



**SE**

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-166/3-SCFI-2021

# **SECRETARÍA DE ECONOMÍA**

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## **PROYECTO DE NORMA MEXICANA**

**PROY-NMX-AA-166/3-SCFI-2021**

**ESTACIONES METEOROLÓGICAS, CLIMATOLÓGICAS  
E HIDROLÓGICAS. PARTE 3: CONDICIONES DE  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

*WEATHER STATIONS, CLIMATOLOGICAL AND  
HYDROLOGICAL. PART 3: OPERATIONAL CONDITIONS  
AND MAINTENANCE*



SINEC 20210524130309508



## **Prefacio**

El adecuado emplazamiento de las estaciones meteorológicas o climatológicas, la colocación de sus instrumentos de medición, así como su adecuado mantenimiento, son de fundamental importancia para la caracterización climatológica o del conocimiento de las condiciones meteorológicas presentes de una región, con lo cual se contará con información representativa, obtenida mediante las observaciones meteorológicas de superficie que se efectúen al nivel del suelo o al nivel del mar, o bien en sus proximidades de la misma.

El presente Proyecto de Norma Mexicana que nos ocupa se regirá conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con base en el Artículo Cuarto Transitorio de la Ley de Infraestructura de la Calidad, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de julio del año 2020.

Por tal razón, la Comisión Nacional del Agua, en el seno del Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT), se ha dado a la tarea de elaborar una serie de normas con las que se pretenden establecer los criterios para el emplazamiento de las estaciones meteorológicas y climatológicas, la exposición de los instrumentos de medición utilizados para medir la magnitud, intensidad, duración y frecuencia de las diferentes variables atmosféricas, y el adecuado mantenimiento.

- AGROASEMEX, S.A.
- Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce (COFUPRO)
- DISIME, S.A. de C.V.
- HIDROMET, S.A. de C.V.
- Ingeniería Geofísica y Sistemas, S.A. de C.V.
- Organización Mexicana de Meteorólogos, A.C. (OMMAC)
- Rossbach de México, S.A. de C.V.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
  - Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
    - Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
    - Subdirección General de Administración del Agua



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-166/3-SCFI-2021

- Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento
- Subdirección General Técnica
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
  - Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático
  - Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
  - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
- Universidad Nacional Autónoma de México
  - Centro de Ciencias de la Atmósfera
  - Instituto de Ecología
  - Instituto de Geofísica



## **Índice del contenido**

	Introducción	1
1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Referencias normativas	1
3	Términos y definiciones	2
4	Criterios, requisitos y especificaciones	6
5	Observancia de este Proyecto de Norma Mexicana	54
6	Vigencia	54
7	Concordancia con Normas Internacionales	54
	Apéndice A(Informativo)Confirmación metrológica de instrumentos de medición e instrumentos de estaciones meteorológicas y climatológicas	55
	Apéndice B(Informativo)Hora del Meridiano de Greenwich	65
	Apéndice C(Informativo)Formatos para observatorios meteorológicos (ESIMES)	67
	Apéndice D(Informativo)Formatos para estaciones automáticas	73
8	Bibliografía	77



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

## Proyecto de Norma Mexicana

### PROY-NMX-AA-166/3-SCFI-2021

#### **Estaciones Meteorológicas, Climatológicas e Hidrológicas. Parte 3: Condiciones de operación y mantenimiento**

*Weather Stations, Climatological and Hydrological. Part 3: Operational conditions and maintenance*

#### **Introducción**

La disposición de información meteorológica representativa de una región es de fundamental importancia para su caracterización climatológica.

Este Proyecto de Norma Mexicana se enfoca a la promoción de acciones específicas que aseguren mantener los estándares de medición de las Estaciones Meteorológicas y climatológicas.

Las observaciones meteorológicas de superficie deben disponer de instrumentos de medición y componentes, los cuales deben ser mantenidos y operados de acuerdo con los lineamientos internacionales, principalmente los publicados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ver 8 Bibliografía.

Por lo anterior, es necesario contar con un instrumento normativo que permita establecer las especificaciones respecto a la operación y mantenimiento de las estaciones meteorológicas y climatológicas, por lo cual es fundamental normalizar los aspectos antes mencionados.

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

Este Proyecto de Norma Mexicana establece las especificaciones técnicas que se deben cumplir en la operación y mantenimiento de los sensores de medición y demás componentes de las estaciones meteorológicas y climatológicas.

Este Proyecto de Norma Mexicana aplica para los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal, Instituciones Educativas y de Investigación, así como a personas físicas y/o morales que operen instrumentos de medición meteorológica en las estaciones meteorológicas y climatológicas de superficie en los Estados Unidos Mexicanos.

#### **2 Referencias normativas**

Para la correcta aplicación del presente Proyecto de Norma Mexicana, se deben consultar las siguientes Normas vigentes o las que las sustituyan:

**ICS: 23.020.01**

**SINEC 20210524130309508**



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

2/78

## 2.1 NOM-008-SCFI-2002

Sistema General de Unidades de Medida, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación el 2002-11-27.

## 2.2 NMX-AA-166/1-SCFI-2013

Estaciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas - Parte 1: Especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales e instrumentos de medición de las estaciones meteorológicas automáticas y convencionales, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación el 2013-09-04.

## 2.3 NMX-AA-166/2-SCFI-2015

Estaciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas. Parte 2: Especificaciones técnicas que deben cumplir el emplazamiento y exposición de los instrumentos de medición de las estaciones meteorológicas automáticas y convencionales, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación el 2015-09-17.

## 3 Términos y definiciones

Para los propósitos de este Proyecto de Norma Mexicana, aplican los términos y definiciones contenidos en las Normas Mexicanas NMX-AA-166/1-SCFI-2013 y NMX-AA-166/2-SCFI-2015 (ver 2.2 y 2.3), y se establecen las siguientes:

### 3.1 calibración

operación que bajo condiciones especificadas establece en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

### 3.2 confirmación metrológica

conjunto de operaciones requeridas para asegurarse de que el equipo de medición es conforme a los requisitos correspondientes a su uso previsto.

### 3.3 electrometeoros

son una manifestación visible o audible de la electricidad atmosférica. Por tanto, se trata de descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por resplandores breves (relámpagos) y por ruidos secos o estruendos sordos (truenos).



### 3.4

#### **equipo de medición**

instrumento de medición, software, patrón de medida, material de referencia o aparato auxiliar, o una combinación de éstos, necesario para llevar a cabo un proceso de medición.

### 3.5

#### **error máximo tolerado (permitido)**

valor extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.

NOTA 1- En general, los términos “errores máximos permitidos” o “límites de error” se utilizan cuando existen dos valores extremos.

NOTA 2- No es conveniente utilizar el término «tolerancia» para designar el “error máximo permitido”.

### 3.6

#### **estación meteorológica automática (EMA)**

sistema autónomo y automático formado por un conjunto de sensores de medición, dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos, montados sobre una estructura de soporte, en donde son distribuidos, orientados y conectados al SAPAD de la estación, con el objetivo de realizar la medición y registro de las variables meteorológicas que imperan en el lugar, y transmitir los datos obtenidos a la oficina central, en donde serán utilizados e ingestados a una base de datos.

### 3.7

#### **estación sinóptica**

equipada con instrumentos que requieren de un operador para medir, registrar y transmitir las observaciones meteorológicas de superficie para generar un reporte sinóptico cada 3 horas los 365 días del año y los transmite mediante mensajes codificados por la vía de comunicación más rápida disponible al Servicio Meteorológico Nacional que le corresponda. Generalmente se les conoce como observatorios meteorológicos.

### 3.8

#### **estación sinóptica meteorológica (ESIME)**

es un conjunto de dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos que realizan mediciones de las variables meteorológicas de manera automática y autónoma. Generan una base de datos y un mensaje sinóptico cada tres horas y se encuentran ubicadas exclusivamente en los observatorios meteorológicos. Los mensajes sinópticos son reportes que se generan simultáneamente en todos los observatorios cada tres horas y presentan información meteorológica de tiempo presente y pasado de manera codificada.



### **3.9 fotometeoros**

son fenómenos luminosos engendrados por la reflexión, refracción, difracción o interferencias de la luz solar o lunar. Cuando estos fenómenos se forman por refracción de la luz del sol, se pueden mostrar colores, mientras que los fenómenos de halo producidos por la luz de la luna son siempre blancos.

### **3.10 hidrometeoros**

son meteoros que consisten en un conjunto de partículas de agua, líquida o sólida, caídas en suspensión en la atmósfera o levantadas de la superficie por el viento o depositadas sobre objetos del suelo o en la atmósfera libre.

### **3.11 incertidumbre**

parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurando.

NOTA 1: El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar (o un múltiplo dado de ella), o la mitad del ancho de un intervalo que tiene un nivel de confianza establecido.

NOTA 2: La incertidumbre de la medición comprende, en general, muchos componentes. Algunos de estos componentes pueden ser evaluados a partir de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y puede caracterizarse por desviaciones estándar experimentales. Los otros componentes, que también pueden caracterizarse por desviaciones estándar, son evaluados a partir de distribuciones de probabilidad supuestas basadas en la experiencia u otra información.

NOTA 3: Se entiende que el resultado de la medición es la mejor estimación del valor del mensurando, y que todos los componentes de incertidumbre, incluidos los derivados de efectos sistemáticos, como los componentes asociados con las correcciones y normas de referencia, contribuyen a la dispersión

### **3.12 instrumento de medición**

es un aparato que se usa para medir las magnitudes físicas de distintos fenómenos, como por ejemplo, con un vernier podemos medir el diámetro exterior de una tuerca. Las características que definen el comportamiento de los instrumentos son las siguientes: exactitud y precisión, error, resolución, sensibilidad, gama y escala, linealidad.

### **3.13 irradiación eritemática**

es el enrojecimiento causado en la piel por la radiación solar.

### **3.14 litometeoros**



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

5/78

es un meteoro que consiste en un conjunto de partículas que, en su mayor parte, son sólidas y no acuosas. Estas partículas están más o menos en suspensión en la atmósfera o son levantadas del suelo por el viento.

### 3.15

#### **magnitud**

atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia que es susceptible de ser diferenciado cualitativamente y determinado cuantitativamente.

### 3.16

#### **MED**

#### **Mínimum erythematic dose dosis eritemática mínima**

es la unidad de energía radiante UV-B ponderada que produce un eritema en la piel tipo 2 (piel clara).

### 3.17

#### **mensaje sinóptico**

es el reporte que se genera simultáneamente en todos los puntos sinópticos cada tres horas, presentan información meteorológica de tiempo presente y pasado de manera codificada.

### 3.18

#### **sensor**

elemento de un sistema de medida directamente afectado por la acción del fenómeno, cuerpo o sustancia portador de la magnitud a medir.

### 3.19

#### **trazabilidad metrológica**

propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

NOTA 1 — En esta definición, la referencia puede ser la definición de una unidad de medida, mediante una realización práctica, un procedimiento de medida que incluya la unidad de medida cuando se trate de una magnitud no ordinal, o un patrón.

NOTA 2 — La trazabilidad metrológica requiere una jerarquía de calibración establecida.

NOTA 3 — La especificación de la referencia debe incluir la fecha en la cual se utilizó dicha referencia, junto con cualquier otra información metrológica relevante sobre la referencia, tal como la fecha en que se haya realizado la primera calibración en la jerarquía.

NOTA 4 — Para mediciones con más de una magnitud de entrada en el modelo de medición, cada valor de entrada debiera ser metrológicamente trazable y la jerarquía de calibración puede tener forma de estructura ramificada o de red. El esfuerzo realizado para establecer la trazabilidad metrológica de cada valor de entrada debería ser en proporción a su contribución relativa al resultado de la medición.

NOTA 5 — La trazabilidad metrológica de un resultado de medida no garantiza por sí misma la adecuación de la incertidumbre de medida a un fin dado, o la ausencia de errores humanos.



NOTA 6 — La comparación entre dos patrones de medida puede considerarse como una calibración si ésta se utiliza para comprobar, y si procede, corregir el valor y la incertidumbre atribuidos a uno de los patrones.

NOTA 7 — La Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios, ILAC (por sus siglas en inglés), máximo organismo internacional de cooperación para laboratorios y unidades de verificación acreditados, integrado por más de 70 países y organismos regionales, considera que los elementos necesarios para confirmar la trazabilidad metrológica son: una cadena de trazabilidad metrológica ininterrumpida a un patrón internacional o a un patrón nacional, una incertidumbre de medida documentada, un procedimiento de medida documentado, una competencia técnica reconocida, la trazabilidad metrológica al SI y los intervalos entre calibraciones.

NOTA 8 - Algunas veces el término abreviado “trazabilidad” se utiliza en lugar de “trazabilidad metrológica” así como para otros conceptos, como trazabilidad de una muestra, de un documento, de un instrumento, de un material, etc., cuando interviene el historial (“traza”) del elemento en cuestión. Por tanto, es preferible utilizar el término completo “trazabilidad metrológica” para evitar confusión.

### **3.20** **verificación**

aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados.

## **4**                    **Criterios, requisitos y especificaciones**

### **4.1**                    **Operación y mantenimiento de instrumentos convencionales en los observatorios meteorológicos**

**4.1.1** El área responsable del observatorio meteorológico debe contar con un procedimiento de evaluación del mismo y registrar en formatos preestablecidos los resultados de dicha evaluación, que contenga, al menos, la comprobación de:

- el estado físico, exterior e interior;
- la operación del equipo, según las especificaciones del fabricante o manuales de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés). Es decir, se debe realizar la comprobación funcional del instrumento, los registros, almacenamiento y transmisión de datos;
- la disponibilidad de consumibles que se encuentran en el observatorio meteorológico. Se debe consultar la lista completa de existencias de consumibles, refacciones y parte que se puedan sustituir de cada uno de los instrumentos.

La frecuencia de las mediciones y los formatos para su registro se deben establecer de acuerdo a los manuales vigentes elaborados por la institución o en su defecto por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La operación de los instrumentos de medición debe funcionar de acuerdo a las especificaciones de operación proporcionados por el fabricante de los mismos y de acuerdo a las recomendaciones establecidas por los manuales vigentes como los que a continuación se mencionan:

- Manual Teórico Práctico del Observador Meteorológico de Superficie, Comisión Nacional del Agua, marzo de 2010, Ciudad de México;



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021  
7/78

- Guía de Prácticas Climatológicas, Organización Meteorológica Mundial, OMM – No 100, Edición 2011. Ginebra, Suiza;
- Prácticas Operativas y de Mantenimiento en Estaciones Climatológicas Convencionales (Manual para el Supervisor) PROMMA/OMM No. 67 – 01;
- Prácticas Operativas y de Mantenimiento en Estaciones Climatológicas Convencionales (Manual para el Operador) PROMMA/OMM No. 67 - 02.

**4.1.2** Los responsables de los observatorios meteorológicos deben desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y los procedimientos particulares correspondientes para cumplir con el objetivo de la red. Este programa tiene que contener por lo menos lo siguiente:

- frecuencia de mantenimiento de los instrumentos de medición; y
- frecuencia de mantenimiento del equipo de apoyo y los procedimientos particulares correspondientes.

El mantenimiento preventivo se debe realizar, al menos, cada 6 meses, uno de ellos antes de la temporada de lluvia.

**4.1.3** Todas las actividades de mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo, que se lleven a cabo se deben registrar en un formato preestablecido y anexarse al expediente del instrumento de medición y/o equipo de soporte, según corresponda.

El expediente del instrumento de medición y/o equipo debe contener, al menos:

- nombre;
- marca;
- modelo;
- número de serie;
- especificaciones técnicas;
- lista de refacciones y consumibles; y
- certificado de calibración, de cambio de ubicación, de modificaciones, entre otros.

## **4.2 Calibración de instrumentos meteorológicos**

Los instrumentos de medición se deben calibrar en un laboratorio de calibración acreditado y aprobado por la Secretaría de Economía, (ver Apéndice A).

**4.2.1** El área responsable de los instrumentos de medición debe elaborar un programa de calibración de instrumentos y equipo de soporte, que incluya lo siguiente:

- características técnicas y especificaciones del instrumento de medición;



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

8/78

- intervalo de verificaciones intermedias, para determinar si el instrumento continúa calibrado. Este intervalo se debe establecer a través del “Procedimiento para verificaciones intermedias para un instrumento de medición”;
- intervalo de calibración por instrumento. Las calibraciones se realizarán con una frecuencia tal que permitan el funcionamiento adecuado del equipo, para cumplir con el objetivo de la red. El intervalo de calibración se tiene que establecer a través del “Procedimiento para la determinación del intervalo de calibración de un instrumento de medición”;
- establecer un registro para el seguimiento de las calibraciones de los instrumentos de referencia con trazabilidad que se utilizarán para la determinación y decisión si un instrumento requiere o no someterse al proceso de calibración;
- lugares y responsables de calibración de los instrumentos de medición.

**4.2.2** Cada instrumento debe tener un sistema de registro desde su instalación y de los servicios que se le hayan realizado hasta la fecha.

**4.2.3** Se debe implementar un formato preestablecido en donde se registren los datos y cálculos de la calibración. Los formatos se deben anexar al expediente del instrumento, según corresponda.

**4.2.4** Para la calibración de los instrumentos de medición se deben utilizar estándares de transferencia, con trazabilidad a materiales de referencia y patrones nacionales mantenidos en el Centro Nacional de Metrología, según aplique, acorde a principios metroológicos que garanticen la comparabilidad de las mediciones a través de la trazabilidad de las medidas.

A falta de patrones nacionales en las magnitudes y/o los intervalos de interés, se permite aplicar lo establecido en el Título Segundo, Capítulo IV del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**4.2.5** Los instrumentos de medición de flujo y volumen, así como los sensores meteorológicos, deben contar con trazabilidad a los patrones mantenidos por el Centro Nacional de Metrología. A falta de patrones nacionales en las magnitudes y/o intervalos de interés, se permite aplicar lo establecido en el Título Segundo, Capítulo IV del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

## **4.3 Control de calidad**

**4.3.1** Los objetivos son:

- proveer datos confiables;
- establecer la trazabilidad de la medición;
- garantizar la rastreabilidad de los datos y registros que se generan;



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

9/78

- establecer la comparabilidad y compatibilidad de los datos; y
- asegurar la representatividad de los datos.

**4.3.2** El área responsable del sistema de control de calidad debe desarrollar un manual que incorpore los procedimientos de la gestión del aseguramiento y control de la calidad.

