

# PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Julio ■ 2012



EDITADO POR EL INSTITUTO  
MEXICANO DEL CEMENTO Y  
DEL CONCRETO, A.C.



Tubos de concreto  
presforzado sin  
cilindro de acero para  
conducción y  
distribución de agua  
a presión,  
**especificaciones  
y métodos  
de ensayo.**

*Primera parte*

# 59

SECCIÓN  
COLECCIONABLE

## Tubos de concreto presforzado sin cilindro de acero para conducción y distribución de agua a presión, especificaciones y métodos de ensayo.

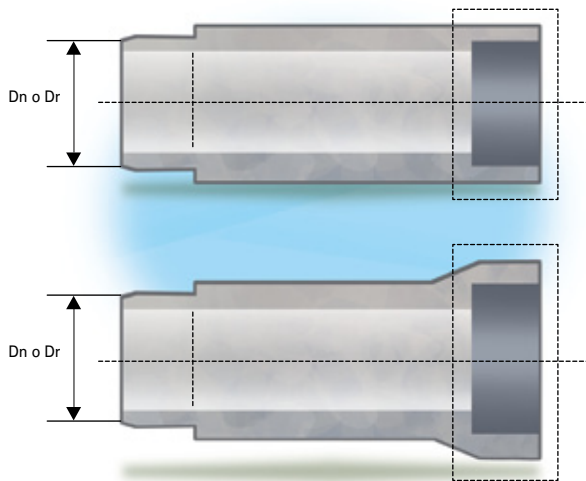
### Primera parte

**E**n este resumen se presenta la Norma Mexicana NMX-C-252-ONNCCE-2011. El lector puede aprovechar la información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, este texto no reemplaza al estudio indispensable de la Norma. Es importante hacer notar que las figuras que se presentan son esquemáticas, por lo que únicamente tienen un carácter ilustrativo.

### Objetivo

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones y métodos de ensayo a cumplir por los tubos de concreto presforzado sin cilindro de lámina de acero que cuentan con junta hermética y que se utilizan en la conducción y distribución de agua a presión.

**Figura 1:** Diámetro nominal ( $D_n$ ), o Diámetro real ( $D_r$ ).



### Campo de aplicación

Esta Norma aplica a los tubos de concreto presforzado sin cilindro de lámina de acero, de diámetros nominales de 762 mm, para resistir presiones de hasta 2 MPa (20 kg/cm<sup>2</sup> o 200 mca), tanto de fabricación nacional como de importación, que se comercialicen en territorio nacional.

### Definiciones

Para los efectos de esta Norma se establecieron las siguientes definiciones:

**Absorción de agua en el concreto:** Es el incremento porcentual (%) respecto de la masa seca inicial de un material sólido como resultado de la penetración del agua en sus poros permeables hasta llenarlos.

**Anillo de hule:** Es un elemento de hule natural y/o sintético que se usa como empaque hermético y flexible en las juntas o uniones de las tuberías para lograr su hermeticidad.

**Cargas externas:** Todas las cargas –vivas y muertas– aplicadas en el exterior de la tubería después de su instalación.

**Cargas muertas:** Son la masa (peso) de la tubería; la masa del agua y todas las cargas estáticas que actúan sobre la tubería después de su instalación, incluyendo las cargas de relleno.

**Cargas vivas:** Son todas las cargas móviles que actúan exteriormente en la tubería después de su instalación.

**Concreto presforzado:** Es el concreto hidráulico al cual se le aplica una fuerza de compresión que produce esfuerzos internos de magnitud y distribución tales, que los esfuerzos resultantes de las cargas (de servicio) se contrarrestan hasta un nivel deseado.

**Condiciones normales de operación:** Son las condiciones de servicio a las que se somete la tubería durante su vida útil. Dichas condiciones deben considerar: presión de trabajo, cargas muertas y cargas vivas.

