición de ráfaga debe ser de 5 kHz.
- v) Todas las ráfagas deben aplicarse de forma asíncrona en el modo común (tensión asimétrica) durante la medición del error (de indicación) del EBP.
- vi) La duración de la prueba no debe ser de menos de 1 minuto para cada amplitud y polaridad.
- vii) Durante la medición del error (de indicación) el EBP debe ser operado en el caudal de referencia.
- viii) Al medir los errores (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación del EBP y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

**8.10.4 Criterios de aceptación**

- a) Después de la aplicación de la perturbación, todas las funciones del EBP deben funcionar tal como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo de indicación obtenido durante la aplicación de las ráfagas y el obtenido en el mismo caudal antes de la prueba, en condiciones de referencia, no debe exceder la mitad del EMP en la parte superior de la zona del caudal (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2) o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

**8.11 Descarga electrostática (ISO 4064-2:2014, A.5)****8.11.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, durante la aplicación de descargas electrostáticas directas e indirectas de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

**8.11.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la Norma Mexicana NMX-J-610/4-2-ANCE-2012.

**8.11.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) Medir el error (de indicación) del EBP antes de aplicar las descargas electrostáticas.
- b) Cargar un capacitor de 150 pF por medio de una fuente de tensión corriente directa adecuada, a continuación, descargar el capacitor a través del EBP mediante la conexión de una terminal del chasis de soporte a tierra y el otro a través de una resistencia de 330  $\Omega$  a las superficies del EBP que normalmente son accesibles para el operador.

Las siguientes condiciones deben aplicarse:

- 1) Incluir el método de penetración de pintura, en su caso;
- 2) Para cada descarga de contacto, se aplica una tensión de 6 kV;
- 3) Para cada descarga de aire, se aplica una tensión de 8 kV;
- 4) Para las descargas directas, se utilizará el método de descarga de aire cuando el fabricante ha declarado un recubrimiento para ser aislante;
- 5) En cada lugar de la prueba, al menos 10 descargas directas deben aplicarse a intervalos de al menos 10 s entre las descargas, en la misma medición o medición simuladas;
- 6) Para las descargas indirectas, debe aplicarse un total de 10 descargas en el plano de acoplamiento horizontal y un total de 10 descargas para cada una de las distintas posiciones del plano de acoplamiento vertical.

- c) Medir el error (de indicación) del EBP durante la aplicación de descargas electrostáticas.
- d) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición de prueba de acuerdo con el Apéndice B (Normativo).
- e) Determinar si el fallo significativo ha sido excedido restando el error (de indicación) del medidor medido antes de aplicar las descargas electrostáticas de la medición después de aplicar las descargas electrostáticas.
- f) Examine el EBP funcione correctamente.
- g) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.10.

Requisitos adicionales.

- i) Cuando se mide el error (de indicación) el EBP debe someterse al caudal de referencia.
  - ii) Al medir el error (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.
  - iii) En los casos donde se espera un diseño específico de medidores a ser menos susceptibles a las perturbaciones a un caudal cero que si se opera en las condiciones de referencia para el caudal, el organismo responsable de la aprobación del modelo debe tener la libertad de elegir un caudal de cero durante la prueba de la descarga electrostática
  - iv) Para un EBP no equipado con una terminal de conexión a tierra, el EBP debe descargarse completamente entre descargas.
  - v) La descarga de contacto es el método de prueba preferido. Las descargas de aire sólo deben utilizarse cuando no pueda aplicarse la descarga de contacto.
- 1) Aplicación directa

En el modo de descarga de contacto que debe llevarse a cabo en superficies conductoras el electrodo debe estar en contacto con el EBP.

En el modo de descarga de aire en superficies aisladas, el electrodo se mueve hacia el EBP y la descarga se produce por chispa.

- 2) Aplicación indirecta

Las descargas se aplican en el modo de contacto en los planos de acoplamiento montados cerca del EBP.

#### **8.11.4 Criterios de aceptación**

- a) Después de la aplicación de la perturbación, todas las funciones del EBP deben funcionar como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo (de indicación), obtenidos durante la aplicación de las descargas electrostáticas y el obtenido antes de la prueba, al mismo caudal, bajo condiciones de referencia, no debe exceder la mitad del EMP en la parte superior de la zona del caudal (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2) o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).
- c) Las pruebas realizadas con caudal cero, la totalización del medidor de agua no debe cambiar por más que el valor del intervalo de verificación.

### **8.12 Campos electromagnéticos radiados (ISO 4064-1:2014, A.5)**

#### **8.12.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua cumple con las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, durante la aplicación de campos electromagnéticos radiados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

#### **8.12.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la Norma Mexicana NMX-J-610/4-3-ANCE-2015. Sin embargo, el procedimiento de prueba especificada en el 8.12.3 es un procedimiento modificado aplicable a la integración de instrumentos que totalizan el mensurando.

**8.12.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) Medir el error intrínseco (de indicación) del EBP en condiciones de referencia antes de aplicar el campo electromagnético.
- b) Aplicar el campo electromagnético de acuerdo con los requisitos de i) a iv).
- c) Iniciar una nueva medición del error (de indicación) para el equipo bajo prueba.
- d) Intensificar la frecuencia portadora hasta la siguiente frecuencia portadora (ver Tabla 4) se alcanza, de acuerdo con los requisitos de iv).
- e) Detener la medición del error (de indicación) para el equipo bajo prueba.
- f) Calcular el error relativo (de indicación) del EBP de conformidad con el Apéndice B.
- g) Calcular el error restando el error intrínseco (de indicación) a partir de del paso a) del error (de indicación) de la etapa f). Determinar si el fallo es un fallo importante.
- h) Cambiar la polarización de la antena.
- i) Examine el EBP funcione correctamente.
- j) Repita los pasos b) a i).
- k) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.11.

Requisitos adicionales.

- i) El equipo bajo prueba y sus cables externos de al menos 1,2 m de longitud, deben someterse a campos electromagnéticos radiados en las intensidades de campo, ya sea uno u otro valor de 3 V/m para instrumentos de clase ambiental E1 o 10 V / m para instrumentos de clase ambiental E2 (véase 8.1 0.3).
- ii) De acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-610/4-3-ANCE-2015, el rango de frecuencias para esta prueba de los campos electromagnéticos radiados es de 26 MHz a 2 GHz o 80 MHz a 2 GHz cuando la prueba para frecuencias

La prueba se realiza como varias exploraciones parciales con una antena vertical y varias exploraciones parciales con una antena horizontal. Las frecuencias recomendadas de arranque y parada para cada exploración se enumeran en la Tabla 4.

- iii) Cada error intrínseco (de indicación) se determina por comenzar a una frecuencia de arranque y de terminación cuando se alcanza la siguiente frecuencia más alta de la Tabla 4.
- iv) Durante cada exploración, la frecuencia se cambia en pasos de 1 % de la frecuencia real, hasta que se alcance la siguiente frecuencia en la Tabla 4. El tiempo de permanencia en cada paso 1 % debe ser idéntica. Sin embargo, el tiempo de permanencia debe ser igual para todas las frecuencias portadoras en la exploración y debe ser suficiente para que el EBP sea ejercido y capaz de responder a cada frecuencia.
- v) Las mediciones de error (de indicación) deben llevarse a cabo con todas las exploraciones que figuran en la Tabla 4.
- vi) Cuando se mide el error (de indicación) el EBP debe someterse al caudal de referencia.
- vii) Al medir el error (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.
- viii) Si se espera que un diseño específico de un medidor sea menos susceptible a los campos electromagnéticos radiados especificados en 8.12 a caudal cero que, si se opera en las condiciones de referencia para caudal, el organismo responsable de la emisión del certificado de aprobación del modelo o prototipo debe tener la libertad de elegir un caudal de cero durante la prueba de susceptibilidad electromagnética.

**Tabla 4-Frecuencias portadoras de arranque y parada (campos electromagnéticos radiados)**

MHz	MHz	MHz
26	160	600
40	180	700
60	200	800
80	250	934
100	350	1 000
120	400	1 400
144	435	2 000
150	500	

**NOTA:** Puntos de quiebre son aproximados.

#### **8.12.4 Criterios de aceptación**

- a) Después de la aplicación de la perturbación, todas las funciones del EBP deben funcionar como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo (de indicación) midieron durante la aplicación de cada banda de frecuencia portadora y el obtenido en el mismo caudal antes de la prueba, en condiciones de referencia, no debe exceder de la mitad del EMP en la parte superior de la zona del caudal (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2) o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).
- c) Durante las pruebas realizadas con caudal cero, la totalización del medidor de agua no debe cambiar más que el valor del intervalo de verificación.

#### **8.13 Campos electromagnéticos conducidos (ISO 4064-2-2014, A.5)**

##### **8.13.1 Propósito de la prueba**

Verificar el cumplimiento de las disposiciones de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, durante la aplicación de campos electromagnéticos conducidos de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

##### **8.13.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la Norma Mexicana NMX-J-579/4-6-ANCE-2006. Sin embargo, el procedimiento de prueba especificada en el 8.13.3 es un procedimiento modificado aplicable a la integración de instrumentos que totalizan el mensurando.

##### **8.13.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) Medir el error intrínseco (de indicación) del EBP en condiciones de referencia antes de aplicar el campo electromagnético.
- b) Aplicar el campo electromagnético de acuerdo con los requisitos de i) a v) descritos a continuación.
- c) Iniciar una nueva medición del error (de indicación) para el equipo bajo prueba.
- d) Intensificar la frecuencia portadora hasta la siguiente frecuencia portadora (ver Tabla 5) que se alcance, de acuerdo con los requisitos de v) descritos a continuación.
- e) Detenga la medición del error (de indicación) para el equipo bajo prueba.
- f) Calcular el error relativo (de indicación) del EBP de conformidad con el Apéndice B.
- g) Calcular el error restando el error intrínseco (de indicación) a partir del paso a) del error (de indicación) de la etapa f). Determinar si el fallo es un fallo importante.
- h) Examine el EBP funcione correctamente.
- i) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.12.

Requisitos adicionales.

- i) El EBP debe ser sometido a campos electromagnéticos conducidos en amplitud de RF ya sea 3 V (fuerza electromotriz, fem) para los instrumentos de clase E1 del medio ambiente, o 10 V (fem) para los instrumentos de clase E2 del medio ambiente (ver 8.1.3).
- ii) El rango de frecuencias para esta prueba campos electromagnéticos conducidos es de 0,15 MHz a 80 MHz, de conformidad con la norma NMX-J-579/4-6-ANCE-2006.
- iii) Las frecuencias recomendadas de arranque y parada para cada exploración se enumeran en la Tabla 5.
- iv) Cada error intrínseco (de indicación) se determina por comenzar a una frecuencia de arranque y de terminación cuando se alcanza la siguiente frecuencia más alta de la Tabla 5.
- v) Durante cada exploración, la frecuencia se cambia en pasos de 1 % de la frecuencia real, hasta que se alcance la siguiente frecuencia en la Tabla 5. El tiempo de permanencia en cada paso 1 % debe ser idéntica. Sin embargo, el tiempo de permanencia debe ser igual para todas las frecuencias portadoras en la exploración y debe ser suficiente para que el EBP debe ser ejercido y capaz de responder a cada frecuencia.
- vi) Las mediciones de error (de indicación) deben llevarse a cabo con todas las exploraciones que figuran en la Tabla 5.

- vii) Cuando se mide el error (de indicación) el EBP debe someterse al caudal de referencia.
- viii) Al medir el error (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.
- ix) Si se espera un diseño específico del medidor a ser menos susceptible a conducir los campos electromagnéticos especificados en 8.13 a caudal cero que, si se opera en las condiciones de referencia para caudal, el organismo responsable de la emisión del certificado de aprobación del modelo o prototipo debe tener la libertad de elegir un caudal de cero durante la prueba de susceptibilidad electromagnética.

**Tabla 5-Frecuencias portadoras de arranque y parada (campos electromagnéticos radiados)**

MHz	MHz	MHz	MHz
0,15	1,1	7,5	50
0,30	2,2	14	80
0,57	3,9	30	
<b>NOTA:</b> Puntos de quiebre son aproximados.			

#### 8.13.4 Criterios de aceptación

- a) Después de la aplicación de la perturbación, todas las funciones del EBP deben funcionar como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo (de indicación) medido durante la aplicación de cada banda de frecuencia portadora y el obtenido en el mismo caudal antes de la prueba, en condiciones de referencia, no debe exceder de la mitad del EMP en la parte superior de la zona del caudal (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2) o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).
- c) Durante las pruebas realizadas con caudal cero, la totalización del medidor de agua no debe cambiar por más que el valor del intervalo de verificación.

#### 8.14 Sobretensiones en señales, datos y líneas de control (ISO 4064-2:2014, A.5)

##### 8.14.1 Propósito de la prueba

Verificar que un medidor de agua cumple con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, en condiciones en las sobretensiones eléctricas que se superponen a los puertos de Entrada y Salida y la comunicación de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

##### 8.14.2 Preparación

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la norma NMX-J-610/4-5-ANCE-2013.

##### 8.14.3 Procedimiento de prueba (en breve)

- a) Medir el error (de indicación) del EBP antes de aplicar las sobretensiones.
- b) Las sobretensiones tienen que aplicarse una línea a otra y la línea (s) a la tierra. Al probar la línea a tierra, la tensión debe aplicarse sucesivamente entre cada una de las líneas y de la tierra, si no hay otra especificación.
- c) Medir el error (de indicación) del EBP después de la aplicación de sobretensiones transitorias.
- d) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición.
- e) Restar el error (de indicación) del medidor medido antes de aplicar los aumentos repentinos de la que se mide después de la aplicación de las sobretensiones.
- f) Examine el EBP funcione correctamente.
- g) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.13.

Requisitos adicionales.

