

NMX-O-167-SCFI-2001**REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA EL USO EFICIENTE
DEL AGUA Y LA ENERGÍA EN SISTEMAS DE RIEGO
PRESURIZADO****SPECIFICATIONS TO BE REQUIRED IN PRESSURIZED
IRRIGATION SYSTEMS TO OPTIMIZE THE WATER AND
ENERGY****0 INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, el Gobierno Federal ha estado promoviendo la instalación de sistemas de riego presurizado con el propósito de optimizar los insumos agrícolas como el agua, lo que es de suma importancia ante su limitada, costosa e incierta disponibilidad y maximizar los rendimientos, así como mejorar la calidad de los productos sin causar un desequilibrio ambiental.

Sin embargo, nada garantiza que la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego presurizado sea óptima. Entre las causas de desperdicio de agua están las fugas y la falta de uniformidad del riego, ambas debidas a un inadecuado diseño e instalación, lo cual a su vez se debe a aspectos mecánicos e hidráulicos de los componentes y equipos que lo integran. Por otro lado el desperdicio de la energía se debe a la utilización de equipos de bombeo inadecuados y de baja eficiencia.

De ahí la necesidad de la de contar con una norma que permita constatar que los requisitos mínimos comprobables en campo que tienen que ver, directa o indirectamente, con el ahorro de agua y la energía del sistema de riego, se cumplen, necesidad ahora más apremiante por los citados programas que la actual administración está llevando a cabo.

Así, esta norma pretende ser un complemento de la norma de servicio ya aprobada "*Especificaciones para proveedores de servicios relativos a sistemas de riego presurizado*", en el sentido de que la norma de referencia sería la norma del sistema de calidad del proveedor del servicio, mientras ésta la norma del "producto" que aquél ofrece, es decir, el servicio de diseño, instalación y asesoría sobre sistemas de riego presurizado.

Por otro lado, es conveniente mencionar que ésta es una norma de transición, esto es, una norma que pretende satisfacer una necesidad en tanto no existan las normas



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

específicas de sistemas de riego y sus componentes utilizados, esto es, tuberías de compuertas, aspersores, goteros, etc. Una vez que estas normas sean elaboradas y aprobadas, la utilidad de la presente pierde su razón de ser, ya que los interesados, sean instancias públicas o los propios productores usuarios, deben requerir que sus sistemas sean diseñados conforme a aquellas normas y, lo que es más importante, que los equipos utilizados estén certificados con base en las normas de calidad correspondientes a cada uno de ellos.

1 OBJETIVO

Esta norma mexicana establece los requisitos técnicos mínimos que debe cumplir en su funcionamiento un sistema de riego presurizado nuevo.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana se limita a las especificaciones mínimas exigibles que pueden ser verificadas en campo y aplica para la entrega-recepción de los sistemas de riego presurizado que se instalen en la República Mexicana.

3 REFERENCIAS

La presente norma se complementa con las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes:

- | | |
|---------------------|---|
| NOM-006-ENER-1995 | Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación - Límites y método de prueba, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de noviembre de 1995. |
| NOM-012-SCFI-1994 | Medición de flujo en conductos cerrados de sistemas hidráulicos - Medidores de agua potable fría – Especificaciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de octubre de 1997. |
| NMX-E-225-SCFI-1999 | Requisitos mecánicos y funcionales de cintas de goteo para su instalación y operación en campo – Especificaciones y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1999. |
| NMX-E-227-SCFI-1999 | Industria del plástico - Tubería de PVC - Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante para la conducción de agua para riego a baja presión - |



Especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de abril de 1999.

NMX-O-166-SCFI-1999 Aspersores giratorios por impacto para sistemas de riego por aspersión – Especificaciones y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 2000.

4 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

4.1 Área de influencia

Área mojada por un aspersor o rociador en la lateral de un pivote central durante un giro de 360° (ver figura 3).

4.2 Certificado

Documento expedido por un organismo de certificación en el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas, lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacional e internacional.

4.3 Gasto de diseño

Volumen de agua descargado por unidad de tiempo a la presión nominal reportada por el fabricante.

4.4 Lámina horaria

Altura del agua aplicada en una hora.

4.5 Lateral de riego o regante

Tubería que conduce y suministra el agua a los emisores.

4.6 Presión de proyecto o diseño



Presión del agua dentro del intervalo de presiones efectivas de trabajo declaradas por el proveedor para funcionamiento del sistema de riego.

