



RED NACIONAL DE METROLOGIA

UNIDAD DE COORDINACION Y SUPERVISION

LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES

PROTOCOLO DE ENSAYO DE APTITUD NACIONAL

CALIBRACION DE TERMOHIGROMETRO DIGITAL

MAGNITUD HUMEDAD

HRc-20

(Participantes con Cámara Climática)

HRs-20

(Participantes con Sales Higroscópicas)

MAGNITUD TEMPERATURA AMBIENTAL

HTc-20

(Participantes con Cámara Climática)

HTs-20

(Participantes con Sales Higroscópicas)

PROGRAMA

1. Introducción
2. Nombre del Programa
3. Objetivo
4. Confidencialidad y codificación
5. Alcance instrumento a calibrar
6. Requisitos de participación
7. Seguridad, Responsabilidad y Compromiso del Laboratorio.
8. Generalidades del Ensayo de Aptitud.
9. Generalidades del procedimiento de calibración
10. Aspectos técnicos
11. Presentación de resultados
12. Comportamiento de los Participantes
13. Desarrollo de ensayo de aptitud
14. Lista de verificación para calibración del Medidor de Humedad y temperatura.
15. Recepción, transporte y/o devolución
16. Evaluación Estadística.
17. Reposición de Patrón viajero perdido, dañados y medidas en caso de atraso.
18. Informe Preliminar (B).
19. Reunión Final. (Taller de cierre)
20. Informe Final (A).

Terminología

Bibliografía

Anexos: A, B, C.

COMPARACION NACIONAL DE HUMEDAD

LINEAMIENTOS GENERALES Y PROCEDIMIENTO

1. Introducción

La realización de la magnitud Humedad es una tarea asignada al Instituto Designado de Humedad integrante de la red Nacional de Metrología ubicado en Gran Avenida N° 11087, paradero 36 ½, El bosque, Santiago. El LCPNR-HR está encargado de la diseminación correcta de esta magnitud y dar a la cadena de trazabilidad los niveles adecuados de incertidumbre de acuerdo a las necesidades del país.

Dentro del marco de funcionamiento de la red se realizará un ensayo de Aptitud Nacional con el fin de estimar los niveles de concordancia en las mediciones entre los laboratorios Participantes de la magnitud Humedad y la incertidumbre asociada a su medición.

Desde el año 2010, la RNM ofrece un Programa de Ensayos de Aptitud el cual es parte del "Programa de Fortalecimiento y Reconocimiento de las Mejores Capacidades de Medición en la Red Nacional de Metrología", Programa desarrollado con aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Los Institutos Designados y Candidatos que componen la RNM cuentan con sistemas de calidad ajustados a los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025 con el objeto de establecer la confianza necesaria en sus actividades. Adicionalmente, la organización de los ensayos de aptitud ofertados, se basa en los requisitos establecidos en la norma NCh-ISO 17043

El Programa anual de Ensayos de Aptitud, se planifica considerando las capacidades de medición y calibración de las organizaciones que componen la RNM, las necesidades de los laboratorios de calibración y ensayo nacionales y, en algunos casos, las necesidades establecidas por un determinado organismo del Estado.

Por regla general, los ensayos de aptitud ofrecidos por la Red Nacional de Metrología, se realizan durante un año calendario.

Los ítems de ensayo, se distribuyen en un periodo de tiempo definido para su análisis, son enviados en las fechas establecidas en el programa, en las condiciones de embalaje, almacenamiento, seguridad e identificación que aseguren la integridad del ítem.

Cada ensayo de aptitud, cuenta con una codificación alfanumérica y a cada laboratorio participante se le hace entrega de un código asignado confidencial.

La oferta de los ensayos de aptitud es publicada a través de una programación anual en el sitio web www.metrologia.cl.

Aquellos ensayos de aptitud organizados por la Red Nacional de Metrología que cuenten con financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, no tendrán costos de inscripción para los participantes y el número de cupos quedará sujeto al diseño del Ensayo de Aptitud y los fondos disponibles. Cualquier otro ensayo de aptitud o intercomparación organizadas por la RNM que no cuenten con este financiamiento, tendrán costo de inscripción para los participantes.

Este documento presenta los lineamientos generales y el procedimiento para esta intercomparación.

2. Nombre del programa

Ensayo de Aptitud Nacional de Humedad
HRc-20
HRs-20
HTc-20
HTs-20

2.1 Identificación del proveedor de ensayo de aptitud

El proveedor del ensayo de aptitud, será el Instituto Designado de Humedad integrante de la red Nacional de Metrología, LCPNR-HR ENAER, ubicado en Gran Avenida #11087, paradero 36 ½, EL bosque, Santiago.

