



## **NORMA MEXICANA**

**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**

*WEATHER CLIMATOLOGICAL, AND HYDROLOGICAL  
STATIONS. PART 1: TECHNICAL SPECIFICATIONS TO BE  
ACOMPLISHED BY THE MATERIALS AND MEASURING  
INSTRUMENTS FOR THE AUTOMATIC AND CONVENTIONAL  
METEOROLOGICAL STATIONS*



## PREFACIO

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

- AGROASEMEX, S.A.
- AGRIENLANCE, S.A. DE C.V.
- COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE).
- DISIME, S.A. DE C.V.
- HIDROMET, S.A. DE C.V.
- INGENIERÍA, GEOFÍSICA Y SISTEMAS, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (IPN).
- 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 AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO.
    - SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA.
  - INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA).
  - INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC).
    - DIRECCIÓN GENERAL DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL (CENICA).
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN.
  - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP).
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM).
  - INSTITUTO DE GEOFÍSICA.
  - INSTITUTO DE ECOLOGÍA.



## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<b>Número de Capítulo</b>		<b>Página</b>
0	INTRODUCCIÓN	1
1	OBJETIVO	3
2	CAMPO DE APLICACIÓN	3
3	REFERENCIAS	3
4	DEFINICIONES	4
5	CRITERIOS, REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES	7
6	VIGENCIA	42
7	BIBLIOGRAFÍA	42
8	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	43

## NORMA MEXICANA

### 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

*WEATHER CLIMATOLOGICAL, AND HYDROLOGICAL STATIONS  
- PART 1: TECHNICAL SPECIFICATIONS TO BE ACOMPLISHED  
BY THE MATERIALS AND MEASURING INSTRUMENTS FOR THE  
AUTOMATIC AND CONVENTIONAL METEOROLOGICAL  
STATIONS*

## 0 INTRODUCCIÓN

La República Mexicana por su extensión y ubicación geográfica tiene una gran diversidad de condiciones atmosféricas que inciden sensiblemente el desarrollo de las actividades productivas y el bienestar de la población, por otra parte, el clima y las condiciones meteorológicas se ven afectadas por embates de fenómenos hidrometeorológicos extremos que ponen en peligro la seguridad de las personas y sus bienes materiales, al causar daños graves en el medio ambiente, entre los fenómenos antes mencionados que periódicamente afectan al país y ponen en riesgo a la población; se señalan por su magnitud y peligrosidad: huracanes, tormentas tropicales, nevadas, heladas, lluvias torrenciales y en otro extremo severas sequías y desertificación.

---

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó la presente norma, cuya declaratoria de vigencia fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el:

Actualmente, el clima se está alterando, por el incremento de concentraciones de gases de efecto invernadero que atrapan la radiación infrarroja, lo que hace que se incremente la temperatura terrestre. Como respuesta al calentamiento, se estima que los patrones de precipitación global y corrientes marinas también se alteren originando el cambio climático, por lo que es necesario contar con una mayor cobertura de estaciones meteorológicas y climatológicas que registren de manera sistemática, las condiciones ambientales, mediante las cuales sea posible determinar dichos cambios en la atmósfera terrestre y sus efectos sobre la vida en la Tierra.

Es importante destacar que cuando ocurren los fenómenos hidrometeorológicos extremos, poco se puede hacer para mitigar sus efectos, por lo que es imprescindible encaminar las acciones a los aspectos preventivos con sistemas de medición meteorológicos y climatológicos que permitan pronosticar y alertar a la población con la suficiente antelación a la ocurrencia de estos fenómenos y realizar las acciones que minimicen la pérdida de vidas humanas, los daños a los bienes materiales que puedan ocasionar a la población, a la infraestructura, al medio ambiente y a la economía del país.

Por otra parte, tomando como base la adhesión de nuestro país a la Organización Mundial Meteorológica (OMM), en materia de climatología y meteorología, México ha asumido el compromiso de retomar los lineamientos establecidos por dicha organización, respecto a los procedimientos y metodologías utilizadas para la obtención de datos meteorológicos y climatológicos con el fin contar con información estandarizada a efecto de poder ser comparable y utilizable, con el propósito de tener un conocimiento real de los cambios atmosféricos de la tierra y para la vigilancia continua de la dinámica océano-atmósfera.

Por lo anterior, es necesario contar con un instrumento normativo que permita establecer las especificaciones de los equipos utilizados para medir la magnitud, intensidad, duración y frecuencia de las siguientes variables: precipitación pluvial, temperatura, rapidez y dirección del viento, evaporación, presión atmosférica, humedad relativa, radiación solar e insolación. Por lo que la confiabilidad de la información que proporcionen las estaciones de medición y el resultado de su análisis, se sustenta en una adecuada selección de los equipos, motivo por el cual es fundamental normalizar los aspectos antes mencionados.

## 1 OBJETIVO

Esta norma mexicana establece las especificaciones técnicas, que deben cumplir los materiales e instrumentos de medición de las variables meteorológicas, utilizadas en las estaciones meteorológicas automáticas y sinópticas.

## 2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana aplica para las personas físicas y/o morales que utilicen instrumentos de medición meteorológica y operen Estaciones Meteorológicas y Climatológicas de Superficie Convencionales y Automáticas en los Estados Unidos Mexicanos.

## 3 REFERENCIAS

La presente norma mexicana, se complementa con las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012.

NMX-U-112-1984 Pinturas solidas brillantes - Especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 1984.

NRF-026-PEMEX-2008 Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2008.

## 4 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones siguientes:

### 4.1 Alertas:

Señales que emiten las estaciones meteorológicas automáticas cuando se rebasa un valor crítico de cualquiera de las variables meteorológicas que requieren de vigilancia, reportándolas al punto de concentración de datos por el medio de transmisión que ocupe.

### 4.2 Calibración:

Procedimiento para establecer una relación entre la indicación producida por la respuesta del instrumento y el valor de la señal impulsora o, en su caso, el valor auténtico obtenido por otros métodos (patrones). Este procedimiento se repite para varias posiciones a lo largo de la escala del indicador del instrumento.

### 4.3 Constante solar:

Es el valor de la irradiancia solar, expuesto perpendicularmente a los rayos solares, en el límite superior de la atmósfera, aproximadamente es de 1367 watts por metro cuadrado.

### 4.4 Conexión militar:

Conectores herméticamente cerrados con sistemas de cierre de seguridad utilizados en aplicaciones que se realizan a la intemperie, así como en profundidades hasta de 80 metros, que evitan la corrosión, humedad o ruido eléctrico.

### 4.5 Dirección del viento:

Punto del horizonte de donde viene o sopla el viento, expresado en grados o rumbos.

### 4.6 Estación meteorológica automática (EMA):

Es un conjunto de dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos que realizan mediciones de las variables meteorológicas en forma numérica (Referencia OMM 182.), está conformada por un grupo de sensores que registran y transmiten información meteorológica de forma automática y autónoma. Su

función principal es la recopilación y monitoreo de algunas Variables Meteorológicas para generar archivos del promedio de cada 10 minutos, esta información es enviada por algún medio de transmisión a intervalos regulares.

#### **4.7 Estaciones sinópticas convencionales de superficie:**

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.

#### **4.8 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.

#### **4.9 Geotermómetro:**

Instrumento para medir la temperatura de suelo.

#### **4.10 Geostationary operational environmental satellite (GOES):**

Satélite Ambiental de Órbita Geoestacionaria, que se mantiene en una órbita estacionaria con respecto a un punto de la tierra, es decir en una posición constante para proporcionar y transmitir información meteorológica.

#### **4.11 Humedad relativa:**

Es la relación porcentual entre la masa de vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire y la de vapor de agua necesaria para saturar este volumen.

#### **4.12 Iluminancia:**

Es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área y su unidad de medida es el lux.



**4.13 National environmental satellite data and information service (NESDIS):**

Satélites que observan el Medio Ambiente, es una agencia de los Estados Unidos de América, que recibe y procesa información meteorológica y climatológica de los satélites GOES.

**4.14 Observación meteorológica:**

Medición cuantitativa de una o más variables meteorológicas, se remiten inmediatamente a un centro recolector de datos, mediante mensajes codificados, por la vía de comunicación más rápida disponible.

**4.15 Observación sinóptica:**

Es el conjunto de medidas de diferentes variables meteorológicas que se realizan a nivel de superficie a determinadas horas, y cuyos fines son contribuir a la elaboración de la predicción meteorológica de la zona y la climatología del lugar donde se realizan.

**4.16 Precisión:**

Es una medida de la dispersión del conjunto de valores que se obtiene a partir de las mediciones repetidas de una magnitud bajo las mismas condiciones; a menor dispersión, mayor precisión.