Los observatorios meteorológicos deben contar con procedimientos y expedientes para el aseguramiento de calidad, que incluyan lo siguiente:

- procedimiento para la selección y adquisición de instrumentos de medición y equipo de soporte;
- procedimiento para la selección y adquisición de suministros y servicios - materiales de referencia; consumibles, refacciones; calibración y mantenimiento;
- procedimientos operativos de cada instrumento de medición y equipo de soporte, los cuales deben contener el método de medición, una descripción detallada de la forma en que se realizan las actividades de medición, calibración y mantenimiento. Su elaboración se tiene que basar en los manuales de mantenimiento y operación de los fabricantes;
- expediente por cada instrumento de medición y equipo de soporte, donde se anexen programas de mantenimiento preventivo y calibración, así como los registros generados en estas actividades.

**4.3.3** Los sistemas de control de calidad deben contar con lo siguiente:

- programa y evidencia de visitas de supervisión;
- verificaciones y ajustes de instrumentos de medición y equipo de soporte;
- reemplazo y abastecimiento de consumibles;
- calibraciones;
- mantenimiento preventivo;
- descarga, almacenamiento y envío de datos;
- cada observatorio meteorológico debe contar con un formato preestablecido donde se registre la cronología de los eventos que ocurran, el cual tiene que permanecer en el sitio. Es necesario que dicho formato incluya lo siguiente:
  1. registro de visitas (fecha, hora, nombre y firma del personal que acude al sitio);
  2. descripción del propósito de la visita al sitio (mantenimiento preventivo y/o correctivo) y del estado del tiempo;
  3. cualquier otro evento atípico; e
  4. información detallada de los instrumentos o equipo periférico que requieran mantenimiento preventivo y/o correctivo.



#### **4.3.4** Control de almacén e inventarios

- se debe contar con un área destinada al almacenamiento de materiales de referencia, consumibles, refacciones, instrumentos de medición y equipo de soporte;
- se debe designar una persona responsable y en su caso un suplente del almacén, quien debe llevar un registro de entrada y salida de materiales de referencia, consumibles, refacciones, instrumentos de medición y equipo de soporte, y deben realizar las requisiciones necesarias para mantenerlo abastecido; y
- se debe contar con al menos los inventarios enlistados a continuación, los cuales se tienen que actualizar anualmente:
  1. de instrumentos de medición;
  2. de equipo de soporte;
  3. de materiales de referencia;
  4. de consumibles; y
  5. de refacciones.

A todos los elementos inventariados se les debe asignar un número único de inventario que se debe adherir al componente en lugar visible para facilitar su rápida identificación y ubicación, siempre y cuando no afecte su desempeño.

#### **4.4 Observación y registro de los parámetros en el observatorio meteorológico**

**4.4.1** El observatorio meteorológico debe operar las 24 horas del día, realizando observaciones medibles y sensoriales cada hora, a excepción de los datos de viento que se tienen que registrar cada 15 minutos. Cada tres horas a las 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 y 21:00 horas UTC, (ver Apéndice B) se debe generar un mensaje sinóptico en tiempo real y codificado de acuerdo al Manual de Código Internacional FM 12-XI Sinop y/o Claves OMM No. 306, que se debe enviar puntualmente al Centro de Acopio del Servicio Meteorológico Nacional, para su difusión nacional e internacional.

Las estaciones meteorológicas automáticas deben enviar las observaciones al Centro de Acopio del Servicio Meteorológico Nacional, mismo que debe tener un módulo que permita recabar, preprocesar, almacenar y recuperar la información a través de medios electrónicos.

La información de las estaciones meteorológicas y climatológicas de superficie se debe registrar conforme a los siguientes términos:



- conservar los registros de los parámetros observados en el observatorio meteorológico, desde su establecimiento, mediante registros documentales del equipo en el formato preestablecido;
- todos los datos que sean almacenados, cuando se refieran a valores diarios, se deben reducir (promediados o totalizados) al término del día climatológico (08:00 horas).

En el Apéndice C se presentan ejemplos de formatos que deben llenar.

#### **4.4.2** Variables que se deben registrar en el observatorio meteorológico:

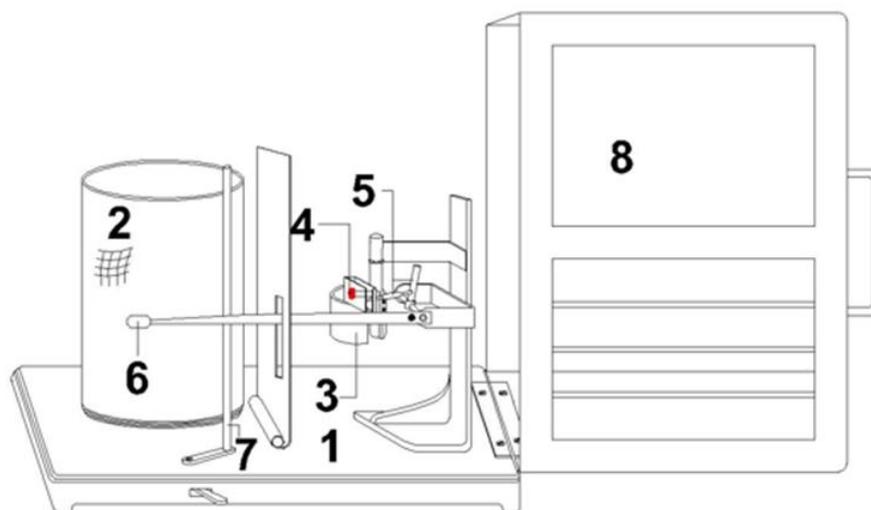
- tiempo presente;
- tiempo pasado;
- dirección y magnitud del viento;
- tipo de nube;
- altura de la base de la nube;
- visibilidad;
- viento;
- temperatura;
- humedad relativa;
- presión atmosférica;
- precipitación;
- capa de nieve;
- insolación;
- radiación solar;
- temperatura del suelo;
- evaporación;
- fenómenos meteorológicos:
  - electrometeoros;
  - fotometeoros;
  - litometeoros;
  - hidrometeoros.

#### **4.5** Especificaciones técnicas para la operación y mantenimiento de los instrumentos utilizados en la medición de los elementos del tiempo y del clima en los observatorios meteorológicos.

##### **4.5.1** Generalidades

El emplazamiento de los instrumentos meteorológicos se debe realizar de acuerdo a lo especificado en la Norma Mexicana NMX-AA-166/2-SCFI-2015 y a las recomendaciones de la Guide to Instruments and Methods of Observation, WMO No. 8.

#### 4.5.2 Descripción general de las partes de un instrumento registrador



**Figura 1 - Termógrafo**

En donde:

- 1 base;
- 2 sistema de relojería con gráfica;
- 3 elemento sensor;
- 4 tornillo de ajuste;
- 5 sistema de transmisión de palancas;
- 6 plumilla;
- 7 poste aparta plumillas;
- 8 cubierta.

NOTA: Todos los instrumentos registradores cuentan en su mayoría con los elementos descritos en la Figura 1, sólo cambia el elemento sensor de acuerdo a la variable que se va a medir y registrar.

#### 4.5.3 Procedimiento general para el cambio de la banda registradora (gráfica) de instrumentos registradores

Para el cambio de la banda registradora (gráfica) de instrumentos registradores se requiere realizar el siguiente procedimiento:

- trasladar y colocar el instrumento en un lugar seguro, en el caso del Pluviógrafo, retirar sólo el sistema de relojería;
- abrir la cubierta del instrumento;
- separar la pluma inscriptora de la banda de registro mediante la palanca de separación de los brazos;
- rotular la banda de registro (gráfica) con la siguiente información:



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

13/78

1. nombre de la estación;
  2. clave internacional (si aplica);
  3. periodo de registro;
  4. denominación de la gráfica, de acuerdo a la variable registrada (por ejemplo, si es de temperatura se debe rotular como termograma);
  5. unidades de medida;
- poner la nueva banda de registro, asegurándose que quede apoyada en la base del tambor en todo su perímetro y bien ajustada al mismo, con el solape entre los extremos de la banda de registro bajo el broche de sujeción;
  - dar cuerda al mecanismo de relojería, hasta el tope, pero sin forzarlo, de acuerdo a los manuales del fabricante; en el caso de sistemas de relojería electrónicos cambiar la batería cada seis meses;
  - poner el instrumento a la hora, girando en última instancia el tambor en sentido al de las manecillas del reloj antes de soportarlo completamente con los engranes, para evitar que se dañe el sistema de relojería;
  - colocar la(s) plumilla(s) inscriptora(s) hasta que apoye(n) sobre la banda de registro (gráfica) después de haber colocado el instrumento registrador en la garita meteorológica;
  - cambiar la(s) plumilla(s) inscriptora(s) cuando su trazo empieza a atenuarse. Retirla(s) con cuidado del brazo tras haberla(s) separado del tambor, así como retirar el protector de la(s) punta(s) de la(s) nueva(s) plumilla(s) y colocarla(s) en el brazo inscriptor;
  - comprobar que el primer valor inscrito en la banda registradora sea igual al valor obtenido de los instrumentos de lectura directa correspondiente a cada variable.

#### 4.5.4 Precipitación

##### 4.5.4.1 Instrumentos de medición

- Pluviómetro;
- Pluviógrafo.

##### 4.5.4.2 Unidad de medida

La precipitación se debe indicar en milímetros (mm).

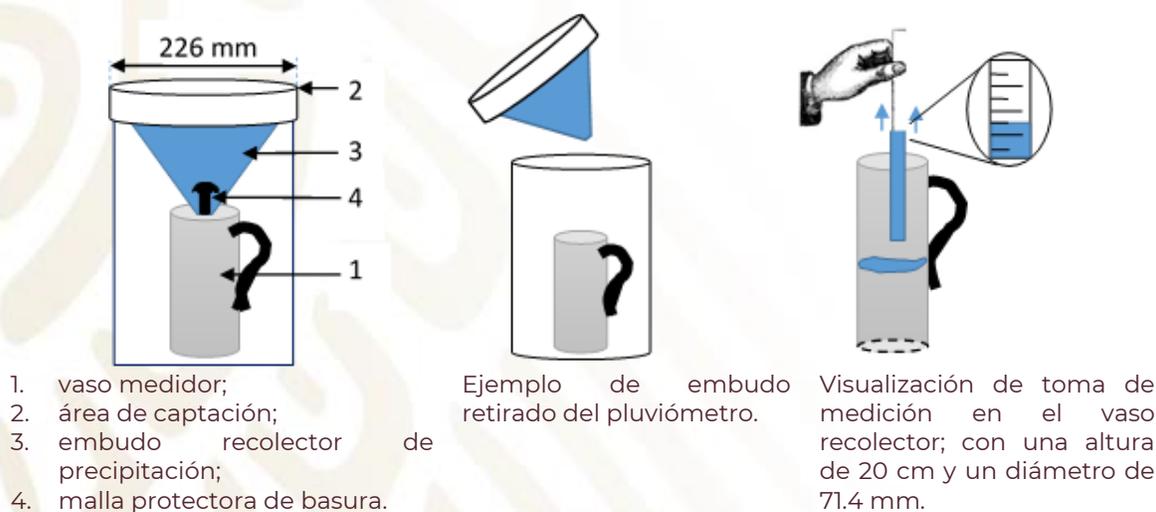
##### 4.5.4.3 Pluviómetro convencional

###### 4.5.4.3.1 Operación y puesta a punto

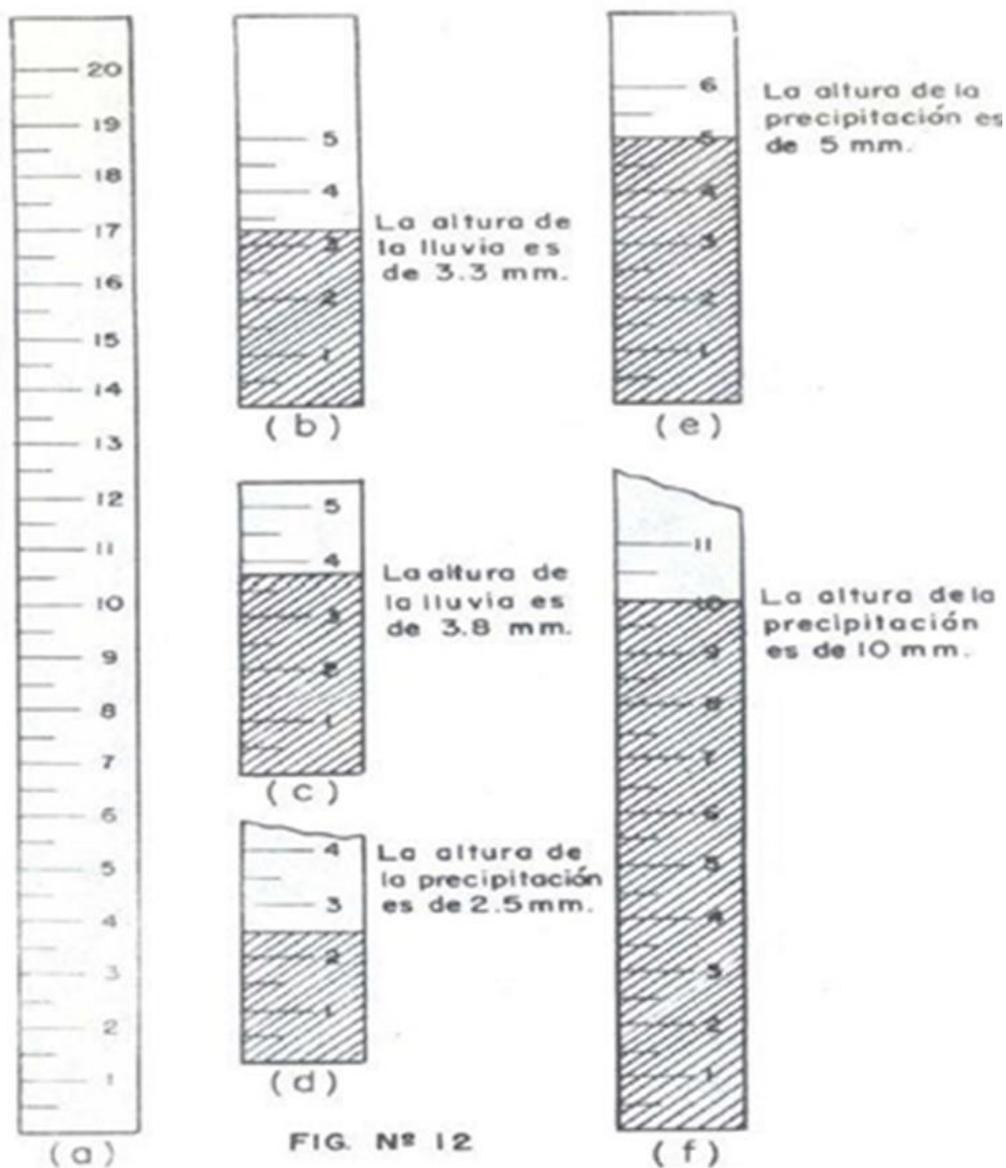
- la observación se debe hacer midiendo la altura del agua recogida en un recipiente de tamaño conocido, con una regla de madera o una probeta graduada. Para una mayor precisión, la probeta se debe mantener en posición vertical durante la lectura para evitar errores de paralaje;

- el procedimiento para realizar la medición de la precipitación mediante el pluviómetro se debe realizar de la siguiente manera:
  1. se retira el embudo receptor;
  2. se saca el vaso medidor cuidando no derramar nada del agua que está en su interior. Se coloca el vaso medidor sobre la superficie horizontal;
  3. se introduce la regla de madera verticalmente en el vaso medidor. Hasta que llegue al fondo;
  4. se retira la regla y se observa hasta qué graduación llegó la parte mojada;
  5. se hace la anotación de la precipitación de la regla;
  6. finalmente, se retira el agua del vaso medidor;
  7. se colocan nuevamente las piezas en su lugar para que puedan registrar la próxima precipitación;
- cuando en una precipitación abundante el vaso medidor se desborda, la precipitación se debe medir repetidamente en las mismas condiciones que las expresadas anteriormente, recordando que el vaso medidor tiene una altura definida por el fabricante, éste se debe volver a llenar con el agua que se derramó en el depósito colector y contar las veces que se llena el vaso colector cuantas veces sea necesario, hasta que el último que no se llene se realiza la lectura con la regla (punto 2 al 6) y la suma de las mediciones es el total de precipitación; una vez retirada el agua el vaso medidor (punto 7).

En la siguiente figura se muestra un pluviómetro básico.



**Figura 2 Pluviómetro básico**



- a) Elemento de medición (regla);
- b, c, d) Medición con fracciones (décimos);
- e, f) Medición en enteros

NOTA: La lectura de la regla se debe interpretar que cada centímetro equivale a un milímetro de precipitación (lamina de lluvia).

**Figura 3 Ejemplo de Medición con un Pluviómetro básico**



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

16/78

#### 4.5.4.3.2 Mantenimiento preventivo de un pluviómetro

- comprobar que el depósito y el embudo estén a nivel horizontal y vertical, respectivamente; comprobar, al menos con un nivel de tres gotas, que esté correctamente nivelado horizontal y verticalmente;
- comprobar que el pluviómetro esté limpio por dentro y fuera;
- limpiar todas las partes del pluviómetro utilizando un cepillo de mango largo, agua jabonosa y enjuagar con agua limpia;
- reemplazar las partes gastadas, dañadas o rotas del pluviómetro;
- mantener limpias la regla graduada y/o la probeta y la escala debe ser legible. Además de comprobar que el punto de inicio de la regla sea cero (0) de medición y no un borde que implementa la medida, y que al introducirse al agua la regla debe ser visible a la medición; en caso contrario se debe reemplazar;
- en caso que se utilice una probeta, ésta se debe mantener limpia y la escala debe ser legible. En caso contrario se debe reemplazar;
- realizar la limpieza cuando menos cada semana y en caso de sustitución de alguna pieza o anomalía de la correcta medición se deben de anotar en su formato preestablecido.

#### 4.5.4.4 Pluviógrafo

##### 4.5.4.4.1 Operación y Puesta a Punto

- Listado secuencial para la operación correcta del pluviógrafo
  1. abrir el instrumento;
  2. desplazar la palanca para que se trabe del brazo porta plumilla;
  3. retirar el tambor;
  4. anotar, con lápiz, la hora y fecha del retiro de la banda (gráfica);
  5. sacar banda (gráfica);
  6. dar cuerda al reloj del tambor;
  7. colocar nueva banda (gráfica) y ajustarla;
  8. colocar el tambor;
  9. comprobar que la plumilla tenga tinta, en caso contrario sustituirla;
  10. desplazar la palanca de destrabe del brazo porta plumilla para unirla;
  11. girar el tambor hasta la hora exacta;
  12. comprobar que la plumilla registre nuevamente;
  13. anotar la hora exacta del registro;
  14. si ha llovido, vaciar el recipiente receptor del sifón;
  15. revisar que el flotador funcione correctamente;
  16. revisar si no existe la presencia de basura en el embudo colector;
  17. anotar el registro en la tabla respectiva;
  18. cerrar el instrumento.