Jefe de ID en HUMEDAD	:	Marcial Espinoza
Teléfono	:	56(2)23831966
Email	:	marcial.espinoza@enaer.cl

Responsable Técnico ID HUMEDAD	:	Antonio Monsalve
Teléfono	:	56(2)23832082
Email	:	antonio.monsalve@enaer.cl

3. Objetivo

Realizar un ensayo de aptitud en la magnitud Humedad entre los Laboratorios de Calibración (LC) de Humedad pertenecientes a la Red Nacional de Metrología que permita evaluar el desempeño y las competencias de los participantes.

Conocer la capacidad de medición en la magnitud Humedad de los LC participantes. La capacidad de medición de los laboratorios se determinará a través de la comparación de los niveles de incertidumbre y de error que alcance cada uno de éstos en sus mediciones.

4. Confidencialidad y codificación

Cada Ensayo de Aptitud, (EA) cuenta con una codificación alfanumérica y a cada laboratorio participante se les entregará un Código asignado Confidencial. Siguiendo requisitos de la norma NCh-ISO17043 vigente.

Ejemplo:

HRc-20-XX

Magnitud Física: Humedad.

HRc= Magnitud Humedad relativa con Cámara Climática.

20= año en el que se desarrolla el EA

XX= Código asignado confidencial de identificación del laboratorio participante

HRs-20-XX

Magnitud Física: Humedad.

HRs= Magnitud Humedad relativa con Sales Higroscópicas.

20= año en el que se desarrolla el EA

XX= Código asignado confidencial de identificación del laboratorio participante

HTc-20-XX

Magnitud Física: Temperatura Ambiental.

HTc= Magnitud Temperatura Ambiental con Cámara Climática.

20= año en el que se desarrolla el EA

XX= Código asignado confidencial de identificación del laboratorio participante

HTs-20-XX

Magnitud Física: Temperatura Ambiental.

HTs= Magnitud Temperatura Ambiental con Participantes de Sales Higroscópicas.

20= año en el que se desarrolla el EA

XX= Código asignado confidencial de identificación del laboratorio participante

Los resultados propios de cada laboratorio le serán comunicados en forma individual, sin embargo, tanto el nombre de los laboratorios participantes como los resultados globales, serán de conocimiento público.

5. Alcance e instrumento a Calibrar

En esta comparación participarán los Laboratorios de Calibración de la Magnitud Humedad acreditados por INN y Laboratorios invitados a participar en el ejercicio de ensayo de aptitud, según interés manifestado o por condición de la División de Acreditación, INN, que se encuentren postulando a su acreditación.

Medio de Generación Cámara climática.

Marca	Modelo	Clase de Exactitud	Alcance	Resolución
Vaisala	Indicador : MI70 Sensor : HMP75	± 1,0 %HR	0 %HR a 90 %HR	0,01 %
		± 1,7 %HR	90 %HR a 100 %HR	
		± 0,2 °C	-50 a 120 °C	0,01 °C

Nota: El equipo puede ser otro de característica similar.

Medio de Generación Solución Salina.

Marca	Modelo	Clase de Exactitud	Alcance	Resolución
Delta Ohm	Indicador : HD 2101.1R Sensor : HP472AC R	$\pm 1,5$ %HR	0 %HR a 90 %HR	0,1 %
		± 2.0 %HR	90 %HR a 100 %HR	
		$\pm 0,3$ °C	-20 a 80 °C	0,1 °C

Nota: El equipo puede ser otro de característica similar.

6. Requisitos de Participación

- Equipamiento requerido: Medidor de temperatura y humedad susceptible de cubrir todo el rango u otro sistema de medición (cámara climática, sales, etc.), con incertidumbre igual o mejor al 5% de la escala completa. Cualquier otra situación, debe ser acordada previamente con el Responsable Técnico.
- Condiciones ambientales: Deben indicarse las condiciones del Laboratorio en las cuales se realiza la calibración y las consideraciones tomadas (si las hubiera por parte del laboratorio participante en el ensayo de aptitud).
- Responsabilidad y cuidado del patrón viajero: Se solicitará carta de compromiso formal a través del representante legal. Para garantizar la integridad del patrón viajero.
- Transporte:
- Los laboratorios Nacionales y extranjeros que deseen participar deberán asumir los costos de transportar el patrón viajero. Para el caso de los Laboratorios internacionales deberán financiar los pasajes aéreos y viáticos correspondientes al encargado del Laboratorio organizador, y además gastos de aduana si es que son necesarios. Esto de modo de asegurar la integridad del patrón viajero.
- Los laboratorios Nacionales deberán coordinarse entre el laboratorio que entrega y el que le sigue de forma adecuada para hacer entrega del patrón viajero de manera adecuada. Cada Laboratorio participante deberá coordinar la mejor forma de entregar/buscar y/o recibir/ entregar el patrón viajero.

En el caso que el laboratorio no cumpla con los requisitos técnicos en relación con sus capacidades de medición y calibración del Ensayo de Aptitud, se le notificará su **NO incorporación**, explicando los motivos que respaldan dicha decisión.