- i) Debe utilizarse un generador de picos con las características de desempeño como se especifica en la norma citada. La prueba consiste en la exposición a picos de tensión para los cuales el tiempo de aumento, amplitud de pulso, valores pico de la tensión/corriente de entrada en la carga de impedancia alta/baja y el intervalo de tiempo mínimo entre dos pulsos sucesivos se definen en la norma citada.
- ii) Las características del generador deben verificarse antes de conectarlo al EBP.
- iii) Si el equipo bajo prueba es un instrumento de integración (medidor), los pulsos de prueba deben aplicarse de forma continua durante el tiempo de medición.
- iv) Esta prueba sólo es aplicable para la clase ambiental E2, para la cual la sobretensión transitoria de la tensión en la línea a la línea es de 1 kV, y en la línea a la tierra es de 2 kV.

**NOTA 1:** En las líneas no balanceadas, la prueba en línea a tierra normalmente se lleva a cabo con la protección primaria.

- v) Esta prueba se aplica a las líneas de señal largas (líneas de más de 30 metros o esas líneas instaladas parcial o totalmente fuera de los edificios, independientemente de su longitud).
- vi) Deben aplicarse al menos tres sobretensiones positivas y tres negativas.
- vii) Durante la medición del error (de indicación) el EBP debe someterse al caudal de referencia.
- viii) Al medir el error (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

#### **8.14.4 Criterios de aceptación**

- a) Después de la aplicación de la perturbación, todas las funciones del EBP deben funcionar como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo de indicación obtenida tras la aplicación de las tensiones transitorias de sobretensión y la obtenida antes de la prueba no debe exceder de la mitad del EMP de la "zona superior" o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

### **8.15 Sobretensiones en corriente alterna y corriente directa de red de líneas eléctricas (ISO 4064-1:2014, A.5)**

#### **8.15.1 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua cumple con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.1, bajo condiciones en las sobretensiones eléctricas que se superponen a la tensión de red de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.

#### **8.15.2 Preparación**

Siga las disposiciones de pruebas especificadas en la norma NMX-J-610/4-5-ANCE-2013.

#### **8.15.3 Procedimiento de prueba (en breve)**

- a) Medir el error (de indicación) del EBP antes de aplicar las tensiones transitorias de sobretensión.
- b) Si no se especifica lo contrario, las sobretensiones tienen que aplicarse sincronizadas para la fase de tensión en el cruce por cero y el valor de pico de la onda de tensión de CA (positivo y negativo).
- c) Las sobretensiones tienen que aplicarse una línea a otra y la línea (s) a la tierra. Al probar la línea a la tierra, la tensión de tensión debe aplicarse sucesivamente entre cada una de las líneas y de la tierra, si no hay otra especificación.
- d) Medir el error (de indicación) del EBP después de la aplicación de sobretensiones transitorias.
- e) Calcular el error relativo (de indicación) para cada condición.
- f) Restar el error (de indicación) del medidor medido antes de aplicar los aumentos repentinos de la que se mide después de la aplicación de las sobretensiones.
- g) Examinar que el EBP funcione correctamente.
- h) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.14.

## Requisitos adicionales.

- i) Debe utilizarse un generador de picos con las características de desempeño como se especifica en la norma citada. La prueba consiste en la exposición a picos de tensión para los cuales el tiempo de aumento, amplitud de pulso, valores pico de la tensión/corriente de entrada en la carga de impedancia alta/baja y el intervalo de tiempo mínimo entre dos pulsos sucesivos se definen en la norma citada.
- ii) Las características del generador deben verificarse antes de conectarlo al EBP.
- iii) Si el EBP es un instrumento de integración, los impulsos de prueba deben aplicarse de manera continua durante el tiempo de medición.
- iv) Esta prueba sólo es aplicable para la clase ambiental E2, para el cual la sobretensión transitoria de la tensión en la línea a la línea es de 1 kV, y en la línea a la tierra es de 2 kV.
- v) Esta prueba se aplica a las líneas de señal largas (líneas de más de 30 metros o esas líneas instaladas parcial o totalmente fuera de los edificios, independientemente de su longitud).
- vi) En las líneas de suministro de red CA, deben aplicarse al menos tres picos de tensión positivos y tres negativos de manera sincronizada con una alimentación de tensión en ángulos de 0°, 90°, 180° y 270°.
- vii) En líneas de energía corriente directa, deben aplicarse al menos tres picos de tensión positivos y tres negativos.
- viii) Durante la medición del error (de indicación) el EBP debe someterse al caudal de referencia.
- ix) Al medir el error (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores de las pruebas no marcados con "V" deben montarse con el eje de flujo en la orientación horizontal. Los medidores con dos temperaturas de referencia sólo se someten a prueba a la temperatura de referencia inferior.

**8.15.4 Criterios de aceptación**

- a) Después de la aplicación de la perturbación, todas las funciones del EBP deben funcionar como fue diseñado.
- b) La diferencia entre el error relativo de indicación obtenida tras la aplicación de las tensiones transitorias de sobretensión y la obtenida antes de la prueba no debe exceder de la mitad del EMP de la "zona superior" o el EBP debe detectar y actuar sobre una falla significativa en el cumplimiento de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

**8.16 Campo magnético estático (ISO 4064-1:2014, 7.2.8)****8.16.1 Condiciones de prueba**

Condiciones de prueba deben aplicarse, según se indica a continuación.

Factor de influencia:	influencia de un campo magnético estático
Tipo de imán:	imán de anillo
Diámetro externo:	70 mm ± 2 mm
Diámetro interno:	32 mm ± 2 mm
Grosor:	15 mm
Material:	ferrita anisotrópica
Método de magnetización:	axial (1 norte y sur 1)
Remanencia:	385 mT a 400 mT
Fuerza coercitiva (coercitividad):	100 kA / m a 140 kA / m
Intensidad del campo magnético:	
Menos de 1 mm de la superficie:	90 kA/m a 100 kA/m
A los 20 mm de la superficie:	20 kA/m

**NOTA 2:** tesla = 10<sup>4</sup> gauss.

### **8.16.2 Propósito de la prueba**

Verificar que un medidor de agua (con componentes electrónicos y/o en las partes mecánicas pueden ser influenciados por el campo magnético estático (7.12)) cumple con los requisitos de la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 7.2.8.

### **8.16.3 Preparación**

El medidor de agua debe hacerse operativo de conformidad con las condiciones nominales de funcionamiento.

### **8.16.4 Procedimiento de la prueba resumido:**

- a) El imán permanente se coloca en contacto con el EBP en una posición en la acción de un campo magnético estático es probable que cause errores de indicación que excedan el EMP y alterar el correcto funcionamiento del EBP. La ubicación de esta posición se deriva por prueba y error y por reconocer el tipo y la construcción del EBP, y/o experiencia previa. Diferentes posiciones del imán pueden ser investigadas.
- b) Cuando se identifica una posición de prueba, el imán está inmovilizado en esa posición y el error (de indicación) del EBP se mide a un caudal, Q3.
- c) Al medir el error (de indicación), deben seguirse las condiciones de instalación y funcionamiento especificadas en 7.4.2 y las condiciones de referencia deben aplicarse a menos que se especifique lo contrario. Los medidores no con la etiqueta de "V" sólo deben probarse con el eje de flujo en orientación horizontal. Medidores con dos temperaturas de referencia sólo se probarán a la temperatura de referencia más baja.
- d) La posición del imán, y su orientación en relación con el EBP, se miden y registran para cada posición de prueba.
- e) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.5.11.

### **8.16.5 Criterios de aceptación**

Durante de la aplicación de las condiciones de prueba:

- a) todas las funciones del EBP deben operar según el diseño;
- b) el error relativo (de indicación) del EBP, en las condiciones de prueba, no debe superar el EMP de la zona de caudal superior (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2).

## **8.17 Ausencia de flujo de prueba**

### **8.17.1 Propósito de la prueba**

Comprobar que no hay ningún cambio en la indicación del medidor en la ausencia de cualquiera de flujo o agua, de acuerdo con lo dispuesto de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2.9.

Esta prueba sólo es necesaria para medidores de agua electrónicos o medidores de agua electrónicos con sensores de flujo o volumen.

### **8.17.2 Preparación**

Aplicar la instalación y requisitos operativos especificados en 7.4.2.

### **8.17.3 Procedimiento de las pruebas**

- a) Llenar el medidor con agua, purgar todo el aire.
- b) Asegúrese de que no hay flujo a través del transductor de medición.
- c) Observe el índice del medidor durante 15 minutos.
- d) Descargar completamente el agua del medidor.
- e) Observe el índice del medidor durante 15 minutos.
- f) Durante la prueba, deben mantenerse las condiciones de referencia para todas las cantidades de influencia distintas de caudal.
- g) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.6.15.

### **8.17.4 Criterios de aceptación**

La totalización del medidor de agua no debe cambiar en una magnitud mayor que el valor del intervalo de comprobación durante cada intervalo de prueba.

## 9. Programa de pruebas tipo

### 9.1 Número de muestras requeridas

Para cada tipo de medidor, el número de medidores completos o sus partes separables a probar durante el examen de tipo debe ser como el mostrado de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla 6.

Los medidores adicionales pueden ser presentados con el fin de llevar a cabo la prueba de durabilidad y las otras pruebas de funcionamiento en paralelo, si así se acuerda con el organismo responsable de la emisión del certificado de aprobación del modelo o prototipo notificado.

### 9.2 Prueba de desempeño aplicable a todos los medidores de agua

Tabla 6 da un programa para probar todos los medidores de agua para la aprobación del modelo o prototipo. Las pruebas deben llevarse a cabo en al menos el número de muestras que figuran de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla 6, de acuerdo con la designación del medidor, excepto donde se indique expresamente en el inciso correspondiente.

La prueba 1 a 9 puede llevarse a cabo en cualquier orden. Las pruebas 10 a 13 deben llevarse a cabo en el orden prescrito. La prueba 14 se debe llevar a cabo antes de las pruebas 10 a 13. Si un lote adicional de medidores del número dado de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla 6, de acuerdo con la designación de medidor, se suministra, entonces las pruebas 10 a 13 pueden llevarse a cabo en paralelo a las otras pruebas.

**Tabla 6-Programa de pruebas de desempeño para todos los tipos de medidores de agua**

Prueba	Inciso	Número de medidores
Las pruebas que pueden llevarse a cabo en cualquier orden		
1	Presión estática	7.3
2	Error (de indicación)	7.4
3	Ausencia de flujo <sup>a</sup>	8.17
4	Temperatura del agua	7.5
5	Temperatura del agua de sobrecarga <sup>b</sup>	7.6
6	Presión del agua	7.7
7	Flujo inverso	7.8
8	Pérdida de presión	7.9
<p>ieao: en cada orientación aplicable</p> <p>a. Esta prueba sólo es necesaria para medidores de agua electrónicos o medidores de agua con dispositivos electrónicos.</p> <p>b. Esta prueba sólo se aplica a los medidores con un MAT 50 ° C.</p> <p>c. Sólo para medidores con Q3 16 m<sup>3</sup>/h.</p> <p>d. Sólo para medidores con Q3 &gt; 16 m<sup>3</sup>/h</p> <p>e. Prueba específica para los medidores de combinación.</p> <p>f. Para los medidores de combinación donde el pequeño medidor no ha sido aprobado con anterioridad.</p> <p>g. Para todos los medidores con componentes electrónicos y medidores mecánicos equipados con un acoplamiento magnético en la unidad a la lectura o cualquier otro mecanismo que pueda resultar afectado por la aplicación externa de un campo magnético (7.12).</p>		

Tabla 6 (continuación)

	Prueba	Inciso	Número de medidores
9	Perturbación de flujo	7.10	1
Las pruebas para ser llevadas a cabo en el orden dado			
10	Prueba de durabilidad de flujo discontinuo en $Q3^c$ o en $Q > 2Q_{X2}^e$	7.11.2	1 ieao
11	Prueba de durabilidad de flujo discontinuo en $Q3^d$	7.11.3	1 ieao
12	Prueba de durabilidad de flujo discontinuo en $Q4$	7.11.3	1 ieao
13	Prueba de durabilidad de flujo discontinuo en $0,9Q_{X1}^f$	7.11.3	1 ieao
La prueba se llevó a cabo antes de las pruebas 10-13			
14	Pruebas de campo magnético <sup>g</sup>	8.16	1
<p style="text-align: center;">ieao: en cada orientación aplicable</p> <p style="text-align: center;">a Esta prueba sólo es necesaria para medidores de agua electrónicos o medidores de agua con dispositivos electrónicos.</p> <p style="text-align: center;">b Esta prueba sólo se aplica a los medidores con un MAT <math>\geq 50</math> ° C.</p> <p style="text-align: center;">c Sólo para medidores con <math>Q3 \leq 16</math> m<sup>3</sup>/h.</p> <p style="text-align: center;">d Sólo para medidores con <math>Q3 &gt; 16</math> m<sup>3</sup>/h</p> <p style="text-align: center;">e Prueba específica para los medidores de combinación.</p> <p style="text-align: center;">f Para los medidores de combinación donde el pequeño medidor no ha sido aprobado con anterioridad.</p> <p style="text-align: center;">g Para todos los medidores con componentes electrónicos y medidores mecánicos equipados con un acoplamiento magnético en la unidad a la lectura o cualquier otro mecanismo que pueda resultar afectado por la aplicación externa de un campo magnético (7.12).</p>			

### 9.3 Las pruebas de desempeño aplicables a medidores de agua, equipos de medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos, y sus partes separables

Además de las pruebas que figuran en la Tabla 6, las pruebas de desempeño de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1 debe aplicarse a medidores de agua electrónicos y medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos. Las pruebas que figuran de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1 pueden llevarse a cabo en cualquier orden.

**NOTA 1:** El número de medidores que es suministrado es de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 7.2.2.

Un medidor se debe someter a todas las pruebas aplicables que figuran de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1, según su clasificación ambiental. No se permiten sustituciones de los medidores restantes. El medidor no dejará ninguna de las pruebas que se le aplican.

Cuando el medidor está equipado con equipos de control el mismo medidor debe cumplir también los requisitos para los equipos de comprobación especificados en el Apéndice A (Normativo).