#### **4.5.4.4.2** Mantenimiento

- limpiar el sifón y el cilindro recolector, dejándolo sin impurezas o tierra y comprobar que toda la tubería esté limpia de acuerdo con el programa de mantenimiento;
- efectuar la limpieza del sifón con ácido, gasolina pura o con jabón, procurando que no queden impurezas en el interior del tubo;
- limpiar el tubo que conecta el embudo colector y el recipiente con un elemento flexible y fibroso con la finalidad de quitarles las impurezas;
- aplicar una capa protectora para la intemperie al equipo cuando menos una vez al año, para aumentar el tiempo de vida del mismo;
- mantener el equipo en óptimas condiciones de operación y limpieza.

#### **4.5.5** Temperatura

##### **4.5.5.1** Instrumento de medición

- termómetro ambiente o actual
- termómetro de máxima
- termómetro de mínima
- termógrafo

##### **4.5.5.2** Unidad de medida

La temperatura se debe indicar en grados Celsius (°C).

##### **4.5.5.3** Temperatura actual o ambiente

###### **4.5.5.3.1** Operación y Puesta a Punto

Se debe medir en el momento de la observación, con un termómetro convencional, cuidando los aspectos siguientes:

- el capilar debe estar sujeto a una escala vitrificada dividida en grados Celsius con divisiones cada 0.2 °C. Este termómetro se debe colocar dentro de un abrigo meteorológico en posición vertical, con el bulbo hacia abajo, en el soporte adecuado, verificando que esté colocado de acuerdo a especificaciones o manual del fabricante;
- la temperatura actual se debe medir con una aproximación de 0.1 °C, por lo que se debe informar la lectura a la décima de grado, aunque no esté marcada en la escala.



#### **5.5.5.4** Temperatura máxima

##### **5.5.5.4.1** Operación y Puesta a Punto

El termómetro se debe colocar en un soporte dentro de una garita meteorológica. Debe estar montado con un ángulo de inclinación de 2 a 3 grados con respecto a la horizontal, con el bulbo en el extremo inferior.

La toma de lectura de la temperatura máxima debe ser a las 00 UTC, dado que, a esta hora, la temperatura máxima de las últimas 24 horas ya se ha presentado y ha quedado registrada en el termómetro de máxima.

Para realizar la lectura se debe retirar el termómetro del soporte y colocarlo perpendicularmente a la línea de vista del observador, con el bulbo hacia abajo. Una vez realizada esta acción se toma la lectura. El valor se debe medir con una aproximación hasta la décima de grado.

Tras la lectura, el termómetro se debe poner a punto para el registro de la siguiente temperatura máxima, que consiste en hacer bajar la columna de mercurio hasta que marque la temperatura ambiente, sujetándolo por la parte contraria al bulbo de modo que la columna de mercurio esté alineada con el brazo, sacudiéndolo un cuarto de vuelta con el brazo extendido. Este procedimiento se repetirá varias veces hasta que el mercurio se una en el bulbo y la lectura se acerque a la temperatura ambiente.

#### **4.5.5.5** Temperatura mínima

##### **4.5.5.5.1** Operación y Puesta a Punto

El termómetro de mínima puede ser de alcohol o de algún otro líquido orgánico, y lleva sumergido en el líquido un índice con alma metálica o plástico.

El termómetro de mínima se coloca horizontalmente en un soporte por debajo del termómetro de máxima. Además, debe estar colocado dentro de la garita meteorológica.

La temperatura mínima se toma a las 12 UTC y corresponde a la temperatura más baja alcanzada en las 24 horas precedentes. El valor se debe medir con una aproximación estimada hasta la décima de grado, aunque la división de la escala será en general de 0.5 °C.

Al realizar la lectura se debe considerar que la temperatura mínima viene indicada por el extremo del índice más alejado del depósito, nunca por el más



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021  
19/78

cercano; es decir, que, de los dos valores señalados por los dos extremos del índice, la temperatura mínima es la mayor.

Después de cada lectura, el termómetro se debe poner a punto para la realización de la siguiente medida, que consiste en lo siguiente:

- se debe retirar el soporte e inclinar el termómetro, con el bulbo hacia arriba, para que el índice se mueva hasta que vea frenada su caída por el menisco del propio líquido;
- cuando se coloca de nuevo en el soporte, se debe mantener el extremo del bulbo siempre más alto que el otro extremo, evitando así que el índice se desplace hacia el depósito.

#### 4.5.5.2 Mantenimiento a los Termómetros

Se debe comprobar que la columna de mercurio no esté rota; en caso de ser así el termómetro se debe reemplazar o reparar por personal experto.

Se debe comprobar en campo la legibilidad de la escala; en caso de no ser legible se puede subsanar frotando la escala con un lápiz de grafito, hasta que pueda ser reemplazado. Si la escala se encuentre dentro del tubo de vidrio y no se puede obtener la regla, se debe sustituir por otro, ya que se perderá el valor de la temperatura.

Las burbujas en el termómetro de máxima se deben eliminar mediante sacudidas suaves y calentamiento, alternativamente. En caso de no lograrlo, se debe sustituir por otro.

Para el termómetro de mínima, antes de sacudirlo, se debe bajar el índice hasta el final, mediante leves sacudidas si es preciso, para evitar que se rompa el capilar.

Tras eliminar las burbujas, se mantendrá el termómetro vertical una hora por lo menos, de modo que el líquido adherido al tubo capilar pueda escurrir totalmente hacia abajo. En caso de persistir la fragmentación del alcohol, repetir el proceso de sacudidas centrífugas tantas veces sean necesarias.

#### 4.5.5.6 Termógrafo

##### 4.5.5.6.1 Operación y Puesta a Punto

El termógrafo debe operar de acuerdo con las siguientes características:

- realizar la medición dentro de la garita meteorológica, comparándola con un termómetro de lectura directa;
- registrar las variables de manera continua;
- cambiar la banda registradora (ver 4.5.3);



- en caso de presentar fallas, proceder de acuerdo al siguiente apartado.

#### **4.5.5.6.2** Mantenimiento

La parte metálica del cuerpo del equipo se debe limpiar semanalmente con una brocha de cerdas finas para retirar el polvo acumulado. Mensualmente se le debe aplicar, con un paño, una capa de cera que cubra y evite las impurezas de polvo.

El sistema de transmisión de palancas del instrumento se debe limpiar mensualmente con una brocha de cerdas finas, evitando que se rompa o deforme el sistema, con la finalidad de evitar la acumulación de polvo.

La parte sensorial de la temperatura (placas metálicas) se debe limpiar cada seis meses con un paño de algodón humedecido y con ayuda de un pincel.

El programa de mantenimiento no debe pasar de un año o de las recomendaciones del manual del instrumento o del fabricante.

Se debe realizar una inter-comparación de valores con patrón para la utilización de las tuercas de ajustes del elemento bimetálico o en casos que los valores sean muy diferentes o extremos, llevarse a un Laboratorio para su calibración.

#### **4.5.6** Evaporación

##### **4.5.6.1** Instrumento de medición

Evaporímetro, el cual está constituido por:

- tina estadounidense clase A;
- cilindro de reposo;
- tornillo micrométrico;
- malla protectora;
- base de madera.

##### **4.5.6.2** Características

La tina debe estar fabricada por un cilindro de 25.4 cm de profundidad y 120.7 cm de diámetro. El fondo de la tina se coloca a una altura de 5 cm por encima del nivel del terreno, sobre un marco de madera que sirve de plataforma, así pues, el aire puede circular libremente por debajo de ésta, el agua que se estanca sobre el terreno en caso de lluvia no toca el fondo de la misma y ésta se puede inspeccionar sin dificultad, ver Figura 4. La tina se debe fabricar de un material resistente a la corrosión y no debe estar pintada, por ejemplo, lámina de acero inoxidable de 0.8 mm de espesor.



El tornillo micrométrico, ver Figura 5, se debe fabricar con un metal resistente a la corrosión y tener una rosca con paso de un milímetro; donde cada vuelta del tornillo corresponde a un desplazamiento de la punta y cabeza de un milímetro.

El cilindro de reposo debe ser de 10 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, fabricado con material resistente a la corrosión montado sobre una base tripié con tornillos niveladores, dotado de un orificio en el fondo y pintado de color blanco interna y externamente.

La malla protectora tiene la función de evitar que agentes externos alteren el nivel del agua. Debe estar fabricada con malla metálica hexagonal de 2.5 cm, montada sobre un marco angular cerchado a la forma de la tina.

La base de madera tiene la función de soportar y darle estabilidad a la tina, evitando el contacto con el suelo para crear un espacio que permita la libre circulación del viento por debajo de la misma. La base es cuadrada y las dimensiones deben ser de 125 cm por lado, se requieren 13 barras de madera de primera de 125 cm por 9.5 cm por 5 cm y se fijan con tornillos de 10 cm (4"), se colocan como base 5 barras y encima de éstas se atornillan 8 barras, distribuidas como se muestra en la Figura 4.

La tina se debe llenar de agua hasta 5 cm por debajo del borde (NIVEL DE REFERENCIA). Se debe reponer el agua cuando su nivel haya bajado más de 2.5 cm con respecto al nivel de referencia. En temporada de lluvias, el nivel de agua en la tina se debe reducir con respecto al nivel de referencia, para compensar la precipitación que se pudiera captar en la misma y evitar que ésta se derrame, sólo en este caso se debe reducir a 7.5 cm el nivel de referencia.

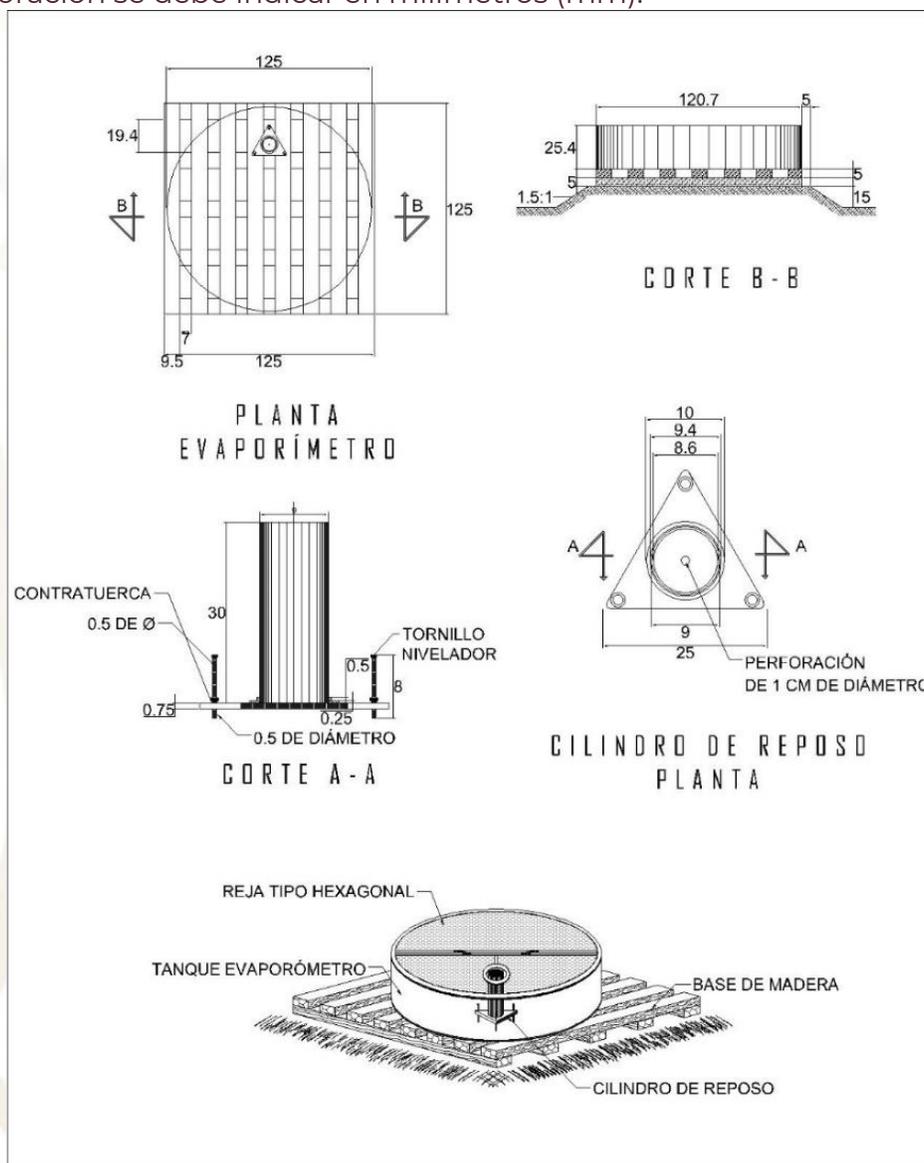
El cilindro de reposo debe estar sumergido en la tina en un lugar adecuado para facilitar la medición, debiendo estar correctamente nivelado, utilizando para ello un nivel tipo torpedo.

Para tomar la lectura se debe colocar el tornillo micrométrico sobre la boca del cilindro de reposo, apoyándolo en sus brazos, a continuación se va dando vuelta al tornillo, de modo que su punta se vaya acercando a la superficie del agua en el cilindro, hasta lograr que la toque, lo cual se debe hacer con la mayor precisión posible, teniendo cuidado de hacer girar despacio el tornillo y suspender el movimiento en el preciso momento que se logra la coincidencia de la punta del tornillo con su imagen reflejada en el espejo de agua, después de esto se debe hacer la lectura, para lo cual se retira el tornillo micrométrico del cilindro, cuidando que al hacerlo no se gire accidentalmente el mismo.

La lectura se debe hacer tomando el valor que alcanza el borde afilado del disco sobre la regla y agregando a este valor los centésimos que indique la lectura del disco graduado.

### 5.5.6.3 Unidad de medida

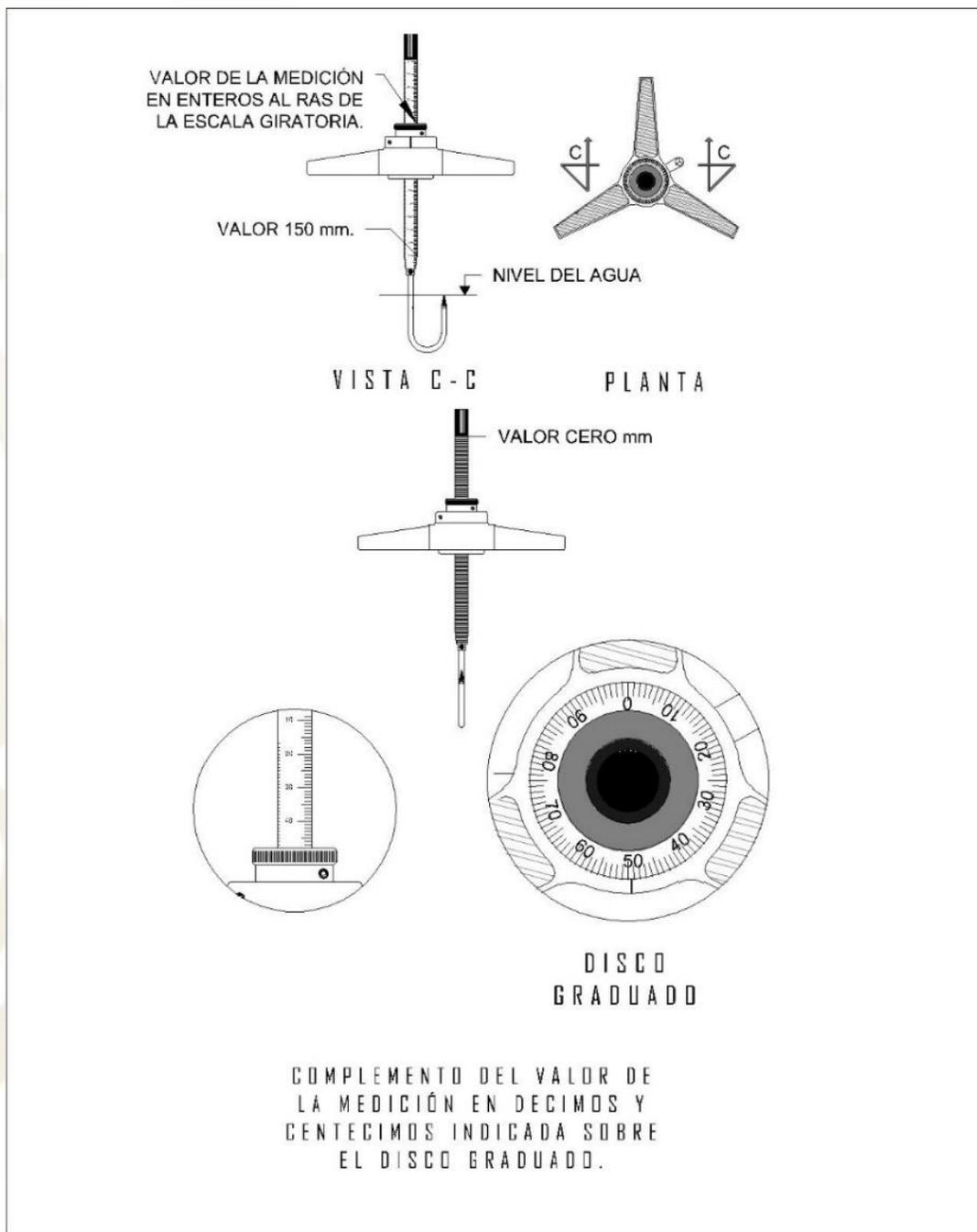
La evaporación se debe indicar en milímetros (mm).



**Figura 4 – Evaporímetro**

### 4.5.6.4 Operación y puesta a punto

Cuando no se presente precipitación, la altura de evaporación es la diferencia del nivel de agua del tanque entre dos observaciones consecutivas. Esta diferencia se debe obtener restando el valor de la lectura actual al valor de la lectura anterior, dando como resultado la evaporación total, como se muestra en el Ejemplo 1.



**Figura 5 – Tornillo micrométrico**



EJEMPLO 1: Cálculo de la evaporación total cuando no se presenta precipitación

<b>LECTURA DE EVAPORACIÓN</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Lectura micrómetro día anterior	Lectura micrómetro día actual	Evaporación total mm
95.10	85.30	9.80

Operación <b>A-B=C</b>
---------------------------

Cuando se presente precipitación, se debe sumar el valor de la precipitación al valor de la lectura anterior y después restarle dicho valor a la lectura actual, como se muestra en el Ejemplo 2.