4.7 Presión de prueba

Es la presión de referencia declarada por el proveedor para funcionamiento del sistema.

4.8 Presión máxima de trabajo

La mayor presión de trabajo declarada por el fabricante.

4.9 Presión nominal

Presión declarada por el fabricante para llegar al gasto nominal.

4.10 Proveedor

Es la persona física o moral que puede tener, de acuerdo a lo definido en los términos del contrato usuario-proveedor, la responsabilidad de la prestación del servicio de diseño, selección, acopio y suministro de los elementos, instalación, pruebas de arranque, capacitación y asesoría posventa de un sistema de riego presurizado.

4.11 Punto de emisión

Orificio desde el cual el agua sale del sistema de forma controlada.

4.12 Secundaria

Tubería que conduce el agua desde una principal hacia las laterales o regantes.

4.13 Sistema de riego presurizado

Conjunto de elementos que se emplean para abastecer, conducir, controlar y distribuir el agua a presión hasta los puntos de emisión y aplicarla de acuerdo al método de riego seleccionado.

4.14 Subunidad o sección de riego

Conjunto de tuberías y accesorios que conducen y distribuyen el agua suministrada a las plantas desde un mismo punto de control hasta los emisores.

4.15 Verificación

Confirmación del cumplimiento de los requisitos especificados, mediante el examen y aporte de evidencia objetiva.

5 CLASIFICACIÓN

Los sistemas de riego presurizado, para propósitos de esta norma, se pueden clasificar en forma general de acuerdo al método de aplicación del agua a los suelos y cultivos durante sus diversas etapas de desarrollo, en los siguientes:

- Entubado con compuertas;
- Aspersión;
- Microaspersión, y
- Goteo.

6 ESPECIFICACIONES

6.1 Generales

6.1.1 Presión hidrostática y hermeticidad

El sistema debe ser hermético, de tal manera que el volumen de agua que se le adicione al sistema para mantener la presión de prueba no sea mayor que 1 ml/min/km(de tubería)/mm de diámetro nominal de la tubería, cuando se prueba de acuerdo a lo indicado en el inciso 8.4 de esta norma.

6.1.2 Medidores de agua

Los medidores de agua deben cumplir con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-012-SCFI (ver 3 Referencias).

6.1.3 Eficiencia del sistema motor-bomba

La eficiencia del sistema motor-bomba debe cumplir con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-006-ENER (ver 3 Referencias).

6.2 Variación de la descarga (gasto) de los emisores

6.2.1 Con respecto a la descarga (gasto) de diseño

La variación en la descarga (gasto) media de los emisores debe ser máximo de 10 % del gasto de diseño del emisor, de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$\left| \frac{Q_d - Q_m}{Q_d} \right| \leq 0,1$$

donde:

Q_m es la descarga (gasto) media de la muestra de emisores, y
 Q_d es la descarga (gasto) de diseño.

6.2.2 Entre la descarga (gasto) máxima y la mínima

La variación entre el gasto mínimo y el máximo en una subunidad o, en su caso, de una lateral, no debe ser mayor de 12 % y se expresa de la siguiente forma:

$$\frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{min}} \times 100 \leq 12\%$$

Para la lámina horaria en pivote central, la ecuación anterior cambia a:

$$\frac{L_{max} - L_{min}}{L_{min}} \times 100 \leq 12\%$$

El método de prueba para esta especificación es el indicado en el inciso 8.5 de esta norma.

NOTA 1.- En sistemas con tuberías con compuertas con aspersores tipo cañón o con esquineros de pivote central no aplica esta especificación.

Cada proveedor del servicio de diseño e instalación de sistemas de riego debe ser evaluado al menos en uno de sus sistemas instalados y en todas las especificaciones indicadas en esta norma.

8 MÉTODOS DE PRUEBA

8.1 Condiciones de la prueba

Todas las pruebas deben realizarse a la temperatura ambiente, siempre y cuando ésta no exceda de 60°C o sea menor de 5°C.

El agua utilizada para la prueba debe ser filtrada con la abertura nominal recomendada por el fabricante. De lo contrario, ésta debe ser como máximo el 10 % del tamaño del orificio mínimo de los emisores instalados.

8.2 Precisión de los equipos de medición de prueba

La presión del agua debe medirse con un error que no exceda del 5 % de su valor real, y durante la prueba ésta no debe variar en más del 5 %.

El gasto debe medirse con un error que no exceda del 1 % de su valor real.

