




**COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE
PRECIPITACION
TIPO CUBETA BASCULANTE**


Instructivo: IN-DRD-006
Versión: 01

**SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE REDES – DIRECCIÓN
DE REDES DE OBSERVACIÓN Y DATOS**

| | |
|---|----------------------|
| <p>Elaborado por:</p> <p>Augusto Pedro Vargas Valencia Especialista en Instrumental Electrónico Subdirección de Gestión de Redes de Observación</p> <p>Jorge Enrique Yerrén Suárez Subdirector de Gestión de Redes Subdirección de Gestión de Redes de Observación</p> | <p>Firma:</p> |
|---|----------------------|

| | | | |
|---|--|----------------|-------------------|
|  | INSTRUCTIVO | Código | IN-DRD-006 |
| | COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 2 de 9 |

| | |
|---|--|
| <p>Revisado por:</p> <p style="text-align: center;">Sonia del Carmen Huamán Lozano Directora Unidad de Modernización y Gestión de la Calidad</p> | <p style="text-align: right;">Firma:</p> |
| <p>Aprobado por:</p> <p style="text-align: center;">Juan Fernando Arboleda Orozco Director Dirección de Redes de Observación y Datos</p> | <p style="text-align: right;">Firma:</p> |

| | | | |
|---|--|----------------|-------------------|
|  | INSTRUCTIVO | Código | IN-DRD-006 |
| | COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 3 de 9 |

1. OBJETO

El presente instructivo tiene por finalidad establecer las actividades a realizar para la comprobación metrológica en campo de sensores de precipitación tipo cubeta basculante por el método de comparación directa empleando instrumentos volumétricos.

2. ALCANCE

Este instructivo es aplicable a los sensores de precipitación tipo cubeta basculante de la red Observacional SENAMHI.

3. DESARROLLO

3.1 RESPONSABILIDAD

3.1.1 Personal de las Direcciones Zonales

Realizar las comprobaciones de los sensores de precipitación de las estaciones meteorológicas automáticas a su cargo.

3.1.2 Personal de la SGR/DRD:

Apoyar a las Direcciones Zonales en la ejecución de las comprobaciones de los sensores de precipitación de las estaciones meteorológicas automáticas de la red observacional SENAMHI.

3.2 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

3.2.1 Comprobación metrológica: Comparaciones de los datos provenientes del instrumento en prueba con un instrumento patrón, para determinar el cumplimiento de los requisitos metrológicos, en periodos intermedios a las calibraciones.

3.2.2 Ajuste de un sistema de medición: Conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medición para que proporcione indicaciones prescritas, correspondientes a valores dados de la magnitud a medir.


3.2.3 Valor nominal: Valor redondeado o aproximado de una magnitud característica de un instrumento o sistema de medición, que sirve de guía para su utilización apropiada.

3.2.4 Tolerancia: Valores extremos permitidos del error de medida.

3.2.5 Error de medición: Valor medido de una magnitud menos un valor de referencia.

3.3 MATERIALES REQUERIDOS

- Botella de plástico de capacidad mayor a 250 ml verificada, con boquillas flujo constante de 1000 ml/h, 1500 ml/h, 2000 ml/h (puede variar de acuerdo a la intensidad de lluvia del lugar)
- Jeringa hipodérmica de vidrio, con capacidad de 10 ml
- Regla metálica con rango de medición de 20 cm o 30 cm (de acuerdo al área de captación del sensor de precipitación).
- Herramientas (destornillador estrella, plano o llave allen de acuerdo al sensor)
- Agua destilada 3 l
- Contador o datalogger
- Frasco de pintura esmalte