7. Seguridad, Responsabilidad y Compromiso del Laboratorio.

Como se mencionaba en el punto anterior, se exigirá una Carta de Compromiso formal en la cual el Laboratorio Participante se hace responsable del Patrón viajero, esta carta debe contener el nombre completo del Laboratorio y a que institución o empresa pertenece, declarar que frente a cualquier problema que sufra el patrón viajero correspondiente al Ensayo de Aptitud, ya sea durante la permanencia de este en el laboratorio, o durante la manipulación o bien durante su transporte hacia el siguiente laboratorio.

El laboratorio afectado deberá responder con todos los costos de reparación o bien con la sustitución de éste por uno igual (igual marca e igual modelo).

Además de la carta de compromiso se solicitará al Laboratorio participante completar un "Acta de Entrega de Patrón Viajero" y enviarlo mediante correo electrónico al INN. En esta acta, se compromete la responsabilidad del patrón viajero, y será requisito para la posterior entrega del código único asignado a cada Laboratorio según corresponda, por parte del INN.

En el caso de cualquier desperfecto, daño o pérdida, sufrido durante su traslado o manipulación, se exigirá al participante la reposición del patrón.

En caso que ocurra lo anteriormente señalado, el Laboratorio organizador en conjunto con la División de Metrología, si es pertinente, evaluarán las consecuencias causadas y definirán las medidas a seguir. La División de Metrología notificará a los participantes las decisiones tomadas.

Cada Laboratorio Participante será responsable de tener **comunicación vía correo electrónico siempre con copia al INN y el Laboratorio Piloto** con el participante que le antecede como el que le sigue en el turno de participación en el "EA" y debe cumplir obligatoriamente con los plazos asignados de participación y debe entregar al siguiente participante en el tiempo establecido.

8. Generalidades del Ensayo de Aptitud (EA H-20).

Las actividades relacionadas con EA HRC-20; HRs-20; HTc-20; HTs-20
Tendrán los siguientes lineamientos para su realización:

- La coordinación del presente Ensayo de Aptitud, será realizada por la División de Metrología del Instituto Nacional de Normalización, quién asignará a cada laboratorio su Código de Participante.
- El Laboratorio de Referencia en donde el instrumento será calibrado inicialmente, es el Instituto Designado de la Magnitud HUMEDAD , que en adelante llamaremos Laboratorio Piloto,

Contactos:

Coordinador INN de E.A : Gerardo Gonzalez
Teléfono : 56 (9)50997717
e-mail : gerardo.gonzalez@inn.cl

Jefe de ID en HUMEDAD : Marcial Espinoza
Teléfono : 56(2)23831966
Email : marcial.espinoza@enaer.cl

Responsable Técnico ID HUMEDAD : Antonio Monsalve
Teléfono : 56(2)23832082
Email : antonio.monsalve@enaer.cl

Técnico ID HUMEDAD : Carolina Martinez G.
Teléfono : 56(2)23832082
Email : carolina.martinez@enaer.cl

- El instrumento a utilizar en EA H-20 son suministrados por el LCPNR-HR. Estos instrumentos serán enviados a cada uno de los laboratorios participantes por medio de transporte privado (que provee cada participante).
- El EA H-20 se llevará a cabo según el punto 9 de éste protocolo.
- El Laboratorio Piloto será el encargado de analizar los resultados de la comparación, que enviará al INN cada Laboratorio Participante.
- Cada Laboratorio Participante designará a la persona que será responsable del EA H-20 en su respectiva institución.
- Los datos de las mediciones son registrados en el protocolo del anexo A de este documento y enviados al INN por cada Laboratorio Participante. Dicho protocolo **deberá contener el respaldo de los pasos de cálculo realizados para determinar los valores**

de calibración y su respectivo presupuesto de incertidumbre. El participante deberá informar también su mejor capacidad de medición vigente, las características de su medio de generación (cámara climática, cámara de sales, etc.) y las características del instrumento utilizado como patrón de referencia durante la medición.

- El EA H-20 funcionará en consideración al número de Laboratorios Participantes, es decir, después de cada calibración, el laboratorio deberá enviar el medidor de Humedad y temperatura digital al próximo participante, previa autorización vía correo electrónico de parte del Responsable Técnico (si el número de participantes es reducido no más de 5 funcionará en círculo). Si es superior al número indicado se harán rondas (el dispositivo se enviará al Laboratorio Piloto para su calibración).
- Asegúrese de tener la confirmación del Coordinador antes de efectuar la calibración, la que será cursada por este sólo después de haber recibido el Anexo B (adjunto a este protocolo), debidamente cumplimentado.
- Cada laboratorio será responsable de asegurar que el Medidor de Humedad y temperatura digital no sufra daño alguno y se encuentre bajo buen resguardo.