EJEMPLO 2: Cálculo de la evaporación total cuando se presenta precipitación

<b>LECTURA DE EVAPORACIÓN CON PRECIPITACIÓN</b>			
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Lectura micrómetro día anterior	Pluviómetro total 08:00 - 08:00 h	Lectura micrómetro día actual	Evaporación total mm
95.10	5.30	90.60	9.80

Operación <b>A+B-C=D</b>
-----------------------------

NOTA: Si la tina está protegida con una malla, se debe agregar un 10% al valor total de la evaporación.

#### 4.5.6.5 Mantenimiento

Se debe efectuar de la siguiente forma:

- vaciar el agua de la tina inmediatamente después de la observación de las 14:00 UTC ó 00:00 UTC;
- lavar la tina con un estropajo o fibra, aplicando detergente y cloro;
- enjuagar la tina, asegurándose que no queden impurezas en las paredes y fondo de la tina;



- lavar el cilindro de reposo con un cepillo de cerdas de plástico o con fibra;
- lavar la base de madera;
- montar nuevamente la tina en la base de madera;
- colocar y nivelar el cilindro de reposo;
- llenar de agua la tina al nivel de referencia;
- revisar nuevamente la nivelación del cilindro de reposo;
- agregar 35 ml de cloro al agua, para evitar la proliferación de microorganismos;
- finalmente, volver a tomar la medición con el tornillo micrométrico.

También se debe comprobar a la hora de lavar la tina que ésta no tenga fisuras y retirar la basura o hierba que impida la libre circulación del aire por debajo de ella.

Además, se debe considerar lo siguiente:

- el lavado del evaporímetro se debe realizar por lo menos cada quince días;
- aplicar esmalte color blanco a la base de madera por lo menos una vez cada seis meses;
- cambiar la malla protectora en cuanto ésta empiece a oxidarse y desprenderse de su soporte;
- después de lavar el cilindro de reposo se deben aflojar y lubricar los tornillos niveladores;
- aplicar lubricante al tornillo micrométrico cuando se requiera.

#### **4.5.7** Viento

##### **4.5.7.1** Instrumentos de Medición

- veleta, anemómetro de placa;
- anemómetros de sensor rotativo (cazoletas);
- anemómetro de hélice;
- anemógrafo;
- sensor ultrasónico.

##### **4.5.7.2** Unidad de medida

La magnitud del viento se debe indicar en las siguientes unidades:

- metros por segundos: m/s;
- kilómetros por hora: km/h.

Además de estas unidades, en meteorología la magnitud del viento se puede estimar utilizando la escala Beaufort.

La escala Beaufort hace uso de fenómenos naturales familiares conectados para distintas magnitudes del viento, conforme a la Tabla No. 4



**Tabla No. 4.- Escala de Beaufort**

Número de Beaufort	Término descriptivo	Magnitud (km/h)	Características para estimar la magnitud
0	Calma	<1	El humo sube vertical
1	Brisa ligera (Ventolina)	2 – 5	La dirección del viento está indicada por el movimiento del humo. La veleta no se mueve
2	Suave	6 – 11	Se mueve la veleta. El viento se siente en la cara. Se muevan las hojas de los árboles.
3	Leve	12 – 19	El viento agita las hojas y ramas pequeñas. Despliega banderas pequeñas.
4	Moderado	20 – 28	El viento mueve ramas pequeñas. Levanta polvo y papeles revueltos.
5	Regular	29 – 38	Se mecen los árboles pequeños. Se producen olas pequeñas en estanques y lagunas.
6	Fuerte	39 – 49	Se mueven ramas grandes. Silban los cables telegráficos. Dificultad para abrir los paraguas.
7	Muy fuerte	50 – 61	Se mueve todo el follaje de los árboles. Se siente incomodidad al caminar en contra del viento.
8	Temporal	62 – 74	Se rompen ramas delgadas de los árboles. Es casi imposible avanzar contra el viento.
9	Temporal fuerte	75 – 88	Se dañan salientes de edificios (chimeneas, tejas, etc.)
10	Temporal muy fuerte	89 – 102	Rara vez ocurre tierra adentro. Árboles arrancados. Daños considerables en edificios.
11	Tempestad	103 – 117	Rara vez ocurre. Los daños o destrozos son generales
12	Huracán	118 ó más	Ocurren daños en construcciones, tejados y árboles.

#### **4.5.7.3** Dirección del viento

El viento se debe medir con instrumentos indicadores e instrumentos registradores.

Se deben usar instrumentos registradores convencionales y/o digitales, mediante los cuales se identificará la dirección y magnitud del viento. Además de su ubicación e instalación de acuerdo al manual del instrumento o del fabricante.



Los puntos cardinales que definen la dirección del viento tienen nombres y símbolos (letras) específicos que deben representarse en cualquier anotación meteorológica, se indican en la Tabla 5.

La observación de la dirección del viento se debe hacer directamente desde abajo en donde se encuentran los indicadores y registradores, anotando el punto cardinal en el cual se ubica la punta de la flecha. Si no sopla el viento, se reporta calma, sin ninguna dirección.

**Tabla No. 5 - Dirección del viento**

Letra de registro	Nombre asignado	Valor acimutal(grados)	Dirección que señala la punta de la veleta
N	Norte	0	Norte
NE	Noreste	45	Entre norte y este
E	Este	90	Este (oriente)
SE	Sureste	135	Entre sur y este
S	Sur	180	Sur
SO	Suroeste	225	Entre sur y oeste
O	Oeste	270	Oeste (poniente)
NO	Noroeste	315	Entre norte y oeste

El equipo de medición de viento está compuesto por un elemento sensorial, transmisor(es); amplificador y un sistema de conversión para identificar la dirección y magnitud del viento.

#### **4.5.7.4** Mantenimiento

El mantenimiento se debe realizar conforme a lo indicado por el fabricante o al menos cada seis meses, y cada tres meses realizar el procedimiento para comprobar el funcionamiento de los elementos que contiene el equipo de medición por medio de un registro.

En caso de presentar fallas, se deben resolver las anomalías de dicho instrumento conforme al manual del fabricante, en caso de no resolverse, se debe remplazar el instrumento.

#### **4.5.8** Presión atmosférica

##### **4.5.8.1** Instrumentos de medición

- barómetro de mercurio;
- barómetro aneroide;



- barómetro digital.

#### **4.5.8.2** Unidades y conversión

La medida de presión atmosférica del Sistema Internacional de Unidades (SI) es el Newton por metro cuadrado ( $N/m^2$ ) o Pascal (Pa).

La presión atmosférica a nivel del mar en unidades internacionales es 101 325  $N/m^2$  o Pa. La utilizada es: 1 013 mbar = 101 325 Pa, 101 325 Pa = 1 013.25 hPa.

#### **4.5.8.3** Otras unidades

- milímetro de Mercurio (mmHg), equivalente a 1.333224 hPa;
- atmósfera (atm), equivalente a 1.0333 hPa;
- en meteorología, la presión atmosférica se da en hectopascales (hPa). 1 hPa = 100 Pa, siendo el pascal (Pa) la unidad de presión internacional estándar básica.

#### **4.5.8.4** Barómetro de mercurio

##### **4.5.8.4.1** Operación del barómetro de mercurio (Hg), tipo Fortín y de escala compensada (cubeta fija) y puesta a punto

Procedimiento de lectura del barómetro Fortín:

1. realizar la lectura del termómetro adjunto hasta el 0.1 °C más cercano y anotarla;
2. ajustar el nivel del mercurio en la cubeta justo hasta tocar el punto de referencia (observe la imagen de la punta de marfil en “espejo” de la superficie de mercurio de la cubeta), usando el tornillo del fondo;
3. sacudir suavemente el tubo del barómetro con su dedo índice para despegar alguna cantidad de mercurio adherida a la pared del tubo de vidrio. Controlar el nivel y si es necesario repetir el paso 2;
4. mantener su nivel visual a la altura del menisco de mercurio del tubo, llevar el borde de acero del vernier hasta que entre en contacto visual con el tope de la columna de mercurio;
5. leer la presión atmosférica, hasta el 0.1 hPa (o mm, según la escala) más cercano, y anotarla.

Para el caso del instrumento de cubeta fija utilizar el mismo procedimiento, exceptuando que no se tendrá un tornillo de ajuste de la cubeta, por lo que no se realizarán los pasos 2 y 3.

##### **4.5.8.4.2** Correcciones

Las lecturas barométricas se deben reducir a condiciones estándar.



El valor de 0 °C es la temperatura a la que reduce las lecturas del barómetro de mercurio con el objeto de relacionar la densidad del mercurio a su temperatura observada con la densidad normal del mercurio a 0 °C.

La densidad normal del mercurio a 0 °C (símbolo Hg) se considera que es  $1.35951 \times 10^4 \text{ kg m}^{-3}$ . La utilización de mercurio impuro causará errores en la presión indicada, por lo que ésta es proporcional a la densidad del mercurio

Para efectos de cálculo de la presión absoluta mediante la ecuación hidrostática, el mercurio de la columna de un barómetro se considera convencionalmente como un fluido incompresible.

En cada lectura del barómetro se le deben aplicar 3 correcciones (Gravedad, Temperatura e Instrumento) y el procedimiento se realiza de acuerdo con los manuales de operación del instrumento.

#### **4.5.8.4.3** Corrección tipo

Para reducir la presión del observatorio meteorológico a nivel medio del mar, se aplica el procedimiento de corrección tipo. La frecuencia de las mediciones y los formatos para su registro se deben establecer de acuerdo con los manuales vigentes elaborados por la institución o por la Organización Meteorológica Mundial.

#### **4.5.8.4.4** Mantenimiento

Cuando menos una vez al año se debe comprobar el instrumento para asegurar que se encuentre dentro del intervalo aceptable, lo cual será a través de un patrón de transferencia con el propósito de establecer la trazabilidad del mismo para determinar la incertidumbre de las mediciones y en caso de estar fuera de intervalo, llevarlo a un laboratorio para su calibración.

#### **4.5.8.5** Barómetro aneroide

##### **4.5.8.5.1** Operación y Puesta a Punto

- fuentes de error del barómetro aneroide
- compensación incompleta de la temperatura

En un barómetro aneroide, al debilitarse el muelle por incremento de la temperatura, se producirá una indicación demasiado alta de la presión por el instrumento. Generalmente este efecto puede compensarse como sigue:

- mediante una unión bimetálica en el sistema de palancas;
- dejando cierta cantidad de gas inerte en el interior de la cámara aneroide.



#### **4.5.8.5.2** Mantenimiento

Se debe dar un servicio preventivo de limpieza semanal con un paño húmedo sobre la superficie del equipo, quitando el polvo que se le pueda acumular.

Para la medición de la presión atmosférica el instrumento debe tener un orificio de transferencia de presión, el cual puede variar dependiendo del diseño del fabricante.

Estos equipos utilizan un sistema de ajuste para calibrarlos y se debe realizar de acuerdo a los manuales de fabricación.

Cada seis meses se debe comparar el instrumento contra el barómetro de columna de mercurio para comprobar que se encuentra dentro del intervalo de aceptación y las mediciones sean reproducibles, confiables y comparables.

El equipo se debe calibrar al menos una vez al año y de no ser posible, como máximo cada dos años.

#### **4.5.8.6** Barómetro digital

##### **4.5.8.6.1** Operación y Puesta a Punto

Encender el sistema de energía con el interruptor (ON/OFF) para tomar la lectura, también para la *puesta a punto* se debe esperar unos segundos para estabilizar las condiciones de la presión con el elemento sensorial y tomar las lecturas.

La toma de lectura se debe hacer cada hora durante las 24 horas del día.

El equipo debe estar colocado en un lugar ventilado dentro de las instalaciones edificadas del observatorio meteorológico, esta habitación debe proteger al instrumento contra los cambios bruscos de temperatura y viento, conforme a las indicaciones del fabricante.

##### **4.5.8.6.2** Mantenimiento

Se debe proporcionar un servicio preventivo de limpieza semanal con un paño húmedo sobre la superficie del equipo, quitando el polvo acumulado.

El equipo de medición se debe verificar semestralmente. Cuando el error de medición sea mayor al indicado por el fabricante, el barómetro se debe calibrar en un laboratorio de calibración acreditado y aprobado por la Secretaría de Economía o reemplazarse.



#### **4.5.8.7** Barógrafo

##### **4.5.8.7.1** Mantenimiento

Cuando las plumillas inscriptoras se hayan gastado, se deben retirar con cuidado del brazo, una vez que haya sido separado del tambor, retirar el protector de la punta de las nuevas plumillas y colocarlas en el brazo inscriptor.

El mantenimiento preventivo se debe realizar cada semana, limpiando con una brocha la parte metálica del cuerpo del instrumento con el propósito de retirar el polvo acumulado. Asimismo, cada mes se debe cubrir el instrumento con una capa de cera protectora.

Se debe limpiar mensualmente el sistema mecánico del instrumento con una brocha, teniendo cuidado de no romperlo o deformarlo.

De acuerdo al programa de mantenimiento establecido, se debe comprobar que la parte sensorial de las cápsulas aneroides no estén rotas, se deben limpiar con un paño húmedo y con la ayuda de un pincel se debe retirar el polvo acumulado.

En el caso de que los valores del ajuste de tuercas sean diferentes o grandes de acuerdo al manual de operación del instrumento, se debe realizar una comparación con patrones de transferencia.

#### **4.5.9** Humedad relativa

##### **4.5.9.1** Unidad de medida

La humedad relativa de la estación se debe indicar en porcentaje (%).

##### **4.5.9.2** Instrumentos de medición

Los instrumentos utilizados son:

- Psicrómetro
- Higrógrafo
- Higrómetro digital

##### **4.5.9.2.1** Psicrómetro

Éste debe estar colocado dentro del abrigo meteorológico. Debe estar compuesto por dos termómetros, un soporte para los mismos y un sistema de aspiración que haga circular el aire sobre los bulbos de los termómetros. Uno de ellos, el termómetro de bulbo húmedo, debe estar envuelto por una capa de



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

32/78

muselina o una tela 100 % de algodón y humedecida por agua destilada. El otro corresponde al termómetro de bulbo seco. El sistema de aspiración puede ser de cuerda o eléctrico y dará energía a unas aspas para que aspire el aire y circule alrededor del bulbo húmedo del termómetro.

#### 4.5.9.2.1.1 Operación y Puesta a Punto

Se deben realizar los pasos siguientes:

- comprobar que la muselina no se encuentre sucia o rota, de ser así, se debe reemplazar;
- descubrir el bulbo húmedo del termómetro retirando el protector o sacando el termómetro de su soporte;
- humedecer el bulbo húmedo con agua destilada mediante una perilla, el cual no debe quedar completamente mojado y mucho menos permitir que escurra agua alrededor del bulbo. Además, se debe tener cuidado de no tocar la muselina con los dedos;
- colocar el protector o volver a situar el termómetro de bulbo húmedo en su soporte;
- dar cuerda al sistema mecánico con seis medias vueltas por medio de la mariposa que tiene el equipo; en caso que el sistema sea eléctrico, activar el interruptor para encender el aspirador;
- comprobar la lectura de los termómetros cuando esté accionado el sistema de aspiración, ya que, por transmisión de calor, se estará midiendo la temperatura ambiente de ambos termómetros y estará cambiando continuamente;
- una vez que se estabilicen los termómetros, sin haber intercambio de calor con el ambiente, se detendrá un valor en cada termómetro, en ese momento se toman ambas lecturas;
- después de obtener los valores de los termómetros y por medio de tablas psicométricas se debe calcular el valor de la humedad relativa. Asimismo, existen psicrómetros que incluyen gráficas psicométricas donde se puede obtener directamente el valor de la Humedad Relativa.

#### 4.5.9.2.1.2 Mantenimiento

Se debe comprobar el sistema de aspiración, revisando que tenga libre rotación en sus aspas y el sistema mecánico o eléctrico se encuentre funcionando correctamente. En caso de presentar fallas, se deben resolver las anomalías conforme al manual del fabricante, en caso de que no se corrijan, se debe reemplazar.

Los bulbos y escalas del termómetro se deben limpiar para evitar la acumulación de polvo, para lo cual se debe usar un paño suave para eliminar el polvo y la humedad. Generalmente se encuentran sales en el bulbo húmedo, las cuales se



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

33/78

deben remover, evitar el uso de agua caliente. Se debe cambiar la muselina del bulbo húmedo cada mes.

Reemplazar los termómetros cuando éstos se encuentren fragmentados o quebrados.

#### **4.5.9.2.2** Higrógrafo

##### **4.5.9.2.2.1** Operación y Puesta a Punto

El elemento sensorial está fabricado de un haz de cabellos, mismos que pueden ser naturales o sintéticos, su funcionamiento se basa en el cambio de longitud del cabello en respuesta a los cambios de humedad, dando como resultado un movimiento pequeño, el cual es amplificado por un mecanismo de palancas y registrado sobre la carta colocada sobre un tambor, logrando una gráfica de la humedad del aire.

El Higrógrafo debe operar de acuerdo con las siguientes características:

- cambiar la banda registradora de acuerdo al apartado 4.5.3;
- consultar los manuales del fabricante para solucionar las fallas en el equipo.

#### **4.5.9.2.3** Higrómetro digital o electrónico

Es un dispositivo que sirve para medir la humedad del aire, basa su funcionamiento en sensores eléctricos fabricados de materiales higroscópicos, cuyas propiedades varían en función de la humedad relativa ambiente, y que presentan una pequeña dependencia térmica, produciendo una señal eléctrica, misma que el instrumento, por medio de su sistema de procesamiento proporciona el dato y su visualización. Éste equipo debe estar colocado dentro de un abrigo meteorológico.

Para este instrumento se deben utilizar filtros protectores sobre el elemento sensorial, pues el contacto directo con el agua y contaminantes causan daños al mismo.

##### **4.5.9.2.3.1** Operación y Puesta a Punto

Procedimiento para la toma de lectura:

- encender el equipo;
- esperar al menos 10 segundos para lograr estabilizar la electrónica y el elemento sensor;
- registrar el valor visualizado;
- apagar el equipo.