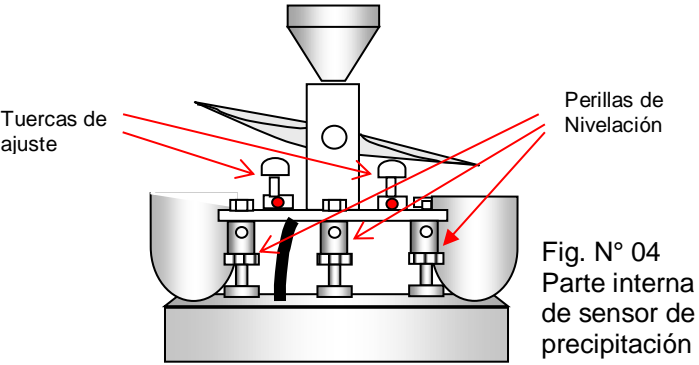
| | | | |
|---|--|----------------|-------------------|
|  | INSTRUCTIVO | Código | IN-DRD-006 |
| | COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 4 de 9 |

3.4 OPERACIONES PREVIAS


| Nº | Actividad |
|----|--|
| 01 | Preparación de materiales Constatar la operatividad de los componentes a emplear. <ul style="list-style-type: none"> - Contador - Botella con boquillas de flujo constante |
| 02 | Identificación del sensor <ul style="list-style-type: none"> - Constatación del tipo, marca, modelo, serie - Constatación de registro histórico del sensor, chequear la fecha del último mantenimiento, comprobación y/o calibración. |
| 03 | Realizar el mantenimiento básico (de ser el caso) <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza y nivelación del sensor de precipitación de acuerdo al instructivo correspondiente. - Confirmar que el sensor genere pulsos con la caída de cada cubeta |
| 04 | Constatar el buen estado del sensor <ul style="list-style-type: none"> - El área de colección debe de encontrarse en buen estado, sin deformaciones - El instrumento debe estar completamente limpio, nivelado, operativo y registrando datos en el registrador de la EMA, antes de ejecutar su comprobación. |
| 05 | Determinación de dimensiones físicas del sensor <p>a) Medición de área de colección Empleando la regla metálica medir el diámetro del área colectora, considerando el promedio de cuatro medidas en sentidos diferentes.</p> <p>b) Determinación del área de colección $A = \pi \cdot d^2 / 4$ (en cm^2) <i>Ecuación 01</i> Donde: A = área de colección d = diámetro del área de colección</p> <p>c) Constatación de sensibilidad de la cubeta De acuerdo a la ficha técnica actualizada de la estación, constatar la sensibilidad teórica de la báscula (0,1 mm; 0,2 mm o 0,3 mm).</p> <p>d) Determinación del volumen de la cubeta Volumen de la cubeta = Área de colección * sensibilidad / 10 <i>Ecuación 02</i> <u>Ejemplo:</u> Área de colección = 200 cm^2 Sensibilidad = 0.2 mm Volumen de la cubeta = 200 cm^2 * 0.2 mm / 10 ($\text{cm}^2 \cdot \text{mm/ml}$) = 4 ml</p> |

3.5 COMPROBACIÓN METROLOGICA DEL INSTRUMENTO DE PRECIPITACION

| Nº | Actividad |
|----|--|
| 01 | Preparación del sensor de precipitación <ul style="list-style-type: none"> - Extraer la carcasa exterior del sensor bajo comprobación, empleando las herramientas que se requieran de acuerdo a los modelos de los sensores. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: right;">Fig. N° 01 y 02 retiro de carcasa del sensor de precipitación</p> |