9. Generalidades del procedimiento de calibración

- Asegurarse que el sistema de medición de HUMEDAD se encuentre estabilizado.
- La temperatura de referencia para las mediciones de humedad relativa en cámara climática será 23 °C.
- El instrumento se debe manipular con cuidado para evitar cualquier daño y mantener su integridad.
- Para el Patrón viajero Marca Vaisala, Modelo HM70 **se debe conectar el sensor de medición en la entrada indicada como Port I.**
- El informe de los resultados se hará sobre el Anexo A de éste protocolo: Informe de calibración, según certificado otorgado por cada laboratorio, se debe indicar valores promedios e incertidumbres en cada punto de medición.
- Montaje del sistema de calibración. El patrón y el IBC deben colocarse más cerca posible para que los gradientes de humedad sean mínimos.
- Selección de los puntos de calibración. Para determinar los puntos de temperatura y humedad de la cámara de acuerdo a lo establecido en el punto 10.0 y 10.1 del presente protocolo según corresponda.
- Realización de las mediciones. Se debe asegurar que el sistema de medición del laboratorio y su higrómetro patrón, estén en régimen estable, antes de iniciar las mediciones con el IBC. La estabilización del IBC se alcanza cuando sus lecturas no muestran un cambio sistemático de valor, una vez dada esta condición, **se debe realizar por lo menos 10 mediciones en cada punto de calibración en intervalos de 1**

minuto. Se recomienda como mínimo tiempo de estabilización 2 horas por punto. Valores IBC de humedad relativa se adquieren de forma manual.

Ejemplo:

Toma de datos en forma **INCORRECTA**

Hora Time	LECTURA DEL PATRON Standard reading		(IBC) / (DUT) _____	
	t (°C)	% HR	t (°C)	% HR
	10:00	23	32,00	23
10:02	23	32,00	23	33,00
10:04	23	31,00	23	32,00
10:08	23	31,00	23	32,00
10:10	23	30,00	23	31,00

Toma de datos en forma **CORRECTA**

Hora Time	LECTURA DEL PATRON Standard reading		(IBC) / (DUT) _____	
	t (°C)	% HR	t (°C)	% HR
	10:00	23,0	32,0	23,0
10:01	23,0	32,0	23,0	33,0
10:02	23,0	31,0	23,0	32,0
10:03	23,0	31,0	23,0	32,0
10:04	23,0	30,0	23,0	31,0
10:05	23,0	31,0	23,0	32,0
10:06	23,1	31,0	23,1	32,1
10:07	23,1	31,0	23,1	32,0
10:08	23,0	32,0	23,0	32,2
10:09	23,0	31,0	23,0	32,0

- Medición de la humedad y de la temperatura de referencia en el patrón y prueba seguida de mediciones y el registro de las lecturas del IBC.

9.1. Modelo para determinación del Error E_{lab} en humedad relativa

$$E_{lab} = [HR_{IBC} - (HR_p)] + [\delta(HR)_{hist} + \delta(HR)_{instb} + \delta(HR)_{inho} + \delta(HR)_{der}]$$

Donde:

E_{lab} : es el valor de error resultante a la lectura del IBC (en % de humedad relativa);

$(HR)_{IBC}$: es la lectura del Instrumento bajo calibración (IBC) (en % de humedad relativa);

(HR_p) : es la lectura del instrumento patrón utilizado en la calibración (en % de humedad relativa), el valor de medición del patrón se debe corregir de acuerdo al último certificado de calibración.

Ejemplo:

Se obtienen los siguientes datos durante la calibración en el punto 30% HR @ 23 °C como punto nominal:

Hora Time	LECTURA DEL PATRON Standard reading		(IBC) / (DUT) _____	
	t (°C)	% HR	t (°C)	% HR
12:50	23,08	32,45	23,03	31,50
12:51	23,07	32,93	23,01	32,01
12:52	23,05	33,24	23,01	32,20
12:53	23,05	32,98	23,02	31,86
12:54	23,07	32,70	23,01	31,60
12:55	23,06	32,44	23,00	31,28
12:56	23,06	32,23	23,00	31,14
12:57	23,10	32,31	23,01	31,27
12:58	23,08	32,73	23,00	31,76
12:59	23,08	33,20	23,01	32,00
	Promedio	32,72		

De nuestro certificado de calibración del patrón de calibración tenemos:

1.- HUMEDAD RELATIVA

Temperatura del Vapor de agua en la cámara Temperature of the humidity air stream in °C	Valor de referencia Humedad relativa Relative humidity reference value in %	Humedad relativa equipo bajo calibración Relative humidity calibration object in %	Desviación de la indicación Indication deviation in %	Incertidumbre de la medición (k=2) Measuring uncertainty (k=2) in %
23,1	33,01	33,99	0,98	0,50
23,0	58,96	59,49	0,53	0,74
23,0	75,04	75,16	0,12	0,94
23,0	84,95	85,10	0,15	1,06