8.3 Generales

8.3.1 Medidores de agua

Solicite al proveedor un certificado con base en la norma oficial mexicana NOM-012-SCFI (ver 3 Referencias), otorgado por un organismo de certificación acreditado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

8.3.2 Especificaciones eléctricas

Se debe requerir al proveedor un certificado con base en la norma oficial mexicana NOM-006-ENER (ver 3 Referencias) otorgado por un organismo certificador acreditado de acuerdo a lo indicado en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

8.4 Presión hidrostática y hermeticidad

8.4.1 Aparatos y equipo

- Manómetro con una división mínima de escala de al menos 5 % de la presión de prueba;
- Recipiente y matraz graduado en ml;



- Cronómetro graduado en centésimas de min, y
- Recipiente graduado de 200 l.

8.4.2 Procedimiento

Llene de agua el sistema asegurándose de que no quede aire atrapado en ninguna parte de él y de que no existe ninguna válvula o salida que permita el escape de agua.

Se deben cerrar todas las válvulas derivadoras hacia los laterales o regantes, de tal manera que esta prueba sólo se realice sin esta parte del sistema.

Para variar la presión de prueba y sustituir el agua fugada instale una bomba manual de desplazamiento positivo después del medidor (ver figura 1).

Aumente gradualmente la presión durante 10 s como mínimo, hasta alcanzar 1,2 veces la presión de trabajo máxima y manténgala durante una hora.

Inmediatamente después de haber verificado el sistema de acuerdo al inciso 6.1.1, aumente la presión gradualmente hasta una y medio veces la presión de trabajo máxima y manténgala durante 30 min, y vuélvala a verificar de acuerdo al mismo inciso.

Mida el volumen de agua fugado y compárelo con el permitido, según la siguiente ecuación:

$$V \leq t \sum_{i=1}^m l_i dn_i$$

donde:

- V es el volumen de agua fugado en ml;
- t es el tiempo (min);
- l es la longitud tubería (km);
- dn es el diámetro nominal tubería (mm), y
- m es el número de tramos de diferente diámetro.

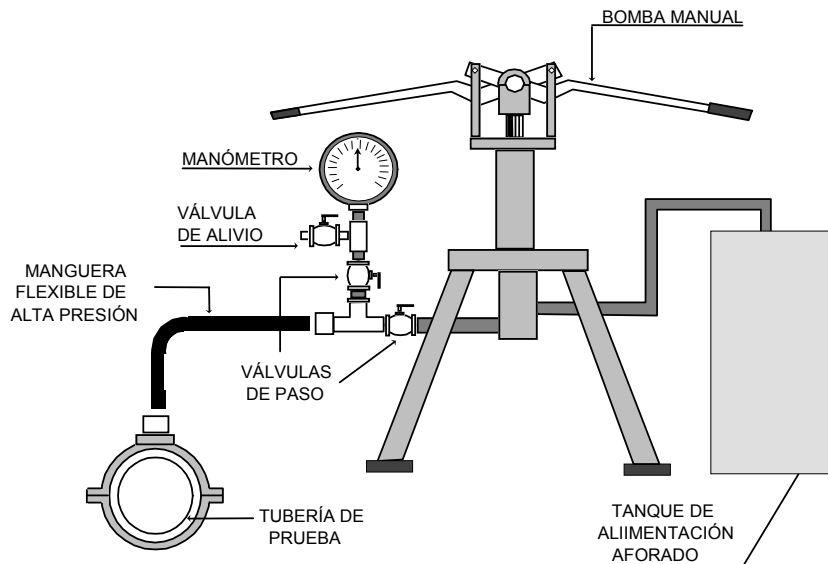
NOTA 2.- Se debe considerar la suma de los productos de cada tramo de tubería para los diferentes diámetros y longitudes.

NOTA 3.- Este método es una adaptación de la norma técnica CNA- NT- V- OC- 001- Línea de conducción de agua potable - Prueba hidrostática -1998. Para mayor información acerca del equipo, el purgado, la fase de expansión de



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

la tubería de PEAD y el volumen a ser desplazado, consultar el inciso 9.17 del capítulo de Bibliografía.



Se debe instalar una válvula de no-retorno en el lugar apropiado para evitar retroflujos.

FIGURA 1.- Equipo para efectuar la prueba de hermeticidad

8.5 Variación en la descarga (gasto) de los emisores

8.5.1 Aparatos y equipo

- Manómetro con una división mínima de al menos 5 % de la presión de prueba;
- Probeta o matraz graduado en ml, y
- Cronómetro graduado en centésimas de min.