**Diámetro interno real (Dr):** Es el diámetro interno efectivo del tubo indicado en los documentos del fabricante.

**Diámetro nominal (Dn):** Es el diámetro interior del tubo con el que se designa o se conoce comercialmente (Fig. 1).

**Hermeticidad:** Características de una red de conductos de no permitir el paso del agua a través de sus juntas.

**Junta hermética:** Es la unión entre tubos para asegurar la hermeticidad mediante un anillo de hule, considerando un espacio entre espiga y campana o caja y espiga, según sea el caso, de acuerdo con las especificaciones de diseño de cada fabricante (Fig. 2).

**Medida mca:** metro columna de agua.

**Presión de diseño:** Es la presión de trabajo, más las cargas de sobrepresión (transitorias), a la que se somete el tubo.

**Presión de trabajo:** Es la presión interna a la que se somete el tubo o porción de tubería establecida por el gradiente hidráulico sin incluir sobrepresiones, o la presión estática especificada. Esta presión es determinada por el cliente de acuerdo con sus requerimientos.

**Sistema de calidad:** Es el conjunto de actividades y requisitos mutuamente relacionados o que interactúan para dirigir y controlar a una empresa para el cumplimiento de esta norma mexicana.

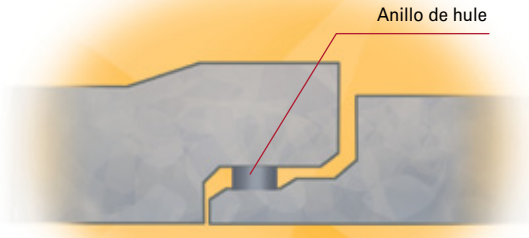
**Sobrepresión:** Es la sobrecarga interna de presión de corta duración causada por cambios repentinos en la velocidad del fluido.

**Teoría de los esfuerzos combinados:** Es aquella que se aplica al cálculo estructural de la tubería bajo las condiciones de servicio impuestas para la concurrencia de presiones internas, sobrepresiones internas –debidas a golpes de ariete u otras ondas de choque– y externas, tales como cargas muertas de relleno, teniendo en cuenta las condiciones de instalación (zanja o terraplén), cargas vivas e impacto.

**Tubo presforzado:** Es aquel que se obtiene cuando el concreto del tubo primario, o núcleo, alcanza suficiente resistencia a la compresión, se le enrolla el acero de presfuerzo transversal y se reviste finalmente de concreto o mortero.

**Tubo primario o núcleo:** Es aquel constituido por un cilindro de concreto, el cual contiene el acero de presfuerzo longitudinal que se obtiene por centrifugación o colado vertical, al cual después se le coloca el acero de presfuerzo transversal y se reviste finalmente de concreto o mortero.

**Figura 2: Junta hermética.**



### **Especificaciones:**

Los tubos de concreto presforzado –sin cilindro de acero– para conducción y distribución de agua a presión, deben satisfacer todas las especificaciones de esta norma.

### **Dimensiones**

**Longitud:** Los tubos deben tener una longitud útil no menor a 4,000 mm y no mayor de 8,000 mm, con una tolerancia de  $\pm 12$  mm (Fig. 3).

**Diámetro nominal:** Los diámetros nominales deben ser de 762 mm; 900 mm; 1,000 mm; 1,200 mm; 1,400 mm; 1,500 mm; 1,800 mm; 2,100 mm; 2,300 mm; 2,500 mm y 2,750 mm. Cabe decir que se pueden fabricar tubos de diámetros y presiones superiores a los indicados, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de la presente norma.

**Diámetro real:** El diámetro interno real establecido por el fabricante no puede variar del nominal en los valores establecidos en la presente norma.

### **Acabado:**

Los tubos deben estar libres de defectos, tales como fracturas o superficies rugosas en su interior; los extremos de los tubos deben de ser perpendiculares a su eje longitudinal. En su acabado exterior, el tubo terminado no debe tener fisuras mayores de 0,3 mm de abertura en una longitud continua de 300 mm., esto se debe verificar visualmente.