### 9.4 Tipo de evaluación de las partes separables de un medidor de agua

La compatibilidad de las partes separables de un medidor de agua debe ser evaluada por el organismo responsable de la emisión del certificado de aprobación del modelo o prototipo y deben aplicarse las siguientes reglas.

- a) El certificado de aprobación del modelo o prototipo para un transductor de medición aprobado por separado (incluyendo sensor de flujo o volumen) debe indicar el tipo o tipos de calculadora aprobada (incluyendo dispositivo indicador) con el que se puede combinar.
- b) El certificado de aprobación del modelo o prototipo para una calculadora aprobada por separado (incluyendo el dispositivo indicador) se debe indicar el tipo o tipos de transductor de medición aprobado (incluyendo sensor de flujo o volumen) con el que se puede combinar.

- c) El certificado de aprobación del modelo o prototipo para un medidor combinado debe indicar qué tipo o tipos de calculadora aprobada (incluyendo dispositivo indicador) y el transductor de medición aprobados (incluyendo sensor de flujo o volumen) se pueden combinar.
- d) Los errores máximos permitidos para la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) o transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen) se deben declarar por el fabricante cuando se somete a examen de tipo.
- e) La suma aritmética de los errores máximos permitidos de una calculadora aprobada (incluyendo el dispositivo indicador) y un transductor de medición aprobado (incluyendo sensor de flujo o volumen) no deben exceder los errores máximos permitidos para un medidor de agua completo (véase la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2).
- f) Los transductores de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) de los medidores de agua mecánicos, medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos y medidores de agua electrónicos deben ser sometidos a las pruebas de desempeño que figuran en la Tabla 6 y de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.
- g) Calculadoras (incluyendo el dispositivo indicador) los medidores de agua mecánicos, medidores de agua mecánicos equipados con dispositivos electrónicos y medidores de agua electrónicos deben ser sometidos a las pruebas de desempeño que figuran en la Tabla 6 y de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Tabla A.1.
- h) Siempre que sea posible, las condiciones de prueba aplicadas durante la evaluación tipo de un medidor de agua completo deben aplicarse a las partes separables de un medidor de agua. Cuando esto no es posible para determinadas condiciones de prueba, condiciones simuladas, de severidad y duración equivalente, deben aplicarse.
- i) Los requisitos de pruebas de desempeño de los Capítulos 6 y 7 deben cumplirse en su caso.
- j) Los resultados de las pruebas de la aprobación del modelo o prototipo de partes separables de un medidor de agua se deben declarar en un informe de formato similar a la de un medidor de agua completo (véase la Norma Internacional ISO 4064-3:2014).

## **9.5 Familias de medidores de agua**

Cuando una familia de medidores de agua se somete a la aprobación del modelo o prototipo, los criterios del Apéndice D (Normativo) deben aplicarse por el organismo responsable de la emisión del certificado de aprobación del modelo o prototipo para decidir si los medidores se ajustan a la definición de "familia", y en la selección de tamaños de medidores deben ser probados.

## **10. Pruebas para la Verificación inicial**

### **10.1 Verificación inicial de medidores completos y combinados de agua**

#### **10.1.1 Propósito de la prueba**

Verificar que los errores relativos (de indicación) de un medidor completo o combinado de agua están dentro de los errores máximos permitidos que figuran de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2.2 o 4.2.3.

Se permiten las condiciones de referencia para desviarse de los valores de tolerancia definidos en las pruebas de verificación de si la evidencia se puede dar al organismo responsable de la emisión del certificado de aprobación del modelo o prototipo que el tipo de medidor que se examina no se ve afectado por la desviación de la condición de que se trate. Los valores reales de la condición de desviación, sin embargo, tienen que ser medidos y documentados como parte de la documentación de prueba de verificación.

#### **10.1.2 Preparación**

Una prueba de presión se realizará a 1,6 veces el PMP durante 1 min.

Durante la prueba se observaron fugas.

Los errores (de indicación) del medidor de agua se medirán utilizando el equipo y los principios especificados en el 7.2 y el 7.4.

#### **10.1.3 Procedimiento de las pruebas**

- a) Instalar los medidores para probar de forma individual o en serie.
- b) Aplicar los procedimientos indicados en el 7.4.
- c) Asegúrese de que no hay ninguna interacción significativa entre medidores instalados en serie.

- d) Asegúrese de que la presión de salida de cualquier medidor no es inferior a 0,03 MPa (0,3 bar).
- e) Asegúrese de que el rango de temperatura de agua de trabajo es el siguiente:  
T30, T50: 20 °C ± 10 °C;  
T70 a T180: 20 °C ± 10 °C y 50 °C ± 10 °C;  
T30/70 a T30/180: 50 °C ± 10 °C.
- f) Asegúrese de que todos los otros factores de influencia se llevan a cabo dentro de las condiciones nominales de funcionamiento del medidor.
- g) A menos que caudales alternativos se especifiquen en el certificado de aprobación del modelo o prototipo, medir los errores (de indicación) en los siguientes rangos de caudal:  
Q1 a 1,1Q1;  
Q2 a 1,1Q2;  
0,9 Q3 a Q3;  
para medidores de combinación, 1,05 1,05 Q<sub>x2</sub> a 1,15Q<sub>x2</sub>.
- NOTA 1:** Véase también 10.1.4 c).
- h) Calcular el error (de indicación) para cada caudal de conformidad con el Apéndice B (Normativo).
- i) Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 5.3.1, EJEMPLO 1.

#### 10.1.4 Criterios de aceptación

- a) Los errores (de indicación) del medidor de agua no deben exceder los errores máximos permisibles dados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2.2 o 4.2.3.
- b) Si todos los errores (de indicación) del medidor de agua tienen el mismo signo, al menos uno de estos errores no podrá ser superior a la mitad del EMP. En todos los casos, este requisito se aplica de manera equitativa con respecto a la empresa proveedora de agua y el consumidor (véase también la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.3.3 párrafos 3 y 8).
- c) Cuando sea necesario para cumplir con los requisitos de la fracción b), y de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 7.3.6, errores adicionales en caudales especificados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 7.2.3, pero aparte de los especificados en 10.1.3 g), deben medirse.

### 10.2 Verificación inicial de las partes separables de un medidor de agua

#### 10.2.1 Propósito de la prueba

Verificar que los errores (de indicación) de un transductor de medición (incluyendo el volumen o el sensor de flujo) o la calculadora (incluyendo dispositivo indicador) están dentro de los errores máximos permitidos establecidos en el certificado de aprobación del modelo o prototipo.

Un transductor de medición (incluyendo los sensores de flujo o volumen) debe ser sometido a las pruebas de verificación iniciales enumeradas en 10.1.

Una calculadora (incluyendo dispositivos indicadores) debe ser sometida a las pruebas de verificación iniciales enumeradas en 10.1.

#### 10.2.2 Preparación

Los errores (de indicación) de partes separables aprobados de un medidor de agua se midieron utilizando equipos y principios especificados en 7.2 y los requisitos de pruebas de desempeño de 7.4 deben cumplirse en su caso.

Siempre que sea posible, las condiciones de prueba aplicadas durante la evaluación tipo de un medidor de agua completo deben aplicarse a las partes separables de un medidor de agua. Siempre que sea posible, las condiciones de prueba aplicadas durante la aprobación del modelo o prototipo de un medidor de agua completo deben aplicarse a las partes separables de un medidor de agua.

#### 10.2.3 Procedimiento de las pruebas

El procedimiento de prueba en 10.1.3 debe ser seguido excepto cuando sea necesaria la prueba simulada.

Completar el informe de la prueba de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 5.3.2, EJEMPLO 2 y/o 5.3.3, EJEMPLO 3.

#### **10.2.4 Criterios de aceptación**

Los errores (de indicación) de partes separables del medidor de agua no deben exceder los EMP establecidos en el certificado de aprobación del modelo o prototipo.

### **11. Presentación de resultados**

#### **11.1 Propósito de los informes**

Presentar el trabajo realizado por el laboratorio de pruebas, incluidos los resultados de las pruebas y exámenes y toda la información pertinente con precisión, claro y sin ambigüedades, en el formato que figura de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014.

Aplicación del modelo de informe de prueba tal como se establece de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-3:2014 es informativo con respecto a la aplicación de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana; Sin embargo, su aplicación es obligatoria en el marco del Sistema Certificado de OIML B 3 <sup>[6]</sup> y el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la OIML (ARM) aplicables a medidores de agua de conformidad con este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

#### **11.2 Datos de identificación y las pruebas que deben incluirse en los registros**

##### **11.2.1 Tipo de evaluación**

El registro de una evaluación tipo debe contener:

- a) una identificación precisa del laboratorio de pruebas y el medidor de prueba;
- b) referencia a la historia de calibración de todos los dispositivos de instrumentación y medición utilizados para las pruebas;
- c) detalles exactos de las condiciones durante el cual se llevaron a cabo las diferentes pruebas, incluidas las posibles condiciones de prueba específicas aconsejadas por el fabricante;
- d) los resultados y conclusiones de las pruebas, como se requiere en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana;
- e) la aplicación de las limitaciones a la aplicación de transductores y calculadoras de medición aprobados por separado.

##### **11.2.2 Verificación inicial**

El registro de una prueba de verificación inicial para un medidor individual debe incluir como mínimo:

- a) identificación del laboratorio de pruebas:
  - 1) nombre y dirección;
- b) identificación del medidor probado:
  - 2) nombre y dirección del fabricante o la marca comercial utilizada;
  - 3) clase de exactitud;
  - 4) clase de temperatura;
  - 5) designación del medidor Q3;
  - 6) relaciones Q3/Q1;
  - 7) pérdida máxima de presión (y el caudal correspondiente);
  - 8) año de fabricación y el número de serie del medidor probado;
  - 9) tipo o modelo; y
  - 10) los resultados y conclusiones de las pruebas.

### **12. Vigilancia**

La vigilancia del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana estará a cargo de la Secretaría de Economía por conducto de la Dirección General de Normas (DGN) y de la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) conforme a sus respectivas atribuciones.

### **13. Concordancia con Normas Internacionales**

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana es idéntico (**IDT**) con la Norma Internacional "ISO 4064-2:2014, Water meters for cold potable water and hot water-Part 2: Test methods, ed 4.0 (2014-06)".

## **Apéndice A (Normativo)**

### **Tipo de control y prueba de equipos de control de dispositivos electrónicos**

#### **A.1 Aspectos generales**

Estos requisitos sólo se aplican a medidores de agua y dispositivos electrónicos instalados en los medidores de agua mecánicos donde la comprobación de las instalaciones de equipos está presente.

**NOTA 1:** Los equipos de control se requieren sólo cuando el volumen de entrega de agua es de prepago por el cliente y no puede ser confirmado por el proveedor. Los equipos de control no son necesarios donde las mediciones son sin restablecimiento y hay dos socios constantes.

Para cumplir con este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, los medidores de agua equipados con equipos de control deben pasar la inspección de diseño y pruebas de desempeño especificada de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 7.2.11.

Una muestra del medidor integral de aguas, o la calculadora (incluyendo dispositivo indicador) o del transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen), debe ser sometido a todos los controles y pruebas aplicables especificados en el presente Apéndice (véase también 9.3).

Después de cada prueba y análisis, las referencias de la sección correspondiente de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.3 y B.1 a B.6 sobre equipos de control debe hacerse con 5.1.3 de la Norma Internacional ISO 4064-3:2014, 4.4.1.

La muestra sometida a examen no permite dejar ninguna de las pruebas que se le aplican.

#### **A.2 Propósito del examen**

- a) Verificar que los equipos de control de los medidores de agua que dispongan de ellas cumplan con los requisitos especificados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).
- b) Verificar que los medidores de agua que tienen estos equipos de control o bien prevenir o detectar el flujo inverso, como se requiere de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 5.1.3.
- c) Verificar que los equipos de control de los medidores de agua que dispongan de ellos cumplen con los requisitos especificados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, Apéndice B (Normativo).

#### **A.3. Procedimientos del examen**

##### **A.3.1 Acción de equipos de control (ISO 4064-1:2014, B.1)**

- a) Verifique que la detección por los equipos de control de los resultados de fallas significativas en las siguientes acciones, según el tipo.
- b) Para los equipos de control de tipo P o tipo I de control:
  - 1) la corrección automática de la falla; o
  - 2) deteniéndose sólo los dispositivos defectuosos cuando el medidor de agua sin que el dispositivo siga cumpliendo con las regulaciones; o
  - 3) una alarma visible o audible, que debe seguir hasta que se suprime la causa. Además, cuando un medidor de agua transmite los datos a los equipos periféricos, la transmisión debe ir acompañada de un mensaje que indica la presencia de un fallo. Este requisito no es aplicable a la aplicación de las perturbaciones de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, A.5.
- c) Si el instrumento está provisto de dispositivos para estimar la cantidad de agua que ha pasado a través del medidor durante la ocurrencia de la falla, verifique que el resultado de esta estimación no se puede confundir con una indicación válida.
- d) Cuando se utilizan los equipos de control, verifique que, en los siguientes casos, no hay alarma visible o audible a menos que esta alarma se transfiera a una estación remota:
  - 1) dos socios constantes;
  - 2) mediciones no reajustables;
  - 3) mediciones no prepago.
- e) Si los valores medidos desde el medidor no se repiten en una estación remota, verifique que la transmisión de la alarma y los valores medidos repetidos están asegurados.

##### **A.3.2 Equipos de control para el transductor de medición (ISO 4064-1:2014, B.2)**

###### **A.3.2.1 Propósito de la prueba**

Para asegurar que los equipos de control, compruebe que:

- a) los transductores de medición están presentes y funcionan correctamente,

- b) los datos se transmiten correctamente desde el transductor de medición a la calculadora, y
- c) se detecta flujo inverso y/o prevenirse, en donde se utilizan medios electrónicos para esta función.

#### **A.3.2.2 Procedimientos de la prueba**

Cuando las señales generadas por el transductor de medición están en forma de impulsos, cada pulso que representa un volumen elemental, llevar a cabo pruebas para determinar que los equipos de control para la generación de impulsos, transmisión y conteo cumplen las siguientes tareas:

- a) conteo correcto de impulsos;
- b) detección de flujo inverso, en su caso;
- c) comprobación del correcto funcionamiento.