8.5.2 Toma de muestra

La toma de la muestra de emisores se hace con base en el número de emisores por subunidad, según la tabla siguiente:

Numero de emisores por subunidad	Emisores muestreados
0 - 64	4
64 - 3 000	16
Mayor de 3 000	64

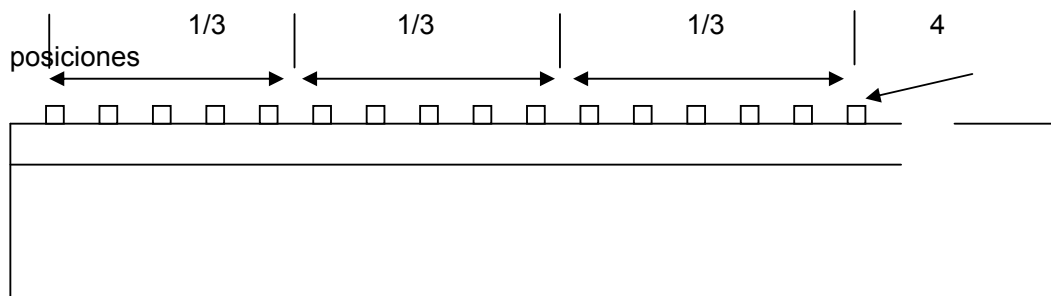


SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

8.5.3 Procedimiento

8.5.3.1 Sistemas presurizados con subunidades

- a) Se selecciona una subunidad o sección de riego que sea representativa en un 75 % del conjunto del sistema y otra, cuando se crea conveniente, que esté en las condiciones más difíciles (laterales, regantes, secundarias o distribuidoras más largas, en contra pendiente o con pendientes mayores del 5 %).
- b) En cada una de estas subunidades o secciones, se eligen cuatro laterales o regantes, de tal forma que una sea la más cercana a la secundaria o distribuidora; otra, la más alejada y otras dos situadas a un tercio y dos tercios de la longitud que separe a las dos primeras (ver figura 2).
- c) En cada uno de estos laterales o regantes se seleccionan cuatro posiciones de emisores: la primera, la más cercana al punto de alimentación del lateral; la última, la más alejada; y, entre ambas, las situadas a un tercio y dos tercios de la separación entre las dos primeras (ver figura 2).
- d) Si el número de emisores a muestrear es de 64, en cada una de las posiciones indicados anteriormente (16 posiciones) se toman 4 emisores adyacentes y de esta forma se completan los 64 deseados.
- e) Se pone a funcionar el sistema de acuerdo con las condiciones normales de manejo indicadas en el manual de operación del mismo.
- f) Las lecturas de las descargas de los emisores deben ser tomadas como mínimo tres minutos después de haber leído la presión de la prueba y ésta no debe variar en $\pm 5\%$ de la presión establecida para la misma.
- g) Durante al menos 30 s, se recoge en un recipiente el agua que sale por los emisores; estos volúmenes se miden mediante un recipiente y un matraz debidamente calibrados y se anota el resultado individualizado en un formato preparado para tal efecto. Se aforan los emisores y los resultados se anotan en un formato preparado para tal efecto.





SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

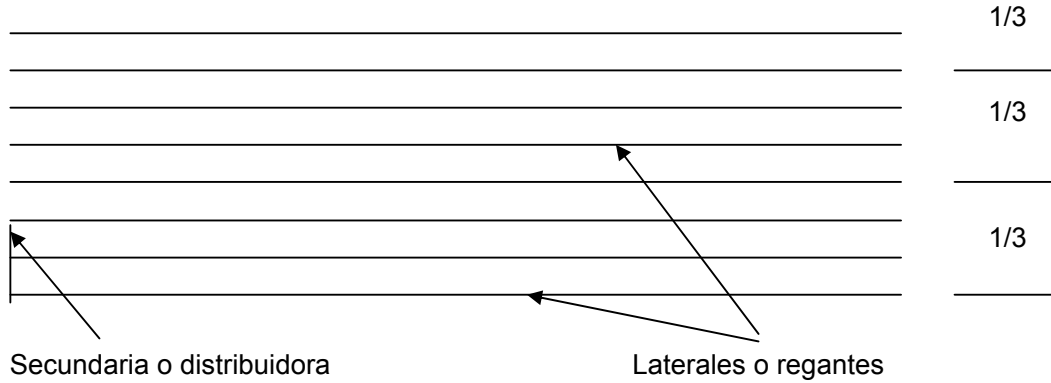


FIGURA 2.- Elección de los emisores a probar en una subunidad o sección de riego

- h) Con los valores medidos, obtener la descarga media y luego la variación de ésta con respecto a la de diseño, por medio de las siguientes ecuaciones:

$$Q_m = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots Q_n}{n}$$

donde:

Q_m es la descarga (gasto) media de la muestra de emisores;
 Q_n es la descarga (gasto) de cada uno de los emisores de la muestra, y
 n es el número de emisores de la muestra.