**4.17 Presión atmosférica:**

Fuerza ejercida por el peso de una columna de aire, desde el límite superior de la atmósfera hasta el punto donde se esté midiendo, ejercida sobre un área de superficie unitaria.

**4.18 Radiación solar:**

Radiación electromagnética emitida por el sol.

**4.19 Radiación solar global:**

Radiación solar recibida en una superficie horizontal desde un ángulo sólido de  $2\pi$  esteroradianes.

#### **4.20 Radiación solar directa normal:**

Radiación solar recibida sobre una superficie perpendicular a la dirección del sol con un ángulo de  $2.5^\circ$  a partir del centro del disco solar.

#### **4.21 Radiación solar difusa:**

Radiación solar recibida en una superficie horizontal desde un ángulo sólido de  $2\pi$  esteroradianes, bloqueando la radiación solar directa normal.

#### **4.22 Sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos (SAPAD):**

Dispositivo que cuenta con un sistema para almacenar información de las variables meteorológicas medidas por los sensores de las estaciones automáticas en una memoria interna, registradas por uno o más sensores con fecha y hora en la que se presenta un evento meteorológico.

#### **4.23 Tiempo:**

Condiciones atmosféricas o cierto valor de las variables meteorológicas que se observan en un determinado momento y en un lugar específico.

#### **4.24 Variables meteorológicas:**

Cambio del estado físico de la atmosfera referente a: precipitación, temperatura, viento, evaporación, presión, humedad relativa, radiación solar e insolación.

### **5 CRITERIOS, REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES**

#### **5.1 Estaciones Sinópticas Convencionales de Superficie**

Dentro de este tipo de instalaciones tenemos al denominado Observatorio sinóptico; que consiste en un centro en donde se realizan observaciones meteorológicas instrumentales y sensoriales cada hora (a excepción de los datos de viento que serán registrados cada 15 minutos) y reportes a tiempo real cada 3 horas (00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 y 21:00 horas GMT) los 365 días del año y los transmite mediante mensajes codificados al Servicio Meteorológico Nacional

##### **5.1.1 Las observaciones que deben cuantificarse son las siguientes:**

a) Mediciones sensoriales:

- Tiempo presente;
- Tiempo pasado;
- Nubosidad;
- Tipo de nube;
- Altura de la base de la nube;
- Visibilidad; y
- Dirección del movimiento de las nubes

b) Mediciones Instrumentales:

- Dirección y rapidez del viento;
- Temperatura;
- Humedad relativa;
- Presión atmosférica;
- Precipitación;
- Capa de nieve;
- Insolación;
- Radiación solar; y
- Temperatura del suelo

**Nota 1:** Esta norma se referenciará únicamente a las observaciones medibles en el inciso b), las observaciones sensoriales corresponden a otro apartado normalizado por la OMM como lo señala el Manual No. 8 de la misma, en su séptima edición.

## 5.1.2 Precipitación pluvial

La cantidad de precipitación captada en un pluviómetro se medirá utilizando una regla graduada para determinar la profundidad o midiendo el volumen o, por último, pesando el contenido.

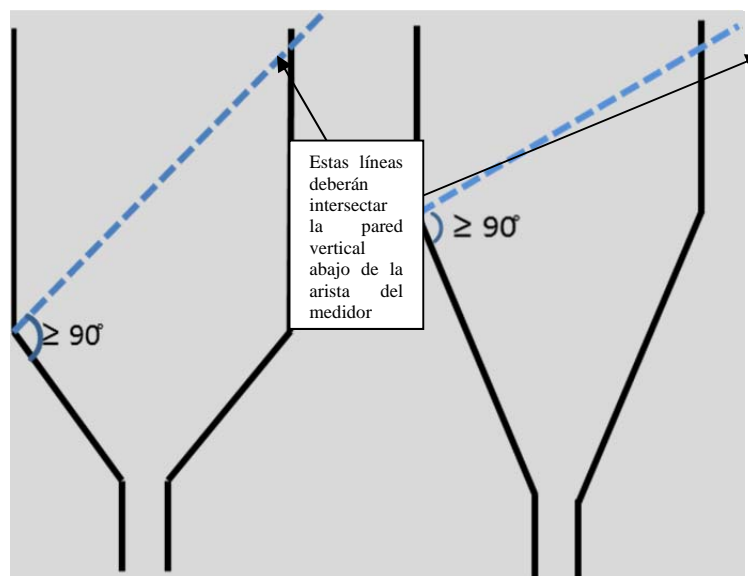
### 5.1.2.1 Pluviómetro

Los aparatos registradores convencionales más comúnmente usados son los de tipo sifón y de balancín, los automáticos electrónicos suelen tener como elementos sensibles balancines o cangilones que transmiten pulsos a cada medida de precipitación mediante interruptores a un sistema de almacenamiento electrónico que lo acumula, por tiempo definido, hasta ser recolectado o lo transmite a una estación de concentración mediante señales de radio, o de satélite.

Especificaciones:

- a) La arista del colector debe tener un borde afilado, siendo la vertiente interior siempre vertical y la exterior con un profundo biselado; el diseño de los pluviómetros utilizados para medir la nieve debe ser tal que se disminuya al máximo la posibilidad de obturación del orificio por acumulación de nieve húmeda alrededor de la arista;
- b) El área de captación del pluviómetro debe conocerse con una precisión de un 0.5 por ciento y la construcción debe ser tal que esta área permanezca constante mientras el pluviómetro esté en uso normal;
- c) El colector debe diseñarse de modo que se impida que la lluvia salpique hacia adentro o hacia afuera; esto puede lograrse haciendo que la pared vertical sea bastante profunda y la pendiente del embudo suficientemente inclinada. La figura 1 ilustra estas condiciones;
- d) El depósito debe tener una entrada estrecha, suficientemente protegida de la radiación, para reducir al mínimo las pérdidas de agua por evaporación. Los pluviómetros que se utilicen en lugares donde sólo se hacen lecturas semanales o mensuales deben ser análogos en diseño al tipo utilizado para hacer medidas diarias, pero con un depósito de mayor capacidad y más robusta construcción;

- e) El pluviómetro debe estar preferentemente protegido por un empaque de madera contra las radiaciones intensas, que pueden provocar evaporaciones en su interior y alterar las mediciones de la precipitación. Este instrumento debe colocarse en lugares abiertos y su área de captación debe permanecer horizontal y a 100 cm del suelo. Cabe mencionar que existen otros tipos de pluviómetros diferentes al aquí descritos.



**FIGURA 1. Colectores adecuados para los pluviómetros**

Especificaciones técnicas:

Tipo	Recipiente abierto de paredes verticales
Escala	En mm (un cm registrado en la regla, equivale a un mm de precipitación)
Precisión	$\pm 0.2$ mm para cantidades diarias de precipitación
Resolución	0.1 mm
Depósito exterior	Superficie de recolección de 200 a 400 cm <sup>2</sup> Capacidad = 440 $\pm$ 90 mm (lámina de lluvia), de acero inoxidable, aluminio, lámina galvanizada calibre 26, o aluminio anodizado, materiales resistentes a la intemperización.

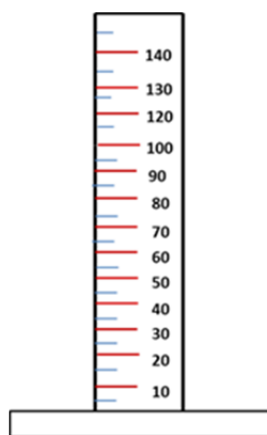
Embudo Receptor	Superficie de recolección de 200 a 400 cm <sup>2</sup> con tapón colador y anillo de bronce reforzado.
Vaso Medidor	<p>El área del vaso debe ser un décimo (1/10) del área del depósito exterior. De acero inoxidable, aluminio, lámina galvanizada calibre 26, o aluminio anodizado, materiales resistentes a la intemperización.</p> <p>El vaso deberá tener la capacidad volumétrica tal que represente 20 mm de altura de precipitación.</p>
Reglas Graduadas	<p>a) Rango de 0 a 400 ± 200 mm. Debe permitir tomarla con la mano y medir la totalidad del vaso</p> <p>b) Graduación mínima de 0.1 mm de precipitación pluvial. Deben proveerse dos reglas que pueden ser de policarbonato o de madera de cedro (Cupresus spp) tratada.</p>
Probeta Graduada	<p>Debe unificar las especificaciones del vaso medidor y de la regla graduada en cuanto a capacidad de recolección y graduación.</p> <p>El material puede ser de acero inoxidable, aluminio, lámina galvanizada calibre 26 o aluminio anodizado, cualquiera de éstos con una ventanilla transparente graduada, o material totalmente transparente como: poliestirol, butirato o plástico de alta resistencia, o cualquier otro material resistente a la intemperización.</p> <p><b>Nota 2:</b> Puede sustituir al vaso medidor y a la regla graduada.</p>
Soporte y protección	<p>Debe permitir soportar y contener el pluviómetro sin impedir su correcta operación y debe proteger el pluviómetro del sol y altas temperaturas. Debe ser de madera de primera con tratamiento anti-insectos recubiertos con pintura blanca a base a aceite linaza o de fibra de vidrio.</p> <p>Debe soportar el pluviómetro y permitir su correcta operación. De Madera con protección anti-insectos, metal resistente, concreto o hierro galvanizado.</p>