### **Resistencia a la presión hidrostática:**

Al someterse a una presión hidrostática igual al 140% de la presión de trabajo especificada, los tubos no deben presentar fugas o filtraciones.

### **Absorción de agua en el revestimiento:**

El revestimiento no debe tener una absorción de agua mayor al 10%.

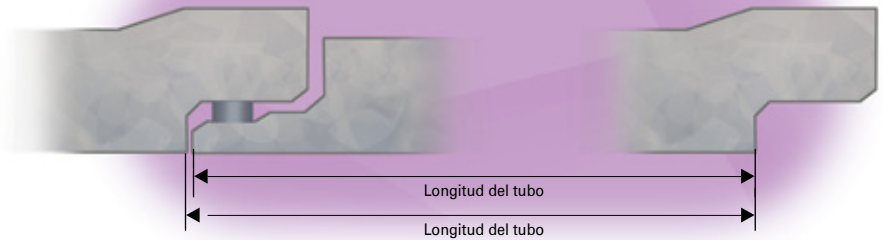
### **Permeabilidad:**

La permeabilidad máxima permitida en el concreto de revestimiento es de 0.15 cm/hora.

### **Anillo de hule:**

Los anillos de hule utilizados en las juntas de los tubos de concreto preesforzados, sin cilindro de acero para conducción y distribución de agua a presión, deben cumplir con las especificaciones indicadas en la norma mexicana NMX-C-112-ONNCCE para anillos clasificados como tipo III. El fabricante –o el proveedor de los tubos– debe suministrar los anillos de hule necesarios para las juntas correspondientes a la cantidad total de tubos suministrados. Esto se verifica mediante certificado de producto, emitido por un

**Figura 3: Longitud del tubo.**



organismo de certificación acreditado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, o por informes emitidos por un laboratorio acreditado en los términos de esta Ley. La frecuencia de muestreo debe estar establecida en los documentos del sistema de calidad del proceso de manufactura del fabricante y debe corresponder a los lotes recibidos.

### **Muestreo**

#### **Procedimiento de muestreo para evaluación de la conformidad:**

La absorción de la muestra se realiza una vez que el producto ha sido terminado y ubicado en el almacén. Este procedimiento debe hacerse para verificar que los tubos de concreto presforzado, sin cilindro de acero para conducción y distribución de agua a presión, cumplan con las especificaciones establecidas en la presente norma o, si se requiere, para efecto de certificación del producto por un organismo de certificación acreditado y aprobado. En el caso del muestreo, éste debe ser aleatorio, por duplicado. En el momento del muestreo se debe contar con al menos 75% de los diámetros y grados solicitados para la certificación.

Las probetas de la muestra testigo (duplicado) quedan al resguardo del fabricante; una vez que finalice el proceso de certificación, el solicitante les puede dar el uso que mejor convenga. Este duplicado sólo se puede utilizar en forma completa si falla en el ensaye algún tubo, de acuerdo con lo establecido en esta norma. Eventualmente, algún tubo puede ser repuesto de esta muestra por daño durante su traslado o manejo, incluso por el mismo laboratorio, debiendo mediar la aprobación por escrito del organismo certificador.

#### **Tamaño de la muestra:**

El tamaño de la muestra consiste en 15 tubos.

#### **Manejo y traslado de las muestras:**

El traslado de la muestra (15 tubos) se debe efectuar en condiciones adecuadas de acuerdo con los procedimientos o instrucciones del solicitante.

#### **Secuencia de los ensayos:**

La secuencia de los ensayos se debe realizar de acuerdo con lo descrito en la presente norma.