#### 4.5.9.2.3.2 Mantenimiento

Se debe:

- remover mensualmente el filtro del elemento sensor, si éste se encuentra en costa, para verificar que no se encuentre sulfatado o corroído;
- sacudir semanalmente con una brocha de pelo fino el polvo del cuerpo del instrumento;
- limpiar mensualmente el cuerpo del instrumento (carcasa) con espuma de jabón neutro, teniendo el debido cuidado de evitar que la espuma tenga contacto con el elemento sensor;
- cambiar semestralmente el filtro de protección del elemento sensor y la batería del instrumento;
- realizar semestralmente una comparación con un higrómetro de referencia (por ejemplo con el psicrómetro de Assmann) y sustituir el elemento sensorial cuando se detecte que las mediciones difieren de las registradas en el instrumento de referencia en más del 5% de humedad relativa;
- evaluar de manera bianual la sustitución del elemento sensorial.

#### 4.5.10 Radiación Solar

##### 4.5.10.1 Unidad de medida

La radiación solar se reporta en joule/m<sup>2</sup>.

##### 4.5.10.2 Instrumentos de medición de radiación de onda corta

- piranómetro (radiación solar global, difusa e inclinada);
- pirheliómetro (radiación solar directa normal).

##### 4.5.10.3 Instrumento de medición de la Radiación Solar de onda larga

- pirradiómetro (radiación atmosférica y emitida).

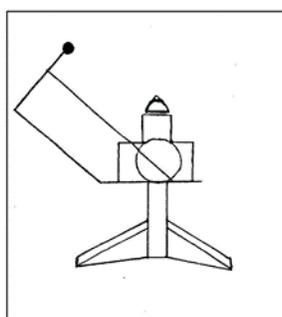
##### 4.5.10.4 Instalación y puesta a punto

Los piranómetros se deben instalar sobre una superficie plana con un horizonte totalmente despejado, en una plataforma orientada de Norte a Sur verdadero, lo suficientemente estable para que no se mueva con el viento, la cubierta donde se instalen los instrumentos debe ser aislada eléctrica y térmicamente, de preferencia pintada de blanco brillante, para que la mayor parte de la radiación solar que llegue a la superficie, sea reflejada.

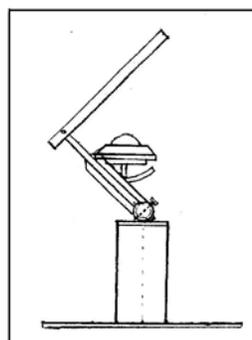
Es importante que la superficie no sufra cambios en su estructura con la temperatura, ya que de lo contrario la deformación ocasionaría a lo largo del día que los equipos se desnivelen.

En caso de existir una estructura y obstáculo en el horizonte, el sensor debe estar a una distancia equivalente a 10 veces la altura de éste.

El piranómetro para medir radiación solar difusa debe estar montado junto con un aro difusor o sobre el seguidor solar automático mismo donde se instala el pirheliómetro (Figura No. 6).



a) montado sobre un seguidor solar automático



b) montado junto con un aro difusor

**Figura No. 6 Piranómetro para medir radiación solar difusa**

En el caso de la radiación solar global inclinada, se debe instalar en una base que tenga una inclinación igual a la latitud del lugar, viendo el instrumento hacia el Sur astronómico.

#### 4.5.10.5 Procedimiento para la lectura y reporte de la Irradiación Solar Global, Directa, Difusa e Inclinada

Las mediciones de la radiación solar de onda corta deben ser continuas durante las 24 horas del día, con una periodicidad de 1 minuto, durante el cual se mide con la mayor frecuencia posible y se reporta el promedio del minuto en cuestión. Todas las medidas se deben referir al horario UTC.

Para realizar la medición correcta de este instrumento se necesita:

- contar con la constante del instrumento o factor  $k$ ;
- procesar la información con la constante del equipo para la obtención de la irradiación.



$$I = \frac{V}{k} (t) \quad (1)$$

Donde:

- I es la radiación en joule/m<sup>2</sup>;
- V es el voltaje de salida del piranómetro en mili-Volts, cada minuto;
- k es la sensibilidad (constante o factor de calibración) del piranómetro en micro-Volts sobre W/m<sup>2</sup>.
- t tiempo en segundos de la periodicidad del muestreo.

#### **4.5.10.6** Mantenimiento, Control y Comprobación de los Instrumentos de medición de la radiación solar global, difusa e inclinada

Los domos de vidrio de los piranómetros siempre deben permanecer limpios y transparentes; como parte de la rutina diaria, los domos se deben lavar con agua simple sin ningún tipo de limpiador o con alcohol puro sin ningún aditamento, luego se deben secar con un paño suave de algodón que no deje pelusa en la superficie.

También se debe comprobar diariamente que los instrumentos que miden en la horizontal estén perfectamente nivelados (global y difusa).

Se deben comprobar semanalmente las conexiones al sensor y al sistema de adquisición, así como el buen estado del cable.

Cada 6 meses se debe sustituir el desecante del instrumento.

#### **4.5.11** Insolación y radiación solar directa normal

##### **4.5.11.1** Unidad de medida

La insolación y radiación solar directa normal se reporta en joule/m<sup>2</sup>.

##### **4.5.11.2** Instrumentos de medición de la insolación y radiación solar directa normal

- pirheliómetro.

##### **4.5.11.3** Instalación y Puesta a Punto

Los pirheliómetros se deben montar en seguidores solares automáticos, los cuales se encargan de mantener permanentemente apuntado el sensor al disco solar, sin importar las condiciones atmosféricas, la hora del día o la época del año.



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

37/78

El seguidor solar se debe instalar en la plataforma de observación en una superficie plana que cumpla con las condiciones descritas en los sensores de global, difusa e inclinada; debido al peso del seguidor, se debe reforzar la plataforma en esta zona, ya que, por el peso de éste, tiende a ceder la base donde se instaló, ocasionando que se pierda la alineación a determinadas horas del día.

#### **4.5.11.4** Procedimiento para la lectura y reporte de la insolación y radiación solar directa normal

Las mediciones de la radiación solar de onda corta deben de ser continuas durante las 24 horas del día, con una periodicidad de un minuto, durante el cual se mide con la mayor frecuencia posible y se reporta el promedio del minuto en cuestión. Todas las medidas pueden referirse al meridiano de origen o en hora local sin considerar nunca los cambios del horario de verano.

Para realizar la lectura correcta de este instrumento se necesita:

- contar con la constante del instrumento o factor K;
- procesar la información con la constante del equipo para la obtención de la radiación de acuerdo a la expresión (1).

#### **4.5.11.5** Mantenimiento, Control y Comprobación de los Instrumentos de medición de la radiación solar directa normal

El cristal que cubre el pirheliómetro siempre debe permanecer limpio y transparente, como parte de la rutina diaria de las observaciones, se debe de lavar con agua simple sin ningún tipo de limpiador o con alcohol puro sin ningún aditamento, luego se debe secar con un paño de algodón que no deje pelusa en la superficie.

Diariamente se debe comprobar que el pirheliómetro esté perfectamente apuntado, esto se logra verificando la alineación con la mirilla con la que cuenta el instrumento.

Semanalmente se deben comprobar las conexiones al sensor y al sistema de adquisición, así como el buen estado del cable.

#### **4.5.11.6** Lineamientos generales

El sistema de adquisición para el registro de la información de los sensores de radiación de onda corta en general, entre sus características más importantes, deben poder registrar variaciones de décima de  $W/m^2$ , contar con una velocidad de muestreo lo suficientemente rápida para poder registrar todos los canales al menos 5 veces por minuto y un gasto de energía que les permita funcionar cuando menos una semana con un sistema autónomo de energía.



Por otra parte, así como es imprescindible que los sensores sean termo-eléctricos, también igual de importante e insoslayable es que todos los sensores sean calibrados y referenciados a la Escala Radiométrica Mundial al menos una vez al año y de no ser posible, como máximo cada dos años.

#### 4.5.12 Radiación de onda larga

##### 4.5.12.1 Radiación Atmosférica y emitida (superficie)

La radiación atmosférica y emitida se mide con un pirradiómetro.

##### 4.5.12.2 Instalación y puesta a punto

Los pirradiómetros para medir radiación atmosférica se colocan sobre la plataforma de observación donde se colocan los sensores de irradiancia global e irradiancia inclinada.

##### 4.5.12.3 Procedimiento para la lectura y reporte de la radiación atmosférica

Las mediciones de la radiación atmosférica deben de ser continuas durante las 24 horas del día, con una periodicidad de un minuto, durante el cual se medirá con la mayor frecuencia posible y se reportará el promedio del minuto en cuestión. Todas las medidas pueden referirse al meridiano de origen o en hora local sin considerar nunca los cambios del horario de verano.

Para realizar la lectura correcta de este instrumento se necesita:

- contar con la constante del instrumento o factor K;
- procesar la información con la constante del equipo para la obtención de la irradiancia.

$$I = \frac{V}{k} + 5.67 * 10^{-8} * T_b^4 \quad (2)$$

Donde;

I es la radiación atmosférica en W/m<sup>2</sup>;

V es el voltaje de salida del pirradiómetro;

k es la sensibilidad (constante o factor de calibración) del pirradiómetro.

Y

$$T_b = (\alpha + [\beta * (\ln(R)) + \gamma * (\ln(R))^3])^{-1} - 273.15 \quad (3)$$

$$\alpha = 1.0295 * 10^{-3} \quad \beta = 2.391 * 10^{-4} \quad \gamma = 1.568 * 10^{-7}$$

Donde;



$T_b$  es la temperatura en grados Celsius;  
 $R$  es el valor de la lectura de la resistencia del sensor.

NOTA: Esta ecuación es un ejemplo del procesamiento de las lecturas de un pirradiómetro, según la marca, pueden variar las ecuaciones, por lo que se debe consultar el manual de cada fabricante.

#### **4.5.12.4** Mantenimiento, Control y Comprobación de los instrumentos de medición de la radiación atmosférica

El cristal que cubre el pirradiómetro siempre debe permanecer limpio y transparente, es parte de la rutina diaria de las observaciones, lavarlo con agua simple sin ningún tipo de limpiador o con alcohol puro sin ningún aditamento, luego se debe secar con un paño de algodón que no deje pelusa en la superficie.

También se debe comprobar diariamente que el pirradiómetro esté perfectamente nivelado.

Semanalmente se deben revisar las conexiones al sensor y al sistema de adquisición, así como el buen estado del cable.

#### **4.5.12.5** Lineamientos generales

El sistema de adquisición para el registro de la información de los sensores de radiación de onda larga en general, entre sus características más importantes, deben poder registrar variaciones de décima de  $W/m^2$ , contar con una velocidad de muestreo lo suficientemente rápida para poder registrar todos los canales al menos 5 veces por minuto y un gasto de energía que les permita funcionar con una batería y panel solar similar al de las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS).

Por otra parte, así como es imprescindible que los sensores sean termo-eléctricos, también igual de importante e insoslayable es que todos los sensores sean calibrados y referenciados a la Escala Radiométrica Mundial al menos una vez al año y de no ser posible, como máximo cada dos años.

#### **4.5.13** Radiación Solar Ultravioleta Banda "B"

La finalidad de medir la radiación solar ultravioleta banda "B", es la de conocer el Índice Ultra Violeta (IUV), como un esfuerzo que se inicia en la Organización Mundial de la Salud y en colaboración con la Organización Meteorológica Mundial y los Servicios Meteorológicos de cada país, con la finalidad de evitar la sobre exposición de la población a la radiación solar ultravioleta.



Los instrumentos utilizados para la evaluación de esta componente radiacional, son los radiómetros sensibles en una ventana espectral similar al tipo de piel humana estándar.

#### **4.5.13.1** Instalación y puesta a punto

Los radiómetros para medir radiación solar ultravioleta para conocer el IUV se instalan sobre la plataforma de observación, junto a los sensores de irradiancia global e irradiancia inclinada.

#### **4.5.13.2** Procedimiento para la lectura y reporte de la radiación atmosférica

Las mediciones de la radiación solar ultravioleta banda "B" deben ser continuas durante las 24 horas del día, con una periodicidad de un minuto, durante el cual se debe medir con la mayor frecuencia posible y se debe reportar el promedio del minuto en cuestión.

Existen diferentes equipos para la medición de la UVB, para obtener el valor correcto de la irradiancia, de acuerdo a este ejemplo, se requiere de:

- contar con la constante del instrumento o factor K;
- procesar la información con la constante del equipo para la obtención de la irradiancia.

$$I = \frac{V}{k}$$

Donde:

I es el valor de la irradiación eritemática en MED/hora;

V es el voltaje de salida del radiómetro;

k es la sensibilidad (constante o factor de calibración) del radiómetro.

NOTA: 1 MED/hora = 0.0583 W/m<sup>2</sup>; 1 MED = 210 J/m<sup>2</sup>

Por lo general, a este tipo de sensores se les realiza una corrección por temperatura, por lo que además del canal de la señal propia del sensor, cuentan con una salida, también en voltaje, para calcular la temperatura del equipo.

Continuando con este ejemplo:

$$T = 50 * V_{temp} - 25$$

Donde:

T es la temperatura en grados Celsius;

V<sub>temp</sub> es el voltaje de salida de temperatura del instrumento.



La corrección se realiza:

$$I_c = \frac{I}{1 + [T - 25] * 0.01}$$

Donde:

T es la temperatura en grados Celsius.

I<sub>c</sub> es el valor final ya corregido.

NOTA: Esta ecuación es un ejemplo del procesamiento de las lecturas de un radiómetro, según la marca, pueden variar las ecuaciones, por lo que se debe consultar el manual de cada fabricante.

#### **4.5.13.3** Mantenimiento, control y comprobación de los instrumentos de medición de la radiación atmosférica

El cristal que cubre el radiómetro siempre debe permanecer limpio y transparente, como parte de la rutina diaria de las observaciones, se debe lavar con agua simple sin ningún tipo de limpiador o con alcohol puro sin ningún aditamento, luego se debe secar con un paño de algodón que no deje pelusa en la superficie.

También se debe comprobar diariamente que el radiómetro esté perfectamente nivelado.

Semanalmente se deben comprobar las conexiones al sensor y al sistema de adquisición, así como el buen estado del cable.

#### **4.5.13.4** Lineamientos generales

El sistema de adquisición para el registro de la información de los sensores, entre sus características más importantes, deben poder registrar variaciones de décima de MED/hora, contar con una velocidad de muestreo capaz de registrar todos los canales al menos 5 veces por minuto y un gasto de energía que les permita funcionar cuando menos una semana con un sistema autónomo de energía.

Es importante e insoslayable que todos los sensores sean calibrados al menos una vez al año y de no ser posible, como máximo cada dos años.

### **4.6** Visibilidad

#### **4.6.1** Generalidades

- las observaciones de visibilidad no deben efectuarse a través de una ventana, especialmente cuando se observan los objetos en la noche, el ojo del



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

42/78

observador debe encontrarse a una altura normal sobre el suelo (alrededor de 1.50 m);

- no deben efectuarse las observaciones desde oficinas meteorológicas, solamente pueden realizarse observaciones precisas desde una posición adecuada y al aire libre;
- la visibilidad meteorológica se mide en kilómetros (visibilidad alta) o en metros (visibilidad baja) y se puede indicar como una visibilidad en una dirección determinada, o como visibilidad media;
- se debe evitar observar los puntos de referencia contra el sol cuando sale o cuando se pone.

#### 4.6.2 Plano de los puntos de referencia de la visibilidad

- para determinar la visibilidad se debe de preparar un plano de puntos de referencia o luces que muestren su distancia y orientación del punto de observación. El plano debe incluir objetos adecuados para las observaciones diurnas y otros para las nocturnas;
- los puntos de referencia elegidos deben encontrarse a distancias tan diferentes como sea posible y, de esta forma, el observador podrá determinar más fácilmente la cifra de la clave más conveniente para designar la visibilidad;
- las distancias que separan los puntos de referencia del punto de observación se deben determinar cuidadosamente. Se mide directamente esta distancia cuando los puntos de referencia están cercanos, pero si están alejados es preciso utilizar un mapa de gran escala;
- para las observaciones que se realizan durante el día debe seleccionarse el mayor número de objetos posibles a diferentes distancias;
- deben elegirse únicamente objetos negros o casi negros, que resalten contra el cielo en el horizonte;
- los objetos de color claro o situados cerca de un fondo terrestre deben evitarse en la medida de lo posible.

#### 4.6.3 Elección de puntos de referencia de la visibilidad para las observaciones nocturnas

Los objetos más adecuados para determinar la visibilidad nocturna deben ser:

- luces concentradas de mediana intensidad situadas a distancias conocidas;
- silueta de las colinas o de las montañas destacadas contra el sol;
- brillo de las estrellas cercanas al horizonte;
- cualquier fuente de luz puede emplearse como objeto de visibilidad, siempre que la intensidad en la dirección de observación esté bien definida y sea conocida.



## **4.7 Estaciones Meteorológicas Automáticas – EMAS y ESIMES**

Para efecto de este Proyecto de Norma Mexicana, se establece que los componentes de una EMA y ESIME a los cuales se les debe aplicar mantenimiento deben ser de acuerdo a los señalados en los apartados 5.2.1 y 5.2.2 de la Norma Mexicana NMX-AA-166/1-SCFI-2013 (ver 2.2).

### **4.7.1 Equipo**

La distribución y exposición de los instrumentos de las estaciones automáticas se ilustra en el apartado 5.5 de la NMX-AA-166/2-SCFI-2015.

### **4.7.2 Lista de revisión**

Es un registro de las condiciones de cada observatorio meteorológico. En el Apéndice C se incluyen ejemplos de formatos de Lista de Revisión para Observatorios.

Reconoce las fallas o faltantes de la EMA y lleva un control de la misma.

Se debe levantar en campo cada vez que se realice una visita técnica o el mantenimiento del observatorio meteorológico.

En el Apéndice D se incluyen ejemplos de Lista de Revisión de las EMAS.

### **4.7.3 Mantenimiento a la estructura que soporta los equipos y sensores**

Se deben revisar las condiciones de la estructura, así como los cables de tensores, los guardacabos, grapas o “perros” de tensores, anclas y la tornillería en general.

Se deben revisar las tuercas de la base del soporte, el tensado de los cables de las retenidas y verificar la verticalidad de la estructura.

#### **4.7.3.1 Torre**

Se deben revisar las tuercas de la base de la torre y el tensado de los cables de las retenidas con la herramienta adecuada, además, se debe verificar el seguro del tensor.

Adicionalmente, a las torres se les debe proporcionar mantenimiento preventivo cada 2 a 5 años, dependiendo de las condiciones de intemperismo, en caso de encontrar un tramo dañado se debe sustituir la torre.

En caso de aplicación de pintura, se deben conservar los colores reglamentarios y realizar lo siguiente:



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021  
44/78

- lijar cada uno de los tramos para eliminar impurezas y residuos de la pintura a sustituir;
- aplicar pintura epóxica anticorrosiva;
- dejar secar la pintura antes de montar equipo y sensores.