### 5.1.2.2 Capa de nieve

La precipitación de nieve es el espesor de la capa de nieve fresca depositada en el suelo durante un período de tiempo. Las mediciones del espesor deben comprender también el hielo granulado, el hielo liso, el granizo y la capa de nieve formada directa o indirectamente de la precipitación. Estas mediciones se pueden realizar de manera convencional utilizando una regla graduada y una tabla que serviría como depósito de la misma, así como de manera automática mediante nivómetros ya sea a través de rayo laser, ultrasónicos y acústicos. (Ver figura 2)

Especificaciones técnicas:

Tipo	Regleta escala graduada / Tabla (snowboard)
Regleta	Intervalo: 0 a 150 cm Resolución: 0.1 cm Material: Material resistente a la intemperización
Tabla	Tamaño: 60 x 45 cm Material: Madera de ½ pulgada pintada de blanco



**FIGURA 2. Regla graduada para medición de capa de nieve**

Especificaciones técnicas sensor automático de nieve:

Tipo	Electrónico
Escala	En metros
Intervalo	De 0 a 5 m
Precisión	$< \pm 5$ mm
Resolución	0.5 mm
Condiciones ambientales de operación	De - 40 a + 50 °C y de 0 a 100 % humedad relativa

**Nota 3:** Las especificaciones aplican a todas las tecnologías disponibles en el mercado, siendo entre otras las que funcionan bajo los principios de laser, acústico y ultrasónico.

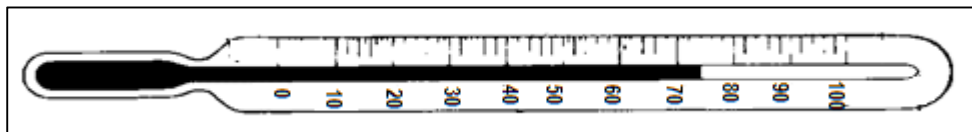
### 5.1.3 Temperatura

#### 5.1.3.1 Termómetro de ambiente

Instrumento para medir la temperatura ambiente para psicrómetro, que tiene como elemento sensorial el mercurio o el alcohol o de tipo electrónico. (Ver figura 3)

Especificaciones técnicas:

Tipo	De mercurio
Escala	En grados centígrados °C
Intervalo	De - 30 a + 60 °C
Precisión	$\pm 0.1$ °C
Resolución	0.2 °C



**FIGURA 3.** Esquema del termómetro de mercurio

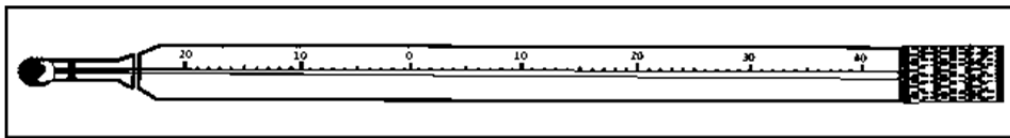


### 5.1.3.2 Termómetro de máxima

Instrumento para medir la temperatura ambiente diseñado con un dispositivos para indicar la temperatura máxima del día, que tiene como elemento sensor el Mercurio o de tipo electrónico. (Ver figura 4).

Especificaciones técnicas:

Tipo	De mercurio
Escala	En grados centígrados °C
Intervalo	De - 30 a + 60 °C
Precisión	± 0.1 °C
Resolución	0.2 °C



**FIGURA 4. Termómetro de máxima**

### 5.1.3.3 Termómetros de mínima

Instrumento para medir la temperatura ambiente diseñado con un dispositivo para indicar la temperatura máxima del día, que tiene como elemento sensor el Alcohol o de tipo electrónico.

Especificaciones técnicas:

Tipo	De alcohol etílico
Escala	En grados centígrados °C
Intervalo	- 40 a +60 °C
Precisión	± 0.1 °C
Resolución	0.2 °C

#### 5.1.3.4 Higrotermómetro digital

Instrumento para medir y registrar la temperatura ambiente y la humedad relativa.

Especificaciones técnicas:

Tipo	Electrónico digital
Escala	En grados centígrados °C y %
Intervalo	De - 30 a + 60 °C en temperatura y de 0 a 100 % en humedad relativa.
Precisión	± 0.2 °C y ± 2 % de humedad relativa
Resolución	0.1 °C y 1 %
Características generales	Con capacidad de indicar la temperatura del Punto de Rocío. Construido en material resistente a la intemperización. Capacidad de almacenamiento digital de datos sin necesidad de una PC. Con pantalla de LCD de 6 dígitos.

#### 5.1.3.5 Temperatura del suelo

Para medir temperaturas a profundidades de 20 cm o más, se deben utilizar los termómetros de mercurio montados en el interior de tubos de madera, de vidrio o plástico, con sus depósitos recubiertos de cera o pintura metálica. El conjunto termómetro - tubo se suspende o desliza dentro de otros tubos de pared delgada de metal o plástico, introducidos en el terreno hasta la profundidad requerida.

##### 5.1.3.5.1 Geotermómetro

Especificaciones técnicas para 5, 10, 20, 50 y 100 cm de profundidad:

Tipo	Electrónico
Escala	En grados centígrados °C
Intervalo	de - 20 a + 45 °C
Precisión	± 0.4 °C
Resolución	0.2 °C

#### 5.1.4 Evaporación

El instrumento más comúnmente usado para medir la evaporación es el *evaporímetro* (conocido internacionalmente como *tanque clase A*), el cual debe estar situado sobre la superficie del terreno.

##### 5.1.4.1 Tanque Clase A

En este instrumento se hacen observaciones de la cantidad de agua evaporada en una tina de Acero inoxidable sin pintar, sobre una plataforma de madera que permite, por debajo, la libre circulación del viento, tal y como se puede observar en las siguientes ilustraciones. (Ver figura 5)

Especificaciones técnicas:

Tipo	Tanque clase A
Dimensiones	Diámetro interior 120.7 cm Altura externa 26 cm Profundidad de 25.4 cm
Materiales	Acero inoxidable calibre 20 en el fondo y 22 de los laterales reforzado con solera de 1" x 1/8".
Rango	Disco graduado de 0 a 100 mm
Precisión	$\pm 0.01$ mm
Resolución	0.01 mm
Accesorios	Tanque con cilindro de reposo, tornillo micrométrico y base de madera que deberá ser sometida a un tratamiento previo para la protección contra la humedad y plagas.

**Nota 4:** El Tanque debe de ser fabricado en un solo molde o ensamblado mediante soldadura continua (en un solo hilo y no a base de puntos).

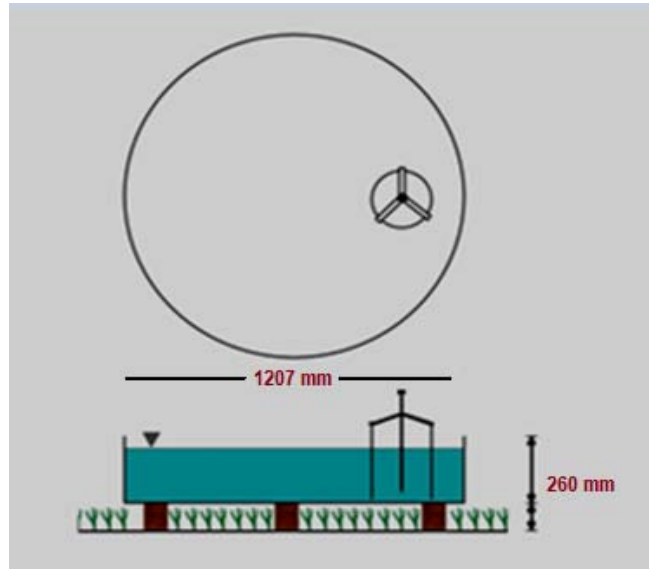


FIGURA 5. Tanque clase A

5.1.4.1.1 Especificaciones técnicas del cilindro de reposo y tornillo milimétrico.

Tipo	Punta de escala móvil
	Características:
	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Se usa para que durante la medición, la superficie esté completamente libre de fluctuaciones y así pueda garantizarse la precisión requerida para las observaciones</li></ul>
Cilindro de reposo	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Es hueco, de material inoxidable, abierto por ambos extremos y debe estar apoyado en una base triangular soportada por tres tornillos niveladores</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>- Altura 300 mm</li><li>- Diámetro exterior 10 cm</li><li>- Diámetro interior 9 mm</li></ul>

---

	Características:
Tornillo milimétrico	- Graduado en milímetros, que termina en gancho y es soportado por el cilindro de reposo para realizar la medición, lo que permite mediciones muy precisas en la variación de nivel de la superficie del agua del evaporímetro
	- Altura total 225 mm
	- Intervalo 0 a 150 mm
	- Divisiones 1 mm
	- Regla 9 cm
Tornillo nivelador	- Diámetro $5 \pm 1$ mm - Altura $85 \pm 5$ mm

---

### 5.1.5 Viento

El viento podemos medirlo con instrumentos indicadores o registradores convencionales como anemógrafos y anemómetros digitales, para tener una medición representativa del mismo tanto en dirección como en intensidad.