Esta comprobación de las funciones de tipo P puede ser probada por medio de uno de:

- 1) desconectar el sensor de flujo de la calculadora; o
- 2) interrumpir la señal del sensor de flujo a la calculadora; o
- 3) interrumpir el suministro eléctrico al sensor de flujo.

#### **A.3.2.2.2 Transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen) de los medidores electromagnéticos**

Para los medidores electromagnéticos, en el que la amplitud de la señal generada por el sensor de flujo es proporcional al caudal, el siguiente procedimiento puede ser utilizado para probar los equipos de control.

- a) Aplicar una señal de entrada simulada, con una forma similar a la de la señal de medición del medidor y que representa un caudal entre  $Q1$  y  $Q4$ , a la calculadora y comprobar lo siguiente:
  - 1) que el equipo de control es de tipo P o tipo I;
  - 2) que, cuando la instalación de control es de tipo I, su función de control se produce a intervalos de 5 min o menos;
  - 3) que el equipo de control comprueba el sensor de flujo y las funciones de la calculadora;
  - 4) que el valor digital equivalente de la señal está dentro de límites predeterminados establecidos por el fabricante y que es consistente con los errores máximos permitidos.
- b) Compruebe que la longitud del cable entre el sensor de flujo y la calculadora o dispositivo complementario de un medidor de agua electromagnético no exceda del 100 m o el valor  $L$  expresado en metros de acuerdo con la siguiente fórmula, lo que sea menor:

$$L = \frac{k\sigma}{fC} \quad (A.1)$$

donde

$$k = 2 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$\sigma$  es la conductividad del líquido, en S / m;

$f$  es la frecuencia de campo durante el ciclo de medición, en Hz;

$C$  es la capacitancia del cable efectiva por metro, de F / m.

Si las soluciones del fabricante aseguran resultados equivalentes, estos requisitos pueden ser ignorados.

#### **A.3.2.2.3 Otros principios de medición**

Cuando un transductor de medición (incluyendo un sensor de flujo o volumen) que emplea tecnologías no cubiertas de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, B.2 se somete a la aprobación del modelo o prototipo, compruebe que los equipos de control proporcionan niveles equivalentes de seguridad.

### **A.3.3 Comprobación de los equipos para la calculadora (ISO 4064-1:2014, B.3)**

#### **A.3.3.1 Objeto de la prueba**

Verificar que los equipos de control aseguran que la calculadora funciona correctamente y que los cálculos son válidos.

#### **A.3.3.2 Procedimiento de la prueba**

##### **A.3.3.2.1. Funciones de la calculadora**

- a) Verifique que los equipos de control para validar las funciones de la calculadora son de cualquier tipo P o tipo I.

- b) Para los equipos de control de tipo I, compruebe que la función comprueba calculadora se realizan al menos una vez al día o en cada volumen equivalente a 10 min de flujo en Q3.
- c) Verifique que los equipos de control para validar el funcionamiento de la calculadora asegúrese de que los valores de todas las instrucciones y los datos memorizados de forma permanente son correctos por medios tales como:
  - 1) sumando todas las instrucciones y códigos de datos y comparando la suma con una válvula fija
  - 2) bits de paridad en línea y columna (LRC y VRC);
  - 3) revisión cíclica redundante (CRC 16);
  - 4) doble almacenamiento independiente de datos.
  - 5) almacenamiento de datos en "codificación segura", por ejemplo, protegida por suma de verificación, bits de paridad de columna y línea.
- d) Verifique que todas las transferencias internas y el almacenamiento de los datos pertinentes a los resultados de las mediciones se realizan correctamente por medios tales como:
  - 1) rutinas de lectura-escritura;
  - 2) conversión y reconversión de los códigos;
  - 3) uso de "codificación segura" (suma de verificación, bit de paridad);
  - 4) almacenamiento doble.

#### **A.3.3.2.2 Cálculos**

- a) Verifique que los equipos de control para validar los cálculos son de cualquier tipo P o tipo I.
- b) Para los equipos de control de tipo I, verifique que las comprobaciones de cálculo se realizan al menos una vez al día o en cada volumen equivalente a 10 min de flujo en Q3.
- c) Verifique que los valores de todos los datos relacionados con la medición, ya sea almacenados internamente o transmitidos a equipos periféricos a través de una interfaz, son correctos.

Los equipos de control pueden utilizar medios tales como bit de paridad, compruebe suma o doble de almacenamiento para comprobar la integridad de los datos.

- d) Compruebe que el sistema de cálculo está provisto de un medio de control de la continuidad del programa de cálculo.

#### **A. 3.4 Equipos de control para el dispositivo indicador (ISO 4064-1:2014, B.4)**

##### **A.3.4.1 Propósito de la prueba:**

- a) Verificar que los equipos de control para el dispositivo indicador detectan que se visualizan las indicaciones primarias y que se corresponden con los datos proporcionados por la calculadora.
- b) Verificar que los equipos de control para el dispositivo indicador detectan la presencia del dispositivo que indica si es extraíble.
- c) Verificar que los equipos de control para el dispositivo indicador son de la forma definida de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, ya sea B.4.2 o B.4.3.

##### **A.3.4.2 Procedimiento de la prueba**

- a) Confirme que el equipo de control del dispositivo indicador principal es de tipo P;

**NOTA 2:** Si el dispositivo indicador no es el dispositivo principal que indica, los equipos de control pueden ser de tipo I.

**NOTA 3:** Los medios utilizados para el control incluyen:

- 1) para los dispositivos indicadores que usan filamentos incandescentes o LEDs, medir la corriente en los filamentos
- 2) para dispositivos indicadores que usan tubos fluorescentes, medir la tensión de red
- 3) Para dispositivos indicadores que usan cristales líquidos multiplexados, revisar la salida de la tensión de control de las líneas de segmento y de electrodos comunes para detectar cualquier desconexión o corto circuito entre los circuitos de control.

**NOTA 4:** Los controles mencionados de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 6.7.2.2 no son necesarios.

- b) Compruebe que los equipos de control para el dispositivo indicador incluyen el tipo P o tipo I de control de los circuitos electrónicos utilizados para el dispositivo indicador (excepto los circuitos de conducción de la pantalla en sí).
- c) Verifique para instalaciones de tipo I que los controles sobre el dispositivo indicador se realizan al menos una vez al día o en cada volumen equivalente a 10 min de flujo en Q3.

- d) Verifique que los valores de todos los datos relacionados con la medición, ya sea almacenados internamente o transmitidos a equipos periféricos a través de una interfaz, son correctos.

Los equipos de control pueden utilizar medios tales como bit de paridad, compruebe suma o doble de almacenamiento para comprobar la integridad de los datos.

- e) Verificar que el dispositivo indicador está provisto de un medio para controlar la continuidad del programa de cálculo.
- f) Verificar que el equipo de control del dispositivo indicador está trabajando, ya sea:
- 1) desconectando todas o una parte del dispositivo indicador; o
  - 2) mediante una acción que simule una falla en el visualizador, como usar un botón de prueba.

### **A.3.5 Equipos de control para los dispositivos complementarios (ISO 4064-1:2014, B.5)**

#### **A.3.5.1 Propósito de la prueba**

- a) Comprobar que un dispositivo complementario (dispositivo de repetición, dispositivo de impresión, dispositivo de memoria, etc.) con indicaciones primarias incluye un equipo de control de tipo P o I.
- b) Verificar que los equipos de control para dispositivos complementarios verificar:
- 1) la presencia del dispositivo complementario;
  - 2) que el dispositivo complementario está funcionando correctamente;
  - 3) que los datos se transmiten correctamente entre el medidor y el dispositivo complementario.

#### **A.3.5.2 Procedimiento de la prueba**

- a) Verificar que el dispositivo complementario (dispositivo de repetición, dispositivo de impresión, dispositivo de memoria, etc.) con indicaciones primarias incluye un equipo de control de tipo P o I.
- b) Verificar que el equipo de control verifica que el dispositivo complementario está conectado al medidor de agua.
- c) Verificar que el dispositivo de control verifica que el dispositivo complementario está funcionando y la transmisión de datos correctamente.

### **A.3.6 Equipos de control para instrumentos de medición asociados Equipos de (ISO 4064-1:2014, B.6)**

#### **A.3.6.1 Propósito de la prueba**

- a) Para examinar los equipos de control de los instrumentos de medición asociados distintos del sensor de flujo.

**NOTA 5:** Además de la medición primaria de volumen, los medidores de agua pueden haber integrado equipos para medir y mostrar otros parámetros, por ejemplo, caudal, presión de agua, y la temperatura del agua.

- b) Verificar la presencia de un equipo de control de cualquier tipo P o tipo I, donde las funciones de medición adicionales están presentes.
- c) Comprobar que el equipo de control asegura que la señal de cada instrumento asociado está dentro de un rango de medición predeterminado.

#### **A.3.6.2 Procedimiento de la prueba**

- a) Identificar el número y tipos de transductores de medición asociados presentes en el medidor.
- b) Para cada tipo de transductor presente, compruebe que un equipo de control de tipo P o tipo I está presente.
- c) Compruebe que el valor de la señal de cada transductor está de acuerdo con el parámetro que se está midiendo (caudal, presión de agua y temperatura del agua).
- d) Cuando los caudales son para ser utilizadas para el control de tarifas, compruebe que para cada caudal especificado de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 7.2.3 la diferencia entre el caudal real y el caudal indicado hace no exceda el EMP de acuerdo con la Norma Internacional ISO 4064-1:2014, 4.2.2 o 4.2.3.
- e) Para todos los demás tipos de instrumentos de medición asociados, compruebe que la diferencia entre el valor real del parámetro que se está midiendo y el valor indicado por el instrumento de medida en los extremos y en el punto medio de su rango de medición, no supera el Error Máximo indicado por el fabricante.

**Apéndice B  
Normativo)**

**Cálculo del error relativo (de indicación) de un medidor de agua**

**B.1 Información general**

En este Apéndice se define la fórmula que debe aplicarse durante las pruebas de la aprobación del modelo o prototipo y de verificación, al calcular el error (de indicación) de un:

- a) medidor integral del agua;
- b) calculadora separable (incluyendo dispositivo indicador)
- c) transductor de medición separable (incluyendo sensor de flujo o volumen)

**B.2 Cálculo del error (de indicación)**

Cuando se presente, ya sea un transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen) o una calculadora (incluyendo dispositivo indicador) de un medidor de agua para la obtención del certificado de aprobación del modelo o prototipo separables, las mediciones de error (de indicación) se llevan a cabo sólo en estas partes separables del medidor.

Para un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen), la señal de salida (pulso, corriente, tensión o codificado) se mide mediante un instrumento adecuado.

Para la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador), las características de las señales de entrada simuladas (pulso, corriente, tensión o codificado) deben replicar los del transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen).

El error (de indicación) del EBP se calcula de acuerdo con lo que se considera ser el volumen de referencia añadido durante una prueba, en comparación con el volumen equivalente de cualquiera de la señal de entrada simulado para la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador), o la señal real de salida del transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen), medido en el mismo periodo de prueba.

A no ser exento por la autoridad metrológica, un transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen) y una calculadora compatible (incluyendo el dispositivo indicador) tienen certificados de aprobación del modelo o prototipo separadas, y deben ser probados en conjunto como un medidor de agua combinado durante la verificación inicial (véase el Capítulo 10). Por lo tanto, el cálculo del error (de indicación) es la misma que para el medidor de agua completo.

**B.3 Cálculo del error relativo (de indicación)**

**B.3.1 Medidor completo de agua**

$$E_{m(i)(i=1,2\dots n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

Donde:

$E_m(i)(i=1,2,\dots,n)$  es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de un medidor de agua completo a un caudal  $i$  ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$V_a$  es la referencia del volumen pasado (o simulado), durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>;

$V_i$  es el volumen añadido al (o se resta de) dispositivo indicador, durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>.

**B.3.2. Medidor de agua combinado**

Un medidor de agua combinado se debe tratar como el medidor de agua completo (B.3.1) para el propósito de calcular el error (de indicación).

**B.3.3 Calculadora (incluyendo el dispositivo indicador)**

**B.3.3.1 Cálculo del error relativo (de indicación) de una calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) probó con una señal de entrada de pulso simulada**

$$E_{c(i)(i=1,2\dots n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (\text{B.2})$$

Donde:

$E_c(i)(i=1,2,\dots,n)$  es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) a un caudal  $i$  ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$V_i$  es el volumen registrado por el dispositivo indicador, añadió durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>;

$V_a = C_p T_p$  es el volumen de agua equivalente al número total de impulsos de volumen inyectados en el dispositivo indicador durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>

en la que:

- Cp es la constante de igualar un volumen nominal de agua para cada pulso, m<sup>3</sup>/pulso,  
 Tp es el número total de impulsos de volumen inyectado durante el periodo de prueba td, pulsos.

**B.3.3.2 Cálculo del error relativo (de indicación) de una calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) probó con una señal de entrada de corriente simulada**

$$E_{c(i)(i=1,2,\dots,n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (\text{B.3})$$

Donde:

- Ec(i)(i=1,2,...n) es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) a un caudal i (i = 1, 2 ... n);  
 Vi es el volumen registrado por el dispositivo indicador, añadido durante el periodo de prueba td, m<sup>3</sup>;  
 Va = CI/td es el volumen de agua equivalente a la actual señal promedio inyectada en la calculadora durante el periodo de prueba td, m<sup>3</sup>

en la que:

- CI es la constante que relaciona la señal de corriente al caudal, m<sup>3</sup>-h-1-mA-1,  
 td es el tiempo de duración del periodo de prueba, h,  
 It es la señal de entrada de corriente promedio durante el periodo de prueba td, mA.