NOTA 4.- Esta es una adaptación del método utilizado por Merriam y Keller (ver 9 Bibliografía).

- i) Para el caso de los valores máximo y mínimo, calcularlos de acuerdo a lo siguiente:

$$Q_{min} = \bar{Q}_{min} \ 25\%$$
$$Q_{max} = \bar{Q}_{max} \ 5\%$$

donde:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

Q min _{25%} es el promedio del 25 % de las lecturas mínimas, y
Q max _{5%} es el promedio del 5 % de las lecturas máximas.

8.5.3.2 Sistemas que funcionan a partir de una lateral

Este tipo de sistemas son los de aspersión móvil, tubería rodante (side-roll), pivote central, avance frontal y sus derivados.

- Se determina el número de muestras según lo indicado en el inciso 8.5.2.
- La numeración de los aspersores se inicia con 1 hasta el número total de aspersores en la lateral.
- Con base al número de muestras, se divide el total de aspersores entre el número de muestras menos uno y se determina el intervalo entre muestras.
- Se aforan los emisores seleccionados con un procedimiento apropiado para el gasto del aspersor.
- Teniendo el número de emisores a lo largo del lateral donde se realizan las pruebas de variación de descarga, se toma una manguera de diámetro amplio, de tal forma que entre perfectamente en el aspersor o rociador, cerciorándose de que no se tenga ninguna fuga por algún lado; dicha manguera debe descargar en un recipiente de donde se obtiene el gasto en un determinado tiempo, que puede variar desde 30 s hasta 1 min.
- Se ordenan los resultados de mayor a menor y se determina el gasto máximo y el mínimo, a saber:

$$Q_{min} = \bar{Q}_{min} \text{ }_{25\%}$$

$$Q_{max} = \bar{Q}_{max} \text{ }_{5\%}$$

- En el caso de pivote central, el procedimiento se modifica por área de influencia, la cual se debe calcular de la siguiente manera:

$$A_i = \frac{\pi}{4} \left[\left[\frac{d_i + d_{i+1}}{2} \right]^2 - \left[\frac{d_i + d_{di-1}}{2} \right]^2 \right], i = 1 \dots n$$

donde:

A_i es el área de influencia;



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

- n es el número de emisores de la lateral;
 d_i es el diámetro del i-ésimo emisor;
 d_{i+1} es el diámetro del (i+1)ésimo emisor, y
 d_{i-1} es el diámetro del (i-1)ésimo emisor.
- h) Teniendo el gasto de cada aspersor (Q_i) y el área de influencia de cada aspersor (A_i), se puede obtener entonces una lámina horaria para cada una de las muestras obtenidas.
- i) Se ordenan los resultados de mayor a menor y se determinan las láminas horaria mínima y máxima, a saber:

$$L_{min} = \bar{L}_{min} 25\%$$

$$L_{max} = \bar{L}_{max} 5\%$$



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

NMX-O-167-SCFI-2001
14/16

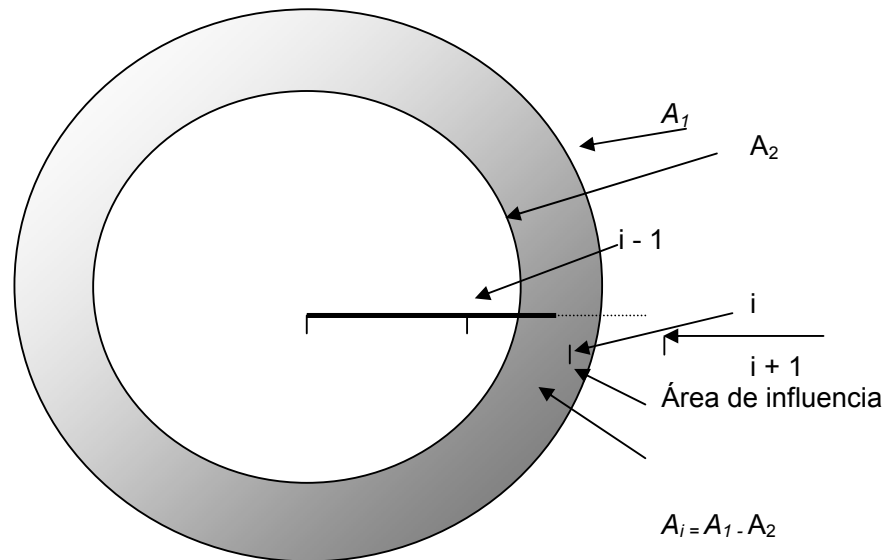


FIGURA 3.- Área de influencia

9 BIBLIOGRAFÍA

- 9.1 Ley Federal sobre metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de julio de 1992.
- 9.2 NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1993.

- 9.3 ISO 7714:1995 Agricultural irrigation equipment - Volumetric valves - General requirements and test methods.
- 9.4 ISO 7749-1:1995 Agricultural irrigation equipment - Rotating sprinklers - Part 1: Design and operational requirements.
- 9.5 ISO 7749-2:1990 Irrigation equipment - Rotating sprinklers - Part 2: Uniformity of distribution and test methods.
- 9.6 ISO 8026:1995 Agricultural irrigation equipment - Irrigation sprayers - General requirements and test methods.
- 9.7 ISO 9260:1991 Agricultural irrigation equipment - Emitters - Specification and test methods.
- 9.8 ISO 9261:1991 Agricultural irrigation equipment - Emmitting-pipe systems - Specifications and test methods.
- 9.9 ISO 9635:1990 Irrigation equipment - Hydraulically operated irrigation valves.
- 9.10 ISO 9911:1993 Agricultural irrigation equipment - Manually operated small plastics valves.
- 9.11 ISO 9952:1993 Agricultural irrigation equipment - Check valves.
- 9.12 ISO 10522:1993 Agricultural irrigation equipment - Direct-acting pressure-regulating valves.
- 9.13 ISO 11545:1995 Agricultural irrigation equipment – Centre-pivot and moving lateral irrigation machines with sprayer or sprinkler nozzles – Determination of uniformity of water distribution.
- 9.14 ASAE EP485 94 Field evaluation of microirrigation systems.
- 9.15 ASAE EP405.1 96 Design and installation of microirrigation systems.
- 9.16 CATI, Irrigation Systems and Water Application Efficiencies, Irrigation Notes No. 880104, EEUU, 1988.
- 9.17 CNA, CNA-NT-V-OC 001, Línea de conducción de agua potable, Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas, SGT, CNA, 1998, México.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA
DGN

NMX-O-167-SCFI-2001
16/16

9.18 FAO, La agricultura de riego en México, Documento Técnico No. 8, 1994, México.

9.19 IMTA, Determinación de la eficiencia del funcionamiento de sistemas de riego por bombeo, UE-9203, IMTA-CNA-SARH, Jiutepec, Mor., 1992, México.

10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

**MÉXICO D.F., A
EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.**

MIGUEL AGUILAR ROMO

JADS/AFO/DLR/MRG.

NMX-O-167-SCFI-2001

**REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA EL USO EFICIENTE
DEL AGUA Y LA ENERGÍA EN SISTEMAS DE RIEGO
PRESURIZADO**

**SPECIFICATIONS TO BE REQUIRED IN PRESSURIZED
IRRIGATION SYSTEMS TO OPTIMIZE THE WATER AND
ENERGY**



PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- AMANCO MÉXICO, S.A. DE C.V.
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE RIEGO, A.C.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE USUARIOS DE RIEGO, A.C.
- CENTRO NACIONAL DE LA CALIDAD DEL PLÁSTICO, S.C.
- CERTIFICACIÓN MEXICANA, A.C.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
Subdirección General de Operación;
Subdirección General Técnica.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE SISTEMAS Y EQUIPO DE RIEGO
- GRUPO TECNOREIN, A.C.
- PLÁSTICOS, REX, S.A. DE C.V.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
Dirección General de Agricultura;
Fideicomiso de Riego Compartido.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje – Coordinación de Tecnología Hidráulica.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo		Página
0	Introducción	1
1	Objetivo	2
2	Campo de aplicación	2
3	Referencias	2
4	Definiciones	3
5	Clasificación	5
6	Especificaciones	5
7	Verificación	7
8	Métodos de pruebas	7
9	Bibliografía	14
10	Concordancia con normas internacionales	16