

**VERIFICACIÓN DE MEDIDA POR TRAZABILIDAD A HIGROMETROS DIGITALES
EN HUMEDAD RELATIVA**

**HERNÁN RODRÍGUEZ SABOGAL
HAROLD STIVEN RODRÍGUEZ ACEVEDO**

**ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C
2019**

**VERIFICACIÓN DE MEDIDA POR TRAZABILIDAD A HIGROMETROS DIGITALES
EN HUMEDAD RELATIVA**

**HERNÁN RODRÍGUEZ SABOGAL
HAROLD STIVEN RODRÍGUEZ ACEVEDO**

**TUTOR:
ING. CARLOS PRIETO**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL**

**ESCUELA TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C
2019**

DEDICATORIA

Este proyecto, está dedicado y dirigido a cada una de las personas que hicieron parte de este proceso ya que sin cada uno de ellos no hubiese sido posible culminar esta parte de nuestra formación, siendo un soporte en cada una de las etapas buenas y otras no tanto a lo largo de esta especialización; a nuestros tutores de tesis, PhD. Myriam Paloma, Ing. Miguel Morales Granados, e Ing. Carlos Prieto por su esfuerzo, su paciencia, su amplia experiencia y su conocimiento que nos orientaron al correcto desarrollo y culminación con éxito de este trabajo para la obtención de la Especialización en Instrumentación Industrial. A nuestros tutores e instructores de cada uno de los trimestres una y mil gracias

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mí familia por ser los principales promotores de mis sueños, gracias por confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada día de estudio, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida, gracias a mi hijo por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, a la universidad gracias por haberme permitido formarme en ella, a mis compañeros que ya sea de manera directa o indirecta, fueron los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad, todos aquellos que estuvieron presentes durante toda o la mayor parte de la realización y el desarrollo de este trabajo de grado, gracias a aquellos que con respeto y decencia realizaron aportes a esta, gracias a todos.

- Hernán Rodríguez S.

Infinitas gracias a mi familia; a mi madre por formar en mi la persona que soy hoy en día y por enseñarme de valores y principios para así anhelar todo a lo que estoy dispuesto y que se algún día alcanzaré. A mi esposa quien fue parte fundamental en este proceso y fue quien me daba ánimo para cumplir este propósito y seguir por más, a mis hermanos por siempre confiar en mí y en los propósitos que tengo para con ellos y a mi sobrina por ser mi motor para tener la ambición de formarme cada vez más en el ámbito educativo.

No está de más agradecer a la Escuela y a cada uno de los integrantes de ese hermoso plantel. Personas integras a las cuales les tengo bastante respeto.

- Harold S. Rodríguez

RESUMEN

En el presente proyecto se da a conocer una alternativa para dar cumplimiento a la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en su numeral 6.4.10 “Cuando sean necesarias comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo, estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo con un procedimiento”. Estas comprobaciones se pueden realizar por trazabilidad entre calibración y recalibración del instrumento, como resultado podemos generar un informe del instrumento (Higrómetro) a comprobar, tomando valores durante un tiempo determinado en diferentes puntos de humedad con ayuda de una cámara generadora de humedad, la cual nos crea un ambiente de humedad ascendente y descendente según se requiera para garantizar la calidad de los resultados del IBC (Instrumento bajo comprobación). Para este proceso se cuenta con un higrómetro que será utilizado como instrumento patrón “Referencia” el cual ha sido calibrado anteriormente en un laboratorio acreditado. Como resultado se obtiene un informe de verificación que puede ser usado como evidencia por trazabilidad para los higrómetros digitales en humedad relativa.

Palabras clave: NTC-ISO/IEC 17025:2017; Trazabilidad; Calibración; Recalibración; Humedad; Higrómetro; Comprobación.

ABSTRACT

In the present project an alternative to comply with the norm NTC-ISO / IEC 17025: 2017 is given in its numeral 6.4.10 "When intermediate checks are necessary to maintain confidence in the performance of the equipment, these checks must be carried out performed according to a procedure. These checks can be performed by traceability between calibration and recalibration of the instrument, as a result we can generate a report of the instrument (Hygrometer) to be checked, taking values during a given time at different points of humidity with the help of a humidity generating chamber, which it creates an atmosphere of ascending and descending humidity as required to guarantee the quality of the results of the IBC (Instrument under test). For this process, we have a hygrometer that will be used as a standard instrument "Reference" which has been previously calibrated in an accredited laboratory. As a result, a verification report is obtained that can be used as traceability evidence for digital hygrometers in relative humidity

Keywords: NTC-ISO / IEC 17025: 2017; Traceability; Calibration; Recalibration; Humidity Hygrometer; Testing.

INDICE

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 9 |
| 2. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 11 |
| 3. | JUSTIFICACIÓN | 12 |
| 4. | ALCANCE..... | 13 |
| 5. | OBJETIVOS | 13 |
| 5.1. | OBJETIVO GENERAL | 13 |
| 5.2. | OBJETIVOS ESPECIFICOS | 13 |
| 6. | MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO | 14 |
| 6.1. | ERROR DE MEDIDA..... | 14 |
| 6.2. | EXACTITUD DE MEDIDA | 14 |
| 6.3. | PRECISIÓN DE MEDIDA | 14 |
| 6.4. | INCERTIDUMBRE DE MEDIDA | 14 |
| 6.5. | HUMEDAD RELATIVA..... | 14 |
| 6.6. | CAMARA DE HUMEDAD | 15 |
| 6.7. | HUMIDIFICADOR..... | 15 |
| 6.8. | COMPRESOR..... | 16 |
| 6.9. | COMPONENTES ABSORBENTES DE HUMEDAD | 17 |
| 6.10. | SISTEMAS DE CONTROL..... | 18 |
| 6.11. | HIGROMETRO..... | 19 |
| 7. | ANTECEDENTES | 23 |
| 8. | PROPUESTA..... | 26 |
| 9. | METODOLOGIA..... | 28 |
| 10. | DESARROLLO | 29 |
| 10.1. | DISEÑO DE LA CÁMARA DE HUMEDAD..... | 29 |
| 10.1.1. | RECINTO DE HUMEDAD..... | 30 |
| 10.1.2. | RECINTO DE CONTROL | 31 |
| 11. | RESULTADOS..... | 33 |
| 11.1. | MEDICIONES EN BOGOTÁ - INFORME ICH-19-001..... | 34 |
| 11.2. | MEDICIONES EN MONSERRATE - INFORME ICH-19-002 | 35 |
| 11.3. | COMPARACIÓN DE RESULTADOS | 35 |
| 12. | CONCLUSIONES | 38 |
| 13. | ANEXOS | 40 |
| 14. | BIBLIOGRAFÍA | 41 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Compresor Alternativo..... | 16 |
| Figura 2 - Esquema de funcionamiento de un sistema de control genérico..... | 19 |
| Figura 3 - Termohigrómetro de Interiores | 20 |
| Figura 4 - Termohigrómetro de Exteriores..... | 21 |
| Figura 5 - Termohigrómetro Capacitivo | 22 |
| Figura 6 - Propuesta de Cámara de Humedad para Calibración de un Higrómetro..... | 27 |
| Figura 7 - Metodología..... | 28 |
| Figura 8 - Cámara de Humedad | 30 |
| Figura 9 - Recinto de Humedad | 30 |
| Figura 10 - Humificador Ultrasónico..... | 31 |
| Figura 11 - Filtro de Aire Seco | 31 |
| Figura 12 - Compresor de Aerógrafo | 32 |
| Figura 13 - Controlador Digital | 32 |
| Figura 14 - Relé de Estado Solido..... | 32 |
| Figura 15 - Instrumento Bajo Verificación | 34 |
| Figura 16 – Instrumento Patrón de Referencia | 34 |
| Figura 17 - Comparación del Error Entre Verificaciones | 37 |
| Figura 18 - Comparación de Mediciones Punto Ascendente 20 %HR. | 37 |
| Figura 19 - Comparación de Mediciones Punto Descendente 20 %HR | 38 |
| Figura 20 - Comparación de Mediciones Punto 50 %HR..... | 38 |
| Figura 21 - Comparación de Mediciones Punto 80 %HR..... | 39 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 - Condiciones ambientales verificación (Bogotá) Informe ICH-19-001 | 35 |
| Tabla 2 - Resultados de la verificación (Bogotá) Informe ICH-19-001 | 35 |
| Tabla 3 - Condiciones ambientales de la verificación (Monserate) ICH-19-002..... | 36 |
| Tabla 4 - Resultados de la verificación (Monserate) Informe ICH-19-002..... | 36 |

1. INTRODUCCIÓN

La humedad presente en la atmosfera es un factor que influye de manera importante en cada uno de los procesos presentes en las actividades diarias del ser humano. No solamente es importante en asegurar la comodidad, el cuerpo humano reacciona de forma diferente a la cantidad de humedad presente en el ambiente, en áreas de almacenamiento o áreas de producción, es importante controlar la humedad para garantizar la productividad y durabilidad de los productos en la industria.

El termohigrómetro o contador de humedad, es un instrumento que ha tenido varias etapas de invención. La primera versión de este dispositivo fue creada por Leonardo Da Vinci, en 1480. Al ser la primera idea, el modelo se encontraba entre unos parámetros muy sencillos. No fue sino en 1664 que Francesco Folli lo mejoró con algunas ideas más prácticas. Cabe destacar que este instrumento toma el nombre de higrómetro en 1755, cuando el polímata Johann Heinrich Lambert crea una versión más moderna. Otras personas que participaron en la evolución del higrómetro o aparatos similares fueron: Guillaume Amontons, James Hutton y Richard Assmann. Sin embargo, fue Horace-Bénédict de Saussure quien crea el primer higrómetro de tensión de cabello. En este modelo, el físico y geólogo suizo empleó un cabello humano para medir los niveles de humedad. Este aparato funcionaba porque las sustancias orgánicas responden a la humedad ya sea expandiéndose o contrayéndose. En 1820, John Frederic Daniell (químico y meteorólogo británico) crea un higrómetro para determinar el punto de rocío. Es decir, para medir la temperatura en la que el aire se satura y en la que el vapor de agua se condensa. Además, es necesario resaltar que Robert Hooke es un participante importante en la evolución y la invención de muchos instrumentos meteorológicos. (Martinez, 2019)

La norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en su numeral 6.4.10 “Cuando sean necesarias comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo, estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo con un procedimiento” propone realizar comprobaciones por trazabilidad metrológica para relacionar el resultado de las mediciones con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones a los

instrumentos de medición, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición, vinculándolos con la referencia apropiada.

En vista a la situación planteada por la norma el propósito es generar un reporte en el cual se referencie el proceso al cual es sometido el instrumento bajo comprobación (IBC), se reporten los resultados de las mediciones, las condiciones ambientales durante la comprobación y una tabla de resultados, para ello se cuenta con un protocolo “formato” el cual se diligencia en su totalidad.

Para realizar la comparación del (IBC) se cuenta con un instrumento patrón “Referencia” el cual esta calibrado por un laboratorio acreditado por el ONAC “Organismo Nacional de Acreditación” este será utilizado para hacer las comparaciones de los instrumentos que van a estar bajo comprobación (IBC)

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ámbito de la metrología, unos de los instrumentos a comprobar son los higrómetros digitales y generalmente estas comprobaciones se realizan en un laboratorio acreditado ante el ONAC (Organismo Nacional de Acreditación de Colombia).

Los costos de calibración y verificación, ambas acreditadas, superan el valor de compra del instrumento en muchas ocasiones y ante esta situación se desea exponer una alternativa que pueda suplir la verificación ante un ente evaluador de la conformidad como lo es el ONAC.

La mejor opción consiste en realizar las verificaciones de los instrumentos medidores de humedad por trazabilidad, permitida bajo los requisitos de la Norma NTC-ISO/IEC 17025 por comparación directa entre el IBC (instrumento bajo comparación) y un instrumento patrón.

De acuerdo a lo anterior se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo realizar una verificación por trazabilidad a un higrómetro digital que permita obtener resultados satisfactorios como evidencia de conformidad ante la Norma NTC-ISO/IEC 17025 y por ende Organismos Evaluadores de la Conformidad?

3. JUSTIFICACIÓN

La ejecución del proyecto requiere el uso de una alternativa que garantice el buen funcionamiento de los instrumentos medidores de humedad (higrómetros) sin ser sometidos a calibraciones luego de cortos periodos de trabajo. Haciendo uso de la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en su numeral 6.4.10 la cual nos da solución de hacer la verificación del instrumento por trazabilidad.

La verificación entre calibraciones permite adquirir los valores referentes a exactitud, precisión, porcentaje de error, e incertidumbre del IBC para garantizar el correcto funcionamiento del instrumento de medición durante su vida útil. El uso de esta alternativa disminuye los costos del aseguramiento metrológico del instrumento hasta en un 60% y además permite prever si son requeridos ajustes o mantenimiento, además desvíos en las mediciones que puedan poner en riesgo el proceso de medición al cual pertenece el instrumento y de esta forma se puede anticipar el replazo o cambio del mismo. Lo que permite garantizar la eficacia del aseguramiento de la calidad de los resultados y el aseguramiento metrológico de las organizaciones, laboratorios u otros, que en sus procesos hagan uso de estos instrumentos de medición a nivel nacional.