#### 4.7.4 Mantenimiento correctivo del gabinete

Se deben revisar las condiciones de filtraciones dentro del gabinete, sellos y elementos de fijación.

En caso de cambio de gabinete, se debe realizar lo siguiente:

- efectuar el respaldo de los datos históricos guardados en el sistema de adquisición de datos, ya sea utilizando una computadora portátil y un cable de comunicación específico o una memoria USB. (Según aplique);
- apagar la estación, quitando primeramente el cable del panel solar;
- retirar el fusible y desconectar la batería;
- desconectar los sensores y equipo;
- desconectar la tierra física;

Una vez terminado el procedimiento, hacer el cambio del gabinete, de la siguiente manera:

- conectar la tierra física;
- conectar los sensores y equipo;
- colocar el fusible y conectar la batería;
- conectar el cable del panel solar;
- encender la estación.

#### 4.7.5 Mantenimiento preventivo del gabinete

Se deben revisar las condiciones de filtraciones dentro del gabinete, sellos y elementos de fijación en busca de puntos de oxidación.

Para el mantenimiento del gabinete se debe realizar lo siguiente:

- efectuar el respaldo de los datos históricos guardados en el sistema de adquisición de datos, ya sea utilizando una Computadora portátil y un cable de comunicación específico o una memoria USB. (Según aplique);
- apagar la estación, quitando primeramente el cable del panel solar;
- retirar el fusible y desconectar la batería;
- desconectar los sensores y equipo;
- desconectar la tierra física.

Para el mantenimiento preventivo se debe limpiar la parte externa del gabinete con agua y jabón.



En caso de encontrar puntos de oxidación en los herrajes de sujeción, éstos se deben remplazar.

Para el caso del gabinete, en caso de presentar corrosión, éste se debe restaurar. En caso de que exista una perforación o cuarteadura, el gabinete se debe sustituir por un NEMA 4 o superior.

Para los sellos del gabinete, en caso de que presenten cuarteaduras o roturas, éstos se deben sustituir.

Aplicar un líquido rehidratante de sellos para evitar las cuarteaduras.

Dependiendo del acabado del gabinete, aplicar cera automotriz para su protección.

Al finalizar el mantenimiento preventivo, se debe colocar desecante dentro del gabinete para evitar la condensación interna.

#### **4.7.6 Acciones de mantenimiento**

##### **4.7.6.1 Panel solar**

Se debe limpiar de manera superficial con la franela húmeda, utilizando una brocha y/o fibra suave. En caso de que el componente presente humedad u hongos, éste se debe sustituir.

Verificar que los elementos de sujeción del panel solar no presenten corrosión, en caso de presentarla, se deben sustituir.

Verificar que el sistema de sujeción del panel solar se encuentre debidamente anclado y su orientación sea hacia el sur.

Revisar las terminales eléctricas que al final del tubo conduit no presenten filtraciones o corrosión y en su caso sustituir.

Comprobar que los niveles de operación del panel solar (voltaje) se encuentren dentro de las especificaciones del fabricante.

##### **4.7.6.2 Antena Yagi**

Se debe comprobar que el número de elementos radiales y reflectores que conforman la antena se encuentren completos, en caso contrario sustituir.

Se debe limpiar con agua y jabón, utilizando una brocha y/o fibra suave.



Limpiar el sistema de desagüe del brazo.

Revisar que la unión del conector de la antena con el cable de comunicación sea firme y no presente corrosión, en caso contrario se debe sustituir. Al término de la revisión, el conector se debe recubrir con cinta autovulcanizable.

Verificar que la orientación de la antena al satélite de transmisión sea la indicada para el sitio de emplazamiento.

Revisar en el mensaje de transmisión que la potencia registrada sea la adecuada al protocolo de transmisión (CS1 o CS2).

#### **4.7.6.3** Sistema de adquisición de datos

Se debe limpiar de manera superficial con franela húmeda, utilizando una brocha con un producto limpiador no abrasivo.

De ser necesario, se respaldar los datos históricos guardados y el registro de eventos en el Sistema de Adquisición de Datos, ya sea utilizando una computadora portátil y el cable de comunicación adecuado o una memoria USB. (Según aplique, de acuerdo a la tecnología del sistema).

Además, se debe registrar en el reporte la versión del programa y fecha en que se instaló.

#### **4.7.6.4** Transmisor

Se debe limpiar de manera superficial con un paño con un producto limpiador no abrasivo.

Se debe revisar el estado de conexiones, el estado del sistema GPS y operación del equipo.

#### **4.7.6.5** Regulador de voltaje

Se debe limpiar de manera superficial, utilizando una brocha o un paño con un producto limpiador no abrasivo.

#### **4.7.6.6** Batería

Para efectuar el mantenimiento a la batería, se debe realizar el siguiente procedimiento:

- inspeccionar que no esté inflada, no haya derramado líquido o esté fracturada, en cualquiera de estos casos se debe remplazar;



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021  
47/78

- revisar que el voltaje se encuentre dentro del intervalo recomendado por el fabricante;
- desconectar el panel solar y volver a revisar el voltaje;
- desconectar los cables de las terminales, iniciando por el polo positivo y volver a revisar el voltaje.

En caso de no encontrar el voltaje recomendado por el fabricante, se debe reportar para su mantenimiento correctivo.

NOTA: Se recomienda el uso de un probador de baterías para revisar el estado de la misma.

Con una franela o paño seco se debe limpiar superficialmente el cuerpo de la batería.

Para la limpieza de las terminales se debe usar una pasta a base de bicarbonato de sodio y agua destilada, frotándolas suavemente con un cepillo de alambre de cerdas suaves o elemento abrasivo para eliminar impurezas que obstruyan el paso de la energía.

Se deben limpiar las terminales de los cables tomacorriente con una fibra metálica o cepillo de alambre fino para remover la corrosión, al finalizar la limpieza se conecta el polo negativo, positivo y se aplica una capa de pasta dieléctrica para su protección.

Si los cables se encuentran dañados o sus terminales muy oxidadas, se deben reemplazar por unos nuevos.

#### **4.7.6.7** Sistema de protección primaria

Para efectuar el mantenimiento, se debe realizar el siguiente procedimiento:

- inspeccionar el estado físico del sistema y su integridad, en caso de que esta última esté comprometida, se debe realizar un mantenimiento correctivo;
- revisar el sistema de tierras físicas mediante el megger con una impedancia igual o menor a 5 Ohms;
- cuando las terminales de las tierras físicas contengan impurezas, se debe usar una pasta a base de bicarbonato de sodio y agua destilada, frotándolas suavemente con un cepillo de alambre de cerdas suaves o elemento abrasivo para eliminarlas y evitar que obstruyan la conducción de la descarga.

#### **4.7.6.8** Sistema de protección secundaria

Para efectuar el mantenimiento, se debe realizar el siguiente procedimiento:

- inspeccionar el estado físico del sistema y su integridad, en caso de que esta última esté comprometida, se debe realizar un mantenimiento correctivo;



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

48/78

- limpiar con un paño y brocha de manera superficial la barra, la corona y arillo equipotencial de descarga;
- cuando las conexiones de los tornillos, arandelas y tuercas contengan impurezas, se debe usar una pasta a base de bicarbonato de sodio y agua destilada, frotándolas suavemente con un cepillo de alambre de cerdas suaves o elemento abrasivo para eliminarlas y evitar que obstruyan la conducción de la descarga;
- revisar que el gabinete cuente con el cable de cobre de “aterriaje” y que el tornillo, tuerca y arandela estén bien sujetos y sin oxidación.

#### 4.7.6.9 Antena GPS

Para efectuar el mantenimiento, se debe realizar el siguiente procedimiento:

- inspeccionar el estado físico de la antena y su integridad, en caso de que esta última esté comprometida, se debe realizar un mantenimiento correctivo;
- comprobar que la obtención de los datos por medio del GPS, fecha, hora y posición, se efectúe de acuerdo a la programación establecida (sincronización), para lo cual se deben seguir los procedimientos y el equipo de monitoreo y software recomendados por el fabricante;
- limpiar con una franela o paño húmedo de manera superficial.

NOTA: Si no existe sincronización del sistema de adquisición de datos con el GPS, se debe reemplazar la antena GPS por otra que funcione correctamente.

#### 4.7.7 Mantenimiento del sensor de viento

##### 4.7.7.1 Sensor ultrasónico de viento

La limpieza se debe realizar con un paño húmedo, sin tocar o golpear los transductores de las puntas del sensor, debido a que pueden causar algún daño.

Comprobar y corregir la orientación al norte geográfico del sensor de acuerdo con su tecnología.

##### 4.7.7.2 Mantenimiento de sensores electromecánicos (Anemómetro de Cazoletas y Veleta)

###### 4.7.7.2.1 Anemómetro de Cazoletas

Retirar la cinta vulcanizada o aislante que protege al conector del sensor, desconectar el cable de comunicación de datos y retirar los tornillos de sujeción. Una vez retirada la cazoleta, se debe sujetar y bajar el sensor de la torre, para realizar el mantenimiento.

La limpieza del sensor se debe realizar con un paño húmedo.



Además, se debe revisar el sistema de rodamiento de las cazoletas, verificando que exista el giro libre del mismo.

#### **4.7.7.2.2** Desinstalación del sensor de dirección del viento

Hacer el mismo procedimiento con el sensor de dirección del viento:

- retirar la cinta vulcanizada o aislante que protege al conector del sensor;
- desconectar de su cable de comunicación de datos;
- aflojar los tornillos de sujeción y retirar el sensor hacia arriba;
- sujetar a la cuerda y bajar al piso para su mantenimiento.

Ya en el piso los dos sensores, se realiza lo siguiente:

- aflojar los dos tornillos y retirar las cazoletas hacia arriba del cuerpo del sensor para las cazoletas, utilizando la herramienta adecuada;
- limpiar las cazoletas con agua y jabón;
- evitar aplicar material lubricante a los baleros del sistema de rodamiento;
- sustituir el sistema de rodamiento cuando el desgaste sea tal que impida el giro libre del mismo;
- después de lo anterior, armar nuevamente el sensor y probar que gire libremente.

#### **4.7.7.2.3** Veleta

- aflojar los dos tornillos con la herramienta adecuada y sacar la veleta hacia arriba;
- lavar la veleta con agua y jabón y limpiar el cuerpo del sensor;
- lubricar los baleros del sistema de rodamiento;
- armar nuevamente el sensor;
- comprobar y/o corregir la orientación al norte geográfico una vez colocado el sensor en la torre.

#### **4.7.7.2.4** Instalación de los sensores en la torre

Antes de poner la cinta vulcanizada o aislante en el conector, se debe revisar en el sistema de adquisición de datos las mediciones del sensor, si éstas son las adecuadas, se debe colocar la cinta vulcanizada y terminar el proceso de mantenimiento.

**4.7.7.3** Mantenimiento del sensor de temperatura y humedad relativa  
El mantenimiento para este instrumento consiste en verificar que el protector plástico poroso permita la libre circulación del aire. Se debe sustituir cuando la limpieza no sea suficiente



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

50/78

El mantenimiento de la pantalla de protección consiste en desmontarla completamente para limpiar con un paño húmedo y jabón, retirando los elementos ajenos al sensor.

Verificar la operación del sensor.

#### **4.7.7.4** Mantenimiento del sensor de radiación solar

Verificar la integridad del domo y en caso de que se encuentre dañado o presente humedad en el interior se debe reemplazar el sensor.

Se debe remover el “plato protector” y lavarlo con agua y jabón.

Limpiar el domo de cristal y el cuerpo del sensor con un lienzo suave y húmedo, verificando que no se observen residuos o impurezas que afecten la transparencia del domo.

Cambiar el desecante (sílica gel).

Nivelar y ajustar, con la herramienta adecuada, el sensor, hasta que la burbuja de nivel quede centrada.

En caso de no contar con el plato protector, se debe instalar uno nuevo.

Verificar la operación del sensor.

#### **4.7.7.5** Mantenimiento del sensor de presión barométrica

Sólo se debe limpiar con el paño húmedo en la parte superficial.

#### **4.7.7.6** Mantenimiento del sensor de precipitación pluvial

Antes de iniciar con el mantenimiento el sensor, se debe desconectar del sistema de adquisición y procesamiento de datos, ya que en el proceso de limpieza se generan datos falsos, mismos que se reflejan en las mediciones.

Se debe efectuar el mantenimiento conforme a los manuales de operación del equipo.

Una vez finalizado el mantenimiento, verificar la adecuada operación del sensor.

#### **4.7.7.7** Mantenimiento de sensor de temperatura y humedad de suelo

Efectuar una revisión visual y de acuerdo al estado físico del sensor (fisuras o deterioro) se debe realizar el mantenimiento conforme a los manuales de operación del equipo.



Una vez finalizado el mantenimiento, verificar la adecuada operación del sensor.

#### **4.7.8** Mantenimiento Vía Remota de la ESIME

Para el caso de las Estaciones Sinópticas Meteorológicas (ESIMES), el esquema de datos y su transmisión cambia en comparación a las Estaciones Meteorológicas Automáticas. En este caso interviene un equipo PC-cliente y la aplicación de transferencia y visualización de datos recibidos de los sensores, dichos datos se almacenan y posteriormente se envían vía red local.

La comunicación a través de la red permite interactuar con la PC-cliente y el sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos (SAPAD) de las ESIMES empleando un software adecuado de conexión remota, lo que permite realizar actividades de supervisión y monitoreo de las aplicaciones instaladas para efectuar la recolección y almacenamiento de los datos generados por estas desde un sitio diferente a donde se encuentra instalada.

Entre las actividades que se deben realizar remotamente se tienen las siguientes:

- a) verificación y rehabilitación de la comunicación entre la ESIME y la PC-cliente;
- b) verificación y rehabilitación del monitoreo local de datos y respaldo de los mismos;
- c) verificación y rehabilitación del envío de datos y mensajes sinópticos de la ESIME por la red hasta el sitio de recepción de la información;
- d) monitoreo en Tiempo Real de los valores de los parámetros entregados por los sensores instalados.

Realizar, en caso de ser necesario, las siguientes acciones:

- e) reinstalación y configuración de la aplicación de visualización de los datos locales;
- f) actualización y configuración del sistema operativo y antivirus;
- g) reinstalación y configuración de las aplicaciones empleadas para la comunicación del SAPAD y la PC-cliente.

Después de estas acciones, realizar las actividades numeradas en los incisos a) – d).

Todo lo anterior se debe realizar siguiendo las instrucciones del proveedor.

En la visita anual a la estación se debe dar mantenimiento preventivo a la PC-cliente, así como a la unidad de energía ininterrumpible por personal capacitado, además, se debe verificar que la instalación eléctrica del sitio, tierras físicas y suministro estén operando adecuadamente. Revisar el sistema de comunicación entre la PC-cliente y el SAPAD.



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

52/78

Si en la visita de mantenimiento se detecta que la unidad de energía ininterrumpible no funciona adecuadamente se debe realizar el mantenimiento correctivo.

#### 4.7.9 Calidad de los datos

- el control de la calidad de los datos en una EMA se debe hacer minimizando automáticamente el número de observaciones imprecisas y el número de observaciones que se pierden, mediante equipo y rutinas de programas adecuados;
- las finalidades se cumplen cuando se tiene la seguridad de que cada observación se calcula a partir de un número razonablemente grande de muestras de datos de calidad controlada;
- por lo anterior se deben aislar y excluir las muestras con grandes errores espurios y continuar realizando el cálculo, sin influencia alguna de esa muestra;
- el control de la calidad debe garantizar la calidad y coherencia de los datos obtenidos, que se consigue mediante un conjunto de procedimientos minuciosamente diseñados que se centran en las prácticas de buen mantenimiento, reparación, calibración y verificaciones de la calidad de los datos;
- para los procedimientos de control de la calidad en tiempo real de datos de EMA, se deben realizar de acuerdo con lo señalado en el capítulo 1 de la parte III se dan recomendaciones detalladas, y en el Manual de la World Meteorological Organization (WMO) No. 305 (1993) (ver 9.19), como procedimientos básicos de control de la calidad.

##### 4.7.9.1 Verificaciones en el sensor

Se debe comprobar en cada muestra del sensor en la fase más temprana posible del procesamiento, teniendo en cuenta las funciones de respuesta de acondicionamiento del sensor y de la señal, para un valor admisible y una magnitud de cambio admisible, de acuerdo con lo siguiente:

- **valor admisible:** con esta verificación se debe comprobar que el valor medido se encuentra en los límites absolutos de variabilidad;
  1. los límites deben estar relacionados con la naturaleza de la variable o del fenómeno meteorológico, pero dependen también del intervalo de medición de los sensores seleccionados y del equipo de adquisición de datos;
  2. también se deben efectuar otras verificaciones de los límites, en función de la zona geográfica, de la estación y del momento del año, tomando en cuenta el Manual WMO No. 305 (1993) (ver 9.19), en los cuadros 6.3 a 6.9 del capítulo 6;



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

53/78

- rapidez de cambio admisible: se debe comprobar la rapidez de cambio admisible con respecto a un nivel anterior aceptable, de acuerdo a lo siguiente:
  1. realizarse verificaciones de coherencia temporal adicionales utilizando comparaciones de datos entre dos informes consecutivos, de acuerdo con el Manual WMO No. 305 (1993) (ver 9.19) figuran tolerancias de verificación para diferentes períodos de tiempo en las escalas sinópticas (1, 2, 3, 6 y 12 horas) para la temperatura del aire, el punto de rocío y la tendencia de la presión.

#### **4.7.9.2** Verificaciones entre sensores

Se deben realizar verificaciones de coherencia interna de una variable con respecto a otras, sobre la base de principios físicos y meteorológicos establecidos. Ejemplo: la temperatura del punto de rocío no puede exceder de la temperatura ambiente

#### **4.7.9.3** Observaciones introducidas manualmente

Cuando se introduce manualmente en la EMA una magnitud observada, se pueden realizar las verificaciones en el sensor y entre sensores, según lo mencionado en el punto anterior.

Se efectúan verificaciones de coherencia especiales de acuerdo al Manual WMO No. 305 (1993) (ver 9.19) relativas a tiempo presente con visibilidad; tiempo presente con nubosidad; información sobre nubosidad, tiempo y nubes; tiempo presente con temperatura del aire; tiempo presente con temperatura del punto de rocío; altura de las nubes con tipos de nubes; y estado del mar con magnitud del viento.

#### **4.7.9.4** Verificaciones del equipo

Se deben aplicar y ejecutar periódicamente en forma automática procedimientos de auto verificación internos utilizando equipo de prueba incorporado al equipo de la EMA y poner los resultados de esas pruebas a disposición del personal adecuado o almacenarlos en memorias intermedias de gestión interna.