La velocidad del viento se debe indicar en cualquiera de las siguientes unidades.

- Metros por segundos: m/s
- Kilómetros por hora: km/h
- Nudos (millas náuticas por hora): kt

La dirección del viento se debe expresar en grados geométricos de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  y en 16 rumbos.

#### 5.1.5.1 Anemómetro de Cazoletas

El anemómetros de cazoletas o de molinete, tiene un eje vertical y tres cazoletas que capturan (registran) el viento sobre las cuales actúa la fuerza del mismo; el número de vueltas puede ser leído directamente en un contador o registrado sobre una banda de papel (gráfica), en cuyo caso el aparato se

denomina anemógrafo, habiéndolos también de tipo electrónicos o digitales. Normalmente, el anemómetro está provisto de una veleta para detectar la dirección del viento.

Especificaciones técnicas:

Características técnicas del dispositivo principal	<u>Velocidad del viento</u>	<p><u>Tipo:</u> Anemómetro de copas</p> <p><u>Material:</u> Copas de acero inoxidable o de aluminio anodizado con una capa protectora resistente a la corrosión.</p> <p><u>Intervalo de medición:</u> 0 a 65 m/s = 234 km/h</p> <p><u>Precisión:</u> <math>\pm 2\%</math></p> <p><u>Resolución:</u> 0.27 m/s</p> <p><u>Umbral de respuesta:</u> 0.7 m/s = 2.52 km/h</p> <p>El sensor de velocidad del viento funcionará perfectamente a una temperatura ambiente - 40 °C a 60 °C.</p>
	<u>Dirección del viento</u>	<p><u>Tipo:</u> Veleta</p> <p><u>Material:</u> Veleta de acero inoxidable o de aluminio Anodizado con una capa resistente a la corrosión.</p> <p><u>Rango de medición:</u> 0 a 360 °</p> <p><u>Precisión:</u> <math>\pm 5^\circ</math></p> <p><u>Resolución:</u> 1 °</p> <p><u>Umbral de respuesta:</u> 0.7 m/s = 2.52 km/h</p> <p>El sensor de dirección del viento funcionará manera óptima a una temperatura ambiente de - 40 °C a 60 °C.</p>
Escala	En m/s, km/h, nudos y grados.	

5.1.5.2 Anemómetro digital

Es un dispositivo que mide y registra la rapidez y dirección del viento en superficie mediante un sistema electrónico y que deberá contar con

almacenamiento de datos en forma digital y software para su despliegue y visualización. La rapidez y dirección es considerada como una cantidad vectorial bidimensional definida por dos números que representan la dirección y la rapidez del viento.

Especificaciones técnicas:

<p>Características técnicas del dispositivo principal</p>	<p><u>Velocidad del viento</u></p>	<p><u>Tipo:</u> Anemómetro de copas</p> <p><u>Material:</u> Copas de acero inoxidable o de aluminio anodizado con una capa protectora resistente a la corrosión.</p> <p>Intervalo de medición: 0 a 65 m/s = 234 km/h</p> <p><u>Precisión:</u> ±2 %</p> <p>Resolución: 0.27 m/s</p> <p>Umbral de respuesta: 0.7 m/s = 2.52 km/h</p> <p>El sensor de velocidad del viento funcionará perfectamente a una temperatura ambiente - 40 °C a 60 °C.</p>
	<p><u>Dirección del viento</u></p>	<p><u>Tipo:</u> Veleta</p> <p><u>Material:</u> Veleta de acero inoxidable o de aluminio Anodizado con una capa resistente a la corrosión.</p> <p><u>Rango de medición:</u> 0 a 360 °</p> <p><u>Precisión:</u> ± 5 °</p> <p><u>Resolución:</u> 1 °</p> <p><u>Umbral de respuesta:</u> 0.7 m/s = 2.52 km/h</p> <p>El sensor de dirección del viento funcionará manera óptima a una temperatura ambiente de - 40° C a 60 °C.</p>
<hr/> <p>Escala                      En m/s, km/h, nudos y grados.</p> <hr/>		

## 5.1.6 Presión atmosférica

### 5.1.6.1 Barómetro digital

Instrumento para medir la presión atmosférica, de alta precisión, para efectuar mediciones en campo, con capacidad de almacenamiento digital de datos sin necesidad de una PC.

Especificaciones técnicas:

Sensor	Electrónico
Intervalo	500 a 1100 hPa
Resolución	0.01 hPa
Precisión	+/- 0.3 hPa
Unidades	hpa, mmHg, inHg
Pantalla	Al menos 6 dígitos de LCD para visualizar los valores, más 16 caracteres de texto adicionales para su visualización (unidades principalmente).
Modo de operación	a) Presión Local b) Presión a nivel del mar c) Altitud
Funcionamiento	El sensor de presión atmosférica funcionará a una temperatura ambiente de - 25 a +60 °C.

## 5.1.7 Radiación Solar

La interacción de la radiación solar con la atmósfera terrestre durante su paso por ésta última, ocasiona la descomposición del flujo primario de energía en 3 componentes, la Radiación Solar Difusa, la Radiación Solar Directa y la suma de ambas la Radiación Solar Global.

Para llevar a cabo la medición de estas componentes, se deben utilizar sensores del tipo termo-eléctrico.

### 5.1.7.1 Radiación Solar Global

Para la medición de este componente, se deben de utilizar piranómetros que cumplan como mínimo las siguientes especificaciones:



Especificaciones técnicas:

	Valor	Unidades
Rango Espectral	310 - 2800	nm
Sensibilidad	1	W/m <sup>2</sup>
Impedancia	10 - 100	Ω
Tiempo de respuesta	< 20	s
No-linealidad	< 0.2	%
Dependencia de la sensibilidad a la temperatura	< 1	%
Temperatura de operación	-40 a 80	°C
Campo de visión	2π	srad
Error direccional (80 ° a 1000 W/m <sup>2</sup> )	< 10	W/m <sup>2</sup>
Máxima irradiancia	2000	W/m <sup>2</sup>
Humedad relativa	0 - 100	%
No estabilidad	< 0.5	%
Error estimado total diario	< 2	%

#### 5.1.7.2 Radiación Solar Difusa

Para las características del piranómetro de las mediciones de la radiación solar difusa se debe observar lo dispuesto en el punto 5.1.7

Para la medición de la Radiación Solar Difusa, se debe efectuar con dos tipos de dispositivos:

1. Esfera sombreadora con sistema de seguimiento continuo del sol.
2. Banda sombreadora circular o semi-circular con ajuste manual de latitud y declinación, con las siguientes características:
  - Con un radio de 66 cm;
  - Con un ancho de banda de 5 cm, o en su caso lo suficientemente ancha para proyectar sombra al elemento sensor del piranómetro (termopila);
  - El interior de la banda, pintada de color negro;
  - De aluminio de materiales altamente resistentes al intemperismo.

### 5.1.7.3 Radiación Solar Directa

Para medir la radiación solar se debe utilizar el pirheliómetro y el elemento sensor de este instrumento es la termopila.

Tipos de pirheliómetros:

- Pirheliómetros patrones primarios. También llamado pirheliómetro absoluto, es susceptible de definir la escala de irradiancia total sin recurrir a fuentes o radiadores de referencia. Los límites de precisión de la definición deben de conocerse, ya que el alcance de ese conocimiento determina la fiabilidad del pirheliómetro absoluto.
- Pirheliómetros patrones secundarios. Se utiliza como patrón secundario y es necesario calibrarlo por comparación con instrumentos patrón.
- Pirheliómetros de primera y segunda clase. Se utilizan para la medición continua de la Radiación Solar Directa, la categoría de primera o segunda clase, depende básicamente de su tiempo de respuesta, aunque también intervienen otro tipo de características de las termopilas y de la arquitectura del instrumento (tubo colimador).