4. ALCANCE

El resultado final de este trabajo es la presentación de un informe de verificación por trazabilidad que permita garantizar la calidad de las mediciones para medidores de humedad relativa digitales.

Diseñar e implementar un prototipo generador de humedad a nivel académico, se utiliza en laboratorios que requieran mediciones de Termohigrómetro a nivel nacional.

Aplica para entes no acreditados y acreditados, colabora a la comprobación de medidores de humedad relativa digitales por comparación directa contra un higrómetro de referencia, empleando como medio una cámara generadora de humedad.

El alcance de la medición del presente proyecto va de 10 %HR hasta el 90 %HR, basado en la Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre de medición en la calibración de higrómetros de humedad relativa, Centro Nacional de Metrología, Cenam, México 2013, Revisión 03.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Generar Informe de verificación de medida por trazabilidad a instrumentos de medición de humedad (Higrómetros digitales) en un ambiente controlado bajo los requisitos de la Norma NTC – ISO/IEC 17025:2017

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar e implementar una cámara generadora de humedad a nivel académico.
- Generar diferentes condiciones que permitan el uso de la cámara generadora de humedad.
- Hacer una cadena ininterrumpida y documentada de mediciones y toma de datos que serán utilizados para el análisis de funcionamiento de los higrómetros digitales.
- Calcular la corrección final de la comprobación y asociarles la incertidumbre de la medición a los equipos digitales medidores de humedad relativa.

6. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

En el tratamiento de datos y metrología existen varios conceptos clave que permiten dar un significado y valoración de ellos, a saber:

6.1. ERROR DE MEDIDA

Diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia. (Centro Español de Metrología, 2012)

6.2. EXACTITUD DE MEDIDA

Proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando. (Centro Español de Metrología, 2012)

6.3. PRECISIÓN DE MEDIDA

Proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas. (Centro Español de Metrología, 2012)

6.4. INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza. (Centro Español de Metrología, 2012)

6.5. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es el porcentaje de humedad que contiene el aire con respecto al total que es capaz de contener como función de su temperatura y su presión. En otras palabras, humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua que tiene el aire y el máximo que podría contener a una temperatura y presión determinada. El registro de la humedad relativa diaria se realiza en forma diaria con los instrumentos de medición: psicrómetro (fórmula psicrométrica) y el Higrógrafo que van en valores de 0 al 100%. (DANE, 2011)

6.6. CAMARA DE HUMEDAD

Las Cámaras Climáticas son equipos o instalaciones utilizadas en laboratorios, diseñadas para simular condiciones controladas de temperatura y humedad relativa en su interior y llevar a cabo estudios o ensayos con los que verificar el comportamiento, la durabilidad y calidad de productos y materiales expuestos a dichas condiciones climáticas. (MP Control, 2019)

6.7. HUMIDIFICADOR

A grandes rasgos es un dispositivo muy sencillo. Se compone de un recipiente de agua, que puede ser de unos cuantos litros para los dispositivos para el hogar, hasta de varias toneladas de agua para los de uso industrial; y mediante diferentes sistemas evapora el agua para expulsar el vapor dentro de la habitación en donde es colocado. Puede sonar tan sencillo como el evaporar agua, pero el objetivo de este dispositivo es regular la forma y características del vapor, para poder mejorar la humedad del ambiente y favorecer a los diversos procesos. Se usan principalmente para restaurar el nivel de humedad relativa en los meses donde la temperatura va en aumento, en zonas con poca humedad ambiental o en procesos donde se requiere una humedad relativa controlada.

Dependerá del tipo de humidificador que se utiliza. De manera básica existen tres tipos: el humidificador frío (ultrasónicos), el humidificador caliente (electrodos) y el humidificador caliente (evaporación).

El tipo frío funciona de manera ultrasónica, produciendo nebulización del agua a través de vibraciones de muy alta frecuencia, son muy seguros y silenciosos. Sólo pueden ser utilizados con agua lo más purificada posible, está absolutamente prohibido el uso de cualquier aditivo, puesto que puede dañar el dispositivo.

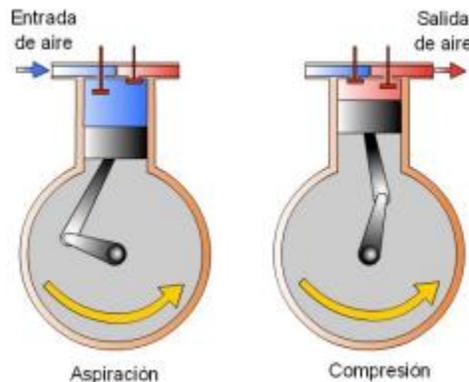
Los humidificadores calientes de electrodos generan vapor mediante la ebullición del agua calentada a través de la corriente que pasa directamente por el agua. Se requiere un cuidado y supervisión especial al operarlos, puesto que expulsan vapor a altas temperaturas que podría significar un riesgo si se entra en contacto directo con el vapor. Tiene un consumo elevado de agua y energía eléctrica. La salida del vapor no puede ser regulada, depende del tipo de agua que se utilice. Entre mayor cantidad de sales tenga el agua mayor la conductividad eléctrica y por ende mayor la intensidad que circula. Para este tipo de humidificador no existen restricciones en cuando al añadir en la salida del vapor aceites balsámicos u otros alicientes.

Por último, el humidificador caliente por evaporación genera un menor flujo de vapor, no es regulable y debe funcionar sólo con agua destilada. Funcionan mediante una mecha que se mantiene húmeda por capilaridad, calentada por un calefactor eléctrico. Si el agua contiene sales la mecha se taponea con relativa facilidad. Es el tipo de humidificador es el menos usado. (HUMIDIFICADORES, 2019)

6.8. COMPRESOR

Un compresor es una máquina, cuyo trabajo consiste en incrementar la presión de un fluido. Al contrario que otro tipo de máquinas, el compresor eleva la presión de fluidos compresibles como el aire y todo tipo de gases. (Mundo Compresor, 2019)

“El objetivo de un compresor es el de comprimir un fluido para su aprovechamiento. La compresión es el proceso mediante el cual se eleva la presión de un fluido gaseoso debido a la disminución su volumen específico mediante la aportación de energía mecánica externa” (Diego Alonso, 2015)



(Figura 1. Compresor Alternativo.)

Fuente: Burón, 2014

6.9. COMPONENTES ABSORBENTES DE HUMEDAD

- **GEL DE SÍLICE:** Este absorbente de humedad está hecho de silicato de sodio. Su nombre puede ser engañoso porque esta forma de sílice es realmente sólida. Se produce en forma moldeada o granular. El gel de sílice tiene un efecto muy fuerte de atracción de las moléculas de agua. (...) Sin embargo, puede dejar de absorber agua cuando se expone a temperaturas cercanas o superiores a 40 grados centígrados. Estos absorbentes de humedad se utilizan por lo general en ambientes que están a temperatura ambiente.
- **ABSORBENTES DE HUMEDAD DE ARCILLA:** La arcilla o bentonita desecante es un producto natural que se activa mediante unas condiciones de secado específicas. El producto posee una gran capacidad de absorción de humedad al estar activado, variando como el Gel de Sílice según las condiciones ambientales. Las arcillas y sus tejidos son seleccionadas para garantizar la calidad de sus productos en términos de resistencia y de altos niveles de adsorción. Puede ser suministrada en sacos, cadenas y paneles con tejido estándar o cumpliendo con la FDA (Food and Drug Administration). Bajo petición es posible también incluir un indicador de humedad en el embalaje para saber cuándo hay que reemplazar el desecante. (Sercalia, 2019)
- **CLORURO DE CALCIO:** El cloruro de calcio, CaCl_2 , es una sal común y el compuesto del calcio y del cloro. Se comporta como haluro iónico típico, y es sólido en la temperatura ambiente. Tiene varios usos comunes tales como salmuera para las instalaciones frigoríficas, para el uso en hormigón, así como para la eliminación del hielo y del polvo en los caminos. La sal anhidra es también ampliamente utilizada como desecante, donde fijará tanto el agua por adsorción que disolverá eventual en su propia agua del enrejado cristalino. Puede ser producida directamente de la piedra caliza, pero las grandes cantidades también se producen como subproducto del proceso de Solvay. Debido a su naturaleza higroscópica, la forma anhidra se debe mantener envases apretado-sellados. El cloruro de calcio absorbe agresivamente la humedad del aire, primero causando una hinchazón de los cristales. Si el aire es bastante húmedo y es la temperatura arriba bastante, los cristales derriten y se forma la salmuera líquida de la solución salina. Los desecantes del cloruro de

calcio trabajan bastante por encima de una gama de temperaturas de la congelación hasta 80°C o más. En la baja temperatura la sal no absorbe la humedad bajo condiciones secas. En la práctica los desecantes del cloruro de calcio son eficaces en la humedad relativa sobre el 30%, mientras que siendo condiciones húmedas inferiores más eficaces. (Topcop, 2019)

6.10. SISTEMAS DE CONTROL

Dentro de los sistemas se encuentra el concepto de sistema de control. Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados (consigna).

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos:

1. Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos.
2. Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido. Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.
3. Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los siguientes:

- Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.
- Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.

- Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

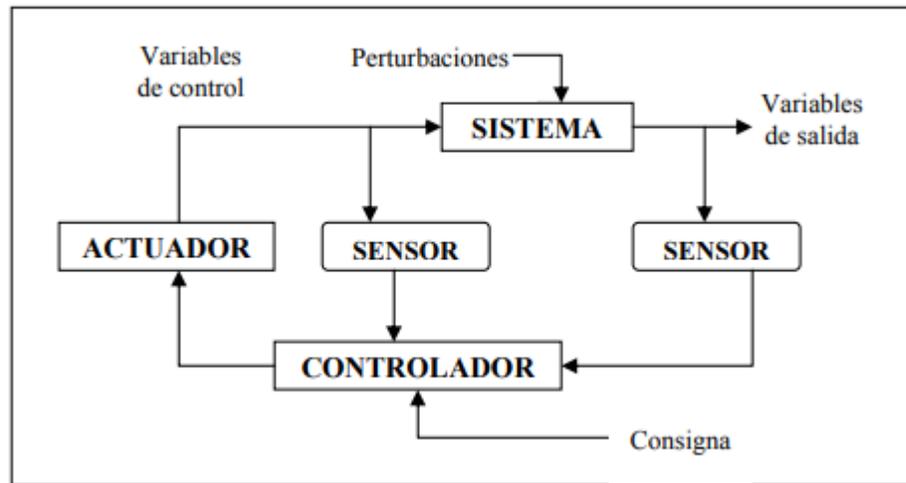


Figura 2. Esquema de Funcionamiento de un Sistema de Control Genérico.

Tomado de (UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA, 2019)

6.11. HIGROMETRO

El Termohigrómetro o higrómetro, también conocido como indicador climático, es un instrumento empleado para medir principalmente la humedad del aire o cualquier otro gas. Sin embargo, con el paso de los años y la evolución del termohigrómetro en la actualidad, este puede medir otros aspectos como la temperatura del aire. Este tipo de instrumento resulta de ayuda en varias situaciones, ya sea para determinar la humedad de un depósito (en el cual se deba mantener el estado de un producto), la humedad de un espacio que va a ser cultivado (ya que estos espacios necesitan un nivel exacto de humedad y temperatura) o la pureza del aire de un cuarto (en donde habitará una familia, por ejemplo). Con el avance que ha tenido el termohigrómetro, utilizarlo se

ha facilitado cada vez más y más. Por ejemplo, existen diferentes modelos y tamaños, lo cual facilita cargarlo. Además, las lecturas recibidas pueden ser guardadas en la memoria del instrumento para transferirlas a una computadora y así realizar un mejor análisis. Los diferentes modelos del termohigrómetro, no sólo varían en tamaño, sino también en el nivel de humedad u otros aspectos que pueden medir. Inicialmente, un termohigrómetro era utilizado para medir la humedad de un espacio cerrado. No obstante, actualmente puede utilizarse para espacios abiertos, como en una caminata por un bosque. En estos usos, se encuentra la primera diferencia, por lo que existen dos tipos:

Termohigrómetro de interiores

Por ejemplo, el modelo BZ05 de la compañía alemana Trotec. Este modelo es electrónico y puede colocarse en una mesa o en una pared. Muestra los niveles de humedad y temperatura del área en donde se encuentra. Sin embargo, los niveles que puede medir son limitados, ya que está diseñado para una vivienda u oficina. Además, trae incorporado un reloj.