#### **4.7.9.5** Verificación de mensajes

En las EMAS provistas de programas para la codificación de mensajes y su transmisión por el Sistema Mundial de Telecomunicación se deben ejecutar todas las verificaciones.



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

54/78

Se debe controlar que cumpla con la reglamentación sobre carácter, número, formato, etc. En caso de valores clasificados como sospechosos, hay que considerar la adopción de medidas apropiadas.

## 5 Observancia de este Proyecto de Norma Mexicana

La verificación de la evaluación de la conformidad de las Estaciones Meteorológicas, Climatológicas e Hidrológicas, la debe realizar Unidades de Verificación Acreditadas y Aprobadas o por la CONAGUA, en los términos que estipula la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, en cuyo caso, en las Estaciones Meteorológicas, Climatológicas e Hidrológicas debe contar con los informes, actas y/o dictámenes que garanticen el cabal cumplimiento de este Proyecto de Norma Mexicana.

La Unidad de Verificación debe:

- llevar a cabo las acciones de campo necesarias para evaluar el cumplimiento de las especificaciones contenidas en este Proyecto de Norma Mexicana;
- hacer constar en el expediente, mediante pruebas documentales, fotográficas o gráficas, el cumplimiento de las especificaciones contenidas en este Proyecto de Norma Mexicana.

Previo a la emisión de un dictamen técnico, la Unidad de Verificación debe formular un informe donde se asiente si existen no conformidades con este Proyecto de Norma Mexicana, para que el interesado corrija las deficiencias que se detecten en el cumplimiento de este Proyecto de Norma Mexicana. De común acuerdo, la Unidad de Verificación y el interesado fijarán un plazo para corregir las deficiencias.

## 6 Vigencia

El presente Proyecto de Norma Mexicana, una vez que concluya su periodo de consulta pública, entrará en vigor en 60 días naturales posteriores a la publicación de su declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

## 7 Concordancia con Normas Internacionales

Este Proyecto de Norma Mexicana no es equivalente (NEQ) con alguna Norma Internacional, por no existir esta última al momento de su elaboración.



**Apéndice A**  
(Informativo)

**Confirmación metrológica de instrumentos de medición e instrumentos de estaciones meteorológicas y climatológicas**

**A.1** Generalidades

Para garantizar que los equipos de medida que se encuentran dentro del sistema de medición de una institución o empresa cumplan con los requisitos esperados para su uso, es necesario implementar un procedimiento de confirmación metrológica que le permita a la organización tener un estricto control y mantenimiento sobre todos los equipos de medición que intervienen en su proceso productivo.

Para este fin se debe asegurar que todo equipo de medición necesario para satisfacer los requisitos metrológicos esté disponible e identificado en el sistema de gestión de las mediciones.

**A.2** Registro de características del equipo de medición.

Cada instrumento de medición debe tener un formato preestablecido con los resultados de las evaluaciones, en el que se anoten las características técnicas o especificaciones y su historial, desde la adquisición, instalación, operación y cada uno de los servicios que se hayan realizado a la fecha. Este registro deberá incluir, como mínimo, los siguientes puntos:

**A.2.1** Características Administrativas

Nombre, marca, modelo, número de serie o identificación única, fecha de adquisición, fecha de la última calibración, identificación de su estado funcional, si el equipo presenta falla identificar el tipo de falla, fecha última de mantenimiento, fecha próxima de mantenimiento, identificación del estado de la confirmación metrológica del equipo, la ubicación actual, instructivos del fabricante, responsable del equipo de medición.

**A.2.2** Características Técnicas

Unidad de medida seleccionada, intervalo de medición/alcance, exactitud, resolución, incertidumbre, error, estabilidad, deriva, magnitud de influencia, repetibilidad, repetitividad, umbral, histéresis, sesgo, zona muerta.

**A.3** Confirmación metrológica del equipo de medición



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

56/78

Se debe diseñar e implementar la confirmación metrológica para asegurar que las características metrológicas del sensor o equipo de medición cumplan con los requisitos metrológicos del proceso de medición.

La Confirmación Metrológica está compuesta de tres etapas:

a) etapa 1

Denominada “calibración” del sensor o equipo de medición, inicia con la identificación de las necesidades de confirmación metrológica y determina que sensor, equipo de medición o patrón de referencia debe sujetarse al proceso de confirmación metrológica. Todos los instrumentos, sensores o equipos de medición necesitan ser calibrados al menos una vez dentro de su periodo de vida útil, y solo aquellos que afectan la calidad del producto se deben sujetar al proceso de confirmación metrológica. El equipo de medición debe tener un estado de calibración válido antes de someterlo al proceso de confirmación.

b) etapa 2

Denominada “verificación metrológica”, para la cual es necesario conocer el error máximo tolerado del instrumento (no confundir con error de medición), mediante el proceso de evaluación de consistencia metrológica. Una vez determinado el error máximo que se puede tolerar del instrumento, es necesario que el usuario evalúe la conformidad de las características metrológicas encontradas en la calibración contra el error máximo tolerado (capacidad de medición requerida).

c) etapa 3

Denominada “Decisiones y Acciones”, es necesario tomar decisiones cuando el instrumento no cumple con los requisitos de la aplicación a la que fue asignado.

### **A.3.1** Calibración del sensor o equipo de medición

En la etapa 1, denominada “calibración”, el área responsable debe establecer un programa de calibración, el cual se debe revisar y ajustar según sea necesario, para mantener la confianza en el estado de la calibración y desempeño del equipo de medición.

Todos los equipos que requieran calibración se deben etiquetar o codificar para permitir que el usuario de los equipos identifique fácilmente el estado de la calibración.

Cuando sean necesarias verificaciones intermedias para asegurar el desempeño del equipo, estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo a un procedimiento establecido.



### **A.3.1.1** Laboratorio de Calibración

El laboratorio debe establecer y mantener la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición, vinculándolos con la referencia apropiada.

El laboratorio debe asegurarse de que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante cualquiera de las siguientes condiciones:

- La calibración de los equipos o instrumentos debe ser realizada por un laboratorio de calibración acreditado y aprobado por la Secretaría de Economía.
- La realización directa de unidades del Sistema Internacional (SI) aseguradas por comparación directa o indirecta con patrones nacionales o internacionales.

Cuando la trazabilidad metrológica a unidades del Sistema Internacional (SI) no sea técnicamente posible, el laboratorio debe demostrar trazabilidad metrológica a una referencia apropiada.

Los informes de calibración deben incluir por lo menos la siguiente información:

- un título: dictamen o informe de calibración;
- nombre, logotipo, domicilio y ubicación del laboratorio que realiza la calibración;
- nombre, domicilio y ubicación donde se llevó al cabo la calibración, cuando sea diferente al domicilio del laboratorio;
- número de identificación seriada y única del dictamen o informe;
- número de página de un total de páginas, por ejemplo: 1 de 4;
- nombre y domicilio del cliente solicitante del servicio;
- descripción, condición e identificación del instrumento o equipo calibrado: marca, modelo y número de serie,
- magnitud evaluada;
- fecha de la calibración y fecha de la emisión del dictamen o informe. Cuando proceda, fecha de recepción;
- referencia a la norma o procedimiento de calibración utilizado;
- referencia al plan de muestreo, cuando sea relevante;
- desviaciones, adiciones o exclusiones de la calibración y cualquier otra información relevante, como por ejemplo: condiciones ambientales;
- resultados de la medición, soportado con tablas, gráficas, notas, fotografías, etc;
- incertidumbre de la medición;



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

58/78

- patrones utilizados y trazabilidad;
- si alguno de los resultados es objeto de laboratorios subcontratados, deberá aclararse;
- firmas del personal responsable que calibró y que aprobó, así como nombre y cargo;
- nota relativa a que dicho dictamen o informe no puede ser reproducido sin autorización del laboratorio;
- anexar, en todo caso, la carta de trazabilidad.

Requisitos específicos para los certificados de calibración:

- la incertidumbre de medición del resultado de la medición presentado en la misma unidad que de la unidad del mensurando o en un término relativo a dicha unidad por ejemplo, porcentaje;
- las condiciones (por ejemplo, ambientales) en las que se hicieron las calibraciones, que influyen en los resultados de medición;
- una declaración que identifique cómo las mediciones son trazables metrológicamente;
- los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación, si están disponibles;
- cuando sea pertinente, una declaración de conformidad con los requisitos o especificaciones.

Cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones.

NOTA 1: Las copias en papel del certificado de calibración también deben incluir el número de página y el número total de páginas.

NOTA 2: Se recomienda que los laboratorios incluyan una declaración especificando que el certificado de calibración no debe ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la aprobación por escrito del laboratorio.

Para la calibración de los instrumentos de medición, se utilizarán estándares de transferencia, con trazabilidad a materiales de referencia y patrones nacionales mantenidos en el Centro Nacional de Metrología, según aplique, acorde a principios metrológicos que garanticen la comparabilidad de las mediciones a través de la trazabilidad de las medidas.

A falta de patrones nacionales en las magnitudes y/o los intervalos de interés, aplicará lo establecido en el Título Segundo, Capítulo IV, del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

### **A.3.1.2** Cálculo del Intervalo de Calibración

El cálculo del intervalo de calibración es una tarea del encargado del control y monitoreo de los equipos por medio de la cual se determina el tiempo que debe transcurrir entre una calibración y otra para cada uno de los equipos con el fin de



minimizar al máximo el riesgo de que el equipo se encuentre por fuera de tolerancia y los costos anuales generados por el proceso de calibración.

De acuerdo con el documento de la Organización de Metrología Legal<sup>1</sup>, para calcular este intervalo de calibración se debe hacer lo siguiente:

i) Selección del intervalo de calibración inicial:

Esta selección está basada en la intuición “ingenieril” de una persona que cuente con la experiencia necesaria con respecto a las mediciones, a los equipos que se van a calibrar y a los intervalos de calibración iniciales de equipos similares dentro de otras organizaciones.

Los factores que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar este intervalo son:

- a) las recomendaciones dadas por el fabricante del equipo;
- b) el alcance y la severidad del uso del equipo;
- c) las condiciones ambientales a las cuales es sometido el equipo, estas mediciones pueden ser: la temperatura, la humedad, las vibraciones, entre otras;
- d) la exactitud de medición con la que se requiere que trabaje el equipo.

ii) Ajustar el intervalo de calibración:

Conociendo el intervalo de calibración inicial del equipo, se hace un ajuste de este intervalo con el fin de poder ampliarlo y con esto minimizar los costos que genera el proceso de la calibración sin correr con el riesgo de que el equipo se salga de sus especificaciones.

Los factores que se deben tener en cuenta cuando se realiza este ajuste son:

- a) el tipo de equipo;
- b) las tendencias de los resultados obtenidos de calibraciones anteriores;
- c) los registros históricos de mantenimiento y servicio;
- d) las tendencias al deterioro y la deriva;
- e) la frecuencia de revisión contra otro equipo de medida;
- f) la frecuencia y calidad de los controles internos de calibración;
- g) los métodos que se utilizan para el cálculo del intervalo de calibración son los siguientes:
  - g1) ajuste automático o en escalera;
  - g2) carta de control;
  - g3) tiempo en uso;

<sup>1</sup> ILAC-G24/OIML D 10, Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories, 2007.



- g4) chequeo en servicio, o ensayo y caja negra;
- g5) aproximación estadística.

### A.3.2 Verificación metrológica

La etapa 2, verificación metrológica intermedia, sirve para determinar si el instrumento cumple o no cumple con los requisitos metrológicos. El Intervalo de verificaciones intermedias es la porción de tiempo entre dos verificaciones que sirven para comprobar el correcto funcionamiento de un sensor o equipo de medición. En esta etapa se deben realizar dos acciones:

#### A.3.2.1 Evaluación de consistencia

Conjunto de actividades que determinan las características metrológicas con las cuales debe cumplir un equipo de medición para que se encuentre dentro de las condiciones óptimas de funcionamiento o dentro de las especificaciones para los que se destinó. Esta evaluación consiste en:

##### A.3.2.1.1 Capacidad de medición

La capacidad de medición se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$CM = U_{actual}$$

Donde

$U_{actual}$  = incertidumbre expandida (certificado de calibración)

##### A.3.2.1.2 Requerimiento de medición

Está dada por la siguiente ecuación:

$$RM = (1/3) * (\pm LC / Fr)$$

Donde

LC = límites de control (pasa/no pasa)

Fr = factor de riesgo (ver Tabla A 1)

Riesgo	Fr
Pone en peligro la vida	10
Pone en peligro la salud Viola disposiciones legales Causa pérdidas a los clientes	8
Causa pérdidas mayores Causa reclamaciones serias de clientes	6
Causa pérdidas moderadas Causa reclamaciones de clientes	4



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

61/78

Causa pérdidas leves	2
----------------------	---

Tabla A 1 - Valores para el factor de riesgo

### A.3.2.1.3 Índice de Consistencia

El índice de consistencia del instrumento se calcula utilizando la ecuación:

$$IC = CM/RM$$

Dónde

CM = Capacidad de medición

RM = Requerimiento de medición.

Teniendo el índice de consistencia, se puede determinar el estado del instrumento aplicando los siguientes criterios:

- si  $IC < 1$  el instrumento de medición es demasiado burdo, es decir, no se encuentra diseñado para el propósito del proceso y con esto los costos se incrementan al no haber calidad en el producto;
- si  $IC \approx 1$  el instrumento de medición es adecuado para el propósito del proceso;
- si  $IC > 1$  el instrumento de medición es muy fino, esto significa que su diseño es mucho mejor al requerido por el proceso y esto implica costos muy elevados de operación y mantenimiento.

### A.3.2.2 Evaluación de Conformidad

La evaluación de la conformidad determina si un equipo de medición se encuentra conforme o no a los requisitos (requerimientos de medición) establecidos por la evaluación de consistencia utilizando los datos (error e incertidumbre) proporcionados por el certificado de calibración. En la siguiente figura se muestran los elementos que se deben considerar cuando se va a realizar una evaluación de conformidad.

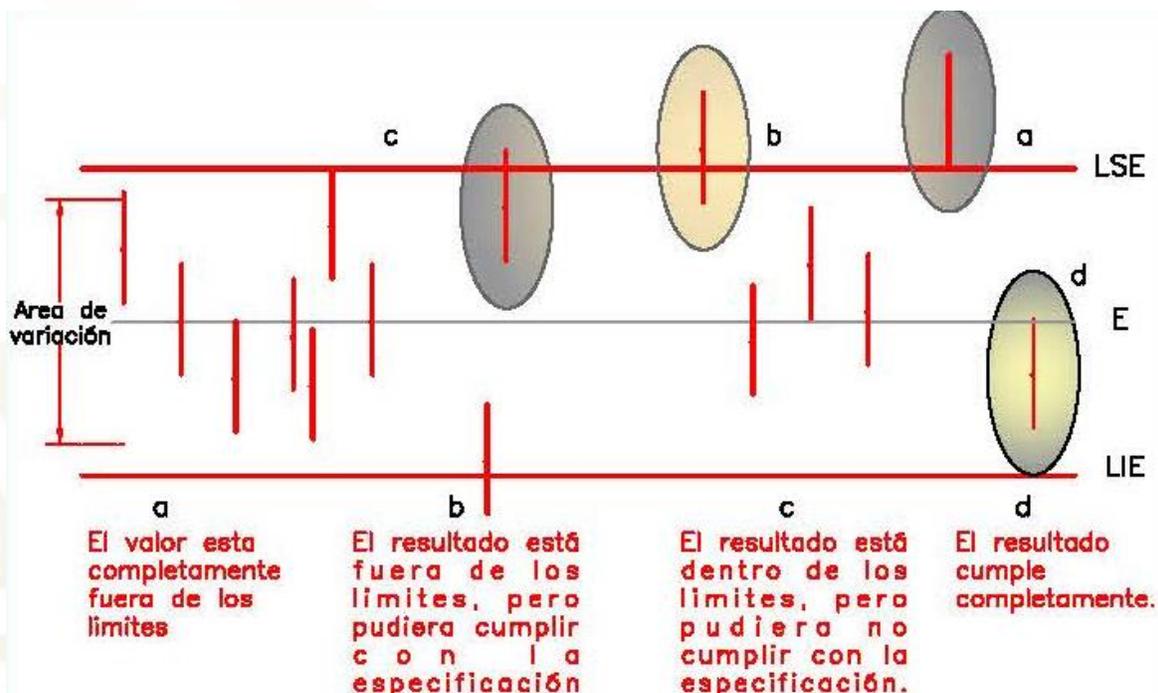


Figura A 1 - Requerimientos de medición

La tolerancia que se muestra en la Figura A 1 está dada por el requerimiento de medición calculado para la evaluación de consistencia RM.

Cuando este requerimiento no se ha calculado, la tolerancia puede tomarse, aunque no es suficiente, como la especificación de exactitud del instrumento dada por el fabricante.

Los criterios para determinar la conformidad de los resultados de un instrumento de medición establecidos por la Norma ISO/TS 14253-4:2010 (ver 9.10), son:

- si el intervalo  $E \pm U$  se encuentra dentro de los límites de la tolerancia, el resultado es CONFORME;
- si el intervalo  $E \pm U$  se encuentra fuera de los límites de la tolerancia, el resultado es NO CONFORME;
- si el intervalo  $E \pm U$  se cruza con los límites de la tolerancia, el resultado es AMBIGUO.

En este caso, el usuario del instrumento debe definir las reglas para aclarar el resultado. Algunas de estas reglas pueden ser:

- CONFORME SUJETO A VERIFICACIÓN cuando el error se encuentra dentro de los límites de la tolerancia;
- NO CONFORME SUJETO A VERIFICACIÓN cuando el error se encuentra por fuera de los límites de la tolerancia.



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021  
63/78

### A.3.2.3 Registros del proceso de confirmación metrológica

Los registros del proceso de confirmación metrológica deben demostrar si cada equipo de medición cumple los requisitos metrológicos especificados.

Los registros del proceso de confirmación metrológica se deben mantener y estar disponibles.