En el punto de 33 %HR tenemos una desviación de 0,98 %HR; por lo tanto la medida corregida del patrón de calibración es:

$$\text{Promedio Patrón} + \text{Corrección del patrón} = \text{Lectura Verdadera del patrón.}$$

$$32,72 \%HR + (-0,98 \%HR) = 31,74 \%HR.$$

- δ (HR)_{hist} : Error de medición desconocido por la histéresis del instrumento bajo calibración (IBC).
Para determinar el valor de histéresis, se recomienda medir en el punto más bajo de calibración, luego llevarlo al punto más alto y nuevamente medir el punto más bajo.
- δ (HR)_{instb} : Error de medición desconocido por la inestabilidad temporal de la humedad relativa en la cámara climática.
Se presentan como oscilaciones del valor de humedad alrededor del punto de control una vez que se ha alcanzado el valor de equilibrio.
La inestabilidad de la humedad relativa es determinada a partir de un registro de las variaciones temporales durante un periodo de a lo menos 30 minutos después de que se ha alcanzado las condiciones de estado estacionario.
- δ (HR)_{inho} : Error de medición desconocido debido a la falta de homogeneidad espacial de la humedad relativa en la cámara climática. Se presenta debido a gradientes de humedad dentro de la cámara.
- δ (HR)_{der} : Error de medición desconocido de la medición de humedad relativa del patrón de calibración debido a la deriva desde la última recalibración.

9.2. Análisis de la incertidumbre en la calibración de higrómetros.

Entonces, la incertidumbre combinada se puede calcular usando la ley de propagación de incertidumbres.

$$U_{EXP} = k \sqrt{u^2[HR_p] + u^2[\%HR_{IBC}] + u^2[\delta(\%HR)_{hist}] + u^2[\delta(\%HR)_{instb}] + u^2[\delta(\%HR)_{incho}] + u^2[\delta(\%HR_p)_{der}]}$$

Dado que la determinación de las fuentes de incertidumbre se hace de manera independiente, la ecuación no considera los efectos de correlación.

Fuente de Incertidumbre	Símbolo	Descripción	Distribución	Divisor	Coefficiente de Sensibilidad
Lectura del patrón	$u[HR_p]$	Incertidumbre del patrón de calibración. Es obtenida del informe de calibración. En esta se encuentra contenida la Incertidumbre del patrón.	Normal	2	1
Lectura del instrumento bajo calibración (%HR _{IBC})	$u[\delta(\%HR)_{rep}]$	Desviación estándar del valor medio de las lecturas del instrumento bajo calibración. Se estima de la siguiente manera: $u_{rep} = \frac{S(x)}{\sqrt{n}} \quad \text{en donde: } S_{(x)} = \sqrt{\frac{\sum_1^{10} (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$	Normal	1	1
	$U_{Resolución}$	Incertidumbre debida a la resolución del instrumento bajo calibración, la cual está indicada en el manual del mismo.	Rectangular	$\sqrt{12}$	1
Histéresis del instrumento bajo calibración (IBC).	$u[\delta(HR)_{hist}]$	Incertidumbre por histéresis, se obtiene de exponer el higrómetro a su punto más bajo de operación, luego a su punto más alto y finalmente regresarlo a su condición inicial. $\delta(HR)_{his} = (HR_{asc} - HR_{des})$	Rectangular	$\sqrt{12}$	1
Inestabilidad temporal de la cámara climática.	$u[\delta(HR)_{instb}]$	Esta considera la incertidumbre por inestabilidad de humedad dentro de la cámara climática. $ \delta(HR)_{instb} \leq \text{Max} \bar{h} - h_i $	Rectangular	$\sqrt{3}$	1
Falta de homogeneidad espacial de la cámara climática.	$u[\delta(HR)_{incho}]$	Esta considera la incertidumbre por la falta de homogeneidad de humedad dentro de la cámara climática. $ \delta(HR)_{incho} \leq \text{Max} h_{ref} - h_i $	Rectangular	$\sqrt{3}$	1
Deriva máxima del patrón	$u[\delta(\%HR_p)_{der}]$	Incertidumbre debida a la deriva máxima del patrón. Esta incertidumbre se estimará través de los históricos de los patrones o de datos suministrados por el fabricante.	Rectangular	$\sqrt{3}$	1

9.3 **Modelo para determinación del error de temperatura ambiental E_{lab} en el IBC.**

$$E_{lab} = [t_{IBC} - t_p] + [\delta(t)_{hist} + \delta(t)_{instb} + \delta(t)_{inhom} + \delta(t)_{der}] \quad (2)$$

Donde:

E_{lab} : es el valor de error resultante a la lectura del IBC (en °C);

t_{IBC} : es la lectura del Instrumento bajo calibración (IBC) (en °C);

t_p : es la lectura del instrumento patrón utilizada en la calibración (en °C). El valor de medición del patrón se debe corregir de acuerdo al último certificado de calibración (referir al ejemplo del modelo de medición en Humedad relativa).

$\delta(t)_{hist}$: Error de medición desconocido por la histéresis del instrumento bajo calibración (IBC).
Para determinar el valor de histéresis, se recomienda medir en el punto más bajo de calibración, luego llevarlo al punto más alto y nuevamente medir el punto más bajo.