Figura 3. Termohigrómetro de Interiores
Tomado de (Trotec GmbH & Co. KG, 2019)

Termohigrómetro de exteriores

Por ejemplo, el modelo de uso profesional T260 infrarrojo de la compañía alemana Trotec. Siendo de uso profesional, este dispositivo está diseñado para leer niveles más bajos y altos que el anterior. Asimismo, está incorporado con un sistema infrarrojo que permite medir la temperatura, un puerto USB para agilizar el proceso de transferencia de datos y una pantalla táctil. También tiene una función para medir altas temperaturas. Esta diferencia en el modelo fue creada con el objetivo de facilitar el traslado del dispositivo y hacerlo más cómodo y manejable en su diseño portátil. Aunque es importante destacar que tanto los higrómetros interiores como los exteriores funcionan en ambos espacios. Sin embargo, estos dos no son los únicos tipos que existen de termohigrómetros. También están los higrómetros modernos que son incorporados como sensores, en otro tipo de mecanismo y en viviendas. Algunos de los termohigrómetros más comunes en el mercado son:



Figura 4. Termohigrómetro de Exteriores
Tomado de (Trotec GmbH & Co. KG, 2019)

Termohigrómetro gravimétrico

Clasificado como uno de los mejores métodos para calcular la humedad. Se emplea para medir y comparar la masa encontrada en una muestra de aire con volumen idéntico de aire seco.

Termohigrómetro capacitivo

Utilizado para medir la humedad en un aislante eléctrico de un material polimérico (material constituidos por macromoléculas).



Figura 5. Termohigrómetro Capacitivo

Tomado de (Jumo Control, 2019)

Termohigrómetro resistivo

Analiza los cambios de los valores que se dan en la resistencia de un material a causa de la humedad.

Termohigrómetro térmico

Este tipo de sensor mide la humedad absoluta y cómo esta afecta la capacidad de conducir calor del aire

7. ANTECEDENTES

Podría decirse que la humedad juega un rol en todos los procesos industriales. El solo hecho de que la atmósfera contiene humedad hace que, por lo menos, se estudie su efecto en el almacenamiento y operación de los distintos productos y dispositivos. El alcance que la influencia de la humedad podría tener en cualquier proceso industrial puede variar, pero es esencial que al menos sea monitoreada, y en muchos casos controlada. La medición de la humedad es un proceso verdaderamente analítico en el cual el sensor debe estar en contacto directo con el proceso a medir, esto tiene, por supuesto, implicancias en la contaminación y degradación del sensor en niveles variables dependiendo de la naturaleza del ambiente. Existen muchas técnicas diferentes para la medición de humedad. El tema es algo complicado por la confusión en la variedad y diferentes formas de expresar las mediciones. En la práctica la humedad es una cantidad difícil de medir, y la incertidumbre es mayor que en otras áreas de medición como la masa, temperatura, presión, entre otras. (Equipos y Laboratorio de Colombia , 2019)

Como punto de partida, a continuación, se presentan otros proyectos que se han dedicado a la investigación y desarrollo de equipos o sistemas generadores de humedad cuyo propósito es la calibración y/o verificación de instrumentos de medición de humedad por medio de diferentes métodos y fenomenologías, cuyo objeto es similar al presente proyecto.

- (Dávila & Juárez, 2010), en su trabajo titulado **DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE HUMEDAD POR FLUJO DIVIDIDO**, expresan el sistema de generación de humedad por flujo dividido donde obtuvieron como resultado: Los sistemas de generación de humedad se usan en procesos donde se requieren condiciones controladas de humedad tales como preparación de muestras y sistemas de calibración. En los sistemas de calibración existen diferentes métodos de generación de humedad, dentro de los cuales está el generador de humedad por flujo dividido. El generador de humedad por flujo dividido opera al mezclar, proporcionalmente, un flujo de aire seco y otro saturado con vapor de agua, de esta manera es posible generar atmosferas con humedad controlada. En este trabajo se presentan los principios de operación, diseño,

construcción y pruebas de desempeño de un generador de humedad por flujo dividido para la calibración de higrómetros de mediana exactitud, de este trabajo tomamos su metodología de generación de humedad.

- (Meza Barcena, 2015) en su trabajo titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ISOHIGROMÉTRICA PARA LA CALIBRACIÓN DE HIGRÓMETROS ANALÓGICOS Y DIGITALES**, presentan un análisis del sistema de generación de humedad donde obtuvo como resultado: El tema a desarrollar del informe de suficiencia es la implementación y uso de una cámara isohigrométrica con mezclas de sal y agua como generadoras de humedad para la calibración de higrómetros analógicos y digitales. Estando los valores de humedad relativa a medir en intervalos denominados, bajos, medios y altos, que se encuentran aproximadamente en puntos fijos de alrededor de 40 %hr, 60 %hr y 90%hr respectivamente. Teniendo en cuenta que los laboratorios de metrología que utilizan esta cámara trabajan con gradientes de medición entre 1.5 % hr a 5 %hr. El equipo implementado tiene características similares a otros equipos utilizados en los laboratorios de humedad y temperatura del país, cuya principal diferencia se orienta al diseño, volumen del equipo y su gradiente característica. En nuestro caso se implementó una cámara con un gradiente de alrededor de 2% hr por cada uno de los puntos fijos de humedad. Utilizamos mezclas de sal y agua para generar humedades específicas en la cámara isohigrométrica para así proceder a la calibración de higrómetros que usan sensores de humedad, principalmente capacitivos que son usualmente utilizados en el mercado peruano (Industrias, Farmacéuticas, Laboratorios de ensayo, etc.) Este equipo ha permitido la calibración de higrómetros analógicos y digitales con buena reproducibilidad en los ensayos, obteniendo como Error Normalizado menor a 1, lo que muestra que tiene buena consistencia en los resultados obtenidos y nos permite tener confianza en la emisión de certificados de calibración, de este trabajo tomamos como conclusión que existen otros procesos de generar humedad.

- (Martines, Dávila, & Lira, 2017) en su trabajo titulado, **MODELO DE GENERACIÓN DE HUMEDAD MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE FLUJOS DE AIRE**, exponen mediante el modelo la generación de humedad en un intervalo amplio, donde obtuvieron los siguientes resultados: Se presenta el desarrollo de un modelo híbrido para generar humedad que se obtiene con base en el principio de conservación de masa en un sistema abierto. El modelo tiene dos entradas (aire seco y vapor de agua) que se mezclan en una cámara de prueba, y una salida que libera el aire al ambiente. En el modelo general, la humedad se expresa como el cociente de la masa de vapor de agua y la masa de aire seco y mediante relaciones de gases, se obtienen las ecuaciones de humedad relativa y de temperatura de punto de rocío. En estas ecuaciones la humedad depende de seis magnitudes de entrada susceptibles de medirse y controlarse, lo cual hace posible su materialización. Con el propósito de determinar las mejores condiciones de operación de un generador de este tipo, se realizó una evaluación exhaustiva del modelo obtenido mediante variaciones razonables de las magnitudes de entrada. Como resultado de la evaluación del modelo, se encontró que la variación simultánea de dos o más magnitudes permite generar un amplio intervalo de humedad relativa ($\approx 0\%$ a 99%) y de temperatura de punto de rocío (desde trazas de humedad hasta la saturación), que es superior al cubierto por los métodos de dos presiones, dos temperaturas y de flujo dividido usados de manera individual. El modelo se puede desarrollar sin complicaciones y tiene varias aplicaciones entre las que se encuentran el control de atmósferas de humedad en la industria farmacéutica, aire acondicionado, en la fabricación de semiconductores, así como en laboratorios de calibración y centros de investigación, entre otros, de este trabajo tomamos como muestra el desarrollo y análisis del modelo de generación de humedad.

- (Castiblanco Rodriguez, 2017) en su trabajo titulado, **DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA CÁMARA GENERADORA DE HUMEDAD PARA LA CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE HIGRÓMETROS**, expone e ilustra la generación de humedad donde obtuvo los siguientes resultados: La presente investigación se orientó en el diseño de una cámara generadora de humedad para la calibración de higrómetros aplicable a los laboratorios de metrología con el objetivo de brindar posibilidad de realizar mediciones de

mayor exactitud y tener mayor cobertura en el servicio de calibración de equipos medidores de humedad relativa a nivel industrial, tomamos como muestra su metodología y proceso de implementación.

8. PROPUESTA

Se propone generar un documento que asegure la calidad de las mediciones realizadas en la comprobación en los distintos puntos de humedad relativa dentro del alcance del proyecto, sometiendo al instrumento bajo comprobación (IBC) a una comparación directa contra un higrómetro como referencia, el cual previamente ha sido calibrado y cuenta con certificado expedido por un laboratorio que garantiza la competencia técnica y está acreditado ante el ONAC.

Dicho proceso se realiza sometiendo el Instrumento bajo comprobación IBC a una comparación directa con un instrumento patrón “Referencia” se deja inicialmente los instrumentos dentro del recinto en un periodo de estabilización de 60 minutos o hasta que se homogenice las condiciones generadas dentro del recinto de la cámara, una vez sean estables las indicaciones, se realiza la toma como mínimo de 10 datos espaciados cada minuto.

De acuerdo a lo anterior, para lograr realizar la verificación del instrumento de medición, se elaborará una cámara de humedad (ver Figura 6) en la cual pueda realizarse la actividad objeto de este proyecto.

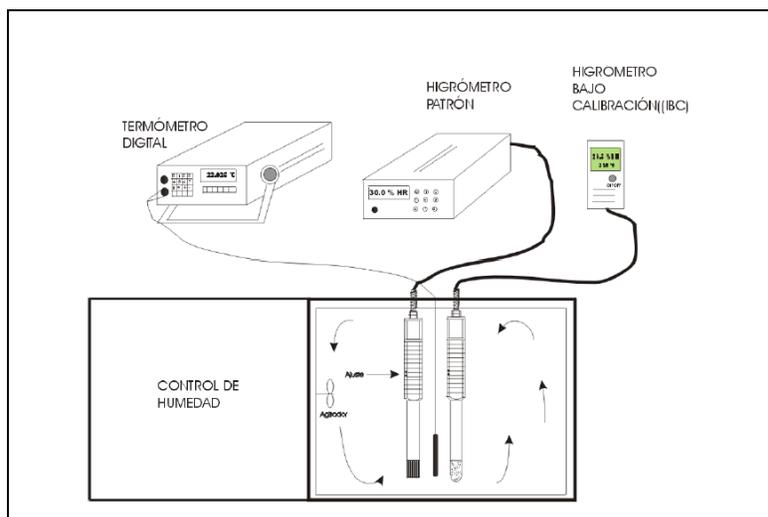


Fig. 6 Propuesta de Cámara de Humedad para Calibración de un Higrómetro

Tomada de: (CENAM, 2012)

En el documento expedido se reportan los resultados de la comprobación en cada punto solicitado además de los requisitos indicados en la solicitud inicial, evidenciando que las mediciones realizadas son trazables.

9. METODOLOGIA

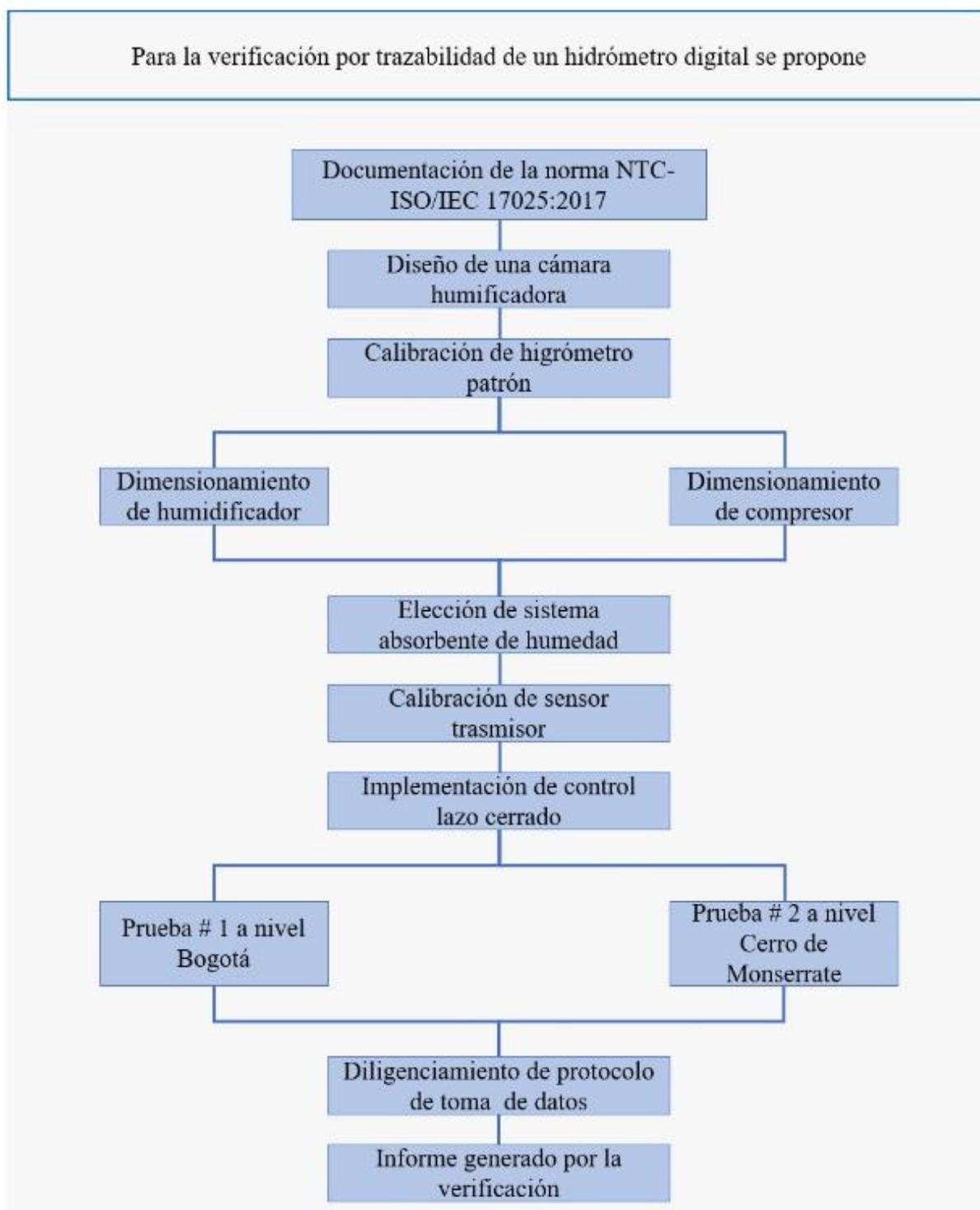


Fig. 7 Metodología

Autoría Propia.