**B.3.3.3 Cálculo del error relativo (de indicación) de una calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) probó con una señal de entrada de tensión simulada**

$$E_{c(i)(i=1,2,\dots,n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (\text{B.4})$$

Donde:

- Ec(i)(i=1,2,...n) es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) a un caudal i (i = 1, 2 ... n);  
 Vi es el volumen registrado por el dispositivo indicador, añadió durante el periodo de prueba td, m<sup>3</sup>;  
 Va = CUUctd es el volumen de agua equivalente a la actual señal de tensión promedio inyectada en la calculadora durante el periodo de prueba td, m<sup>3</sup>

en la que:

- Cu es la constante que relaciona la señal de entrada de tensión al caudal, m<sup>3</sup>-h-1-V-1,  
 td es el tiempo de duración del periodo de prueba, h,  
 Uc es el valor promedio de la señal de entrada de tensión durante el periodo de prueba td, V.

**B.3.3.4 Cálculo del error relativo (de indicación) de una calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) probado con una señal de entrada simulada, codificada**

$$E_{c(i)(i=1,2,\dots,n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (\text{B.5})$$

Donde:

- Ec(i)(i=1,2,...n) es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de la calculadora (incluyendo el dispositivo indicador) a un caudal i (i = 1, 2 ... n);  
 Va es el volumen de agua equivalente al valor numérico de la señal de entrada codificada, inyectados en el dispositivo indicador durante el periodo de prueba td, m<sup>3</sup>;  
 Vi es el volumen registrado por el dispositivo indicador, añadido durante el periodo de prueba td, m<sup>3</sup>.

**B.3.4. Transductor de medición (incluyendo el flujo o sensor de volumen)**

**B.3.4.1 Cálculo del error relativo (de indicación) de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) con una señal de salida de impulsos**

$$E_{t(i)(i=1,2,\dots,n)} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (\text{B.6})$$

Donde:

$E_{t(i)}(i=1,2,..n)$  es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) a un caudal  $i$  ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$V_a$  es el volumen de referencia de agua recogido durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>;

$V_i = C_p T_p$  es el volumen de agua equivalente al número total de impulsos de volumen emitidos por el transductor de medición durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>

en la que:

$C_p$  es la constante de igualar un volumen nominal de agua a cada pulso de salida, m<sup>3</sup>/pulso;

$T_p$  es el número total de impulsos de volumen emitidos durante el periodo de prueba  $t_d$ , pulsos.

#### **B.3.4.2 Cálculo del error relativo (de indicación) de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) con una señal de salida de corriente**

$$E_{t(i)}(i=1,2,..n) = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (B.7)$$

Donde:

$E_{t(i)}(i=1,2,..n)$  es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) a un caudal  $i$  ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$V_a$  es el volumen de referencia de agua recogido durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>;

$V_i = C_I I t t_d$  B.3.4.2 Cálculo del error relativo (de indicación) de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) con una señal de salida de corriente  $t_d$ , m<sup>3</sup>

en la que:

$C_I$  es la constante que relaciona la señal de salida de la corriente al caudal, m<sup>3</sup>-h-1-mA-1,

$t_d$  es el tiempo de duración del periodo de prueba, h,

$I t$  es emitida la señal de salida de la corriente promedio durante el periodo de prueba  $t_d$ , mA.

#### **B.3.4.3 Cálculo del error relativo (de indicación) de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) con una señal de salida de tensión**

$$E_{t(i)}(i=1,2,..n) = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (B.8)$$

Donde:

$E_{t(i)}(i=1,2,..n)$  es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) a un caudal  $i$  ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$V_a$  es el volumen de referencia de agua recogido durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>;

$V_i = C_U t_d U t$  es el volumen de agua equivalente a la tensión media de la señal emitida por el transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) y su duración, medida durante el periodo de prueba  $t_d$ , (m<sup>3</sup>)

en la que:

$C_U$  es la constante que relaciona la señal de salida de tensión emitida al caudal, m<sup>3</sup>-h-1-V-1,

$t_d$  es el tiempo de duración del periodo de prueba, h,

$U t$  es la señal de salida de tensión promedio emitida durante el periodo de prueba  $t_d$ , V.

#### **B.3.4.4 Cálculo del error relativo (de indicación) de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) con una señal de salida codificada**

$$E_{t(i)}(i=1,2,..n) = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100\% \quad (B.9)$$

Donde:

$E_{t(i)}(i=1,2,..n)$  es el error relativo (de indicación), expresado como un porcentaje, de un transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) a un caudal  $i$  ( $i = 1, 2 \dots n$ );

$V_a$  es el volumen de referencia de agua recogido durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>;

$V_i$  es el volumen de agua equivalente al valor numérico de la señal de salida codificada emitida desde el transductor de medición (incluyendo sensor de flujo o volumen) durante el periodo de prueba  $t_d$ , m<sup>3</sup>.

### Apéndice C (Normativo)

#### Requisitos de instalación para las pruebas de perturbación del flujo

Los requisitos de instalación para pruebas de perturbaciones de flujo se muestran en la Figura C.1. El perfilador puede ser un ensamblaje del perfilador que consta de un perfilador y una longitud recta entre éste y el medidor de caudal.

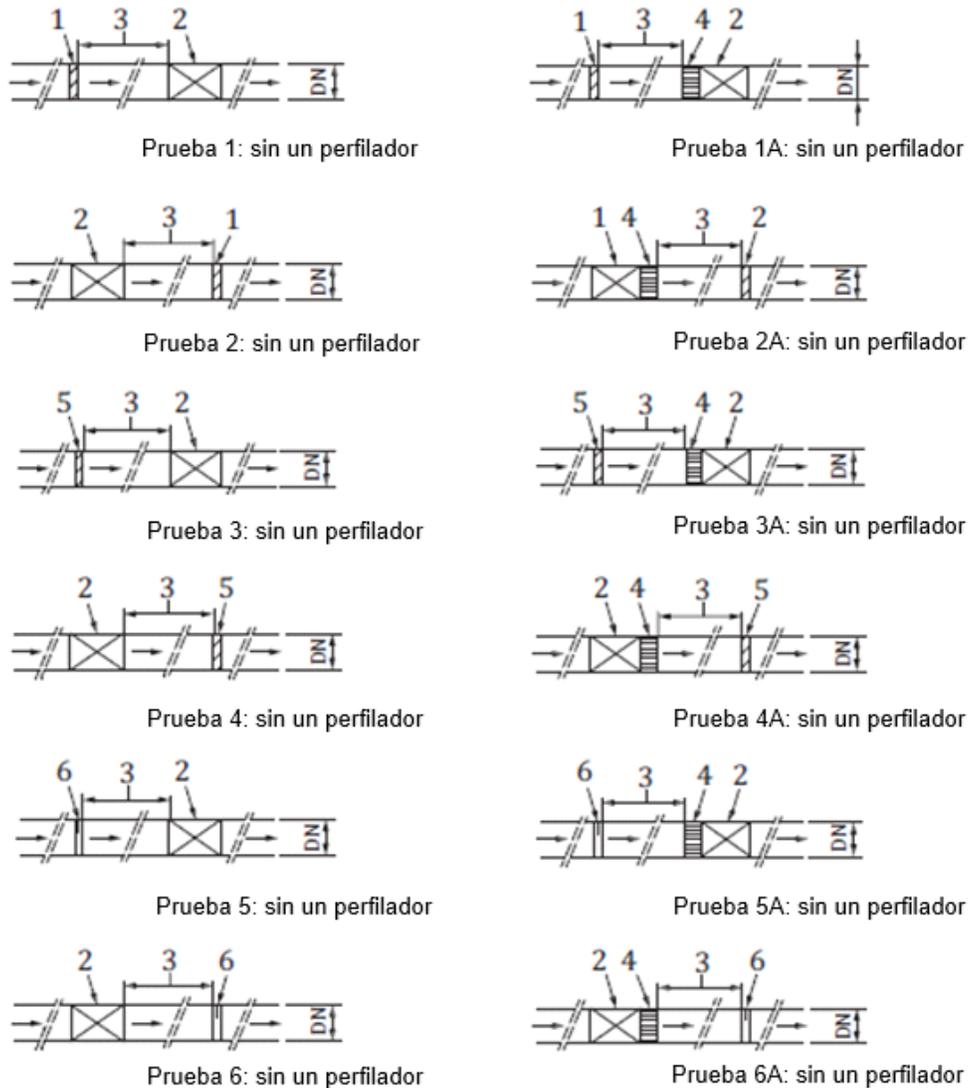


Figura C.1 Requisitos de instalación para pruebas de perturbaciones de flujo

#### Clave

##### Esquema de perturbación de flujo

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1 Perturbado tipo 1-remolino generador sinistrorsal | 4 | perfilador   |
| 2 Medidor   | 5 | Perturbador tipo 2-remolino generador sinistrorsal                 |
| 3 longitud recta                                    | 6 | Perturbador tipo 3-perturbador de perfil de velocidad del flujo... |

## Apéndice D (Normativo)

### Aprobación del modelo o prototipo de una familia de medidores de agua

#### D.1 Familias de medidores de agua

En este Apéndice se describen los criterios que deben aplicarse por el organismo responsable de la obtención del certificado de aprobación del modelo o prototipo para decidir si un grupo de medidores de agua puede ser considerado de la misma familia a efectos de obtención del certificado de aprobación del modelo o prototipo, donde los tamaños del medidor sólo son seleccionados para ser probados.

#### D.2 Definición

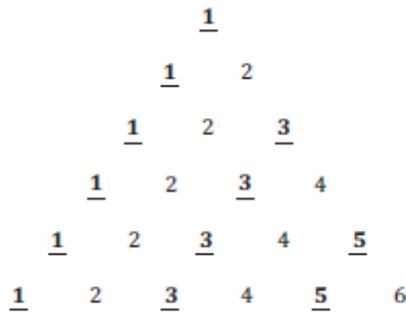
Una familia de medidores es un grupo de medidores de agua de diferente tamaño y/o diferentes caudales en el que todos los medidores deben tener las siguientes características:

- el mismo fabricante
- similitud geométrica de las piezas húmedas;
- el mismo principio de medición
- las mismas relaciones  $Q_3/Q_1$ ;
- la misma clase de precisión
- la misma clase de temperatura;
- el mismo dispositivo electrónico para cada tamaño de medidor
- un estándar similar de diseño y ensamblaje del componente, y
- los mismos materiales para dichos componentes que son críticos para el comportamiento del medidor.
- los mismos requisitos de instalación en relación con el tamaño de medidor, por ejemplo, 10D (diámetro de la tubería) de tubería recta aguas arriba del medidor y 5D de tubería recta aguas abajo del medidor.

#### D.3 Selección del medidor

Cuando se considera qué tamaño de una familia de medidores de agua deben probarse, deben seguirse las siguientes reglas:

- a) El organismo responsable de la obtención del certificado de aprobación del modelo o prototipo debe declarar las razones para incluir y omitir los tamaños de medidores particulares de las pruebas.
- b) El medidor más pequeño en toda familia de medidores siempre debe ensayarse.
- c) Los medidores que tiene parámetros de operación más extremos en una familia, deben tenerse en cuenta para la prueba, por ejemplo, el mayor rango de caudal, la mayor velocidad periférica o partes móviles, etc.
- d) En la práctica, el medidor más grande en toda familia de medidores siempre debe ensayarse. Sin embargo, si el de medidores más grande no se ha probado, entonces cualquier de medidores que tiene  $Q_3 > 2Q_3$  del medidor más grande probado no debe ser aprobado como parte de una familia.
- e) Sólo se requieren pruebas de durabilidad en el tamaño de medidores, donde se espera el mayor desgaste
- f) Para los medidores que no tienen partes móviles en el transductor de medición, el tamaño más pequeño debe seleccionarse para pruebas de durabilidad
- g) Las pruebas en más de una orientación sólo son necesarias en el tamaño del medidor para el que se realiza la prueba de durabilidad.
- h) Todas las pruebas de desempeño relacionados con magnitudes de influencia y perturbaciones deben llevarse a cabo en un tamaño de una familia de medidores.
- i) La prueba de presión estática (7.3), prueba de la temperatura del agua (7.5), la prueba de sobrecarga de la temperatura del agua (7.6), la prueba de presión de agua (7.7), prueba de flujo inverso (7.8), la prueba de pérdida de presión (7.9), el flujo de prueba de perturbación (7.10), prueba de campo magnético (8.16), y la ausencia de prueba de flujo (8.17). son necesarias para el medidor de tamaño más pequeño y uno de otro tamaño. Para las familias de medidores, donde todos los tamaños de medidores tienen  $DN \geq 300$ , sólo es necesario probar un tamaño de medidor.
- j) Los miembros de la familia que se mencionan en la Figura D.1 pueden considerarse como un ejemplo para la prueba



**NOTA 1:** Cada fila representa una familia, el medidor 1 es el más pequeño

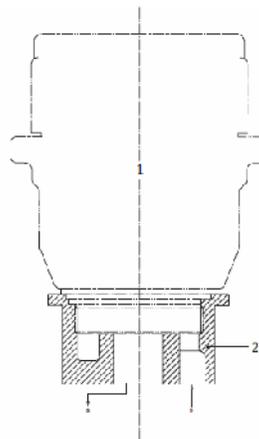
**NOTA 2:** Las familias pueden ser tan grandes como se desee.

**Figura D. 1-Representación del ejemplo de los familiares de medidores para ser probados**

### Apéndice E (Informativo)

#### Ejemplos de métodos y componentes utilizados para pruebas concéntricas de medidores de agua

La figura E.1 muestra un ejemplo de una conexión de colector para el medidor de agua concéntrica.