$\delta(t)_{instb}$: Error de medición desconocido por la inestabilidad temporal de la temperatura ambiental en la cámara climática.
Se presentan como oscilaciones del valor de temperatura alrededor del punto de control una vez que se ha alcanzado el valor de equilibrio.
La inestabilidad de la temperatura es determinada a partir de un registro de las variaciones temporales durante un periodo de a lo menos 30 minutos después de que se ha alcanzado las condiciones de estado estacionario.

$\delta(t)_{inhom}$: Error de medición desconocido debido a la falta de homogeneidad espacial de la temperatura ambiental en la cámara climática. Se presenta debido a gradientes de temperatura dentro de la cámara.

$\delta(t)_{der}$: Error de medición desconocido de la medición de temperatura ambiental del patrón de calibración debido a la deriva desde la última recalibración.

9.4. Análisis de la incertidumbre en la calibración de medidores de temperatura Ambiental

La incertidumbre combinada se puede calcular usando la ley de propagación de incertidumbres.

$$U_{EXP} = k \sqrt{u^2[t_p] + u^2[t_{ibc}] + u^2[\delta(t)_{his}] + u^2[\delta(t)_{instb}] + u^2[\delta(t)_{inho}] + u[\delta(t_p)_{der}]}$$

Dado que la determinación de las fuentes de incertidumbre se hace de manera independiente, la ecuación anterior no considera los efectos de correlación.

Fuente de Incertidumbre	Símbolo	Descripción	Distribución	Divisor	Coefficiente de Sensibilidad
Lectura del patrón	$u[t_p]$	Incertidumbre del patrón de calibración. Es obtenida del informe de calibración. En esta se encuentra contenida la Incertidumbre del patrón.	Normal	2	1
Lectura del instrumento bajo calibración (t _{ibc})	$u[\delta(t)_{rep}]$	Desviación estándar del valor medio de las lecturas del instrumento bajo calibración. Se estima de la siguiente manera: $u_{rep} = \frac{S(x)}{\sqrt{n}}$ en donde: $S(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$	Normal	1	1
	$U_{Resolución}$	Incertidumbre debida a la resolución del instrumento bajo calibración, la cual está indicada en el manual del mismo.	Rectangular	$\sqrt{12}$	1
Histéresis del instrumento bajo calibración (IBC).	$u[\delta(t)_{hist}]$	Incertidumbre por histéresis, se obtiene de exponer el higrómetro a su punto más bajo de operación, luego a su punto más alto y finalmente regresarlo a su condición inicial. $\delta(t)_{his} = (t_{asc} - t_{des})$	Rectangular	$\sqrt{12}$	1
Inestabilidad temporal de la cámara climática.	$u[\delta(t)_{instb}]$	Esta considera la incertidumbre por inestabilidad de humedad dentro de la cámara climática. $ \delta(t)_{instb} \leq \text{Max} \bar{T} - T_i $	Rectangular	$\sqrt{3}$	1
Falta de homogeneidad espacial de la cámara climática.	$u[\delta(t)_{inho}]$	Esta considera la incertidumbre por la falta de homogeneidad de humedad dentro de la cámara climática. $ \delta(t)_{inho} \leq \text{Max} T_{ref} - T_i $	Rectangular	$\sqrt{3}$	1
Deriva máxima del patrón	$u[\delta(t_p)]_{der}$	Incertidumbre debida a la deriva máxima del patrón. Esta incertidumbre se estimará través de los históricos de los patrones o de datos suministrados por el fabricante.	Rectangular	$\sqrt{3}$	1

10. Aspectos Técnicos

10.1 Aplicable para medio de Generación Cámara Climática.

10.1.1. Instrumento Comparación con medidor de Humedad y temperatura digital (o Similar)

Nombre del instrumento	: Medidor de Humedad y temperatura digital.
Marca	: Vaisala
Modelo	: MI70
Rango	: 0 a 100 %HR y un rango de -50 a 120 °C.
Exactitud	: $\pm 1,0$ % HR (0 to 90 % H.R.)/ $\pm 1,7$ % HR (90 to 100 % H.R.)
Resolución	: 0,01 %HR / 0,01 °C
Exactitud	: $\pm 0,2$ °C



El instrumento objeto de la comparación será medido en los siguientes puntos:

Humedad

Temperatura de referencia en la cámara	Puntos de medición en humedad relativa (%HR)			
23 °C	33	59	75	85

Temperatura ambiental

Humedad de referencia en la cámara	Puntos de medición en Temperatura ambiental (°C)			
59 % HR	10	20	30	45