10. DESARROLLO

Partiendo de la idea principal del prototipo tomada de la ilustración 2, se plantea la elaboración del prototipo con fines académicos para la verificación de instrumentos medidores de humedad relativa, termohigrómetros, para lo cual se realizó el montaje del conjunto de elementos que componen el sistema, su funcionamiento parte del control establecido para mantener constante la variable del flujo de aire que garantiza los diferentes valores generados de humedad.

El controlador (sistema de control) envía una señal eléctrica a los dispositivos (humificador o compresor de aire) componentes que están interconectados junto con el transmisor de humedad quien es el que recibe la señal y dependiendo de la acción envía pulsos eléctricos para poner en funcionamiento el humificador (aire húmedo) o el compresor (aire seco), según la acción de control establecida en la salida, se mide, y el controlador modifica la señal, para que se establezca el sistema al punto de control establecido inicialmente.

Este modo de control se activa cuando el transmisor envía una señal por fuera del punto de control y luego lo desactiva al llegar a este. Adicional se instala un ventilador dentro del recinto de la cámara para que una vez el punto de control se establezca ayude a homogenizar el ambiente

10.1. DISEÑO DE LA CÁMARA DE HUMEDAD

Se diseña un prototipo de cámara de humedad relativa (Ver Figura 8) controlada el cual será el medio que proporciona diferentes puntos de control a medir en un intervalo de medida establecido, este se divide en dos partes.

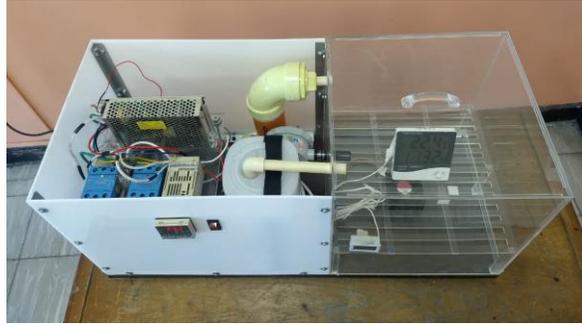


Fig. 8 Cámara de Humedad

Autoría Propia.

10.1.1. RECINTO DE HUMEDAD

Es el área que será utilizado para generar los diferentes puntos de humedad relativa, diseñado con paredes, techo y base en acrílico transparente con un espesor de 0.003 m, con unas dimensiones de 0,3 m de ancho, 0,3 m de largo y 0,3 m de alto. (Ver figura 9).



Fig. 9 Recinto de Humedad

Autoría Propia.

En su interior cuenta con una parrilla hecha en el mismo material y un ventilador con una alimentación a 12 VDC el cual se encarga de homogenizar la humedad generada dentro de la cámara.

10.1.2. RECINTO DE CONTROL

Corresponde al recinto en donde se instalaron los diferentes elementos del sistema de control, está compuesta por láminas de acrílico blanco con espesor de 0.003 m y unas dimensiones de 0,4 m de ancho, 0,3 m de largo y 0,3 m de alto.

Los elementos que conforman el sistema de control son: humidificador ultrasónico (ver Figura 10), filtro de aire seco (ver Figura 11), compresor de aerógrafo (ver Figura 12), controlador digital (ver Figura 13), relés de estado sólido (ver Figura 14), fuente eléctrica de 110 VAC a 12 VDC, cableado de conexión, transmisor de humedad, controlador.



Fig. 10 Humificador Ultrasónico.

Autoría Propia

Modelo: GYJ-105, Material: plástico, Capacidad 1.5 L, Voltaje: 110 VAC – 220 VAC, Frecuencia: 50/60 Hz, Color Blanco, Dimensiones: (10.55 x 5.98 x 5.51), Peso: 628 g.



Fig. 11 Filtro de Aire Seco.

Autoría Propia

Compuesto por un tubo en PVC de 2" de diámetro, 2 codos en PVC de 2", 2 tapones en PVC de 2" y un tubo en PVC para agua caliente de 1/2", en su interior está contenido con silica gel.



Fig. 12 Compressor de Aerógrafo.

Autoría Propia

Caudal: 2.4 cfm, ruido mínimo 55 db, potencia: 0,25 HP, voltios: 110v, potencia: 1/4 hp, Bar:3.5, rosca: 1/4" npt, máxima presión de trabajo: 50 psi, libre de aceite



Fig. 13 Controlador Digital.

Autoría Propia

Controlador digital Shimaden SR91, SR91: Controlador digital PID con autoajuste basado en MPU, H48xW48xD110mm, indicador digital de tamaño DIN, 8Y: Entrada de termopar, Contacto: 1a, Capacidad de contacto: 240VAC



Fig.14 Relé de Estado Sólido.

Autoría Propia

Relé de estado sólido :Placa base de aluminio niquelado, Carcasa de material PA 6 UL94 V-0, Conformidad con los estándares VDE0805/EN60950 UL/cUL y EN60947-4-3 (IEC947-4-3), Peso del producto de 65g, Grado de protección IP20 mediante solapas en los terminales, visualización LED verde en la entrada

Todo el sistema en conjunto genera los diferentes puntos de humedad, inicialmente el controlador recibe la señal generada por el transmisor de humedad que a su vez regula mediante los

contactos normalmente abiertos (NA) de los relés, la puesta en marcha del compresor y el humidificador según se requiera incrementar o disminuir la humedad respectivamente.

11. RESULTADOS

Para la toma de datos se somete el Instrumento bajo comprobación (IBC) a una comparación directa con un instrumento patrón “Referencia” se deja inicialmente los instrumentos dentro del recinto en un periodo de estabilización de 60 minutos aproximadamente o hasta que se homogenice las condiciones generadas dentro del recinto de la cámara, una vez sean estables las indicaciones, se realiza la toma de los valores que indican los instrumentos como mínimo de 10 datos espaciados cada minuto.

Los resultados durante la verificación realizada se registran en el documento **COMPROBACIÓN DE HIGRÓMETROS PLANTILLA TOMA DE DATOS** (anexo 1) siguiendo los requisitos de la **GUÍA TÉCNICA SOBRE TRAZABILIDAD E INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EN LA CALIBRACIÓN DE HIGRÓMETROS DE HUMEDAD RELATIVA**, Cenam; México, abril 2008 y finalmente se expresan en el documento **INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVA** (anexo 2) siguiendo los requisitos de los numerales 7.8.2. y 7.8.4. de la Norma NTC-ISO/IEC 17025:2005

Fueron realizadas dos verificaciones para el termohigrómetro con identificación MQS-LH-01 (ver Figura 15), una a nivel de Bogotá (altitud 2600 m) y otra a nivel del cerro Monserrate (altitud 3200 m). Fue utilizado como patrón de referencia el termohigrómetro con identificación NT-TH-03 (ver Figura 16) (Anexo 5, CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INSTRUMENTO PATRÓN)



Fig.15 Instrumento Bajo Verificación.

Rango: (10 a 90) % HR; Resolución: 1 % HR
SN: No porta



Fig.16 Instrumento Patrón de Referencia.

Rango: (20 a 90) % HR; Resolución: 1 % HR
SN: 161221053

Los registros de las respectivas verificaciones se presentan a continuación:

11.1. MEDICIONES EN BOGOTÁ - INFORME ICH-19-001

- Ver Anexo 3, REGISTROS DE LA VERIFICACIÓN A NIVEL BOGOTÁ

Tabla 1 - Condiciones ambientales verificación (Bogotá) Informe ICH-19-001

| TEMPERATURA (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%HR) | PRESIÓN (hPa) |
|--------------------|--------------------------|-----------------|
| 20,5 ± 0,3 | 51,5 ± 0,5 | 751,0 ± 0,3 |

Tabla 2 - Resultados de la verificación (Bogotá) Informe ICH-19-001

| Punto | Instrumento Referencia (%HR) | Instrumento de Prueba (%HR) | Corrección (%HR) | Factor de Cobertura (k) | Incertidumbre Expandida (%HR) |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 Ascendente | 21,3 | 21,5 | -0,2 | 1,97 | 2,1 |
| 1 Descendente | 21,8 | 21,3 | 0,5 | 1,97 | 2,1 |
| 2 | 49,2 | 49,3 | -0,1 | 1,97 | 1,7 |
| 3 | 85,7 | 90,1 | -4,4 | 1,97 | 2,0 |

11.2. MEDICIONES EN MONSERRATE - INFORME ICH-19-002

- Ver Anexo 4, REGISTROS DE LA VERIFICACIÓN A NIVEL MONSERRATE

Tabla 3 - Condiciones ambientales de la verificación (Montserrat) ICH-19-002

| TEMPERATURA (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%HR) | PRESIÓN (hPa) |
|--------------------|--------------------------|-----------------|
| 18,5 ± 0,2 | 50,5 ± 0,5 | 683,8 ± 0,1 |

Tabla 4 - Resultados de la verificación (Montserrat) Informe ICH-19-002

| Punto | Instrumento Referencia (%HR) | Instrumento de Prueba (%HR) | Corrección (%HR) | Factor de Cobertura (k) | Incertidumbre Expandida (%HR) |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 Ascendente | 21,9 | 21,8 | 0,1 | 1,97 | 2,0 |
| 1 Descendente | 21,9 | 21,2 | 0,7 | 1,97 | 2,1 |
| 2 | 51,0 | 51,4 | -0,4 | 1,98 | 1,9 |
| 3 | 83,1 | 88,3 | -5,2 | 1,98 | 2,2 |

11.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se comparan los resultados obtenidos para cada una de las verificaciones realizadas.

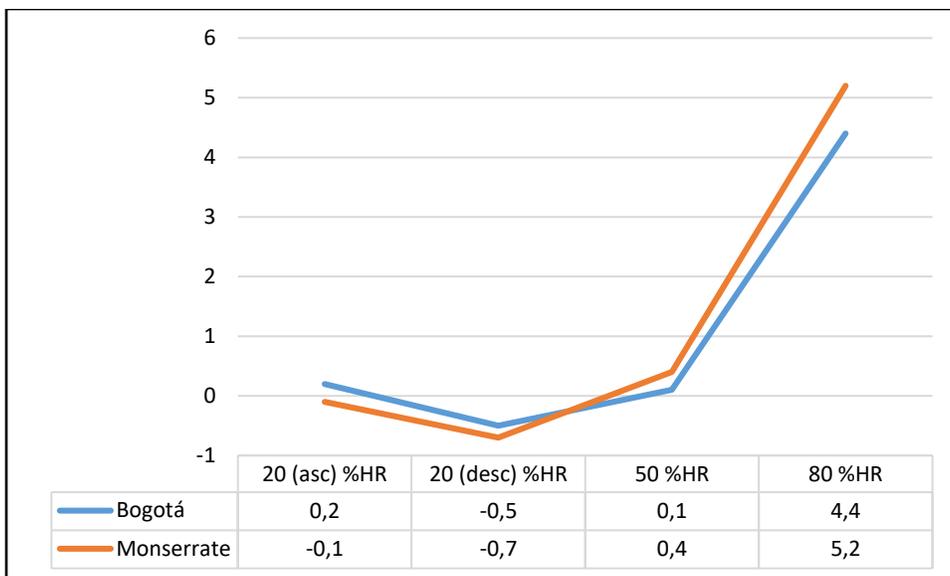


Fig.17 Comparación del Error Entre Verificaciones.