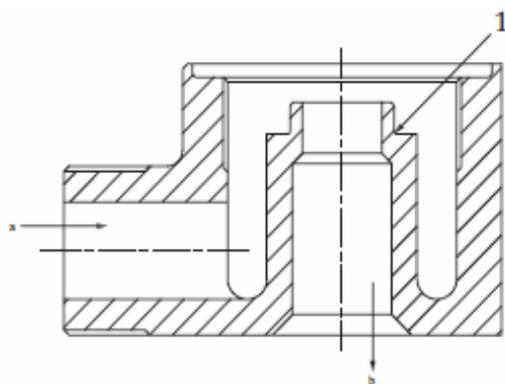
**Figura E. 1-Ejemplo de una conexión de colector para el medidor de agua concéntrica.**

#### Clave

- |   |                             |   |   |
|---|-----------------------------|---|---|
| 1 | medidor de agua concéntrico | 2 | colector del medidor de agua concéntrico (Vista de parte) |
| a | Flujo de agua hacia afuera, | b | Flujo de agua hacia adentro                               |

Un colector de prueba de presión especial, como el que se muestra en el ejemplo en la Figura E.2 se puede utilizar para probar el medidor. Para asegurar que los sellos están operando a su "peor caso" durante la prueba, las dimensiones de la cara de sellado del colector prueban de presión deben estar en los límites apropiados de sus tolerancias de fabricación, de conformidad con las dimensiones de diseño especificados por el fabricante.

Antes de ser presentado para su aprobación del modelo o prototipo, el fabricante del medidor puede ser requerido para sellar el medidor en un punto por encima de la ubicación de del sello interno del medidor/interfaz de colector, por un medio adecuado para el diseño del medidor. Cuando el medidor concéntrico está ajustado en el colector de prueba de presión y a presión, es necesario ser capaz de ver la fuente de cualquier fuga que fluye desde la salida del colector de prueba de presión y distinguir entre ella y que la emisión de un dispositivo de sellado montado incorrectamente. Figura E.3 muestra un ejemplo de un diseño de enchufe adecuado para muchos diseños de medidores, pero cualquier otro medio adecuado puede ser utilizado.



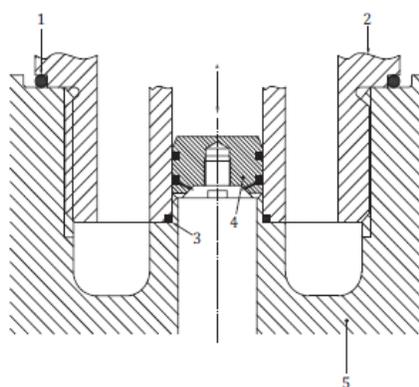
**Clave**

1 posición del sello interno

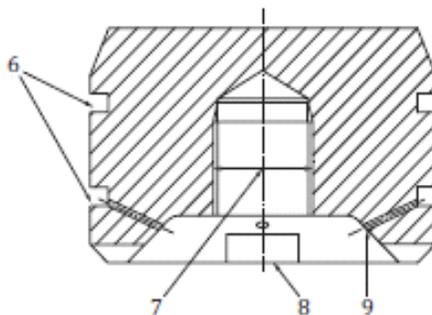
<sup>a</sup> Presión.

<sup>b</sup> Camino de la fuga de agua pasando el sello

**Figura E.2-Ejemplo de un colector para la presión de prueba del medidor sellos concéntricos**



**a) Sección a través del medidor y el colector de enchufe de prueba mostrado en su posición**



**b) Detalle de enchufe de prueba**

**Clave**

1 sello exterior del medidor

2 medidor

3 sello interior del medidor

4 enchufe de prueba [ver detalle ampliado en b)]

5 colector

6 hendidura de junta tórica

7 Toma para perno de retirada

8 4-6 cortes, equi-espaciados

9 Orificio de fuga "testigo"

a Presión.

**Figura E. 3-Ejemplo de un enchufe de presión de prueba de sellos del medidor concéntricos**

**Apéndice F**  
**(Informativo)**  
**Determinación de la densidad del agua**

La densidad del agua en el medidor de prueba se calcula a partir de las formulaciones de la Asociación Internacional de las Propiedades del Agua y Vapor (IAPWS) de la siguiente manera.

**F.1. Densidad de agua destilada al aire libre en 101.325 kPa**

$$\rho_{dw}(t) = a_0 \left( \frac{1 + a_1 \theta + a_2 \theta^2 + a_3 \theta^3}{1 + a_4 \theta + a_5 \theta^2} \right) \quad (\text{F.1})$$

Donde:

$\rho_{dw}(t)$  es la densidad del agua destilada libre de aire a la temperatura  $t$ , en  $\text{kg} / \text{m}^3$ ; <sup>5</sup>

$\theta$  es una temperatura normalizada,  $\theta = t/100$ ;

$t$  es la temperatura, en ° C, en la escala de temperatura ITS-90;

$a_i$  son los coeficientes de la ecuación, dados en la siguiente tabla.

$a_i$					
$i = 0$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$
999,843 82	1,463 938 6	-0,015 505 0	-0,030 977 7	1,457 209 9	0,064 893 1

**F.2 Factor de corrección de presión**

$$B = a_0 \left( \frac{1 + a_1 \theta + a_2 \theta^2 + a_3 \theta^3}{1 + a_4 \theta^4} \right) \quad (\text{F.2})$$

Donde:

$B$  es la compresibilidad isotérmica de agua a presión ambiente, en  $\text{Pa}^{-1}$ ;

$\theta$  es una temperatura normalizada,  $\theta = t/100$ ;

$t$  es la temperatura en ° C (ITS-90);

$a_i$  son los coeficientes de la ecuación, dados en la siguiente tabla.

$a_i$				
$i = 0$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$
$5,088\ 21 \times 10^{-10}$	1,263 941 8	0,266 026 9	0,373 483 8	2,020 524 2

**F.3 Densidad del agua al medidor de flujo**

$$P_w(t) = P_{dw}(1 + Bp) d_{H_2O} \quad (\text{F.3})$$

Donde:

$P$  es la presión relativa en el medidor de flujo (Pa);

$\rho_{H_2O}^u$  es la relación de la densidad del agua de la instalación de prueba a la del agua pura, medida en las mismas condiciones (normalmente temperatura y presión ambiente normalmente).

**NOTA 1:** Fórmulas (F.1) a (F.3) son derivadas de la IAPWS-95 (Referencia <sup>[7]</sup> formulaciones y son válidas para temperaturas de hasta 80 ° C. Donde las temperaturas superan los 80 ° C, se deben utilizar las ecuaciones completas de estado proporcionadas por IAPWS-95 o -98 formulaciones. Las fórmulas completas permiten la calibración de los medidores de agua caliente y

calibraciones a presión. Las ecuaciones para la densidad del agua destilada como sugirieron en las Referencias <sup>[8],[10]</sup> son adecuadas para su uso en metrología legal, por lo general en la determinación del volumen mediante el pesaje en condiciones atmosféricas. No se recomienda para las calibraciones de medidores de agua, ya que sólo se aplican a temperaturas de hasta 40 ° C y no tienen fórmulas de corrección de presión asociadas.

**NOTA 2:** Una tabla de densidades calculada a partir la formulación IAPWS de agua destilada al aire libre y aplicando temperaturas entre 0 ° C y 80 ° C y una presión de 101,325 kPa es dada en la Tabla F.1.

**Tabla F. 1-Densidad de agua destilada al aire libre [de la Fórmula (F.1)]**

Temperatura del agua °C	Densidad kg/m3						
0	999,84	20	998,21	40	992,22	60	983,20
1	999,90	21	998,00	41	991,83	61	982,68
2	999,94	22	997,77	42	991,44	62	982,16
3	999,97	23	997,54	43	991,04	63	981,63
4	999,98	24	997,30	44	990,63	64	981,09
5	999,97	25	997,05	45	990,21	65	980,55
6	999,94	26	996,79	46	989,79	66	980,00
7	999,90	27	996,52	47	989,36	67	979,45
8	999,85	28	996,24	48	988,93	68	978,90
9	999,78	29	995,95	49	988,48	69	978,33
10	999,70	30	995,65	50	988,04	70	977,76
11	999,61	31	995,34	51	987,58	71	977,19
12	999,50	32	995,03	52	987,12	72	976,61
13	999,38	33	994,71	53	986,65	73	976,03
14	999,25	34	994,37	54	986,17	74	975,44
15	999,10	35	994,03	55	985,69	75	974,84
16	998,95	36	993,69	56	985,21	76	974,24
17	998,78	37	993,33	57	984,71	77	973,64
18	998,60	38	992,97	58	984,21	78	973,03
19	998,41	39	992,60	59	983,71	79	972,41
20	998,21	40	992,22	60	983,20	80	971,79

Los valores se toman de referencia. [[7]]

## Apéndice G (Informativo)

### Incertidumbres máximas en la medición de los factores de influencia y perturbaciones

#### G.1 Introducción

G.2 a G.10 enumera las incertidumbres máximas que se pueden aplicar a las diferentes pruebas de desempeño. Cabe suponer que estas incertidumbres incluyen un factor de cobertura  $k = 2$ .

Cuando una magnitud de influencia se expresa como un valor nominal con tolerancias, por ejemplo,  $55 \pm 2$  ° C, el valor nominal de la magnitud de influencia (55 ° C en el ejemplo) es el valor deseado para la prueba. Sin embargo, a fin de cumplir con la tolerancia establecida para la magnitud de influencia, la incertidumbre del instrumento de medición que se utiliza para medir dicha cantidad se resta del valor absoluto de la tolerancia para obtener los límites reales de tolerancia para ser aplicado durante una prueba.

EJEMPLO Si la temperatura del aire tiene que ser ajustada a  $55 \pm 2$  ° C y la incertidumbre del instrumento de medición de temperatura es de 0.4 ° C, la temperatura real durante la prueba debe ser  $55 \pm 1.6$  ° C.

Cuando es dada la magnitud de influencia como un rango, por ejemplo, la temperatura del aire ambiente es de 15 ° C a 25 ° C, esto implica que la influencia de este efecto no es significativa. Sin embargo, la temperatura del aire debería ser en un valor constante dentro de ese rango, en este caso a la temperatura ambiente normal.

**G.2 Entradas de señales simuladas a la calculadora**

Resistencia:	0.2 % de la resistencia aplicada
Corriente:	0.01 % de la corriente aplicada
Tensión	0.01 % de la tensión aplicado
Frecuencia de pulso:	0.01 % de la frecuencia aplicada

**G.3 El calor seco, calor húmedo (cíclico) y pruebas en frío**

Presión del agua:	5 %
Presión del aire del ambiente:	0,5 kPa
Temperatura de agua:	0,4 °C
Temperatura del aire ambiental:	0,4 °C
Humedad:	0,6 %

Tiempo (t) (Duración de la aplicación de la magnitud de influencia):

$0 < t < 2$

h: 1 s

10

t > 2 h: s

**G.4 Variación de la tensión de suministro**

Tensión (red eléctrica corriente alterna):	0,2 % de la tensión aplicado
Tensión (red eléctrica corriente alterna/corriente directa):	0,2 % de la tensión aplicado
Tensión (baterías):	0,2 % de la tensión aplicado
Frecuencia de red:	0,2 % de la frecuencia aplicada
Distorsión armónica:	0,2 % de la corriente aplicada

**G.5 Red de variación de frecuencia**

Tensión de la red:	0,2 % de la tensión aplicado
Frecuencia de red:	0,2 % de la frecuencia aplicada
Distorsión armónica:	0,2 % de la corriente aplicada

**G.6 Reducción de potencia por un tiempo corto**

Tensión aplicado:	0,2 % de la tensión de red nominal
Frecuencia de red:	0,2 % de la frecuencia aplicada
Distorsión armónica:	0,2 % de la corriente aplicada

**G.7 Ráfaga eléctrica**

Tensión de la red:	0,2 % de la tensión aplicado
Frecuencia de red:	0,2 % de la frecuencia aplicada
Transitorios de tensión:	0,2 % de la tensión de pico
Tiempo (t):	

15 ms < t <	1
300 ms:	ms
5 ns < t < 50	1 ns
ns:	

### G.8 Descarga electrostática

Tensión de la red:	0,2 % de la tensión aplicado
Frecuencia de red:	0,2 % de la frecuencia aplicada
Tensión aplicado:	x <sup>a</sup> % de la tensión pico
carga eléctrica	x <sup>a</sup> % de descarga aplicada

a Estos valores de incertidumbre no estaban disponibles en el momento de su publicación.

### G.9 Interferencia electromagnética

Tensión:	0,2 % de la tensión aplicado
Frecuencia:	0,2 % de la frecuencia aplicada
Velocidad de barrido:	2,5 x 10 <sup>-4</sup> octava / s
Fuerza del campo:	0,2 % de intensidad de campo aplicada
Distorsión armónica:	0,2 % de la corriente aplicada

### G.10 Vibración mecánica

Frecuencia:	x <sup>a</sup> Hz
Distorsión armónica:	x <sup>a</sup> % de [por completar]
Aceleración:	x <sup>a</sup> m/s <sup>2</sup>
Desplazamiento lineal:	x <sup>a</sup> mm
Tiempo (t):	x <sup>a</sup> s

a Estos valores de incertidumbre no estaban disponibles en el momento de su publicación.

## Apéndice H (Informativo)

### Tomas de presión de prueba de la pérdida de presión, orificio y detalles de ranura

#### H.1 General

La pérdida de presión de un medidor de agua puede ser determinada a partir de mediciones de la presión diferencial a través de un medidor de agua al caudal estipulado. Se obtiene mediante el método especificado en el inciso 7.9.

#### H.2 Diseño de tomas de presión en la sección de medición

Las tomas de presión de diseño y dimensiones similares deben instalarse en las tuberías de entrada y de salida de la sección de medición.

La toma de presión puede consistir en agujeros perforados a través de la pared de la tubería o pueden estar en la forma de una ranura anular en la pared del tubo, en ambos casos, perpendicular al eje de la tubería. Debe haber por lo menos cuatro de tales orificios de toma de presión, igualmente espaciadas en un plano alrededor de la circunferencia de la tubería.

Diseños recomendados para tomas de presión se dan en las figuras E.1, E.2 y E.3.