#### **Métodos de ensayo**

##### **Dimensiones**

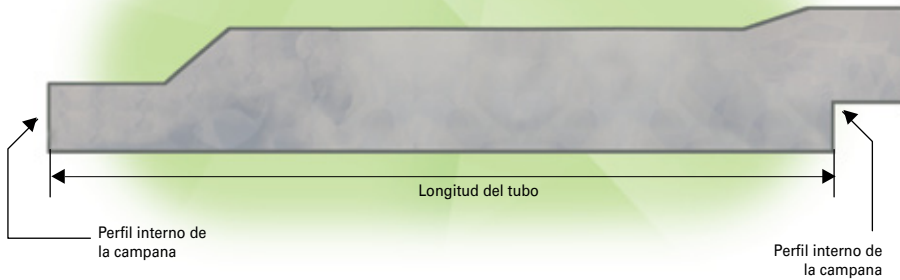
##### **Longitud interna del tubo**

**Equipo:** Flexómetro.

#### **Preparación y acondicionamiento de la probeta:**

La longitud debe ser determinada directamente en los tubos. Para evitar errores en la medición deben eliminarse las rebabas de los perfiles.

Figura 4: Longitud interna.

**Procedimiento:**

Medir la longitud directamente sobre los tubos. También, hay que tomar dos medidas diametralmente opuestas en el sentido del acero de presfuerzo y en sentido de las manecillas del reloj. Colocar el flexómetro en el perfil interno de la campana hacia el perfil de la espiga. (Fig. 4).

**Cálculo y expresión de los resultados:**

Determinar el promedio de las dos lecturas, las mediciones se toman con aproximación de 1 mm. Los resultados obtenidos deben cumplir con lo indicado en esta Norma.

**Aceptación del ensayo:**

El informe del ensayo debe indicar al menos lo siguiente:

- Resultado del ensayo, el cual debe encontrarse dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.
- Identificación de la muestra.
- Fecha de fabricación.
- Fecha de ensayo.
- Equipo utilizado.
- Nombre y firma de quien realiza el ensayo.
- Nombre y firma de quien aprueba.

**Diámetro interno real**

**Equipo:** Micrómetro para interiores u otro dispositivo de medición, el cual debe tener el alcance necesario para determinar el diámetro de los tubos.

**Preparación y acondicionamiento de las probetas:**

Al verificar que el interior de los tubos esté libre de material suelto en los puntos en donde se realicen las mediciones, el diámetro debe ser medido de forma directa sobre los tubos.

**Condiciones ambientales:**

Las que prevalezcan en el lugar en donde se realizan los ensayos.

**Procedimiento:**

Tomar dos mediciones (una en el eje horizontal y otra en el eje vertical).

**Informe del ensayo:**

El informe del ensayo debe indicar, al menos, los siguientes datos:

- Identificación de la muestra.
- Fecha de fabricación.
- Fecha del ensayo.
- Equipo utilizado.
- Resultado obtenido del ensayo.
- Nombre y firma de quien realiza el ensayo.
- Nombre y firma de quien aprueba.

**Resistencia a la presión hidrostática****Equipo y material:**

- Tapones o cabezales herméticos para los extremos del tubo a ensayar. Estos cabezales deben ser giratorios para permitir una inspección adecuada.
- Bomba de agua para llenado (baja presión).
- Bomba de agua para aplicar presión.
- Manómetro de capacidad apropiada para la presión a la que es sometido el tubo.
- Cronómetro, o reloj con segundo.
- Agua (de preferencia no potable).

**Preparación y acondicionamiento de las probetas:**

Los tubos a ensayar se deben cerrar en sus dos extremos por medio de los tapones o cabezales. Los tapones o cabezales se deben de fijar de tal modo que el tubo no sufra daños en sus extremidades.

**Procedimiento:**

Se debe inyectar agua al tubo hasta expulsar todo el aire por la llave de purga. Cerrar la llave de purga y accionar la bomba de presión. Finalmente, hay que aumentar la presión manteniéndola por un tiempo no menor de tres minutos.