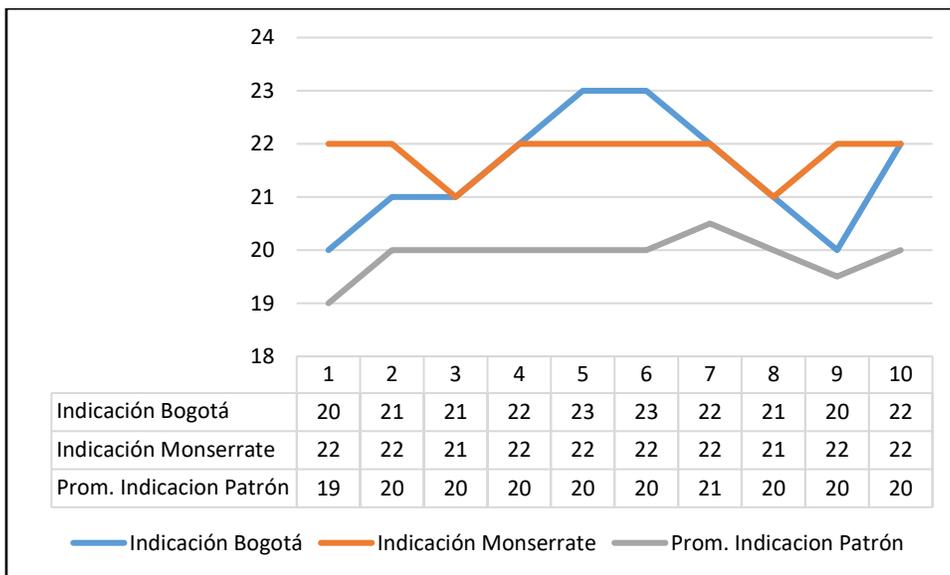


Fig.18 Comparación de Mediciones Punto Ascendente 20 %HR.

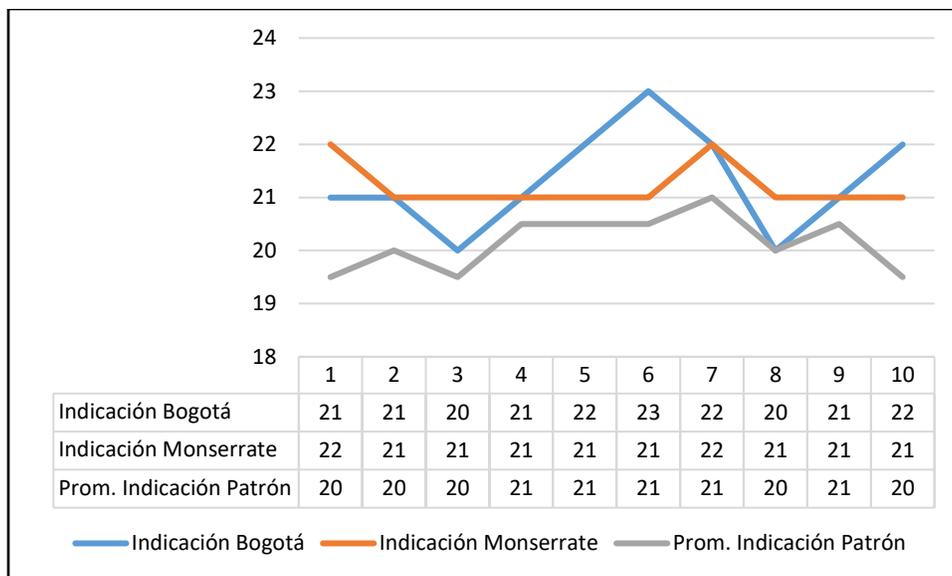


Fig.19 Comparación de Mediciones Punto Descendente 20 %HR

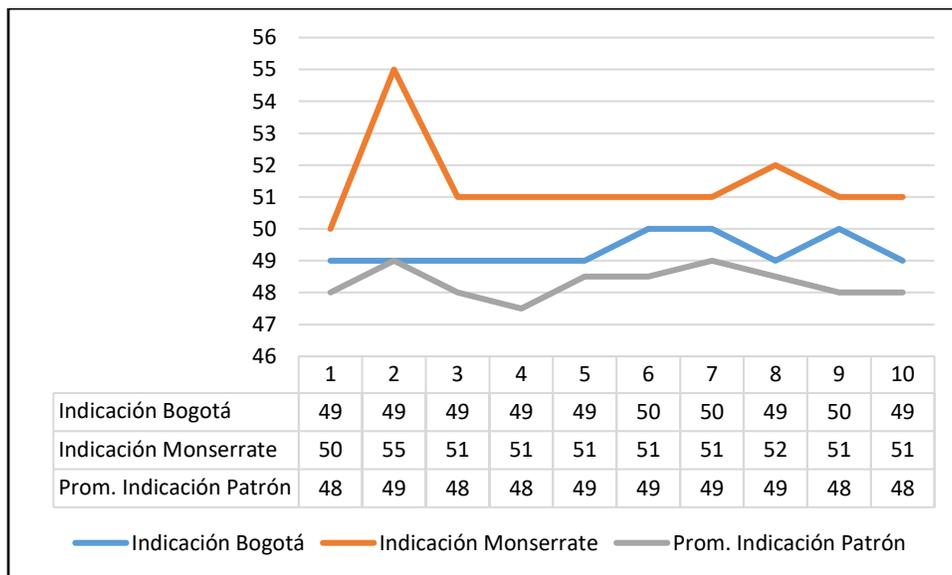


Fig.20 Comparación de Mediciones Punto 50 %HR

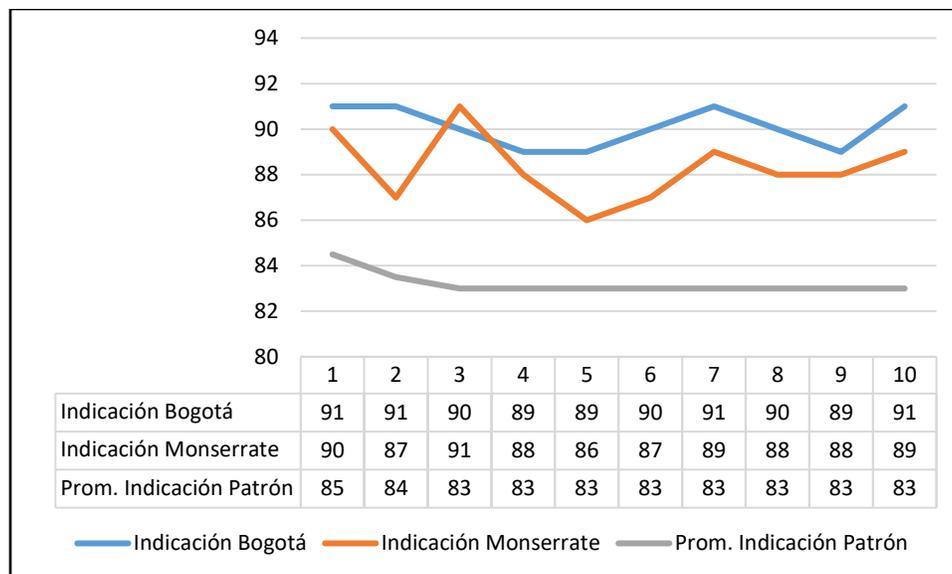


Fig.21 Comparación de Mediciones Punto 80 %HR

Una vez realizado el análisis de los resultados se observa que las mediciones están dentro del rango especificado por el fabricante de los instrumentos, sin exceder los límites de tolerancia, los errores están cercanos al punto de control.

12. CONCLUSIONES

- El Proyecto contribuye de manera muy importante para identificar y resaltar los puntos requeridos en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en su numeral 6.4.10 para llevar a cabo la implementación del sistema.
- Uno de los problemas frecuentes para dar cumplimiento a los requisitos en cuanto a la calidad de las mediciones de instrumentos medidores de humedad relativa es la falta de realizar comprobaciones intermedias entre calibraciones, con el proyecto se cumple con este objetivo de generar un informe para tener una evidencia objetiva ante posibles auditorias.
- Durante la realización del proyecto pudimos observar la importancia de generar diferentes condiciones de humedad, para así poder comprobar el comportamiento del instrumento,

también se detectó el comportamiento en diferentes áreas para tener una visión más clara de la funcionalidad de la cámara generadora de humedad.

- La información de los resultados reportada en el informe final de la comprobación del instrumento medidor de humedad no está completa sino reportamos las correcciones e incertidumbre generadas en las mediciones, pudimos ver la importancia de garantizar la calidad de la información, es así que en el protocolo toma de datos se incluyó los cálculos propios de las correcciones e incertidumbre para que se vean reflejados en el informe final.
- Siguiendo el referente normativo “Guía Técnica sobre la Trazabilidad de mediciones en la calibración de higrómetros de humedad relativa, Cenam, 2013, Revisión 03” adoptado como procedimiento para la comprobación de instrumentos medidores de humedad, se realizó durante los ensayos varios puntos dentro del rango de medición del instrumento, para determinar el comportamiento.
- Se realiza la verificación por trazabilidad a un higrómetro digital, obteniendo resultados que cumplen con la Norma NTC-ISO/IEC 17025 y se expide un informe que garantiza la calidad de los resultados que sirve como evidencia objetiva a los Organismos Evaluadores de la Conformidad.

13. ANEXOS

Anexo 1. COMPROBACIÓN DE HIGRÓMETROS PLANTILLA TOMA DE DATOS

Anexo 2. INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVA

Anexo 3. REGISTROS DE LA VERIFICACIÓN A NIVEL BOGOTÁ

Anexo 4. REGISTROS DE LA VERIFICACIÓN A NIVEL MONSERRATE

Anexo 5. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INSTRUMENTO PATRÓN

Anexo 6. INSTRUCTIVO PARA USO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CAMARA DE HUMEDAD

14. BIBLIOGRAFÍA

- Castiblanco Rodriguez, L. (6 de Enero de 2017). *Diseño y simulación de una cámara generadora de humedad para la calibración y verificación de higrómetros*. Obtenido de Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central Web Site: <http://repositorio.itc.edu.co/handle/001/138>
- CENAM. (Noviembre de 2012). *GUÍA TÉCNICA SOBRE TRAZABILIDAD E INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EN LA CALIBRACIÓN DE HIGRÓMETROS DE HUMEDAD RELATIVA*. CENAM Web Site: http://200.57.73.228:75/pqtinformativo/VIGENTES_ENERO2013/Guias_Tecnicas/CALIBRACION%20Higr%C3%B3metros%20v02_
- Centro Español de Metrología. (2012). *Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados*. Obtenido de Centro Español de Metrología Web Site: <https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf>
- Compresor Alternativo. (Septiembre de 2015). Madrid, España.
- DANE. (2011). *FICHA TECNICA Sistema de Información del Medio Ambiente*. Obtenido de DANEWeb Site: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/Velocidad_viento13
- Dávila, J., & Juárez, N. (29 de Octubre de 2010). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE HUMEDAD POR FLUJO DIVIDIDO*. Obtenido de CENAM Web Site: <https://www.cenam.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010-vp02b.pdf>
- Diego Alonso. (Septiembre de 2015). *ACONDICIONAMIENTO ELECTRÓNICO DE LA INSTRUMENTACIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DE ENSAYO DE UN COMPRESOR ALTERNATIVO*. Madrid, España.
- Eliminar Moho. (2019). *ABSORBENTES DE HUMEDAD*. Obtenido de Eliminar Moho Web Site: <http://eliminarlahumo.org/absorbentes-de-humedad>
- Equipos y Laboratorio de Colombia . (2019). *MEDICION DE HUMEDAD*. Obtenido de Equipos y LaboratoriodeColombiaWebsite: https://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=4703
- Figura 1. Compreso Alternativo. (s.f.).
- HUMIDIFICADORES. (2019). *Humidificador ultrasónico*. Obtenido de HUMIDIFICADORES Web Site: <https://www.humidificadores.net/ultrasonicos/>

- Icontec Internacional. (2017). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025* (Segunda ed.). Bogotá D.C.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Recuperado el 2019
- Martines, E., Dávila, J., & Lira, L. (Octubre de 2017). *Modelo de generación de humedad mediante la combinación de flujos de aire*. Obtenido de Scientific Electronic Library Online Web Site:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432018000400004&script=sci_arttext
- Martinez, C. (2019). *Termohigrómetro: Características, Tipos, Historia*. Obtenido de Lifeder Web Site: <https://www.lifeder.com/termohigrometro/>
- Meza Barcena, R. J. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA ISOHIGROMÉTRICA PARA LA CALIBRACIÓN DE HIGRÓMETROS ANALÓGICOS Y DIGITALES*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA LIMA - PERÚ Web Site: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2736/1/meza_br.pdf
- MP Control. (2019). *¿QUÉ ES UNA CÁMARA CLIMÁTICA?* Obtenido de MP Control Web Site: <http://www.mpcontrol.es/index.php/definicion-camara-climatica/>
- Mundo Compresor. (2019). *compresor*. Obtenido de Mundo Compresor Web site: <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/compresor>
- REITEC. (2019). *HUMEDAD RELATIVA*. Obtenido de REITEC Web Site: <http://www.reitec.es/Pdf/agua02.pdf>
- Sanchez Lenceno, 1. (s.f.). http://oa.upm.es/40244/8/PFG_DIEGO_ALONSO_RUBIN_1.pdf.
- Sercalia. (Junio de 2019). www.sercalia.com. Obtenido de <https://www.sercalia.com/absorbentes>
- Topcop. (Junio de 2019). Obtenido de <http://spanish.oxygen-absorberpackets.com>
- UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA. (2019). *SISTEMAS DE CONTROL*. Obtenido de UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA Web site: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3330/34059-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

COMPROBACIÓN DE HIGRÓMETROS PLANTILLA TOMA DE DATOS

INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVA

No.