Especificaciones técnicas:

	Valor	Unidades
Rango Espectral	310 - 2800	nm
Sensibilidad	1	W/m <sup>2</sup>
Impedancia	10 - 200	Ω
Tiempo de respuesta	< 10	s
No-linealidad	0.2	%
Dependencia de la sensibilidad a la temperatura	1	%
Temperatura de operación	- 40 a 80	°C
Apertura total del ángulo de visión	5 °	G
Máxima irradiancia	2000	W/m <sup>2</sup>
Humedad relativa	0 - 100	%
No estabilidad	< 0.5	%
Error estimado total diario	< 2	%

#### 5.1.7.4 Radiación Solar Ultravioleta Banda "B"

La Radiación Solar Ultravioleta cubre el rango espectral desde los 100 a los 400 nm y se divide en:

Ultravioleta "C" de 100 a 280 nm

Ultravioleta "B" de 280 a 320 nm

Ultravioleta "A" de 320 a 400 nm

Los sensores utilizados, son los radiómetros sensibles a la ventana espectral de 280 a 320 nm, las características mínimas a cumplir son:

Especificaciones técnicas:

	Valor	Unidades
Rango Espectral	280 - 320	nm
Sensibilidad	1	MED/Hora
Tiempo de respuesta	< 2	s
Dependencia de la sensibilidad a la temperatura	1 por grado	%
Temperatura de operación	- 40 a 50	°C
Campo de visión	$2\pi$	srad
Máxima irradiancia	10	MED/Hora
Humedad relativa	0 - 100	%

#### 5.1.7.5 Radiación Solar Fotosintéticamente Activa

Las mediciones que se realizan se deberán reportar en micromoles de cuanto por segundo por metro cuadrado.

Especificaciones técnicas.

	Valor	Unidades
Rango Espectral	400 - 700	nm
Sensibilidad	4 - 10	$\mu\text{V}/\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$
Impedancia	10 - 100	$\Omega$
Tiempo de respuesta	< 1	s
No-linealidad	< 0.2	%
Dependencia de la sensibilidad a la temperatura	< 0.1 por °C	%
Temperatura de operación	- 30 a 70	°C
Campo de visión	$2\pi$	srad
Error direccional (Angulo Zenital > 80 °)	3	%
Humedad relativa	0 - 100	%

### 5.1.8 Iluminancia

Los sensores para la medición de este parámetro son los piranómetros, que miden toda la bóveda celeste.

Especificaciones técnicas:

	Valor	Unidades
Rango Espectral	380 - 780	nm
Sensibilidad	20	$\mu\text{A}$ por 100klux
Tiempo de respuesta	< 1	s
No-linealidad	1 por 100 klux	%
Dependencia de la sensibilidad a la temperatura	0.15 por $^{\circ}\text{C}$	%
Temperatura de operación	-25 a 65	$^{\circ}\text{C}$
Campo de visión	$2\pi$	srad
Humedad relativa	0 - 100	%
Estabilidad	< 2 por año	%
Error estimado total diario	< 2	%

### 5.1.9 Detector de rayos

Especificaciones técnicas del detector de rayos:

Tipo	Local
Radio de detección	56 km
Eficiencia de detección	90 % dentro de 10 millas náuticas con una descarga, un 99 % con dos descargas, un 99,9 % con tres descargas
Resolución	0 - 9 km, 9 - 19 km, 19 - 56 km (pendiente)

### 5.1.10 Abrigo o caseta meteorológica

#### 5.1.10.1 Dimensiones, materiales y características generales

Especificaciones técnicas:

Tipo	Observatorio sinóptico
Dimensiones	Cuarto de medición 650 x 1000 x 1000 mm (alto, largo y ancho).
	Dimensiones exteriores 2600 x 1520 x 1060 mm (alto, largo y ancho).
Materiales y características generales	<p>Construida con madera de cedro atornillada obligatoriamente, (no clavada).</p> <p>La madera no deberá presentar nudos y/o rajaduras y debe ser completamente limpia.</p>
	Doble pared a base de persianas perpendiculares tipo Stevenson.
	Doble techo de madera a dos aguas con recubrimiento de Acero inoxidable.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerta frontal con dos hojas, cuando las condiciones del sitio lo amerite se podrá contar con puerta posterior con dos hojas;</li> <li>• Pasador superior e inferior en la hoja izquierda y chapa con llave;</li> <li>• Todos los herrajes como tornillería, chapa, bisagras, etc. deben ser de materiales resistentes a la corrosión (aluminio o acero inoxidable).</li> </ul>
	La madera que se utilice deberá ser sometida a un tratamiento previo tanto en el interior y exterior para la protección contra la humedad y plagas.
	Pintada de blanco con pintura de primera calidad resistente a la intemperización a condiciones salinas.
	Uniones con machihembrado y tornillería de acero inoxidable.
Incluye 4 patas como parte de la caseta (tipo polín de 8 cm) de madera con doble contra venteo en los cuatro lados (cruceas para soporte de la caseta en patas)	

## 5.2 Estaciones Meteorológicas Automáticas y Sinópticas Meteorológicas.

Una Estación Meteorológica Automática, está conformada por un grupo de sensores que registran y transmiten información en forma automática de los sitios donde están ubicadas. Su función principal es la recopilación y monitoreo de algunas variables meteorológicas para generar archivos de estadísticas de cada 10 minutos de todas las variables, esta información es enviada vía satélite en intervalos de 1 ó 3 horas por estación (Ver figuras 6 y 7).

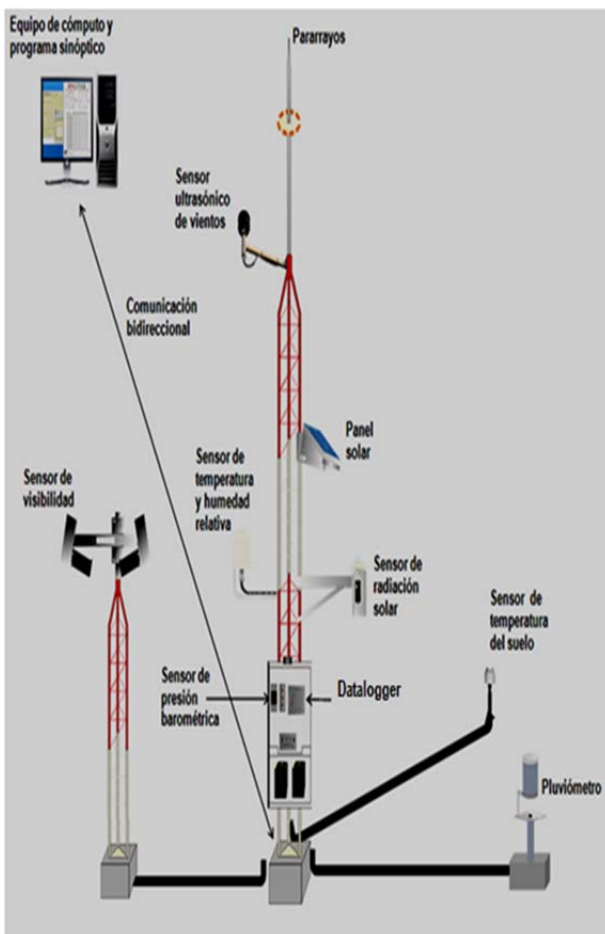


FIGURA 6. Estación Sinóptica Meteorológica

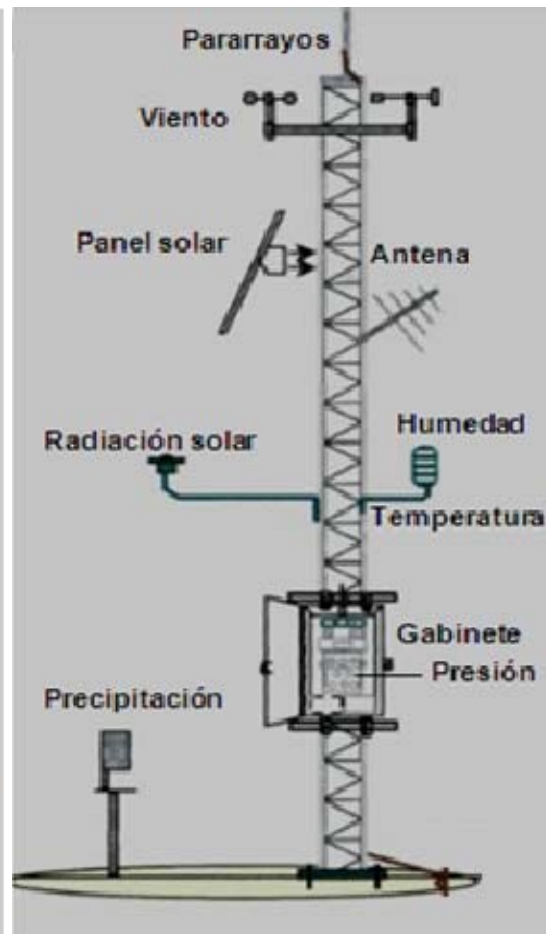


FIGURA 7. Estación Meteorológica Automática

### 5.2.1 Dispositivos que componen a una EMA y ESIME:

#### Características

---

Sensores	Instalados en una torre metálica triangular, con protecciones ambientales apropiadas, y conectados a un sistema central de procesamiento mediante cables blindados, de fibra óptica o por radioenlace.
----------	--