| Nº | Actividad |
|-----------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Desconectar los cables que comunican el instrumento bajo comprobación metrológica con el registrador de datos de la EMA. - Asegurar la correcta nivelación del instrumento bajo comprobación, de ser necesario con el ajuste de las tuercas de nivelación, hasta que el indicador de nivel, presente la burbuja en el centro del círculo. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="312 546 657 837" style="text-align: center;">  <p>Fig. N° 03 Indicador de nivel</p> </div> <div data-bbox="699 533 1401 896" style="text-align: center;">  <p>Fig. N° 04 Parte interna de sensor de precipitación</p> </div> </div> |
| <p>02</p> | <p>Comprobación del volumen de las cubetas del sensor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el volumen de cada cubeta con la aplicación de la ecuación 02. - Graduar la jeringa hipodérmica con el valor de volumen de agua correspondiente a una cubeta, evitando errores de paralaje en la lectura de la jeringa. - Verter lentamente el volumen de agua graduada en la jeringa hipodérmica sobre una cubeta. - Comprobar que el volumen de las cubetas se encuentren en concordancia con su valor nominal: <ul style="list-style-type: none"> • Si la cubeta cae con un menor volumen de agua, entonces bajar los topes de ajuste. • Si la cubeta cae con un mayor volumen de agua, entonces subir los topes de ajuste. <div data-bbox="306 1272 1362 1944" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Comprobación de volumen de las cubetas</p> <pre> graph TD Start([Comprobación de volumen de las cubetas]) --> Step1[Verter agua sobre la cubeta] Step1 --> Dec1{Ambos lados de la cubeta cumplen el Volumen nominal?} Dec1 -- Si --> End1[Fin] Dec1 -- No --> Dec2{Lado de cubeta que no cumple, se activa con menor volumen?} Dec2 -- Si --> Step2[Bajar tope de ajuste del lado opuesto] Dec2 -- No --> Step3[Elevar tope de ajuste del lado opuesto] Step2 --> Start Step3 --> Start </pre> </div> <p>Fig. N° 05 Diagrama de flujo de comprobación de volumen de las cubetas</p> |

| Nº | Actividad |
|----|--|
| | <p>Fig. N° 06 Aplicación de agua con jeringa</p>  <p>Fig. N° 07 Visualización de puntos de ajuste</p>  <p>Cubeta izquierda</p> <p>Cubeta derecha</p> <p>Ajuste de tope izquierdo regula el volumen de la cubeta derecha</p> <p>Ajuste de tope derecho regula el volumen de la cubeta izquierda</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luego de realizar el ajuste sellar los tornillos o perillas con un esmalte para evitar que se modifiquen, esta actividad solo se debe realizar una primera vez, salvo que se compruebe que los volúmenes de la báscula han variado. |
| 03 | <p>Comprobación del sensor de precipitación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conectar los terminales de salida de pulsos del sensor a un contador o registrador electrónico. - Se debe reiniciar a cero el conteo del contador. - Depositar un volumen de agua conocido en la botella de comprobación (se recomienda 250 ml). - Seleccionar la boquilla de 1000 ml/h para la salida de la botella. - Voltear la botella sobre el orificio de captación del sensor de precipitación, para verter todo el contenido de la botella sobre el sensor; considerar que la caída de agua no se encuentre a la altura del orificio de ingreso a la cubeta basculante. - Una vez culminado el vaciado de agua, tomar nota de los pulsos registrados provenientes del sensor de precipitación. - Calcular la cantidad de precipitación medida por el sensor, aplicando la siguiente ecuación: $\text{Valor medido} = \text{Número de pulsos} * \text{Sensibilidad de la cubeta (mm)}$ - Realizar la prueba dos veces más, asegurando que no exista residuos de agua en las cubetas al inicio de cada prueba. - Repetir las operaciones seleccionando las boquillas de 1500 ml/h y 2000 ml/h para la salida de la botella.  <p>Fig. N° 08 y N° 09 muestran la aplicación de agua con botella de comprobación</p>  <p>Fig. N° 10 Contador de pulsos</p>  <p>Botella de 1000 mL</p> <p>Boquillas de flujo fijo</p> <p>Cubeta basculante</p> |

| | | | |
|--|--|----------------|-------------------|
|  Senamhi <small>SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ</small> | INSTRUCTIVO | Código | IN-DRD-006 |
| | COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 7 de 9 |