**Expresión de los resultados:**

La humedad que puede aparecer en la superficie exterior del tubo en forma de manchas, pero sin llegar a gotear, no deben considerarse como fugas.

**Aceptación del ensayo:**

El resultado obtenido debe cumplir con lo establecido en esta norma sin presentar fugas en las paredes de los tubos.

**Informe del ensayo:**

El informe del ensayo debe indicar, por lo menos, lo que sigue:

- Fecha de fabricación del tubo.
- Fecha del ensayo.
- Equipo utilizado.
- Resultado obtenido del ensayo.
- Nombre y firma de quien realiza el ensayo.
- Nombre y firma de quien aprueba.

**Absorción de agua:**

**Reactivos:** Agua destilada o potable.

**Equipo:**

- Estufa eléctrica. con ventilación y regulador de temperatura.
- Balanza. con capacidad mínima de 2 kg.
- Recipientes para mantener sumergidas las probetas en agua en ebullición.

### Procedencia, identificación y número de probetas:

El mínimo de probetas para verificar este ensayo deben ser tres, tomadas una de cada extremo y otra más del centro; cada una de las muestras deben identificarse con el mismo número de tubo e indicando la parte de la cual proceden. Cuando se requiera ensayar el concreto del núcleo, las muestras deben proceder directamente de tubos utilizados en alguno de los ensayos destructivos, y extraídas por algún medio mecánico.

### Preparación de la probeta:

Cada muestra debe tener una superficie de 100 cm<sup>2</sup> a 150 cm<sup>2</sup> y una masa mínima de 1,000 g, debe estar libre de grietas visibles y representar el espesor completo del revestimiento.

Las probetas no deben contener fragmentos de acero.

### Secado y pesado de las probetas:

Secar las probetas en una estufa con ventilación, hasta que dos pesadas sucesivas con intervalo de no menos de 6 h muestren una diferencia en peso no mayor del 0,10% del último peso de la probeta secada en la estufa. Hay que enfriar las probetas en un desecador y pesarlas de inmediato con una aproximación de 1g.

### Inmersión y hervido de las probetas:

Colocar las probetas en un recipiente adecuado, dentro de las 24 h posteriores al secado y pesado; el recipiente debe contener agua destilada o potable y a una temperatura de 283°K a 297°K (10°C a 24°C). Calentar el agua hasta ebullición en un tiempo no menor de 1 h ni mayor de 2 h. No se debe aplicar vapor directo al agua para disminuir el periodo de pre-ebullición hasta completar por lo menos la hora de calentamiento. Se continúa la ebullición durante 5 h, se apaga la fuente de calor y se dejan enfriar las probetas en el agua hasta la temperatura ambiente, lo cual se logra en no menos de 14 h, ni en más de 24 h.

### Pesado de las probetas saturadas:

Sacar las probetas enfriadas, dejándolas escurrir por un minuto. Quitar el agua superficial, secando las probetas con una tela o papel absorbentes, pesar de inmediato en la balanza.

### Cálculos y resultados:

Se considera como absorción de agua, la diferencia entre el peso de la probeta hervida y su peso seco, y se expresa como porcentaje del peso seco. **C**

### Bibliografía:

NOM- 008-SCFI Sistema General de Unidades de Medida.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 2002, México.  
NMX-B-018 Varillas corrugadas y lisas, de acero, procedentes de riel para refuerzo de concreto, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1988, México.  
NMX-B-072-CANACERO Industria Siderúrgica Varilla Corrugada de acero, grado 60, laminada en frío para refuerzo de concreto-Especificaciones y Métodos de prueba alambre

corrugado de acero, laminado en frío para refuerzo de concreto, Cámara Nacional del Hierro y del Acero, 2006, México.

NMX-B-253-CANACERO Industria Siderúrgica-Alambre de acero liso o corrugado para refuerzo de concreto-Especificaciones y Métodos de Prueba, Cámara Nacional del Hierro y del Acero, 2006, México.