10.2 Aplicable para medio de Generación Sales Higroscópicas.

10.2.1 Instrumento Comparación con medidor de Humedad y temperatura digital (o Similar)

Nombre del instrumento : Medidor de Humedad y temperatura digital.
Marca : Delta Ohm
Modelo : HD 2101.1R
Rango : 0 a 100 %HR y un rango de -20 a 80 °C.
Exactitud (% HR) : $\pm 1,5$ % HR (0 to 90 % H.R.)/
 $\pm 2,0$ % HR (90 to 100 % H.R.)
Resolución : 0,1 % HR / 0,1 °C
Exactitud (°C) : $\pm 0,3$ °C



El instrumento objeto de la comparación será medido en los siguientes puntos:

Humedad

Temperatura de referencia en la cámara	Puntos de medición en humedad relativa (%HR)			
23 °C	33	59	75	85

Temperatura ambiental

Humedad de referencia en la cámara	Puntos de medición en Temperatura ambiental (°C)			
59 % HR	10	20	30	45

11. Presentación de los resultados

La presentación y condiciones de envío de los resultados de los laboratorios participantes a la División de Metrología serán sólo en **formato Excel**.

- Se pedirá un reporte de resultados, en que se detalla el procesamiento matemático y todas las lecturas obtenidas.
(Este reporte de resultados debe venir apoyado de la ecuación respectiva de evaluación de incertidumbre)
- Los valores de las incertidumbres asignadas a sus resultados, por los laboratorios participantes, deben ser consistentes con la capacidad de medición y calibración, declarada en el certificado de acreditación.
- Descripción del patrón utilizado (Fabricante, Modelo, Número de serie, última calibración) con el valor de incertidumbre informada del último certificado de calibración vigente.
- Descripción de la cámara Climática
- Descripción de las Sales Higroscópicas.
- Descripción del método de medición utilizado.
- Condiciones ambientales durante la medición
- Incertidumbres asociadas consideradas y **presupuesto detallado del cálculo de la incertidumbre final**, intervalo de confianza considerado e incertidumbre expandida. **Se debe explicar y detallar claramente cómo se llegó al resultado de dicha incertidumbre incluyendo consideraciones y el cálculo matemático. El no cumplimiento de este requisito será motivo para no considerarlo en el informe Preliminar EA H-20.**
- El cálculo de la incertidumbre final debe hacerse según los requerimientos de la norma ISO-GUM: "Guía para la expresión de la Incertidumbre de Medición".
- El reporte de resultados no debe contener logos, nombres o firmas que pueden identificar el origen de la información, sólo debe identificarse con el Código Asignado, así mismo **NO** se debe pegar ningún tipo de sello o marca adhesiva en el patrón viajero.
- **El reporte que no contenga toda la información solicitada no serán considerados, en el Informe Preliminar del EA H-20.**
- El reporte de resultados del EA H-20 deben ser enviados únicamente al Sr. William Güin del (INN).
- El reporte de resultados enviado fuera de la fecha indicada, enviado directamente al LCPNR-HR o enviado en un formato diferente al Excel **NO serán considerados en el informe final.**

Las mediciones se realizarán en cada laboratorio por su propio personal y será su responsabilidad cumplir con los requerimientos de los documentos de la comparación.

Cabe destacar que no se pueden cambiar los valores informados por el Laboratorio participante, entendiendo que fueron conveniente y oportunamente revisados por el Jefe de Laboratorio y con el VºBº del Responsable de Calidad respectivo.

El Coordinador enviará los comentarios codificados, si proceden, al Laboratorio Piloto, que emitirá el Informe A (Final).

El Coordinador enviará los comentarios codificados, si proceden, al Laboratorio Piloto, que emitirá un primer informe (Informe B Preliminar).

El Laboratorio Piloto una vez recibidas las observaciones emitirá un informe Final del ensayo de aptitud H-20 (Informe A Final).

Cada Laboratorio recibirá una copia electrónica (*.pdf) del Informe A.

Al final del EA H-20 se realizará un Taller de Cierre con los representantes de los Laboratorios participantes, para discutir e intercambiar impresiones sobre los resultados y actividades realizadas.

12. Comportamiento de Los Participantes

La necesidad de confianza constante en el desempeño de los laboratorios no sólo es esencial para los laboratorios y sus clientes sino también para otras partes interesadas, tales como las autoridades reguladoras, el organismo de acreditación, y otras organizaciones que especifican requisitos para los laboratorios". Si se sospecha de confabulación entre los participantes o la falsificación de resultados, se aplicarán los procedimientos correspondientes. Si los resultados de la investigación confirman que existe confabulación entre los participantes o la falsificación de resultados, se dará aviso de manera inmediata al Instituto Nacional Acreditación y a la autoridad reglamentaria correspondiente.