| Nº | Actividad |
|----|--|
| 04 | <p>Determinar el valor teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el volumen equivalente a 1 mm para el sensor de acuerdo al área de colección. Volumen equivalente a 1 mm = Área de colección (cm²) /10 (cm²/ml) - Determinar el valor teórico Valor teórico = Volumen aplicado (ml)* 1 (mm)/ Volumen equivalente a 1 mm (ml) <p>Ejemplo: Se aplica un volumen de agua de 250 ml, sobre un sensor con área de colección de 200 cm², el valor teórico a medir es: Volumen equivalente a 1 mm = 200 cm² / 10 cm²/ml = 20 ml Valor teórico = 250 ml * 1 mm / 20 ml = 12.5 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la intensidad de flujo en mm/h Intensidad (mm/h) = Intensidad (ml/h) / volumen equivalente a 1 mm <p>Ejemplo: Una intensidad de 1000 ml/h sobre sensor con cubeta de volumen equivalente a 1 mm = 20 ml/mm, equivale a: Intensidad (mm/h) = 1000 ml/h / 20 ml/mm = 50 mm/h</p> |
| 05 | <p>Determinar el error de la medición</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcular el error aplicando la siguiente ecuación: Error = Valor medido – Valor teórico - Aplicar la ecuación para los tres registros de cada intensidad de flujo. - Determinar el valor del error representativo promediando los tres errores obtenidos de cada intensidad de flujo. - Calcular el porcentaje del error promedio para cada intensidad de flujo |
| 06 | <p>Evaluar la conformidad del instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparar el error medido en porcentaje con el error máximo permitido, aplicando el siguiente criterio: E ≤ Tolerancia → Conforme E= error E > Tolerancia → No conforme <p>Tolerancia = 10%</p> |

3.6 ELABORACIÓN DEL REGISTRO DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA

Elaborar el registro de comprobación metrológica determinando los errores y la conformidad del instrumento bajo cada prueba, de acuerdo al formato FOR-DRD-002.


Remitir una copia del registro a la SGR-DRD para la actualización de los metadatos.

4 TABLA HISTÓRICA DE CAMBIOS

| Versión | Fecha | Detalle de cambios |
|---------|-------|--------------------|
| 01 | | Versión inicial |


5 ANEXOS

Anexo N° 01: Formato Registro de Comprobación de sensores de precipitación tipo cubeta basculante.

| | | | |
|---|--|----------------|-------------------|
|  | INSTRUCTIVO | Código | IN-DRD-006 |
| | COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 8 de 9 |

ANEXO N° 01

FORMATO DE REGISTRO DE COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE

| | | | |
|---|--|----------------|--------------------|
|  | FORMATO | Código | FOR-DRD-002 |
| | REGISTRO DE COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 1 de 2 |

Dirección Zonal

DZ Cusco

Estación

EMA Santa Teresa

Datos del instrumento

| | | | | |
|--------|---------|--------------------------|-----|-----------------|
| Marca | Met One | Área de colección medida | 200 | cm ² |
| Modelo | RG360 | Sensibilidad | 0.2 | mm |
| Serie | J9151 | | | |

Datos del tiempo y condiciones ambientales

| | | |
|---------------------------|------------|-----|
| Fecha | 20-10-2020 | |
| Temperatura ambiente | 30 | °C |
| Humedad relativa ambiente | 80 | %hr |

Datos de la comprobación

| | | |
|---|------|----|
| Volumen equivalente a 1 mm de precipitación | 20 | ml |
| Volumen aplicado en la comprobación | 250 | ml |
| Valor teórico de la medición | 12.5 | mm |


Resultado de las pruebas

Intensidad aproximada: 50 mm/h (1000 ml/h)

| N° medición | Pulsos medidos | Valor medido (mm) | Valor teórico (mm) | Error (mm) | Error (%) |
|-------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------|------------|
| 1° medición | 60 | 12 | 12.5 | -0.5 | 4 |
| 2° medición | 59 | 11.8 | 12.5 | -0.7 | 5.6 |
| 3° medición | 60 | 12 | 12.5 | -0.5 | 4 |
| Promedio | | | | -0.57 | 4.5 |