---

Sistema central de procesamiento (SCP)	Para el acopio de datos de sensores y la conversión en formato legible por ordenador; un procesamiento adecuado de los datos mediante un sistema basado en microprocesador de conformidad con algoritmos especificados; el almacenamiento temporal de datos procesados y su transmisión a usuarios de información meteorológica distantes.
--	--

---

Equipo periférico	Incluye el suministro de energía autónomo por batería y celdas solares, se requiere un sistema de sincronía con el reloj del SAPAD, este puede ser un sistema de posicionamiento global (GPS) u otro método de sincronía en tiempo. En el caso de terminales locales de aplicaciones específicas para la introducción y edición manual de datos, se requiere en la estación, dispositivos de visualización y en caso de ser necesario, impresoras o registradores.
-------------------	--

---

### 5.2.2 Especificaciones técnicas generales del equipo:

Cada Estación Meteorológica Automática (EMA) y Sinóptica Meteorológica (ESIME), deberán estar conformadas con los elementos y dispositivos individuales y por separado como lo describe la siguiente Tabla 1.

**TABLA 1. Elementos que componen la EMA y ESIME**

Descripción
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos (SAPAD).</li> <li>▪ Interfaz que muestra datos o información al usuario (monitor) (EMAs).</li> <li>▪ Transmisor de alta velocidad.</li> <li>▪ Sensor de temperatura ambiente.</li> <li>▪ Sensor de humedad relativa.</li> <li>▪ Sensor de humedad del suelo.</li> <li>▪ Sensor de temperatura del suelo.</li> <li>▪ Sensor de presión atmosférica.</li> <li>▪ Sensor de precipitación.</li> <li>▪ Sensor de velocidad y dirección del viento.</li> <li>▪ Sensor de radiación solar.</li> <li>▪ En caso de ser necesario, se añadirán sensores para aplicaciones específicas, como por ejemplo, un sensor de combustibilidad.</li> <li>▪ Software especial para programación de la EMA con Licencia.</li> <li>▪ Software especializado para la administración y el manejo de datos de las EMAs.</li> <li>▪ Sistema de alimentación autónomo. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dispositivo regulador.</li> <li>○ Panel solar.</li> <li>○ Batería.</li> </ul> </li> <li>▪ Gabinete General.</li> <li>▪ Torre de 10 metros.</li> <li>▪ Sistemas de protección primaria y secundaria, contra sobre voltajes por descargas eléctricas.</li> </ul>
<p><b>Nota 5:</b> Lo anterior aplica tanto para EMAS y ESIMES</p>
<p>Con relación a las ESIMES agrega lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sensor de temperatura mínima a la intemperie (a 10 cm sobre el suelo).</li> <li>▪ Sensor de temperatura del suelo.</li> <li>▪ Cable de comunicación de 60 m de longitud.</li> <li>▪ Equipo para recepción, almacenamiento, procesamiento y envío de datos.</li> <li>▪ Software especial para el manejo de datos, captura y envío de datos.</li> <li>▪ Sensor de visibilidad.</li> </ul>



**5.2.2.1** Los equipos de medición que se instalen, deberán contar con manuales de instalación, operación, mantenimiento y certificado de calibración trazable.

### 5.2.3 Especificaciones y generalidades para los sensores y cables

#### Características

---

Cables y sensores	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Deberán incluir cubierta contra rayos UV y conectores militares a prueba de agua. Los brazos de soporte donde se colocarán los sensores, dispositivos y gabinete serán de Aluminio anodizado reforzado.</li><li>▪ La cubierta de los cables de los sensores deben cumplir con lo siguiente:<ul style="list-style-type: none"><li>- Deberán ser con un material resistente a la intemperización.</li><li>- Contar con cable blindado.</li><li>- Canalizados por medio de tubería flexible metálica y con recubrimiento resistente a la intemperización.</li><li>- Los sensores y dispositivos deberán ser físicamente independientes del Sistema de Adquisición, Procesamiento y almacenamiento de datos.</li><li>- Los cables de los sensores deberán ser sujetados con cinchos de acero inoxidable o poliamida resistente a la intemperización.</li></ul></li><li>▪ Los sensores deberán tener la opción de que el usuario pueda modificar su factor de calibración, para lo cual el fabricante deberá proporcionar la documentación específica y Software necesarios para realizar el cambio de este factor.</li></ul>
Sistema de Adquisición, Procesamiento y Almacenamiento de Datos	<p>Parte modular principal e independiente de otros dispositivos de la estación automática, deberá tener las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Carcasa protectora NEMA 4X.</li><li>▪ En su carcasa deberá tener entradas para conexión militar.</li><li>▪ Deberá permitir conectar y desconectar manualmente cualquier sensor sin necesidad de apagarlo ni abrirlo.</li></ul>

---

- 
- Conectores militares
- Con características diferentes para su correcta identificación, con el fin de evitar confundir un conector con otro durante su instalación o mantenimiento (ver punto 4.4).
- 

**Nota 6:** Todos los elementos como el SAPAD, transmisor satelital y sensores deberán ser diseñados, desarrollados, fabricados y probados de acuerdo con los programas de Aseguramiento de Calidad. Asimismo, se deberá contar con el certificado correspondiente vigente.

## 5.2.4 Especificaciones técnicas particulares del equipo

### 5.2.4.1 SAPAD para EMA y ESIME

Especificaciones técnicas:

#### Características

Operación	Continua en forma automática
Intervalo de temperatura de operación	De - 40 °C a 60 °C
Electrónica	Deberá estar protegida dentro de una caja NEMA 4X y recubrimiento que evite condensación al interior de la caja, se debe incluir material desecante con indicador de saturación de humedad.  Debe ser independiente del resto de la electrónica de otros dispositivos y tendrá en su carcasa los bornes para el acoplamiento de los conectores militares.
Conexiones	Para el remplazo de un sensor o dispositivo se deberán conectar y desconectar sin necesidad de detener el programa principal del SAPAD, ni apagar, ni abrirlo y sin utilizar herramientas.
Energía	Voltaje nominal de operación de 12VCD Intervalo de Voltaje de 11 a 15 VCD Demanda de corriente deberá ser menor de 35 mA en modo activo y menor de 5 mA en modo inactivo.
Puertos	Al menos 8 digitales de entrada y salida. Incluir al menos un puerto físico de interfase protocolar SDI-12 v 2.0 o la vigente capaz de comunicarse al menos con 12 sensores de SDI-12

Entradas	Deberá tener al menos seis salidas ó entradas analógicas de tipo diferencial configurables para cada modo de trabajo y por medio del software.
Comunicación	Deberá incluir un puerto de comunicación RS-232 o USB, o superior, y el software necesario a fin de poder conectar una computadora personal.
Formato de archivo	Tipo ASCII.
Alarmas	Se incluirá una lista completa de las claves de errores ó alarmas programables.

**Nota 7:** No se deberá incluir dentro de la caja (propia del SAPAD) otro dispositivo, sensor o batería. Lo anterior facilitará los trabajos de mantenimiento, remplazo y/o reparación en campo bajo cualquier situación climática y meteorológica.

#### 5.2.4.2 Almacenamiento y procesamiento de datos de EMAS y ESIMES

##### Características SAPAD

Capacidad de almacenamiento	12 meses
Forma de almacenamiento	De manera circular que permita que los datos más recientes se escriban sobre los más antiguos cuando se sature la memoria.
Manejo de la información	Los valores almacenados corresponderán a los datos del promedio de cada 10 minutos. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Para velocidad y dirección del viento deberá realizar mediciones cada 2 segundos, calculándose el vector promedio y de máxima intensidad de los datos de cada 10 minutos.</li> <li>▪ Para la precipitación deberá almacenar la cantidad de lluvia registrada cada 10 minutos únicamente.</li> </ul>
Transmisión	Deberá ser compatible con telemetría por satélite GOES, VHF, UHF, telefonía normal, telefonía inalámbrica celular y GSM sobre la carcasa del mismo.