Los registros del proceso de confirmación metrológica deben incluir lo siguiente:

- a) la descripción e identificación única del equipo, tipo, número de serie, etc; incluyendo el estado funcional;
- b) la fecha en que se completó la confirmación metrológica;
- c) el resultado de la confirmación metrológica;
- d) el intervalo de la confirmación metrológica asignado;
- e) la identificación del procedimiento de confirmación metrológica;
- f) el error máximo permitido designado;
- g) las condiciones ambientales pertinentes y una declaración sobre cualquier corrección necesaria;
- h) las incertidumbres implicadas en la calibración del equipo;
- i) los detalles del mantenimiento, tales como ajustes, reparaciones y modificaciones realizadas;
- j) cualquier limitación de uso;
- k) la identificación de la persona o personas que realizaron la confirmación metrológica;
- l) la identificación de la o las personas responsables de la veracidad de la información registrada;
- m) la identificación única (tal como número de serie) de cualquiera de los certificados e informes de calibración y de otros documentos pertinentes;
- n) la evidencia de la trazabilidad de los resultados de la calibración;
- o) los requisitos metrológicos para el uso previsto;
- p) los resultados de calibración obtenidos después y, cuando se requiera, antes de cualquier ajuste, modificación o reparación;
- q) la declaración de conformidad. Aquí se informa sobre el estado del equipo conforme a la evaluación de consistencia;
- r) las observaciones o todas las interpretaciones con respecto al uso del equipo, informes y resultados;
- s) el Intervalo de Calibración que indica la fecha para la próxima calibración del equipo de medición.

El informe generalmente se encuentra acompañado de etiquetas y/o sellos. Estas etiquetas indican el estado de confirmación metrológica en que se encuentra el equipo, pueden contener cualquier tipo de limitación o restricción en el uso de éste. Los sellos sirven para proteger el acceso a los dispositivos del equipo, cuyo manejo afecte el funcionamiento para evitar alteraciones por parte de personal



no autorizado. Estos sellos son diseñados de tal forma que se pueda detectar con claridad cualquier alteración que haya sufrido el equipo.

### **A.3.3** Decisiones y Acciones.

La etapa 3: denominada “Decisiones y Acciones”, es necesario tomar decisiones cuando el instrumento no cumple con los requisitos de la aplicación a la que fue asignado; en estos casos se puede actuar sobre:

- a) las características metrológicas de los instrumentos aplicando procedimientos de ajuste, mantenimiento o reparación; o
- b) el proceso de medición e incluir correcciones a los errores sistemáticos del instrumento para llevarlo dentro del error máximo tolerado; las acciones complementarias implican identificar el estado de conformidad del instrumento con los requisitos de la aplicación y el análisis del intervalo de re-calibración que permitirá determinar cuándo llevar a cabo la próxima calibración – confirmación del instrumento.

En las organizaciones productivas no basta con tener el mejor personal, los mejores equipos y las condiciones más apropiadas si los instrumentos de medición no son los indicados para las funciones del proceso.

El cálculo de los intervalos de calibración es muy importante dentro del proceso de confirmación metrológica puesto que al extender el tiempo entre una calibración y otra de los equipos que intervienen en el sistema de medición sin poner en riesgo la calidad de las medidas, se genera un ahorro significativo para la empresa.

Es importante que se determine en cada lugar cual será el instrumento primario de referencia local y de ello determinará el seguimiento de los instrumentos y de la calidad del dato. Para poder determinarlo se debe de tener en cuenta la resolución, exactitud, repetibilidad y reproducibilidad, tener una precisión alta adecuada y óptima al proceso de medición; además de contar con un certificado o documento que avale la calibración. La re-calibración del equipo de medición no es necesaria si el equipo ya se encuentra en estado de calibración válido, verificado, evaluado y consistente y conforme a los requisitos cumpliendo con los propósitos para los que fue elegido.

**SE**SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

NMX-AA-166/3-SCFI-2021

65/78

**Apéndice B**  
(Informativo)  
**Hora del Meridiano de Greenwich I**

**Tabla B 1 - Hora del Meridiano de Greenwich, Meridiano 120°**

<b>Meridiano 120°</b>			
<b>Baja California</b>			
<b>Hora del Meridiano de Greenwich (Hora de transmisión)</b>	<b>Hora Local</b>		
	<b>Horario invierno</b>	<b>de</b>	<b>Horario Verano</b> <b>de</b>
00:00 Z	16:00 h		17:00 h
03:00 Z	19:00 h		20:00 h
06:00 Z	22:00 h		23:00 h
09:00 Z	01:00 h		02:00 h
12:00 Z	04:00 h		05:00 h
15:00 Z	07:00 h		08:00 h
18:00 Z	10:00 h		11:00 h
21:00 Z	13:00 h		14:00 h

**Tabla B 2 - Hora del Meridiano de Greenwich, Meridiano 105°**

<b>Meridiano 105°</b>			
<b>Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit.</b>			
<b>Hora del Meridiano de Greenwich (Hora de transmisión)</b>	<b>Hora Local</b>		
	<b>Horario invierno</b>	<b>de</b>	<b>Horario Verano</b> <b>de</b>
00:00 Z	17:00 h		18:00 h
03:00 Z	20:00 h		21:00 h
06:00 Z	23:00 h		00:00 h
09:00 Z	02:00 h		03:00 h
12:00 Z	05:00 h		06:00 h
15:00 Z	08:00 h		09:00 h
18:00 Z	11:00 h		12:00 h
21:00 Z	14:00 h		15:00 h



**Tabla B 3 - Hora del Meridiano de Greenwich, Meridiano 90°**

<b>Meridiano 90°</b>		
<b>Resto del país</b>		
<b>Tiempo del Meridiano de Greenwich (Hora de transmisión)</b>	<b>Hora Local</b>	
	<b>Horario invierno</b>	<b>de Horario Verano</b>
00:00 Z	18:00 h	19:00 h
03:00 Z	21:00 h	22:00 h
06:00 Z	00:00 h	01:00 h
09:00 Z	03:00 h	04:00 h
12:00 Z	06:00 h	07:00 h
15:00 Z	09:00 h	10:00 h
18:00 Z	12:00 h	13:00 h
21:00 Z	15:00 h	16:00 h



**Apéndice C**  
(Informativo)  
**Formatos para observatorios meteorológicos (ESIMES)**

**Tabla C 1: Ejemplo de Lista de Verificación para Mantenimiento**

<b>Lista de verificación observatorio</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Cuestionario de evaluación de equipos, estadística e instalaciones meteorológicas de la red de observatorios meteorológicos para programar el mantenimiento</b>	
<b>Nombre del observatorio meteorológico</b>	
<b>Nombre del responsable</b>	
<b>Fecha de último mantenimiento</b>	
<b>Revisión del equipo</b>	
<b>1. Anemocinemógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Fusibles ( ) Transmisores ( ) Plumillas ( ) Torre ( ) Sensores No Gráfica: _____ No Serie: _____ Observaciones: _____
<b>2. Anemómetro digital</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Visualizador ( ) Energía ( ) Comunicación No Serie: _____ Observaciones: _____
<b>3. Evaporímetro</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Base ( ) Tina ( ) Tornillo Micrométrico ( ) Cilindro de Reposo ( ) Pintura Serie: _____ Observaciones: _____
<b>4. Pluviómetro</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Nivelación ( ) Abrigo de Madera ( ) Base ( ) Regla ( ) Vaso medidor ( ) Embudo Serie: _____ Observaciones: _____
<b>5. Pluviógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Nivelación ( ) Estado/Lamina ( ) Calibración ( ) Plumilla ( ) Tubo de Descarga sifón No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____
<b>6. Psicrómetro</b>	( ) Sistema de aspiración ( ) Muselina ( ) Termómetro seco y húmedo



<b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Protección del Termómetro húmedo Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>7. Termómetros</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Máxima ( ) Mínima abrigo ( ) Mínima a la Intemperie Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>8. Termógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Sensor ( ) Escala ( ) Plumilla ( ) Sistema de Reloj No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>9. Higrotermógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Sensor ( ) Escala ( ) Plumilla ( ) Sistema de Reloj No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>10. Higrógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Sensor ( ) Escala ( ) Plumilla ( ) Sistema de Reloj No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>11. Higrotermometro digital</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Visualizador ( ) Energía ( ) Comunicación Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>12. Barómetro mercurio</b> <b>de</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Menisco ( ) Tubo de vidrio ( ) Fugas de Hg ( ) Correcciones "3" ( ) Verticalidad Serie: _____ Observaciones: _____ _____



<b>13. Barómetro digital</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Visualizador ( ) Energía ( ) Comunicación Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>14. Barógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Escala ( ) Plumilla ( ) Reloj No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>15. Microbarógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Escala ( ) Plumilla ( ) Reloj No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>16. Heliógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Orientación ( ) Carbonización correcta de la gráfica No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>17. Actinógrafo</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Sistema de Relojería ( ) Sello ( ) Pintura ( ) Domo No Gráfica: _____ Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>18. Caseta o garita</b> <b>Tiene SI ( ) NO ( )</b>	( ) Orientación ( ) Estado/Madera ( ) Pintura Altura aproximada: _____ m Serie: _____ Observaciones: _____ _____
<b>19. Mobiliario</b>	( ) Calculadora ( ) Equipo de Computo Observaciones: _____ _____
<b>NOTA 1:</b> Recordar llevar tablas p/reducir la presión al nivel medio del mar. <b>NOTA 2:</b> Llevar Formato de Mantenimiento (Cuestionario). <b>NOTA 3:</b> Llevar Etiqueta del Barógrafo (Datos del observatorio meteorológico, Coordenadas, Altitud; Corrección por Gravedad).	



Realizó

Revisó

Firma \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_

√ - Buen estado  
X - Mal estado



**Tabla C 2: Ejemplo de Formato de Mantenimiento**

<b>Logo Institucional</b>	<b>Formato de mantenimiento al equipo del observatorio meteorológico</b>	Nomenclatura del formato
---------------------------	--	--------------------------

Nombre de la estación: _____	Número de folio
Lugar y fecha: _____	

<b>Instrumento</b>	<b>Tipo hallazgo de</b>	<b>Mantenimiento efectuado</b>	<b>Observaciones</b>
Nombre:  Marca:  No. Serie:		Preventivo ( ) Correctivo ( ) Acciones:	
Nombre:  Marca:  No. Serie:		Preventivo ( ) Correctivo ( ) Acciones:	
Nombre:  Marca:  No. Serie:		Preventivo ( ) Correctivo ( ) Acciones:	

Realizó

Revisó

Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Cargo: \_\_\_\_\_



## Ejemplo de anexo de guías fotográficas para estaciones y climatológicas

### Condiciones físicas del equipo meteorológico

Antes del mantenimiento



Nombre:
Observaciones:

Después del mantenimiento



Nombre:
Observaciones:

### Desarrollo de los trabajos de mantenimiento ajuste y calibración del equipo

Antes del mantenimiento



Nombre:
Observaciones:

Después del mantenimiento



Nombre:
Observaciones:



**Apéndice D**  
(Informativo)  
**Formatos para estaciones automáticas**

**Tabla D 1: Ejemplo de Formato de Lista de verificación**

<b>Tipo de estación</b>	<b>Logo Institucional</b>
-------------------------	---------------------------

**Tipo de estación: Marca:**

<b>Identificación de la Estación</b>	
Nombre de la Estación:	
Año de instalación:	
Clave de la Estación:	
Fecha de último mantenimiento:	
Fecha y hora de visita:	
Identificador de la llave de gabinete (cuando aplique)	
<b>Localización del Sitio</b>	
Latitud:	
Longitud:	
Altitud:	
Estado y Municipio:	
Domicilio (cuando aplique):	
Mapa de acceso:	

<b>Revisión o vista general de la estación</b>			
Presenta daño		Observaciones	
SÍ	NO		

<b>Revisión de los sensores del viento:</b>					
<b>Magnitud:</b>					
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>			
Presenta daño físico:		<b>SÍ</b>		<b>NO</b>	
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:		<b>SÍ</b>		<b>NO</b>	
<b>Dirección:</b>					
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>			
Presenta daño físico:		<b>SÍ</b>		<b>NO</b>	
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:		<b>SÍ</b>		<b>NO</b>	



# SE

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Verificación del cable y los conectores del sensor al SAPAD			
La continuidad del cable es correcta:	SÍ		NO
Presenta daño físico:	SÍ		NO
<b>Observaciones:</b>			

Revisión del sensor de Temperatura y Humedad:			
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>	
Presenta daño físico:	SÍ		NO
La cubierta protectora de radiación solar presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:	SÍ		NO
La cubierta de bronce de la electrónica presenta suciedad:	SÍ		NO
Verificación del cable y los conectores del sensor al SAPAD			
El cable presenta daño físico:	SÍ		NO
El conector presenta daño físico:	SÍ		NO
<b>Observaciones:</b>			

Revisión del sensor de Presión Barométrica:			
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>	
Presenta daño físico:	SÍ		NO
Verificación del cable y los conectores del sensor al SAPAD			
El cable presenta daño físico:	SÍ		NO
El conector presenta daño físico:	SÍ		NO
<b>Observaciones:</b>			

Revisión del sensor de Radiación Solar:			
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>	
Presenta daño físico:	SÍ		NO
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:	SÍ		NO
Verificación del cable y los conectores del sensor al SAPAD			
La continuidad del cable es correcta:	SÍ		NO
Presenta daño físico:	SÍ		NO
<b>Observaciones:</b>			

Revisión del sensor de Lluvia:			
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>	
Presenta daño físico:	SÍ		NO
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:	SÍ		NO
El embudo del pluviómetro está obstruido:	SÍ		NO



# SE

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Se revisó la calibración.	SÍ		NO	
El balancín actúa libremente:	SÍ		NO	
El switch opera libremente:	SÍ		NO	
<b>Verificación del cable y los conectores del sensor al SAPAD</b>				
El cable presenta daño físico:	SÍ		NO	
El conector presenta daño físico:	SÍ		NO	
Verificó el nivel del sensor:	SÍ		NO	
<b>Observaciones:</b>				

<b>Revisión de la antena Yagi:</b>				
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>		
Presenta daño físico:	SÍ		NO	
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:	SÍ		NO	
<b>Observaciones:</b>				

<b>Revisión de la antena GPS:</b>				
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>		
Presenta daño físico:	SÍ		NO	
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:	SÍ		NO	
<b>Observaciones:</b>				

<b>Sistema de Datos:</b>				
<b>SAPAD</b>				
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>		
<b>Observaciones:</b>				
<b>Interfaz de salida (monitor) del SAPAD</b>				
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>		
<b>Observaciones:</b>				

<b>Sistema de Transmisión:</b>				
<b>Transmisor</b>				
<b>Marca:</b>	<b>Tipo:</b>	<b>N/S:</b>		
<b>Observaciones:</b>				

<b>Sistema de Alimentación Autónoma:</b>				
<b>Regulador de voltaje</b>				



# SE

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>			
<b>Observaciones:</b>					
<b>Batería</b>					
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>			
<b>Observaciones:</b>					
<b>Revisión del Panel Solar:</b>					
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>			
Presenta daño físico:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Verificación del rendimiento del tablero solar:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Verificación del cable y los conectores del Panel Solar</b>					
Presenta daño físico:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Los conectores presentan daño:		<b>SI</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>					

<b>Revisión del Gabinete:</b>					
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>	<b>N/S:</b>			
Presenta daño físico:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Presenta acumulación de polvo o algún otro elemento ajeno:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
La pintura del gabinete está dañada:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>					

<b>Revisión de la Torre:</b>					
Presenta daño físico o deformación:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Presenta corrosión en las abrazaderas del cable de cobre:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Los cables de las retenidas presentan oxidación:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Hay corrosión o daños en la tornillería:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Los rieles de soporte del gabinete presentan daño u oxidación		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>					

<b>Revisión del sistema de tierra física:</b>					
Presenta daño físico:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Presenta corrosión en las abrazaderas del cable de cobre:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
El cable de cobre presenta daño u oxidación:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
Hay corrosión o daño en la abrazadera del gabinete:		<b>SÍ</b>	<input type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>



**SE**

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

<b>Observaciones:</b>
<b>Medición de impedancia del sistema de tierras durante la visita</b>
Valor obtenido $\Omega$
<b>Observaciones:</b>

**Verificó**

**Realizó**

\_\_\_\_\_  
**Nombre y Firma**

\_\_\_\_\_  
**Nombre y Firma**

**8 Bibliografía**

- 8.1** Ley de Infraestructura de la Calidad, Artículo Cuarto Transitorio, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01-07-2020.
- 8.2** Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1992-07-01 y sus reformas. Abrogada.
- 8.3** Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1999-01-14, Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2012-11-28.
- 8.4** Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación CIMO, OMM, Tecnología de Observación en Superficie, décimo quinta reunión, Ginebra, Suiza, septiembre de 2010 (OMM-N° 1064).
- 8.5** Comisión Internacional de Protección de Radiación no Ionizante, disponible en: <https://www.icnirp.org/en/frequencies/uv/index.html>
- 8.6** Guide to Instruments and Methods of Observation, WMO No. 8, Edition 2018.
- 8.7** Guía de Prácticas Climatológicas, Organización Meteorológica Mundial, OMM – No 100, Edición 2011. Ginebra, Suiza.
- 8.8** ILAC-G24/OIML D 10: Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories, 2007, Australia, [www.ilac.org](http://www.ilac.org).
- 8.9** ILAC Policy on the Traceability of Measurement Results, ILAC P10:01/2013, The ILAC Secretariat, PO Box 7507, Silverwater NSW 2128, Australia, [www.ilac.org](http://www.ilac.org).
- 8.10** ISO/TS 14253-4:2010 Geometrical product specifications (GPS) — Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment — Part 4: Background on functional limits and specification limits in decision rules.



# SE

SECRETARÍA DE  
ECONOMÍA

PROY-NMX-AA-166/3-SCFI-2021  
78/78

- 8.11** Manual de código internacional FM 12-XI Sinop y/o Claves OMM No. 306.
- 8.12** Manual Teórico Práctico del Observador Meteorológico de Superficie, Comisión Nacional del Agua, marzo de 2010, Ciudad de México.
- 8.13** NMX-Z-055-IMNC-2009 Vocabulario Internacional de metrología - Conceptos fundamentales y generales, términos asociados (VIM).Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2009-12-24.
- 8.14** NMX-CC-10012-IMNC-2004 Sistemas de gestión de las mediciones - Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2004-07-27.
- 8.15** NMX-EC-17025-IMNC-2018 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2018-08-09.
- 8.16** Prácticas Operativas y de Mantenimiento en Estaciones Climatológicas Convencionales (Manual para el Supervisor) PROMMA/OMM No 67 – 01.
- 8.17** Prácticas Operativas y de Mantenimiento en Estaciones Climatológicas Convencionales (Manual para el Operador) PROMMA/OMM No 67 - 02.
- 8.18** Vocabulario Internacional de Metrología, Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM); 3ª Edición en español 2012; Traducción de la 3ª edición del VIM 2008, con inclusión de pequeñas correcciones.
- 8.19** WMO-No. 305. Guide on the Global Data-processing System, Geneva, Switzerland, 1993.
- 8.20** WMO No. 589, J. Ehinger. Siting and Exposure of Meteorological Instrument, Geneva, Switzerland, 1993.