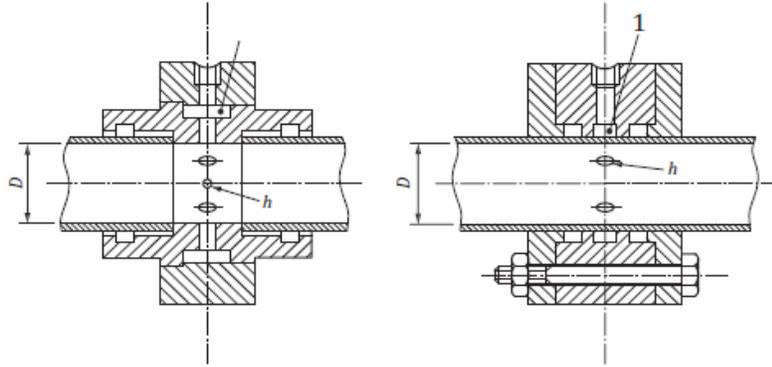
También se pueden usar otros medios tales como un anillo o cámara de equilibrio.

### H.3. Tomas de presión, orificio, detalles de hendidura

Los agujeros perforados a través de la pared de la tubería deben ser perpendiculares al eje de la tubería. Las tomas no deben ser más de 4 mm o menos de 2 mm de diámetro. Si el diámetro de la tubería es menor que o igual a 25 mm, las tomas deben estar tan cerca de 2 mm de diámetro como sea posible. El diámetro de los orificios debe permanecer constante para una distancia de no menos de dos veces el diámetro de la toma antes de irrumpir en la tubería. Los agujeros perforados a través de la pared de la tubería deben estar libres de rebabas en los bordes donde se rompen en los orificios de entrada y salida de la tubería. Los bordes deben estar afilados: deben tener ni un radio ni un chaflán.

Las hendiduras deben ser perpendiculares al eje del tubo y deben tener dimensiones como sigue:

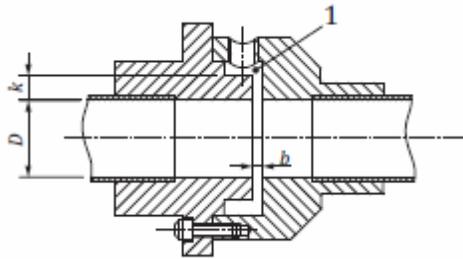
- La anchura  $b$  igual a  $0,08 D$  pero tampoco menos de 2 mm ni mayor de 4 mm;
- profundidad  $h$  mayor que  $2b$ .



Clave

1 cámara de anillo

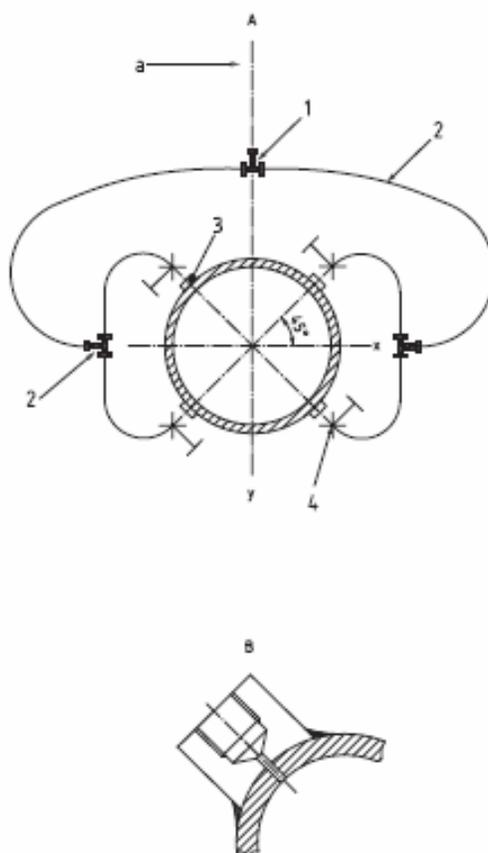
Figura H. 1-Ejemplo de tipo de agujero perforado de toma de presión con la cámara de anillo, adecuado para secciones de prueba de diámetro pequeño / medio



Clave

1 cámara de anillo

Figura H. 2-Ejemplo de tipo de hendidura de toma de presión con la cámara de anillo, adecuado para secciones de prueba de diámetro pequeño/medio

**Clave**

A	sección transversal a través de tuberías y tomas de presión	B	detalle de la de toma de presión y mando
y	eje vertical	x	eje horizontal
1	Punto de salida	2	manguera flexible o tubo de cobre
3	toma de presión (ver B)	4	válvula de aislamiento
a	Para el manómetro.		

**Figura H. 3-Ejemplo de toma de presión de tipo agujero perforado con conexiones entre tomas para dar presión estática media, adecuado para medianas o grandes secciones de prueba de diámetro**

**Apéndice I****(Normativo)****Perturbadores de flujo****I.1 General**

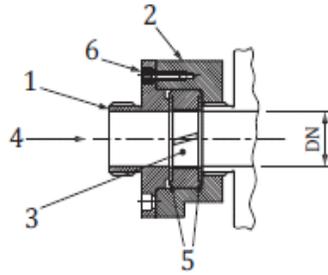
Las figuras I.1 a I.12 muestran tipos de perturbadores de flujo para ser utilizados en las pruebas como se especifica en 7.10.

**NOTA 1:** Todas las dimensiones mostradas en los dibujos son en milímetros, a menos que se indique lo contrario.

Las dimensiones mecanizadas deben tener una tolerancia de  $\pm 0.25$  mm a menos que se indique lo contrario.

## I.2 Generadores de perturbación de tipo rosca

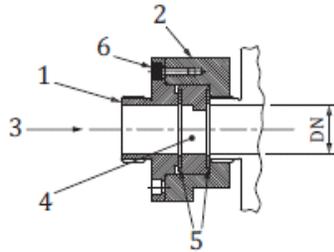
Figura I.1 muestra una disposición de unidades de generador de perturbación para un generador de perturbación de tipo roscado.



Clave Artículo	Descripción	Cantidad	Material
1	cubierta	1	Acero inoxidable
2	cuerpo	1	Acero inoxidable
3	generador de perturbación	1	Acero inoxidable
4	flujo	-	-
5	empaque	2	fibra
6	tornillo de cabeza hueca hexagonal	4	Acero inoxidable

**Figura I.1-Generador de perturbaciones del tipo roscado-  
Disposición de las unidades generadoras de perturbación:  
perturbador de tipo 1-generador de perturbación Sinistrorsal;  
Tipo 2-Generador de perturbación Dextrorsal**

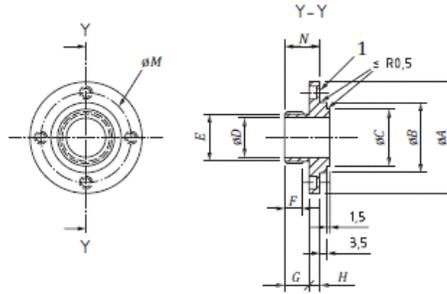
La figura I.2 muestra una disposición de unidades de perturbación del perfil de velocidad para un generador de perturbación de tipo roscado.



Clave Artículo	Descripción	Cantidad	Material
1	cubierta	1	Acero inoxidable
2	cuerpo	1	Acero inoxidable
3	flujo	-	-
4	perturbador de flujo	1	Acero inoxidable
5	empaque	2	fibra
6	tornillo de cabeza hueca hexagonal	4	Acero inoxidable

**Figura I. 2-Generador de perturbaciones del tipo roscado-Disposición de las unidades de alteración del perfil de velocidad: Perturbador de tipo 3-Perturbador del caudal de perfil**

La figura I.3 ilustra la cubierta de un generador de tipo perturbación de tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.1.



**Clave**

1 4 orificios ØJ, diámetro Ø K x L

Rugosidad de superficie mecanizada 3,2 µm por todas partes.

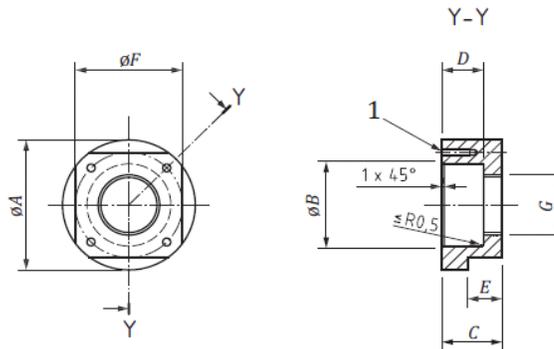
**Figura I. 3-Cubierta para un generador de perturbaciones del tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la en la Tabla 1.1**

**Tabla I. 1-Dimensiones de la cubierta (punto 1) para un generador de tipo perturbación roscado (véase el gráfico I.3)**

DN	A	B (e9 <sup>b</sup> )	C	D	E <sup>b</sup>	F	G	H	J	K	L	M	N
15	52	29,960 29,908	23	15	G 3/4 " B	10	12.5	8.5	4.5	7.5	4	40	23
20	58	35,950 35,888	29	20	G 1 " B	10	12.5	8.5	4.5	7.5	4	46	23
25	63	41,950 41,888	36	25	G 1 1/4 " B	12	14.5	6.5	8.5	9.0	5	52	26
32	76	51,940 51,866	44	32	G 1 1/2 " B	12	16.5	6.5	8.5	9.0	5	64	28
40	82	59,940 59,866	50	40	G 2 " B	13	18.5	6.5	8.5	9.0	5	70	30
50	102	69,940 69,866	62	50	G 2 1/2 " B	13	20.0	8.0	6.5	10.5	6	84	33

a) **NOTA 1:** Ver ISO 286-2.<sup>[2]</sup>  
 b) **NOTA 2:** Ver ISO 228-1.<sup>[1]</sup>

La figura I.4 muestra el cuerpo de un generador de perturbaciones del tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.2.



**Clave**

1 4 orificios ØH x J profundo. Rosca de grifo K x L

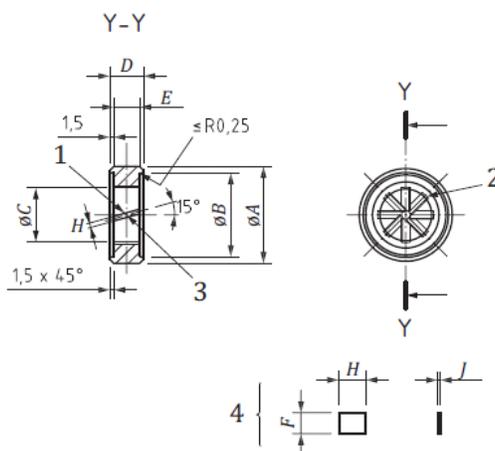
Rugosidad de superficie mecanizada 3,2 µm por todas partes.

**Figura I.4-Cuerpo de un generador de perturbaciones del tipo roscado con las dimensiones establecidas en la Tabla I.2**

**Tabla I. 2-Dimensiones para el cuerpo de un generador de perturbaciones (artículo 2) del tipo roscado (ver Figura I.4)**

DN	A	B (H9 <sup>h</sup> )	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
15	52	30,052 30,000	23,5	15,5	15	46	G 3/4 " B	3,3	16	M4	12	40
20	58	36,062 36,000	26,0	18,0	15	46	G 1 " B	3,3	16	M4	12	46
25	63	42,062 42,000	30,5	20,5	20	55	G 1 1/4 " B	4,2	18	M5	14	52
32	76	52,074 52,000	35,0	24,0	20	65	G 1 1/2 " B	4,2	18	M5	14	64
40	82	60,074 60,000	41,0	28,0	25	75	G 2 " B	4,2	18	M5	14	70
50	102	70,074 70,000	47,0	33,0	25	90	G 2 1/2 " B	5,0	24	M6	20	84
a	Ver ISO 286-2 <sup>[2]</sup>											

La figura I.5 ilustra el generador de perturbación de un generador de perturbación de tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.3.



#### Clave

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | 8 ranuras equidistantes para localizar las cuchillas | 3 | profundidad de ranura en el centro, 0,76 |
| 2 | localizar las cuchillas en las ranuras y soldadura   | 4 | Detalle de la cuchilla                   |

Rugosidad de superficie mecanizada 3,2  $\mu\text{m}$  por todas partes.

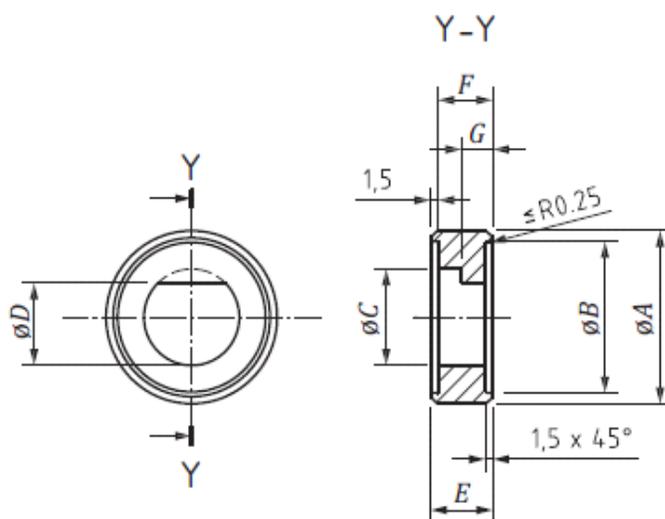
**Figura I.5-Generador de perturbación para un generador de perturbaciones del tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.3**

**Tabla I. 3-Dimensiones para el generador de perturbación de un generador de perturbaciones (artículo 3) del tipo roscado (ver Figura I.5)**

DN	A (d10 <sup>a</sup> )	B	C	D	E	F	G	H	J
15	29,935 29,851	25	15	10.5	7.5	6,05	76	0,57 0,52	0.50
20	35,920 35,820	31	20	13.0	10.0	7,72	10.2	0,57 0,52	0.50
25	41,920 41,820	38	25	15.5	12.5	9.38	12.7	0,82 0,77	0.75
32	51,900 51,780	46	32	19.0	16,0	11,72	16.4	0,82 0,77	0.75
40	59,900 59,780	52	40	23.0	20.0	14.38	20.5	0,82 0,77	0.75
50	69,900 69,780	64	50	28.0	25.0	17,72	25.5	1,57 1,52	1.50

a Ver ISO 286-2<sup>[2]</sup>

La figura I.6 ilustra el perturbador de flujo de un generador de perturbación de tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.4.