INFORMACIÓN GENERAL

| | | | |
|--------------------------------|--|-------------------------|--|
| CLIENTE | | INSTRUMENTO | |
| DIRECCIÓN | | MARCA | |
| CIUDAD | | MODELO | |
| | | IDENTIFICACIÓN | |
| FECHA DE INGRESO | | RANGO | |
| FECHA DE VERIFICACIÓN | | RESOLUCIÓN | |
| VERIFICADO POR | | APROBADO POR | |
| Aróld Rodríguez A. | | | |
| Auxiliar de Laboratorio | | Director Técnico | |

TRAZABILIDAD

| | | | |
|------------------------|--|------------------------------|--|
| MARCA | | FECHA DE CALIBRACIÓN | |
| MODELO | | NÚMERO DE CERTIFICADO | |
| NUMERO DE SERIE | | DIVISIÓN DE ESCALA | |

CONDICIONES AMBIENTALES

| | TEMPERATURA (°C) | | HUMEDAD (%HR) | | PRESIÓN (hPa) | | HORA | |
|----------|------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|--------|--|
| MAXIMA | | | | | | | INICIO | |
| MINIMA | | | | | | | FIN | |
| PROMEDIO | PROMEDIO | ESTABILIDAD | PROMEDIO | ESTABILIDAD | PROMEDIO | ESTABILIDAD | | |
| | | | | | | | | |

MEDICIONES

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad |
|------------------------|--------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 0 %HR | | | | |
| 1 <i>Ascendente</i> | 1 | | | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | | U Patrón (%HR) | |
| | 3 | | | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | | Deriva Patrón (%HR) | |
| | 5 | | | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | | | |
| | 7 | | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | | | |
| | 9 | | <i>Coficiente</i> | <i>0,002 (%HR/°C)</i> |
| | 10 | | <i>Indicación Patrón</i> | |
| <i>Desv. (s)</i> | | | <i>U Expandida</i> | |
| <i>Promedio</i> | | | <i>Factor (k)</i> | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad |
|-------------------------|--------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 0 %HR | | | | |
| 1 <i>Descendente</i> | 1 | | | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | | U Patrón (%HR) | |
| | 3 | | | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | | Deriva Patrón (%HR) | |
| | 5 | | | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | | | |
| | 7 | | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | | | |
| | 9 | | <i>Coficiente</i> | <i>0,002 (%HR/°C)</i> |
| | 10 | | <i>Indicación Patrón</i> | |
| <i>Desv. (s)</i> | | | <i>U Expandida</i> | |
| <i>Promedio</i> | | | <i>Factor (k)</i> | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad |
|------------------|--------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 0 %HR | | | | |
| 2 | 1 | | | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | | U Patrón (%HR) | |
| | 3 | | | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | | Deriva Patrón (%HR) | |
| | 5 | | | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | | | |
| | 7 | | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | | | |
| | 9 | | <i>Coficiente</i> | <i>0,002 (%HR/°C)</i> |
| | 10 | | <i>Indicación Patrón</i> | |
| <i>Desv. (s)</i> | | | <i>U Expandida</i> | |
| <i>Promedio</i> | | | <i>Factor (k)</i> | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad |
|------------------|--------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 0 %HR | | | | |
| 3 | 1 | | | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | | U Patrón (%HR) | |
| | 3 | | | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | | Deriva Patrón (%HR) | |
| | 5 | | | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | | | |
| | 7 | | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | | | |
| | 9 | | <i>Coficiente</i> | <i>0,002 (%HR/°C)</i> |
| | 10 | | <i>Indicación Patrón</i> | |
| <i>Desv. (s)</i> | | | <i>U Expandida</i> | |
| <i>Promedio</i> | | | <i>Factor (k)</i> | |

INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVA

No.

INFORMACIÓN GENERAL**CLIENTE
DIRECCIÓN
CIUDAD****INSTRUMENTO
MARCA
MODELO
IDENTIFICACIÓN
RANGO
RESOLUCIÓN****FECHA DE INGRESO
FECHA DE COMPROBACIÓN****ACLARACIONES**

- El laboratorio cuenta con patrones certificados asegurando la trazabilidad nacional e internacional, el cual representa a su vez las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
- Este informe de comprobación no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Laboratorio.
- Los resultados, consignados en este informe se refiere únicamente al instrumento sometido a comprobación en el momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones.

MÉTODO DE COMPROBACIÓN

La comprobación se realizó por comparación directa, utilizando como referencia el Termohigrometro NT-TH-03

TRAZABILIDAD**MARCA
MODELO
NUMERO DE SERIE****FECHA DE CALIBRACIÓN
NÚMERO DE CERTIFICADO
DIVISIÓN DE ESCALA****CONDICIONES AMBIENTALES**

| TEMPERATURA (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%HR) | PRESIÓN (hPa) |
|--------------------|--------------------------|-----------------|
| | | |

RESULTADOS

| Punto | Instrumento Referencia (%HR) | Instrumento de Prueba (%HR) | Corrección (%HR) | Factor de Cobertura (k) | Incertidumbre Expandida (%HR) |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 Ascendente | | | | | |
| 1 Descendente | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

REALIZADO POR:**APROBADO POR:**

Auxiliar de Laboratorio

Director Técnico

FIN DEL INFORME DE COMPROBACIÓN

Página 1 de 1

COMPROBACIÓN DE HIGRÓMETROS PLANTILLA TOMA DE DATOS

INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVA

No. **ICH-19-001**

INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------|---------------------------------|
| CLIENTE | METRICA QUALITY SOLUTIONS S.A.S |
| DIRECCIÓN | CARRERA 116B No. 72F - 70 |
| CIUDAD | Bogotá D.C |

| | |
|----------------|-----------------|
| INSTRUMENTO | Termohigrometro |
| MARCA | No Porta |
| MODELO | No Porta |
| IDENTIFICACIÓN | MQS-LH-01 |
| RANGO | (10 a 90) % HR |
| RESOLUCIÓN | 1 % HR |

| | |
|-----------------------|------------|
| FECHA DE INGRESO | 2019-06-13 |
| FECHA DE VERIFICACIÓN | 2019-06-14 |

| | |
|----------------------------|--|
| VERIFICADO POR | |
| Hector Linares B. | |
| Sustituto Director Técnico | |

| | |
|--------------------------|--|
| APROBADO POR | |
| Ing. Hernán Rodríguez S. | |
| Director Técnico | |

TRAZABILIDAD

| | |
|-----------------|---------------------------|
| MARCA | No Porta |
| MODELO | HTC-2 |
| NUMERO DE SERIE | 161221053 / C.I: NT-TH-03 |

| | |
|-----------------------|------------|
| FECHA DE CALIBRACIÓN | 2018-04-09 |
| NÚMERO DE CERTIFICADO | CLH 42518 |
| DIVISIÓN DE ESCALA | 1 % HR |

CONDICIONES AMBIENTALES

| | TEMPERATURA (°C) | | HUMEDAD (%HR) | | PRESIÓN (hPa) | |
|----------|------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| MAXIMA | 20,8 | | 52 | | 751,3 | |
| MINIMA | 20,2 | | 51 | | 750,7 | |
| PROMEDIO | PROMEDIO | ESTABILIDAD | PROMEDIO | ESTABILIDAD | PROMEDIO | ESTABILIDAD |
| | 20,5 | ± 0,3 | 52 | ± 0,5 | 751,0 | ± 0,3 |

| HORA | |
|--------|-------|
| INICIO | 10:00 |
| FIN | 15:00 |

MEDICIONES

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | | Camara de Humedad |
|-----------------|--------|------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| | | Indicación (%HR) | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 20 %HR | | | | | |
| 1 Ascendente | 1 | 20 | 18 | 1,70 | Uniformidad |
| | 2 | 21 | 20 | U patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 21 | 20 | 1,90 | Estabilidad |
| | 4 | 22 | 19 | Deriva patrón (%HR) | 0,2 |
| | 5 | 23 | 20 | 0,24 | Temp. Inicial (°C) |
| | 6 | 23 | 20 | | 18,3 |
| | 7 | 22 | 21 | | Temp. Final (°C) |
| | 8 | 21 | 19 | | 18,6 |
| | 9 | 20 | 19 | Coefficiente | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 22 | 20 | Indicación Patrón | 21,30 |
| Desv. (s) | 1,1 | 0,8 | U Expandida | 2,08 | |
| Promedio | 21,5 | 19,6 | Factor (k) | 1,97 | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | | Camara de Humedad |
|------------------|--------|------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| | | Indicación (%HR) | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 20 %HR | | | | | |
| 1 Descendente | 1 | 21 | 19 | 1,70 | Uniformidad |
| | 2 | 21 | 20 | U patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 20 | 19 | 1,90 | Estabilidad |
| | 4 | 21 | 20 | Deriva patrón (%HR) | 0,1 |
| | 5 | 22 | 21 | 0,24 | Temp. Inicial (°C) |
| | 6 | 23 | 21 | | 18,3 |
| | 7 | 22 | 22 | | Temp. Final (°C) |
| | 8 | 20 | 20 | | 18,6 |
| | 9 | 21 | 20 | Coefficiente | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 22 | 19 | Indicación Patrón | 21,80 |
| Desv. (s) | 0,9 | 1,0 | U Expandida | 2,13 | |
| Promedio | 21,3 | 20,1 | Factor (k) | 1,97 | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | | Camara de Humedad |
|-----------|--------|------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| | | Indicación (%HR) | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 50 %HR | | | | | |
| 2 | 1 | 49 | 47 | 1,80 | Uniformidad |
| | 2 | 49 | 47 | U patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 49 | 47 | 1,60 | Estabilidad |
| | 4 | 49 | 47 | Deriva patrón (%HR) | 0,1 |
| | 5 | 49 | 48 | 0,24 | Temp. Inicial (°C) |
| | 6 | 50 | 48 | | 18,3 |
| | 7 | 50 | 47 | | Temp. Final (°C) |
| | 8 | 49 | 48 | | 18,6 |
| | 9 | 50 | 48 | Coefficiente | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 49 | 47 | Indicación Patrón | 49,20 |
| Desv. (s) | 0,48 | 0,52 | U Expandida | 1,71 | |
| Promedio | 49,30 | 47,40 | Factor (k) | 1,97 | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | | Camara de Humedad |
|-----------|--------|------------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| | | Indicación (%HR) | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | |
| 80 %HR | | | | | |
| 3 | 1 | 91 | 85 | 1,20 | Uniformidad |
| | 2 | 91 | 85 | U patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 90 | 84 | 1,90 | Estabilidad |
| | 4 | 89 | 84 | Deriva patrón (%HR) | 0,1 |
| | 5 | 89 | 85 | 0,24 | Temp. Inicial (°C) |
| | 6 | 90 | 84 | | 18,3 |
| | 7 | 91 | 84 | | Temp. Final (°C) |
| | 8 | 90 | 84 | | 18,6 |
| | 9 | 89 | 85 | Coefficiente | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 91 | 85 | Indicación Patrón | 85,70 |
| Desv. (s) | 0,88 | 0,53 | U Expandida | 2,04 | |
| Promedio | 90,10 | 84,50 | Factor (k) | 1,97 | |

INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVANo. **ICH-19-001****INFORMACIÓN GENERAL**

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|
| CLIENTE | METRICA QUALITY SOLUTIONS S.A.S | INSTRUMENTO | Termohigrometro |
| DIRECCIÓN | CARRERA 116B No. 72F - 70 | MARCA | No Porta |
| CIUDAD | Bogotá D.C | MODELO | No Porta |
| | | IDENTIFICACIÓN | MQS-LH-01 |
| FECHA DE INGRESO | 2019-06-13 | RANGO | (10 a 90) % HR |
| FECHA DE COMPROBACIÓN | 2019-06-14 | RESOLUCIÓN | 1 % HR |

ACLARACIONES

- El laboratorio cuenta con patrones certificados asegurando la trazabilidad nacional e internacional, el cual representa a su vez las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
- Este informe de comprobación no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Laboratorio.
- Los resultados, consignados en este informe se refiere únicamente al instrumento sometido a comprobación en el momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones.