NMX-B-294 Industria Siderúrgica-Varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, procedentes de lingote palanquilla, para refuerzo de concreto. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1986, México.

NMX-C-122-ONNCCE Industria de la Construcción-Agua para concreto-Especificaciones, ONNCCE, 2004, México.

NMX-C-155-ONNCCE Industria de la Construcción-Concreto-Concreto hidráulico industrializado-Especificaciones, ONNCCE, 2004, México.

NMX-C-407-ONNCCE Industria de la construcción-Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto-Especificaciones y Métodos de Prueba, ONNCCE, 2001, México.

UNE-EN642 Tubos de presión de hormigón pretensado, con y sin camisa de chapa, incluyendo juntas, accesorios y prescripciones particulares relativas al acero de pretensar para tubos, AENOR, 1995, Unión Europea.

ASTM-A-227/A227M Standard Specification for Steel Wire, Cold-Drawn for Mechanical Springs, ASTM International, 2006 (2011), Estados Unidos.

ASTM-A-414/A 414M Standard Specification for Steel, Sheet, Carbon, for Pressure Vessels, ASTM, International, 2007, Estados Unidos.

ASTM-A-421/A 421M Standard Specification for Uncoated Stress-Relieved Steel Wire for Prestressed Concrete, ASTM International, 2005, Estados Unidos.

ASTM-A-496/A 496M Standard Specification for Steel Wire, Deformed for Concrete Reinforcement-ASTM International, 2007, Estados Unidos.

ASTM-A-615/A 615M Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement, ASTM International, 2009b, Estados Unidos.

ACI-214 Practice for evaluation for compression test results of field concrete, American Concrete Institute, 1989, Estados Unidos.

AWWA-C-301 Prestressed Concrete Pressure Pipe, Steel-Cylinder Type, for Water and Other Liquids, American Water Works Association, 2007, Estados Unidos.

### Referencias:

Esta norma se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes:

NMX-B-290-CANACERO Industria siderúrgica -Malla electrosoldada de acero liso o corrugado para refuerzo de Concreto-Especificaciones y métodos de prueba.

NMX-B-293 Alambre sin recubrimiento, relevado de esfuerzos, para usarse en concreto presforzado.

NMX-C-083 Industria de la Construcción-Concreto-Determinación de la resistencia a la compresión de Cilindros de concreto-Método de prueba.

NMX-C-111-ONNCCE Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Especificaciones y Métodos de prueba.

NMX-122-ONNCCE Industria de la Construcción-Agua para concreto-Especificaciones.

NMX-C-160 ONNCCE Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.

NMX-C-180-ONNCCE Industria de la Construcción-Cementos hidráulicos -Determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis de cementantes hidráulicos por medio de barras de mortero.

NMX-C-265-ONNCCE Industria de la Construcción-Agregados para concreto hidráulico-Examen petrográfico-Método de prueba.

NMX-C-271 -ONNCCE Industria de la Construcción-Agregados para concreto-Determinación de la reactividad Potencial (Método químico).

NMX-C-272- ONNCCE Industria de la Construcción-Agregados-Reactividad potencial de rocas de carbonatos en agregados para concreto con los álcalis (Método del cilindro de roca).

NMX-C-412 -ONNCCE Industria de la Construcción-Anillos de hule empleados como empaque en las juntas de tuberías y elementos de concreto para drenaje en los sistemas de alcantarillado hermético.

NMX-C-414 -ONNCCE Industria de la Construcción-Cementos hidráulicos -Especificaciones y métodos de ensayo.

**Nota:** Tomado de la Norma Mexicana NMX-C-252-ONNCCE-2011. Industria de la Construcción. Tubos de Concreto Preesforzado sin Cilindro de Acero para Conducción y Distribución de Agua a Presión. Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: [normas@mail.onncce.org.mx](mailto:normas@mail.onncce.org.mx), o al teléfono 5663 2950, de México, DF.