### 5.2.4.3 Programación del SAPAD de la EMA y ESIME

#### Características (SAPAD)

- Con capacidad de reiniciarse de manera automática y que no requiera de ninguna acción de configuración y/o programación en el sitio;
- Deberá ser capaz de programar alarmas para cada sensor y/o dispositivo, para que realice una transmisión vía satélite GOES, a través del canal de alarma asignado por NOAA/NESDIS para el caso de EMA;
- Para ESIMES el programa del SAPAD generará el mensaje sinóptico automático y tomará para su asentamiento y cálculos en el mensaje sinóptico, las lecturas de cada 10 minutos. Para determinar las variables de los mensajes sinópticos y su reporte correspondiente de acuerdo a los Manuales y lineamientos vigentes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

### 5.2.4.5 Especificaciones de la interfaz de salida (monitor) del SAPAD

<b>Características</b>	
Generales	<p>El teclado deberá ser resistente a la humedad, con sello hermético.</p> <p>Con conexión directa al SAPAD, sin necesidad de programar antes o realizar ajustes.</p>
Información a desplegar	<p>Mediciones instantáneas. Mediciones almacenadas en el SAPAD el promedio de cada diez minutos. Fecha, hora del GPS y ubicación geográfica en coordenadas. Datos de su programación para la transmisión satelital:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Identificador</i></li> <li>• <i>Primera hora de transmisión</i></li> <li>• <i>Intervalo entre transmisiones</i></li> <li>• <i>Canal de transmisión</i></li> <li>• <i>Canal de Alarmas</i></li> <li>• <i>Estatus de la estación y/o programa residente que controla la estación</i></li> <li>• <i>Estatus de transmisión satelital</i></li> </ul>

#### 5.2.4.6 Transmisor GOES de alta velocidad (EMA)

##### Características

Generales	<p>Deberá estar protegida dentro de una caja NEMA 4X y recubrimiento que evite condensación al interior de la caja, se debe incluir material desecante con indicador de saturación de humedad.</p> <p>Deberá estar conformada por un sistema electrónico capaz de transmitir mensajes al satélite GOES y que incluya un sistema de GPS para sincronización del reloj del transmisor y programarse con la hora Z, o GMT.</p> <p>Debe ser independiente del resto de la electrónica de otros dispositivos y tendrá en su carcasa los bornes para el acoplamiento de los conectores militares. El sistema deberá incluir una antena de transmisión y una antena GPS.</p>
Intervalo temperatura de operación	A una temperatura ambiente de - 40 °C a 60 °C.
Energía	Debe cumplir con los requerimientos de certificación de transmisión satelital dispuestos por NOAA/NESDIS.
Modo de transmisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deberá estar certificado por la NOAA/NESDIS para transmisiones en alta velocidad en modo programado en tiempo y en modo aleatorio.</li> <li>▪ Deberá programarse a través del SAPAD la selección del identificador, canal, hora e intervalo de transmisión.</li> </ul>
Programación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deberá realizar transmisiones programadas cada hora y transmisiones al azar en caso de alertas generadas por eventos extraordinarios. El formato de los mensajes a transmitir cada hora debe ser &lt;encabezado del mensaje&gt;. tabla 2.</li> <li>▪ Hora (cada diez minutos), DV, DVmax, VV, VVmax, Temp, Hum, PB, Precip, RS, completar 6 renglones de datos (equivalentes a una hora).</li> <li>▪ El ajuste del reloj del transmisor deberá realizarse al menos cada doce horas.</li> </ul>

#### 5.2.4.7 Información y formato en que debe transmitir la EMA

Las EMAS deberán de registrar y transmitir la información que generan de las diferentes variables meteorológicas de acuerdo con las siguientes tablas 2 y 3.

**TABLA 2. Información que deben registrar y transmitir la EMA**

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| ▪ DV.-     | Dirección del viento        |
| ▪ DVmax.-  | Dirección del viento máximo |
| ▪ VV.-     | Velocidad del viento        |
| ▪ VVmax.-  | Velocidad del viento máximo |
| ▪ Temp.-   | Temperatura ambiente        |
| ▪ Hum.-    | Humedad Relativa            |
| ▪ PB.-     | Presión Barométrica         |
| ▪ Precip.- | Precipitación               |
| ▪ RS.-     | Radiación Solar             |
| ▪ VB.-     | Voltaje de la Batería       |
| ▪ VPS.-    | Voltaje del panel Solar     |

**TABLA 3. Formato en que deberá transmitirse el mensaje**

157D70F400336210754G45-1NN069EFF00310										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
18:10:00	43	46	9.6	13.1	020.6	50	850.7	0.00	784	
18:20:00	53	67	8.9	13.7	020.9	49	850.6	0.00	791	
18:30:00	32	42	9.7	13.7	021.2	46	850.4	0.00	795	
18:40:00	36	45	8.2	12.0	021.8	44	850.2	0.00	801	
18:50:00	39	38	8.6	13.7	022.2	43	850.0	0.00	804	
19:00:00	17	44	8.6	12.5	022.2	44	849.7	0.00	803	
19:00:00	12.00	12.7								

Encabezado  
Etiquetado por Wallops

Datos de los voltajes de la batería y panel solar

Bloque de información

Donde la definición de las columnas, con seis datos cada una de cada variable es la siguiente:

A: Hora del intervalo del promedio de cada diez minutos para cada variable.  
 B: Dirección del Viento, en Grados de 0 a 360.  
 c: Dirección Máxima del Viento, en Grados de 0 a 360.  
 D: Velocidad del Viento, Km/h  
 E: Velocidad Máxima del Viento (Km/h)  
 F: Temperatura Ambiente (°C)  
 G: Humedad Relativa (%)  
 H: Presión atmosférica de la Estación (mb)  
 I: Lluvia (acumulado de cada 10 minutos en mm)  
 J: Radiación Solar( W/m<sup>2</sup>)

Más los datos del voltaje de la batería y voltaje del panel solar, que podrían ir en la última columna o en la última fila, con el dato del voltaje de cada hora

### 5.2.5 Gabinete general

Tipo modular y permitir acceso para realizar mantenimientos sin necesidad de herramientas, bajo cualquier complicación climática y meteorológica.

#### Características

Generales	El SAPAD transmisor vía satélite, batería y regulador de voltaje podrán ser instalados dentro de un gabinete general NEMA 4X, estos y otros elementos deben ir sujetos a este, ya sea mediante rieles, tornillos y ranuras, no se utilizarán tela de contacto y/o cintas adheribles.
Materiales	Deberá ser de aluminio anodizado o acero inoxidable NEMA 4X a prueba de agua por incidencia directa o salpicadura, que proporcione un sellado contra el ambiente y en cualquier caso que cuente con un acabado de pintura color blanco, epóxica, de acuerdo con la norma NMX-U-112-1984 (véase 2 Referencias).

Dimensiones	Las medidas del gabinete serán como máximo de 50 cm de ancho x 50 cm de profundidad y una altura de 85 cm
-------------	---

## 5.2.6 Especificaciones técnicas de los sensores

### 5.2.6.1 Sensor de temperatura

Intervalo de medición	- 40 °C a 60 °C
Precisión	+/- 0.2°C a 20°C
Resolución	0.1 °C

### 5.2.6.2 Sensor de humedad relativa

Intervalo de medición	0 % a 100 %
Precisión	± 2 % a 20 °C
Resolución	1 %

La electrónica de los sensores de temperatura ambiente y humedad relativa deberá estar protegida mediante una cubierta que permita la libre circulación del viento y proteja de los rayos solares con un material resistente a la intemperización.

### 5.2.6.3 Sensor de presión atmosférica

Intervalo de medición	600 a 1100 hPa
Precisión	± 0.1 hPa a 20 °C
Resolución	0.01 hPa

El sensor de presión atmosférica deberá funcionar a una temperatura ambiente de - 40 °C a 60 °C y debe ser un módulo independiente del resto de los sensores o dispositivos y dentro de la caja NEMA, de acuerdo al punto 5.2.3.