MÉTODO DE COMPROBACIÓN

La comprobación se realizó por comparación directa, utilizando como referencia el Termohigrometro NT-TH-03

TRAZABILIDAD

| | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------------------|------------|
| MARCA | No Porta | FECHA DE CALIBRACIÓN | 2018-04-09 |
| MODELO | HTC-2 | NÚMERO DE CERTIFICADO | CLH 42518 |
| NUMERO DE SERIE | 161221053 / C.I: NT-TH-03 | DIVISIÓN DE ESCALA | 1 % HR |

CONDICIONES AMBIENTALES

| TEMPERATURA (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%HR) | PRESIÓN (hPa) |
|--------------------|--------------------------|-----------------|
| 20,5 ± 0,3 | 51,5 ± 0,5 | 751,0 ± 0,3 |

RESULTADOS

| Punto | Instrumento Referencia (%HR) | Instrumento de Prueba (%HR) | Corrección (%HR) | Factor de Cobertura (k) | Incertidumbre Expandida (%HR) |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 Ascendente | 21,3 | 21,5 | -0,2 | 1,97 | 2,1 |
| 1 Descendente | 21,8 | 21,3 | 0,5 | 1,97 | 2,1 |
| 2 | 49,2 | 49,3 | -0,1 | 1,97 | 1,7 |
| 3 | 85,7 | 90,1 | -4,4 | 1,97 | 2,0 |

REALIZADO POR:

APROBADO POR:

Hector Linares B.
Sustituto Director Técnico

Ing. Hernán Rodríguez S.
Director Técnico

FIN DEL INFORME DE COMPROBACIÓN

Página 1 de 1

COMPROBACIÓN DE HIGRÓMETROS PLANTILLA TOMA DE DATOS

INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVA

No. **ICH-19-002**

INFORMACIÓN GENERAL

| | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
| CLIENTE | METRICA QUALITY SOLUTIONS S.A.S | INSTRUMENTO | Termohigrometro |
| DIRECCIÓN | CERRO DE MONSERRATE | MARCA | No Porta |
| CIUDAD | Bogotá D.C | MODELO | No Porta |
| FECHA DE INGRESO | 2019-06-14 | IDENTIFICACIÓN | MQS-LH-01 |
| FECHA DE VERIFICACIÓN | 2019-06-15 | RANGO | (10 a 90) % HR |
| | | RESOLUCIÓN | 1 % HR |

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| VERIFICADO POR | APROBADO POR |
| Harold Rodríguez A. | Ing. Hernán Rodríguez S. |
| Auxiliar de Laboratorio | Director Técnico |

TRAZABILIDAD

| | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------|
| MARCA | No Porta | FECHA DE CALIBRACIÓN | 2018-04-09 |
| MODELO | HTC-2 | NÚMERO DE CERTIFICADO | CLH 42518 |
| NÚMERO DE SERIE | 161221053 / C.I: NT-TH-03 | DIVISIÓN DE ESCALA | 1 % HR |

CONDICIONES AMBIENTALES

| | TEMPERATURA (°C) | | HUMEDAD (%HR) | | PRESIÓN (hPa) | |
|----------|------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| MAXIMA | 18,6 | | 51 | | 683,9 | |
| MINIMA | 18,3 | | 50 | | 683,6 | |
| PROMEDIO | PROMEDIO | ESTABILIDAD | PROMEDIO | ESTABILIDAD | PROMEDIO | ESTABILIDAD |
| | 18,5 | ± 0,2 | 51 | ± 0,5 | 683,8 | ± 0,1 |

| HORA | |
|--------|-------|
| INICIO | 12:45 |
| FIN | 14:55 |

MEDICIONES

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad | |
|------------------------|--------|------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | | |
| 20 %HR | | | | | |
| 1 <i>Ascendente</i> | 1 | 22 | 20 | 1,70 | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | 22 | 20 | U Patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 21 | 20 | 1,90 | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | 22 | 21 | Deriva Patrón (%HR) | 0,2 |
| | 5 | 22 | 20 | 0,24 | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | 22 | 20 | | 18,3 |
| | 7 | 22 | 20 | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | 21 | 21 | | 18,6 |
| | 9 | 22 | 20 | <i>Coficiente</i> | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 22 | 20 | <i>Indicación Patrón</i> | 21,90 |
| <i>Desv. (s)</i> | 0,4 | 0,4 | <i>U Expandida</i> | 1,98 | |
| <i>Promedio</i> | 21,8 | 20,2 | <i>Factor (k)</i> | 1,97 | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad | |
|-------------------------|--------|------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | | |
| 20 %HR | | | | | |
| 1 <i>Descendente</i> | 1 | 22 | 20 | 1,70 | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | 21 | 20 | U Patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 21 | 20 | 1,90 | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | 21 | 21 | Deriva patrón (%HR) | 0,1 |
| | 5 | 21 | 20 | 0,24 | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | 21 | 20 | | 18,3 |
| | 7 | 22 | 20 | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | 21 | 20 | | 18,6 |
| | 9 | 21 | 21 | <i>Coficiente</i> | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 21 | 20 | <i>Indicación Patrón</i> | 21,90 |
| <i>Desv. (s)</i> | 0,4 | 0,4 | <i>U Expandida</i> | 2,06 | |
| <i>Promedio</i> | 21,2 | 20,2 | <i>Factor (k)</i> | 1,97 | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad | |
|------------------|--------|------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | | |
| 50 %HR | | | | | |
| 2 | 1 | 50 | 49 | 1,80 | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | 55 | 51 | U Patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 51 | 49 | 1,60 | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | 51 | 48 | Deriva Patrón (%HR) | 0,1 |
| | 5 | 51 | 49 | 0,24 | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | 51 | 49 | | 18,3 |
| | 7 | 51 | 51 | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | 52 | 49 | | 18,6 |
| | 9 | 51 | 48 | <i>Coficiente</i> | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 51 | 49 | <i>Indicación Patrón</i> | 51,00 |
| <i>Desv. (s)</i> | 1,35 | 1,03 | <i>U Expandida</i> | 1,89 | |
| <i>Promedio</i> | 51,40 | 49,20 | <i>Factor (k)</i> | 1,98 | |

| Punto | Prueba | Instrumento Referencia | | Camara de Humedad | |
|------------------|--------|------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Indicación (%HR) | Corrección (%HR) | | |
| 80 %HR | | | | | |
| 3 | 1 | 90 | 84 | 1,20 | <i>Uniformidad</i> |
| | 2 | 87 | 82 | U Patrón (%HR) | 0,1 |
| | 3 | 91 | 82 | 1,90 | <i>Estabilidad</i> |
| | 4 | 88 | 82 | Deriva patrón (%HR) | 0,1 |
| | 5 | 86 | 81 | 0,24 | <i>Temp. Inicial (°C)</i> |
| | 6 | 87 | 82 | | 18,3 |
| | 7 | 89 | 82 | | <i>Temp. Final (°C)</i> |
| | 8 | 88 | 82 | | 18,6 |
| | 9 | 88 | 81 | <i>Coficiente</i> | 0,002 (%HR/°C) |
| | 10 | 89 | 81 | <i>Indicación Patrón</i> | 83,10 |
| <i>Desv. (s)</i> | 1,49 | 0,88 | <i>U Expandida</i> | 2,18 | |
| <i>Promedio</i> | 88,30 | 81,90 | <i>Factor (k)</i> | 1,98 | |

INFORME COMPROBACIÓN HUMEDAD RELATIVA

No. ICH-19-002

INFORMACIÓN GENERAL

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|
| CLIENTE | METRICA QUALITY SOLUTIONS S.A.S | INSTRUMENTO | Termohigrometro |
| DIRECCIÓN | CERRO DE MONSERRATE | MARCA | No Porta |
| CIUDAD | Bogotá D.C | MODELO | No Porta |
| | | IDENTIFICACIÓN | MQS-LH-01 |
| FECHA DE INGRESO | 2019-06-14 | RANGO | (10 a 90) % HR |
| FECHA DE COMPROBACIÓN | 2019-06-15 | RESOLUCIÓN | 1 % HR |

ACLARACIONES

- El laboratorio cuenta con patrones certificados asegurando la trazabilidad nacional e internacional, el cual representa a su vez las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
- Este informe de comprobación no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Laboratorio.
- Los resultados, consignados en este informe se refiere únicamente al instrumento sometido a comprobación en el momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones.

MÉTODO DE COMPROBACIÓN

La comprobación se realizó por comparación directa, utilizando como referencia el Termohigrometro NT-TH-03

TRAZABILIDAD

| | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------------------|------------|
| MARCA | No Porta | FECHA DE CALIBRACIÓN | 2018-04-09 |
| MODELO | HTC-2 | NÚMERO DE CERTIFICADO | CLH 42518 |
| NUMERO DE SERIE | 161221053 / C.I: NT-TH-03 | DIVISIÓN DE ESCALA | 1 % HR |

CONDICIONES AMBIENTALES

| TEMPERATURA (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%HR) | PRESIÓN (hPa) |
|--------------------|--------------------------|-----------------|
| 18,5 ± 0,2 | 50,5 ± 0,5 | 683,8 ± 0,1 |

RESULTADOS

| Punto | Instrumento Referencia (%HR) | Instrumento de Prueba (%HR) | Corrección (%HR) | Factor de Cobertura (k) | Incertidumbre Expandida (%HR) |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 Ascendente | 21,9 | 21,8 | 0,1 | 1,97 | 2,0 |
| 1 Descendente | 21,9 | 21,2 | 0,7 | 1,97 | 2,1 |
| 2 | 51,0 | 51,4 | -0,4 | 1,98 | 1,9 |
| 3 | 83,1 | 88,3 | -5,2 | 1,98 | 2,2 |

REALIZADO POR:**APROBADO POR:**

Harold Rodríguez A.
Auxiliar de Laboratorio

Ing. Hernán Rodríguez S.
Director Técnico

FIN DEL INFORME DE COMPROBACIÓN

Página 1 de 1

COMPAÑÍA NACIONAL DE METROLOGÍA

LABORATORIO DE HUMEDAD
Certificado No. CLH 42518



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

FEH 02, Revisión 10, 2017-09-12

| | | |
|---|---|---|
| SOLICITANTE <i>Customer</i> | : | NOVATEST INSTRUMENTOS E INGENIERIA S.A.S. |
| DIRECCIÓN <i>Address</i> | : | CALLE 63 F No. 22 - 30 PISO 2 |
| CIUDAD <i>City</i> | : | BOGOTÁ D.C. |
| INSTRUMENTO <i>Instrument</i> | : | TERMOHIGROMETRO |
| FABRICANTE <i>Manufacturer</i> | : | NO PORTA |
| MODELO <i>Model</i> | : | HTC-2 |
| DIVISION DE ESCALA <i>Scale Division</i> | : | 1 %HR |
| NÚMERO DE SERIE <i>Serial Number</i> | : | 161221053 |
| CÓDIGO INTERNO <i>Internal Code</i> | : | NT-TH-03 |
| ORDEN DE TRABAJO <i>Work Order</i> | : | R736 |
| FECHA DE RECEPCIÓN <i>Date of Arrive</i> | : | 2018 / 04 / 07 |
| FECHA DE CALIBRACIÓN <i>Date of Report</i> | : | 2018 / 04 / 09 |
| FECHA DE EMISIÓN <i>Date of issuance</i> | : | 2018 / 04 / 09 |

Firma Autorizada: *Authorized Signatory*

Jhon Steven Ocampo
Especialista en Instrumentación Industrial
Director Técnico
Revisado y Aprobado



Sello

Certificado emitido bajo la norma ISO/IEC 17025:2005



La medida su mejor aliado

Carrera 68C No. 68A-20 Bogotá - Colombia.

PBX: 7450499, Web www.conamet.com.co, email: metrologia@conamet.com

Página 1 de 3

AUTORIZADO PARA
SU USO

COMPAÑÍA NACIONAL DE METROLOGÍA

LABORATORIO DE HUMEDAD
Certificado No. CLH 42518



1. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Method

El método de calibración empleado es por comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo a el procedimiento PEH 01, el cual se basa en la "Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre en la calibración de higrometros de humedad relativa CENAM:2013".

La calibración fue realizada en las instalaciones de Conamet.

2. CONDICIONES AMBIENTALES

Ambient Conditions

Las condiciones ambientales en el laboratorio durante la calibración del instrumento fueron:

| Temperatura °C | Humedad Relativa %HR |
|----------------|----------------------|
| 21,5 ± 0,5 | 42,0 ± 2 |

3. TRAZABILIDAD

Traceability

Conamet, mantiene los patrones de referencia en condiciones físicas adecuadas para su conservación, los cuales han sido certificados asegurando la trazabilidad en las calibraciones realizadas con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patron Utilizado: Higrometró, Certificado No. A2726 , Fecha: 2017-03, Acreditado: NVLAP, Trazable NIST.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Measurement Results

| Punto | Humedad de Referencia (%HR) | Valor indicado por el instrumento de prueba (%HR) | Corrección (%HR) | k | Incertidumbre expandida (%HR) |
|---------------|-----------------------------|---|------------------|------|-------------------------------|
| 1 descendente | 30,15 | 28 | 2,1 | 1,97 | 1,9 |
| 1 ascendente | 30,75 | 29 | 1,7 | 1,97 | 1,9 |
| 2 | 49,78 | 48 | 1,8 | 1,96 | 1,6 |
| 3 | 80,23 | 79 | 1,2 | 1,96 | 1,9 |

La medida su mejor aliado

Carrera 68C No. 68A-20 Bogotá - Colombia.