Intensidad aproximada: 75 mm/h (1500 ml/h)

| N° medición | Pulsos medidos | Valor medido (mm) | Valor teórico (mm) | Error (mm) | Error (%) |
|-------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------|------------|
| 1° medición | 58 | 11.6 | 12.5 | -0.9 | 7.2 |
| 2° medición | 58 | 11.6 | 12.5 | -0.9 | 7.2 |
| 3° medición | 57 | 11.4 | 12.5 | -1.1 | 8.8 |
| Promedio | | | | -0.97 | 7.7 |

| | | | |
|---|--|----------------|-------------------|
|  | INSTRUCTIVO | Código | IN-DRD-006 |
| | COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 9 de 9 |

ANEXO N° 01

FORMATO DE REGISTRO DE COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE

| | | | |
|---|--|----------------|--------------------|
|  | FORMATO | Código | FOR-DRD-002 |
| | REGISTRO DE COMPROBACIÓN EN CAMPO DE SENSORES DE PRECIPITACIÓN TIPO CUBETA BASCULANTE | Versión | 01 |
| | | Página | 2 de 2 |

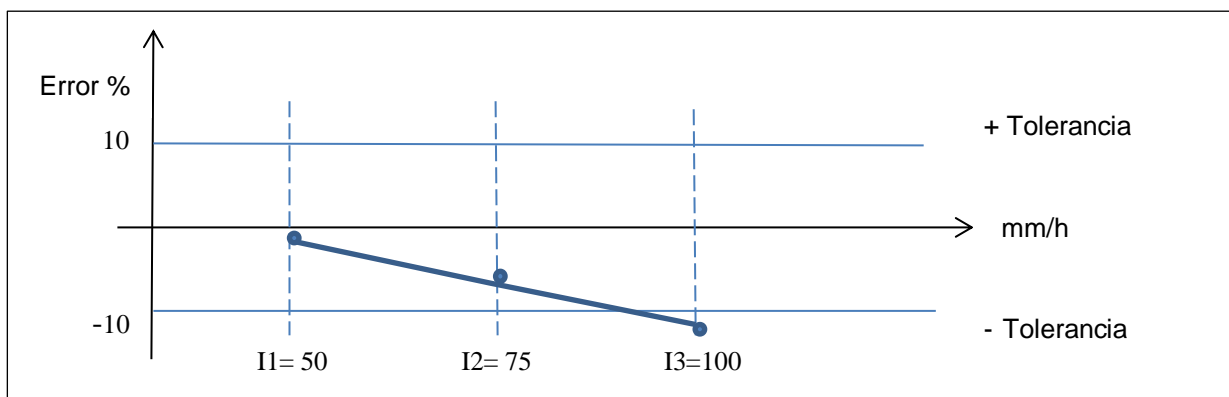
Intensidad aproximada: 100 mm/h (2000 ml/h)

| N° medición | Pulsos medidos | Valor medido (mm) | Valor teórico (mm) | Error (mm) | Error (%) |
|-------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------|-------------|
| 1° medición | 56 | 11.2 | 12.5 | -1.3 | 10.4 |
| 2° medición | 55 | 11 | 12.5 | -1.5 | 12 |
| 3° medición | 56 | 11.2 | 12.5 | -1.3 | 10.4 |
| Promedio | | | | -1.37 | 10.9 |

Evaluación del resultado

| Intensidad (mm/h) | Error de la medición (%) | Condición (*) | Tolerancia (%) | | Resultado (**) |
|-------------------|---------------------------|---------------|-----------------|---|----------------|
| 50 | 4.5 | < | 10 | ⇒ | Conforme |
| 75 | 7.7 | < | 10 | ⇒ | Conforme |
| 100 | 10.9 | > | 10 | ⇒ | No Conforme |

(*) Condición: ≤, > ; (**) Resultado: Conforme, No conforme



Trazabilidad

| Identificación de los equipos | Documentos de calibración | Fecha de calibración |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------|
| Regla metálica | | |
| Botella de comprobación | | |
| Jeringa | | |

Responsable de la ejecución

Este documento ha sido elaborado para el uso del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. La impresión de este documento constituye una "COPIA NO CONTROLADA" a excepción de que se indique lo contrario.