### 5.2.6.4 Sensor de precipitación

Precisión	± 2 % para una intensidad de lluvia menor ó igual a 250 mm/h
Resolución	0.1 mm
Diámetro del recipiente de captación	200 - 225 mm
Material	De aluminio ó acero inoxidable



### 5.2.6.5 Sensor de dirección y rapidez del viento

Rapidez

Principio de medición	<b>Ultrasónico</b>
Intervalo de medición	0 a 75 m/s = 270 km/h
Precisión	$\pm 0.2$ m/s
Resolución	0.01 m/s
Dirección	De 0 ° a 359 ° ó 360 °
Rango de medición	0 0 a 360 °
Precisión	$\pm 2$ °
Resolución	1 °

### 5.2.6.6 Sensor de radiación solar

Para medir radiación solar global sobre una superficie plana, resultado de la radiación solar directa y difusa incidente.

Rango de longitud de onda	310 a 2800 nm
Sensibilidad	7 a 14 $\mu\text{V} / \text{Wm}^2$
Tiempo de respuesta	5 segundos para el 95 % del Valor final
Máxima irradiancia	4000 $\text{w/m}^2$

El sensor de radiación solar deberá funcionar a una temperatura ambiente de - 40 °C a 60 °C.

### 5.2.6.7 Sensor de temperatura del suelo (ESIME).

Intervalo de medición	- 30 °C a 60 °C
Precisión	+/- 0.1 °C
Resolución	0.1 °C

- El sensor deberá estar encapsulado con algún material resistente a la corrosión y sello contra agua;
- La electrónica de este sensor de temperatura del suelo deberá estar protegida mediante una carcasa de material resistente a la corrosión;
- La temperatura del suelo podrá ser medida a las siguientes profundidades 5, 10, 20, 50 ó 100 cm.

#### 5.2.6.8 Sensor de temperatura mínima 10 cm sobre el suelo (ESIME)

Sensor de temperatura mínima a la intemperie

Intervalo de medición	De -40 °C a 60 °C
Precisión	+/- 0.1 °C
Resolución	0.1 °C

**Nota 8:** La electrónica del sensor debe estar protegida mediante una carcasa de material resistente a la corrosión además de contar con un protector contra la radiación solar y precipitación, construido de aluminio anodizado con recubrimiento de pintura epóxica blanca, con adecuada ventilación

#### 5.2.7 Sistema de alimentación autónomo

Características

Todas las estaciones deberán de contar con un sistema de suministro de energía autónomo, consistente de batería, panel solar y sistema regulador de voltaje, que garantice la operación continua del SAPAD y el transmisor con emisiones programadas y al azar, por un período de cuatro (4) meses, aun cuando no reciba carga a través del panel solar.

##### 5.2.7.1 Panel solar

- El panel solar deberá ser construido con celdas de silicio policristalino laminadas entre vidrio templado y láminas de acetato de vinil-etileno (Ethylene Vinyl Acetate - EVA), o sustancialmente equivalente, y revestidas con material antirreflectivo, que permita el acoplamiento óptico;
- El marco del panel deberá ser de aluminio anodizado resistente a la corrosión, con diodo de bloqueo contra flujos inversos de corriente durante períodos sin sol;
- Para el dimensionamiento del panel solar de transmisiones a 1200 baudios y batería se deberá considerar la frecuencia entre transmisiones de 1 hora, todos los elementos, sensores y dispositivos que constituyen la estación, integrando todo el consumo de energía en un solo sistema de alimentación autónomo.

### 5.2.7.2 Batería

#### Características

La batería debe ser de tipo libre de mantenimiento, totalmente sellada, de ciclo profundo de carga y tipo Gel ó tecnología superior, con el objeto de eliminar cualquier pérdida de algún líquido con un rango de temperatura de operación de - 30 °C a + 60 °C.

Las baterías deberán de ser del tipo que permita su envío por avión y cualquier otro medio de transporte

### 5.2.7.3 Regulador o dispositivo de carga.

#### Características

El regulador de voltaje que la alimentará deberá cargarla una tasa de carga lenta de 1/10 de su capacidad, además debe tener la capacidad de detectar cuando la batería se encuentre totalmente cargada para desviar la corriente del panel solar y así no sobrecargar la batería, de igual forma deberá evitar la descarga de la batería a través de los circuitos del cargador, cuando éste no se encuentre proporcionando energía.

### 5.2.8 Torre

#### Características

---

#### Generales

Deberá ser una torre metálica de sección triangular que soporte vientos hasta 270 km/h, de al menos 35 cm por cada lado y las paredes de los tubos serán de cédula 40 cuando menos.

La torre deberá ir pintada de acuerdo a los colores para las torres de Telecomunicaciones de color blanco y naranja, la pintura deberá tener características de un pre-tratamiento de fosfato de hierro - zinc, y la pintura epóxica de acuerdo con las normas NRF-026-PEMEX-2008 y NMX-U-112-1984 (véase 2 Referencias).

Deberá estar galvanizada en caliente de acuerdo con la norma de referencia NRF-026-PEMEX-2008 (véase 2 Referencias) y pintada en color blanco y naranja de la norma mexicana NMX-U-112-1984 (véase 2

---

	Referencias).
Material	Construida con acero estructural de alta resistencia. Galvanizado por inmersión en caliente.
Cimentación	Las retenidas deberán ser de acero galvanizado de cuando menos 6 milímetros de diámetro (¼ de pulgada). La cimentación de concreto deberá ir armada con varilla de al menos 9.52 milímetros (3/8 de pulgada).
Altura	10 metros de altura, la cual puede ser seccionada en un máximo de 4 partes.
Tirantes	Seis como mínimo con sus respectivos tensores, candados y triangulo anti torsión
Apartarrayos	Especificación de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012.

#### 5.2.9 Sistema de protección primaria y secundaria contra sobrevoltajes por descargas eléctricas

##### 5.2.9.1 Protección primaria

#### Características

Generales	El apartarrayos debe ser de tipo corona y estar aislado de la torre (por lo menos deberá tener 2 electrodos activados de grafito con su polvo químico para tierras GEM).  Debe tener un sistema de tierra física.
Material	Especificación de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 (véase 2 Referencias).
Impedancia	Especificación de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 (véase 2 Referencias).

##### 5.2.9.2 Protección secundaria

#### Características

Generales	Se deberán instalar dispositivos de protección efectiva contra el sobrevoltaje, transitorios y picos en la alimentación principal de corriente alterna, líneas de señal y telecomunicaciones.
Materiales	Especificación de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 (véase 2 Referencias).
Impedancia	Especificación de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 (véase 2 Referencias).

## 6 VIGENCIA

La presente norma mexicana, entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el **Diario Oficial de la Federación**.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Organización Meteorológica Mundial, Compendio de apuntes sobre Instrumentos Meteorológicos para la Formación del Personal Meteorológico de las Clases III y IV. Volumen I: Parte I Instrumentos Meteorológicos. Parte II Taller de Mantenimiento, Laboratorios de Calibración de los Instrumentos Meteorológicos, Ginebra Suiza, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, 1996.
- Organización Meteorológica Mundial, Guía del Sistema Mundial de Observaciones, Ginebra Suiza, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, 1989.
- Organización Meteorológica Mundial, OMM-Nº 8 Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos, Ginebra Suiza, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Séptima Edición, 1996.
- Organización Meteorológica Mundial, OMM-Nº 100 Guía de Prácticas Climatológicas, Ginebra Suiza, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Segunda edición, 1983.
- Organización Meteorológica Mundial, OMM - Nº 544 Manual del Sistema Global de Observación, Ginebra Suiza, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Edición 2003.
- Comisión Nacional del Agua, PROMMA/OMM No.67-01 Prácticas Operativas y de Mantenimiento en Estaciones Climatológicas Convencionales – MANUAL PARA EL SUPERVISOR DEL OPERADOR (GRATIFICADO)- México, Coordinación del Programa de Modernización del Manejo del Agua/Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Noviembre de 2001.

- Comisión Nacional del Agua, PROMMA/OMM No.67-02 Prácticas Operativas y de Mantenimiento en Estaciones Climatológicas Convencionales - MANUAL PARA EL PERSONAL OPERADOR (GRATIFICADO)- México, Coordinación del Programa de Modernización del Manejo del Agua/Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Noviembre de 2001.
- Comisión Nacional del Agua, Guía de Prácticas Operativas para la Atención de Estaciones Climatológicas (INFORME OMM/PROMMA No.85), México, D.F. Coordinación del Programa de Modernización del Manejo del Agua/Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, 2004.
- World Meteorological Organization, WMO - No. 182 International Meteorological Vocabulary, Geneva Switzerland, 1992.

## **8 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.**

Esta norma mexicana no coincide con ninguna norma internacional por no existir Norma Internacional sobre el tema tratado.

**México, D.F., a 4 de septiembre de 2013**

**EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS  
LIC. ALBERTO ULISES ESTEBAN MARINA**