PBX: 7450499, Web www.conamet.com.co, email: metrologia@conamet.com

COMPAÑÍA NACIONAL DE METROLOGÍA

LABORATORIO DE HUMEDAD
Certificado No. CLH 42518



5. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de la medición fue estimada conforme a la GUM "GUIA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE MEDIDA" Edición 2008 Se declara la incertidumbre expandida con un factor de cobertura (k), para un intervalo de confianza de aproximadamente un 95 %.

6. DECLARACIONES

Comments

Este certificado de calibración no puede ser reproducido en su totalidad, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma y sello no son validos.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the authorization of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través de un Instituto de Metrología, Nacional o Internacional (INM, NIST, PTB, etc.)

This calibration certificate documents the traceability to the International System of Units (SI) through a National or International Metrology Institute (INM, NIST, PTB, etc).

Los factores de conversión a el Sistema Internacional de Unidades, son tomados del documento Nist Special Publication 811, 2008

The International System of Units conversion factors are taken from the document Nist Special Publication 811, 2008

El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

The user is responsible of, the calibration of his instruments to appropriate intervals.

Los resultados del presente certificado se refieren al dispositivo relacionado, en el momento y a las condiciones en que se realizaron las mediciones. Compañía Nacional de Metrología no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento.

The results of this report refer to related dispositive in the moment and conditions in which the measurements were made. Compañía Nacional de Metrología assumes no responsibility for damage ensuing this instrument.

Final del Certificado

La medida su mejor aliado

Carrera 68C No. 68A-20 Bogotá - Colombia.

PBX: 7450499, Web www.conamet.com.co, email: metrologia@conamet.com

INSTRUCTIVO PARA USO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CAMARA DE HUMEDAD

1. OBJETIVO

Establecer las instrucciones de uso, mantenimiento y cuidados para la operación de la cámara generadora de humedad.

2. ALCANCE

Aplica para todos los equipos de medición que conforman la cámara generadora de humedad.

3. RESPONSABILIDAD

Es responsabilidad del Director Técnico, Coordinador de laboratorio y auxiliares de laboratorio o la persona que el director designe, llevar a cabo las diferentes actividades descritas en el presente documento.

4. DEFINICIONES

4.1 *Equipo*: Se entiende como los instrumentos de medición que se usan en la cámara generadora de humedad.

4.2 *Fuente de Poder*: Cuando se habla de fuente de poder o en ocasiones fuente de alimentación y fuente de energía, se refiere al sistema que otorga la electricidad para alimentar a un sistema o equipos.

4.3 *Relé de Estado Solido*: Elemento que permite aislar eléctricamente el circuito de entrada y el circuito de salida, son dispositivos conmutadores normalmente abiertos sin partes móviles, capaces de realizar gran cantidad de ciclos de operación.

4.4 *Relé de Estado Mecánico*: Elemento que funciona como interruptor que opera con señales de poca energía eléctrica que controla mecánicamente el circuito.

4.5 *Controlador*: Dispositivo con conexiones eléctricas o electrónicas diseñadas para controlar y procesar la entrada de los impulsos eléctricos en equipos, se emplea para controlar el flujo de corriente eléctrica.

4.6 *Transmisor*: Son instrumentos que captan la variable de proceso y la transmiten a distancia a un instrumento receptor indicador, registrador, controlador o una combinación de estos.

4.7 *Compresor de Aire*: Es una máquina, cuyo trabajo consiste en incrementar la presión de un fluido.

4.8 *Humificador*: Aparato que sirve para aumentar y ajustar el grado de humedad ambiental de una habitación o el grado de humedad de un dispositivo respiratorio.

INSTRUCTIVO PARA USO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CAMARA DE HUMEDAD

- 4.9 *Higrómetro*: Dispositivo que se usa para la medición de la humedad del aire.
- 4.10 *Conector*: Dispositivo para unir circuitos eléctricos.
- 4.11 *Interruptor*: Dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica.
- 4.12 *Ventilador*: Instrumento o aparato que impulsa o remueve el aire en un recinto.
- 4.13 *Fusible Eléctrico*: Componente de seguridad utilizado para prevenir daños por exceso de corriente eléctrica en un circuito eléctrico, este dispositivo permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido.
- 4.14 *Recinto*: Espacio comprendido dentro de ciertos límites.
- 4.15 *Cámara*: Descripción del ambiente o espacio principal de un recinto.

5. CONDICIONES GENERALES

En el presente instructivo se especifican las instrucciones de uso, cuidados y mantenimiento preventivo que debe ser realizado a los instrumentos que componen la cámara generadora de humedad.

El mantenimiento preventivo se debe registrar en el formato específico destinado por el director técnico para tal fin y cuyo formato debe ser almacenado en la hoja de vida de la cámara generadora de humedad.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

6.1 *Fuente de Poder*

6.1.1 *Instrucciones de Uso*

- Instalar la alimentación AC 110 V, en los terminales de entrada asignados, incluida terminal a tierra.
- Instalar los conectores de salida DC 12 V a cada uno de los elementos asignados del circuito.
- Presionar interruptor de encendido para poner en funcionamiento.

6.1.2 *Manejo, transporte y almacenamiento.*

- El manejo se debe realizar apagada/desconectada si lo amerita.
- Si se requiere movilizar, se debe retirar de la base, desconectar los diferentes conectores.

INSTRUCTIVO PARA USO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CAMARA DE HUMEDAD

- No se debe forzar ni golpear ninguno de sus componentes.
- El almacenaje, si se requiere, se debe realizar en un ambiente que no sea muy húmedo.

6.1.3 *Mantenimiento Preventivo.*

- Revisar ventilador, Extractor de calor, que mantienen los circuitos eléctricos internos a temperaturas adecuadas para su funcionamiento.
- Revisar los disipadores de calor, si los tiene.
- Revisar que los conectores eléctricos de alimentación se encuentren bien ajustados.
- Revisar que se encuentre bien soportada sobre la base que la sostiene.
- Mantenimiento Anual, si se presenta una falla de energía realizar una inspección si lo amerita.
- Realizar limpieza si lo amerita.

6.2 *Transmisor*

6.2.1 *Instrucciones de Uso*

- Instalar Terminal positivo “Humi Out” a la alimentación de 12V DC de la fuente de poder.

6.2.2 *Manejo, transporte y almacenamiento.*

- El manejo se debe realizar apagada/desconectada si lo amerita.
- Si se requiere movilizar, se debe retirar de la base, desconectar los diferentes conectores.
- No se debe forzar ni golpear ninguno de sus componentes.
- El almacenaje, si se requiere, se debe realizar en un ambiente que no sea muy húmedo.

6.2.3 *Mantenimiento Preventivo.*

- Revisar que los conectores eléctricos de alimentación se encuentren bien ajustados.
- Revisar que se encuentre bien soportada sobre la base que la sostiene.
- Mantenimiento Anual, si se presenta una falla de energía realizar una inspección si lo amerita.
- Realizar limpieza si lo amerita.

6.3 *Compresor*

6.3.1 *Instrucciones de Uso*

- Instalar la alimentación AC 110 V, en los terminales de entrada asignado del relé.
- Instalar Terminal neutro al punto de distribución, asignado

6.3.2 *Manejo, transporte y almacenamiento.*

- El manejo se debe realizar apagado/desconectado si lo amerita.

INSTRUCTIVO PARA USO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CAMARA DE HUMEDAD

- Si se requiere movilizar, se debe retirar de la base, desconectar los diferentes conectores.
- No se debe forzar ni golpear ninguno de sus componentes.
- El almacenaje, si se requiere, se debe realizar en un ambiente que no sea muy húmedo.

6.3.3 *Mantenimiento Preventivo.*

- Revisar que los conectores eléctricos de alimentación se encuentren bien ajustados.
- Revisar que se encuentre bien soportada sobre la base que la sostiene.
- Mantenimiento Anual, si se presenta una falla de energía realizar una inspección si lo amerita.
- Realizar limpieza si lo amerita.
- Revisar ventilador que garantiza la refrigeración.
- Revisar que no presenten obstrucción los ductos de entrada.
- Revisar que no presenten obstrucción los ductos de salida al filtro de secado.

6.4 *Humificador*

6.4.1 *Instrucciones de Uso*

- Instalar el humificador en un lugar seco y horizontal, siguiéndolas instrucciones del fabricante.
- Conectar a la línea eléctrica asegurando que se tenga el voltaje de operación del equipo.
- Llenar depósito de agua antes de poner en funcionamiento.
- Para encender girar perilla de encendido en sentido de las manecillas del reloj.
- Para apagar girar perilla de encendido en sentido contrario a las manecillas del reloj
- El control de humedad se aprecia visualmente con la salida de la neblina.

6.4.2 *Manejo, transporte y almacenamiento.*

- El transporte del humificador se debe realizar de manera vertical, en caso de no poderse trasladar de esta manera se debe prender el humificador después de 60 minutos.
- El almacenamiento se debe realizar en un lugar seco y libre de agentes corrosivos, el almacenamiento debe ser realizado de manera vertical.
- No golpear ni forzar ninguna de sus partes.
- Limpiar el ducto de salida de la neblina y la carcasa cada vez que presente suciedad.
- Identificar el voltaje de alimentación requerido por el equipo.

6.4.3 *Mantenimiento Preventivo.*

- El mantenimiento se debe realizar anual, de acuerdo a la frecuencia de uso.
- Realizar limpieza de carcasa.
- Realizar limpieza de los ductos de salida de la neblina.
- Revisar que los ductos que ingresan a la cámara generadora de humedad no presenten condensación de agua.

6.5 *Higrómetro*

INSTRUCTIVO PARA USO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CAMARA DE HUMEDAD

6.5.1 *Instrucciones de Uso*

- Instalar el Higrómetro en una zona sin corrientes de viento y fuentes de calor cercanas.
- Instalar la batería con la polaridad correcta.
- Presionar on/off para encender el higrómetro.

6.5.2 *Manejo, transporte y almacenamiento.*

- El transporte se debe realizar en lo posible apagado.
- El almacenamiento debe realizarse en un lugar seco y libre de agentes corrosivos, si no se utiliza se debe retirar la batería.
- No golpear ni forzar las partes que lo componen.

6.5.3 *Mantenimiento Preventivo.*

- Mantenimiento se realiza anual.
- Realizar limpieza y ajuste si lo permite.

6.6 *Cámara*

6.6.1 *Instrucciones de Uso*

- Instalar la cámara en una zona libre de fuentes de calor y lejos de ventanas, así como libre de corrientes de aire.
- Presione en interruptor de encendido en la posición “off” posicionado en la parte izquierda del habitáculo de control, para iniciar el sistema de control de humedad.
- Seleccionar el punto a medir deseado en el controlador.
- Esperar entre 10 minutos y 15 minutos la estabilidad del punto seleccionado.
- Para una homogeneidad más eficaz encender el ventilador de la cámara con el interruptor de encendido, posicionado junto al controlador.

Nota: tener en cuenta las especificaciones de fabricante para verificaciones que sean realizadas por encima del 90% HR ya que los equipos pueden sufrir daños durante este proceso.

6.6.2 *Manejo, transporte y almacenamiento.*

- Para su transporte se debe realizar con cuidado de no golpear alguna de sus partes.
- El almacenamiento se debe realizar en un lugar seco y libre de agentes corrosivos.

6.6.3 *Mantenimiento Preventivo.*

- Mantener en el nivel alto el depósito de agua.
- No dejar encendido el sistema si no hay instrumentos a verificar.
- Limpiar los acrílicos de la cámara con regularidad según programa de mantenimiento.

INSTRUCTIVO PARA USO Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CAMARA DE HUMEDAD

- Usar agentes que no contengan derivados del petróleo para limpieza.

6.7 Filtro de Secado Aire

6.7.1 Instrucciones de Uso

- Instalar filtro en posición vertical.
- Ajustar soporte en la base para garantizar posicionamiento y flujo de salida del aire.
- No dejar residuos del desecante “Silica Gel” en la base/soporte.
- Conectar los ductos de entrada y salida de aire.

6.7.2 Manejo, transporte y almacenamiento.

- El transporte se debe realizar verticalmente.
- Si se requiere movilizar, se debe retirar de la base, desconectar los diferentes ductos.
- No se debe forzar ni golpear ninguno de sus componentes.
- El almacenaje, si se requiere, se debe realizar en un ambiente que no sea muy húmedo.
- El desecante “silica Gel” se debe manejar según su ficha toxicológica.

6.7.3 Mantenimiento Preventivo

- Retirar el material desecante “Silica gel” que este conglomerado.
- Realizar limpieza del filtro con un paño húmedo y limpio.
- Mantener en el nivel más alto del filtro con desecante “ Silica gel”
- Inspeccionar los ductos de entrada y salida que no presenten perforaciones.
- El mantenimiento se debe realizar según frecuencia programada