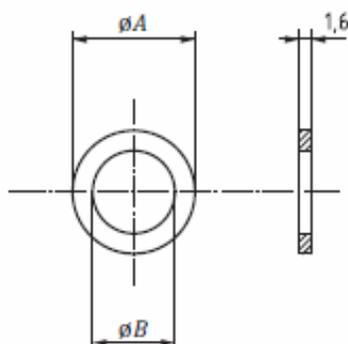
**Figura I. 6-Perturbador de flujo para un generador de perturbaciones del tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.4**

**Tabla I. 4-Dimensiones para el perturbador de flujo de un generador de perturbaciones (artículo 4) del tipo roscado (ver Figura I.4)**

DN	A (d10 <sup>a</sup> )	B	C	D	E	F	G
15	29,935 29,851	25	15	13,125	10.5	7.5	7.5
20	35,920 35,820	31	20	17,500	13.0	10.0	5.0
25	41,920 41,820	38	25	21,875	15.5	12.5	6.0
32	51,900 51,780	46	32	28,000	19.0	16,0	6.0
40	59,900 59,780	52	40	35,000	23.0	20.0	6.0
50	69,900 69,780	64	50	43,750	28.0	25.0	6.0

a Ver ISO 286-2<sup>[2]</sup>

La figura I.7 ilustra el empaque de un generador de perturbaciones de tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.5.

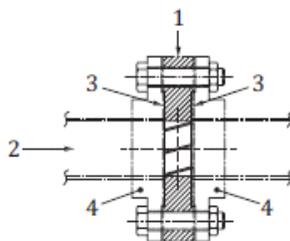


**Figura I. 7-Cubierta para un generador de perturbaciones del tipo roscado, con las dimensiones establecidas en la Tabla 1.5**

**Tabla I. 5-Dimensiones para el empaque de un generador de perturbaciones (artículo 5) del tipo roscado (ver Figura I.7)**

DN	A	B
15	24.5	15.5
20	30.5	20.5
25	37.5	25.5
32	45.5	32.5
40	51.5	40.5
50	63.5	50.5

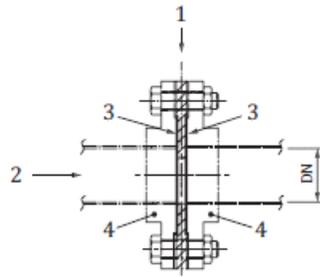
La figura I.8 muestra una disposición de unidades de generador de perturbación para un generador de perturbación de tipo oblea.



Clave Artículo	Descripción	Cantidad	Material
1	generador de perturbación	1	Acero inoxidable
2	flujo	-	-
3	empaque	2	fibra
4	longitud recta con brida (ISO 7005-2 <sup>[3]</sup> o ISO 70053 <sup>[4]</sup> )	4	Acero inoxidable

**Figura I.8-Generadores de perturbación de tipo oblea-Disposición de las unidades generadoras de perturbación: perturbador de tipo 1-Remolino generador sinistrorsal; perturbador de tipo 2-Remolino generador dextrorsal**

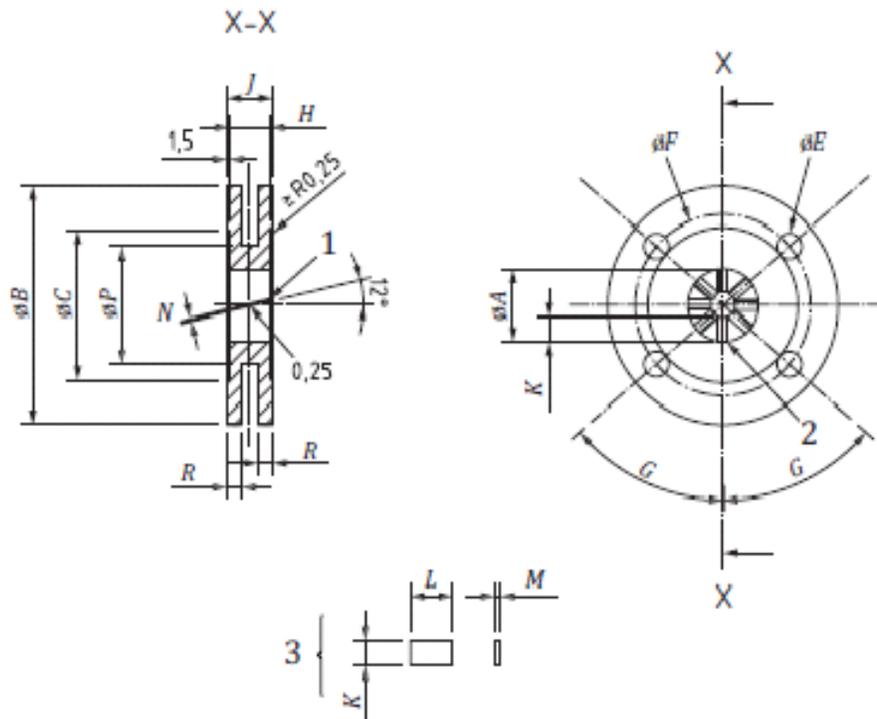
La figura I.9 muestra una disposición de unidades de perturbación del perfil de velocidad para un generador de perturbación de tipo oblea.



Clave				
Artículo	Descripción	Cantidad	Material	
1	perturbador de flujo	1	Acero inoxidable	
2	flujo	-	-	
3	empaques	2	fibra	
4	longitud recta con brida (ISO 7005-2 <sup>[3]</sup> or ISO 7005- 3 <sup>[4]</sup> )	4	Acero inoxidable	

**Figura I. 9-Generador de perturbaciones del tipo oblea-Disposición de las unidades de alteración del perfil de velocidad: Perturbador de tipo 3-Perturbador del caudal de perfil**

La figura I.10 ilustra el generador de perturbación de un generador de perturbación de tipo oblea, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.6.



Clave

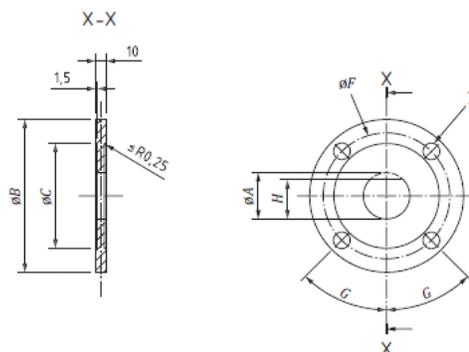
1	8 ranuras equidistantes para localizar las cuchillas	2	cuchillas para fijarse en (soldadura)	3	Detalle de la cuchilla
---	--	---	---------------------------------------	---	------------------------

**Figura I.10-Generador de perturbación para un generador de perturbaciones del tipo oblea, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.6**

**Tabla I.6-Dimensiones para el generador de perturbación de un generador de perturbaciones (artículo 3) del tipo oblea (ver Figura I.10)**

DN	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R
50	50	165	104	4	18	125	45	25	28	16.9	25.5	1,5	1.57 1.52	-	-
65	65	185	124	4	18	145	45	33	36	21.9	33,4	1,5	1.57 1.52	-	-
80	80	200	139	8	18	160	22 1/2	40	43	26.9	40,6	1,5	1.57 1.52	-	-
100	100	220	159	8	18	180	22 1/2	50	53	33,6	50.8	1,5	1.57 1.52	-	-
125	125	250	189	8	18	210	22 1/2	63	66	41,9	64,1	1,5	1.57 1.52	-	-
150	150	285	214	8	22	240	22 1/2	75	78	50,3	76,1	3,0	3.07 3.02	195	22
200	200	340	269	8	22	295	22 1/2	100	103	66,9	101,6	3,0	3.07 3.02	245	24
250	250	395	324	12	22	350	15	125	128	83,6	127,2	3,0	3.07 3.02	295	26
300	300	445	374	12	22	400	15	150	153	100,3	152,7	3,0	3.07 3.02	345	28
400	400	565	482	16	27	515	11 1/4	200	203	133,6	203,8	3,0	3.07 3.02	445	30
500	500	670	587	20	27	620	9	250	253	166,9	255,0	3,0	3.07 3.02	545	32
600	600	780	687	20	30	725	9	300	308	200,3	306,1	3,0	3.07 3.02	645	34
800	800	1015	912	24	33	950	7 1/2	400	403	266,9	408,3	3,0	3.07 3.02	845	36

La figura I.11 ilustra el perturbador de flujo de un generador de perturbación de tipo oblea, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.7.



**Clave**

1 D orificios de  $\varnothing E$

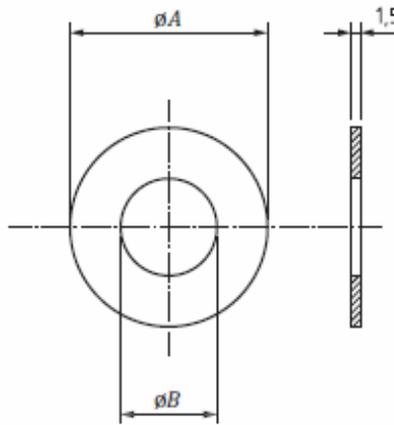
Tolerancia de superficie mecanizada 3,2  $\mu\text{m}$  por todas partes.

**Figura I.11 Perturbador de flujo de un generador de perturbación de tipo oblea, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.7.**

**Tabla I. 7-Dimensiones para el perturbador de flujo de un generador de perturbaciones (artículo 2) del tipo oblea (ver Figura I.11)**

DN	A	B	C	D	E	F	G °	H
50	50	165	104	4	18	125	45	43,8
65	65	185	124	4	18	145	45	56,9
80	80	200	139	8	18	160	22 1/2	70,0
100	100	220	159	8	18	180	22 1/2	87,5
125	125	250	189	8	18	210	22 1/2	109,4
150	150	285	214	8	22	240	22 1/2	131,3
200	200	340	269	8	22	295	22 1/2	175,0
250	250	395	324	12	22	350	15	218,8
300	300	445	374	12	22	400	15	262,5
400	400	565	482	16	27	515	11 1/4	350,0
500	500	670	587	20	27	620	9	437,5
600	600	780	687	20	30	725	9	525,0
800	800	1015	912	24	33	950	7 1/2	700,0

La figura I.12 ilustra el empaque de un generador de perturbación de tipo oblea, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.8.

**Figura I.12-Empaque de un generador de perturbación de tipo oblea, con las dimensiones establecidas en la Tabla I.8.****Tabla I. 8-Dimensiones para el empaque de un generador de perturbaciones (artículo 5) del tipo oblea (ver Figura I.12)**

DN	A	B
50	103,5	50,5
65	123,5	65,5
80	138,5	80,5
100	158,5	100,5
125	188,5	125,5
150	213,5	150,5
200	268,5	200,5
250	323,5	250,5
300	373,5	300,5
400	481,5	400,5
500	586,5	500,5
600	686,5	600,5
800	911,5	800,5

#### 14. Bibliografía

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992 y sus reformas.
- Ley Federal de Protección al Consumidor, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1992 y sus reformas.
- Reglamento de la Ley Federal de Protección del Consumidor, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de agosto de 2006 y sus reformas
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999 y sus reformas.
- NMX-Z-013-SCFI-2015, "Guía para la estructuración y redacción de normas", declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de noviembre de 2015 y su Aclaración publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de junio de 2016.
- Lista de instrumentos de medición cuya verificación inicial, periódica o extraordinaria es obligatoria, así como las normas aplicables para efectuarla. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de abril de 2018.
- ISO 228-1, Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads-Part 1: Dimensions, tolerances and designation.
- ISO 286-2, Geometrical product specifications (GPS)-ISO code system for tolerances on linear sizes-Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts.
- ISO 7005-2, Metallic flanges-Part 2: Cast iron flanges.
- ISO 7005-3, Metallic flanges-Part 3: Copper alloy and composite flanges.
- IEC 60068-3-1, Environmental testing-Part 3-1: Supporting documentation and guidance-Cold and dry heat tests.
- OIML B 3:2003, OIML Certificate system for measuring instruments.
- Wagner W., & P russ A. The IAPWS formulation 1995 for the thermodynamic properties of ordinary water substance for general and scientific use. J. Phys. Chem. Ref. Data. 2 002, 31 pp. 387-535.
- Wagenbreth H ., & B lanke W. Die Dichte des Wassers im International en Einheitensystem und in der Internationalen Praktischen Temperaturskala von 1968 [The density of water in the International System of Units and the International Practical Temperature Scale of 1968]. PTB Mitteilungen 1971, 81, pp. 412-415 Bettin H.F., & Spieweck F Die Dichte des Wassers als Funktion der Temperatur nach Einführung der Internationalen Temperaturskala von 1990 [The density of water as a function of temperature after the introduction of the International Temperature Scale of 1990]. PTB Mitteilungen. 1990, 100 pp. 195-196.
- Patterson J.C., & Morris E.C. Measurement of absolute water density, 1 °C to 40 °C. Metrologia.1994, 31 pp. 277-288.
- Tanaka M., Girard G., Davis R ., P euto A ., Bignell N. Recommended table for the density of water between 0 °C and 40 °C based on recent experimental reports. Metrologia. 2 001, 38 pp. 301-309.
- ISO 5167-1:2003, Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full-Part 1: General principles and requirements.
- IEC 60068-1, Environmental testing-Part 1: General and guidance.

#### TRANSITORIOS

**Primero:** La presente Norma Oficial Mexicana, una vez que sea publicada como Norma definitiva, en el Diario Oficial de la Federación, entrará en vigor a los 60 días naturales siguientes.

**Segundo:** Una vez que entren en vigor las Normas Oficiales Mexicanas NOM-012-SCFI-2017 en sus cinco partes como Normas definitivas, cancelarán a la "NOM-012-SCFI-1994, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-Medidores para agua potable fría-Especificaciones (esta Norma cancela a la NOM-012-SCFI-1993)".

Ciudad de México, a 28 de agosto de 2017.- El Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Secretaría de Economía, **Alberto Ulises Esteban Marina**.-  
Rúbrica.