13. Desarrollo de ensayo de aptitud

Cada Ensayo de Aptitud se desarrolla cumpliendo las siguientes etapas:

- Publicación de la Programación anual de los EA, ofrecidos por la RNM, en el sitio web: www.metrologia.cl.
- Publicación de Protocolo y Formulario de Inscripción del EA, en sitio web: www.metrologia.cl.
- Proceso de inscripción de los laboratorios participantes, mediante envío de formulario.
- Recepción de formularios de inscripción.
- Taller de inicio.
- Recepción de las muestras o patrones por cada Laboratorio participante del EA.
- Envío de códigos asignados por correo electrónico a cada Laboratorio participante.
- Elaboración del Programa de mediciones de cada EA, según corresponda.
- Desarrollo del Ensayo de Aptitud (desarrollo experimental de las mediciones).
- Recepción de los resultados del Ensayo de Aptitud.
- Elaboración, revisión y envío del Informe Preliminar a los participantes.
- Reunión Final (Taller de Cierre), opcional.
- Envío de Informe Final a los participantes.

Para el año 2020 se considerarán las siguientes fechas:

Fecha de inicio de la convocatoria:	El INN realizará la convocatoria en junio de 2020.
Desarrollo del EA (fecha de inicio de las mediciones):	Las mediciones se realizaran entre agosto y noviembre del año en curso.(Fechas de calibración a definir oportunamente)
Recepción de resultados del EA:	El INN recibirá los resultados de medición hasta 2 semana después de finalizado el turno de medición de cada Laboratorio Participante. el INN enviará los resultados consolidados a Laboratorio piloto
Entrega del Informe Preliminar (B):	Envío del Informe Preliminar (B) al INN el 20 de diciembre del 2020. Para que el INN envíe el Informe Preliminar a los Laboratorios participantes a más tardar el 27 de diciembre de 2020.
Taller de cierre “IV Jornadas Metrología”:	El taller de cierre se realizará en una fecha definir por INN.
Informe Final:	Envío del informe Final al INN durante el mes de enero de 2020. Para que el INN envíe el informe Final a los Laboratorios participantes a más tardar el 30 de enero de 2020.

14. Lista de verificación para la calibración del Medidor de humedad y temperatura digital.

OBJETIVO

Establece los puntos de mayor relevancia del procedimiento de calibración de un Medidor de humedad y temperatura digital.

ACTIVIDADES PRELIMINARES

- **Estabilización de la temperatura**

Para lograr que el instrumento se estabilice térmicamente es necesario dejarlo en el ambiente del laboratorio un tiempo mínimo de 12h.

- **Instalación**

Instalar el sensor del Medidor de humedad y temperatura digital cercano al instrumento Patrón

PREPARACION

Si existen dudas de uso del equipo comunicarse con el LCPNR-HR, fono: 23832082 correo marcial.espinoza@enaer.cl , antonio.monsalve@enaer.cl

15. Recepción, transporte y/o devolución

a) Recepción.

El laboratorio que recibe el patrón viajero debe informar de su arribo al Coordinador, enviando mediante correo electrónico un acta de recepción, indicando quien recibe (responsable técnico), la hora de llegada, las condiciones del empaque y el estatus operativo del instrumento. Será obligación enviar foto a la llegada del patrón y foto a la partida. Para esto una vez arribado al laboratorio se deberá llenar el formulario indicado en el Anexo B, el cual también indica algunos pasos a seguir para verificar si el patrón viajero ha sufrido algún daño.

b) Transporte.

Este instrumento será enviado por cada laboratorio participante hacia el siguiente laboratorio o el LC, si corresponde de acuerdo a calendario. Por medio de transporte privado que deberá contratar cada participante. El laboratorio debe asegurar el buen resguardo del instrumento durante todo su transporte cuidando el estado del instrumento y su embalaje

c) Embalaje.

Una vez concluidos las mediciones dentro del tiempo esperado deberá empacar el Mensurando o Patrón viajero para ser despachado.

16. Evaluación Estadística.

Para la evaluación del desempeño de los participantes de un EA, se procesan sus resultados de las mediciones obtenidas, según los criterios establecidos en la norma NCh-ISO 17043.

El resumen de los criterios de evaluación estadística aplicados en los EA, se encuentra en el Anexo C del presente documento, clasificados según área metrológica.

17. Reposición del Patrón viajero perdido, dañados y medidas en caso de atraso.

En caso de daño o falla del patrón viajero, y no exista disponibilidad para su reposición inmediata, en estas circunstancias la división de metrología evaluará la anulación del EA o la continuación de este, pudiendo en este último caso dar por terminado el proceso de medición y realizar el proceso de datos con los resultados disponibles, es decir hasta el último participante que pudo hacer la medición en forma normal antes de las mediciones intermedias que debe realizar el LCPNR-HR dentro del ensayo H20. Esta medición es realizada por el LCPNR-HR generalmente a mitad del ensayo y luego al final del ejercicio dependiendo de la cantidad de laboratorios inscritos.

No se aceptarán el reporte de resultados del EA fuera de plazo, ni solicitudes de tiempo adicional por parte de los participantes.

Solo serán consideradas los atrasos atribuidos a la empresa encargada del transporte del ítem a ensayar, atrasos no imputables al Laboratorio.

Los laboratorios que no cumplan con los plazos establecidos por la coordinación, no serán considerados en el Informe Final.

18. Informe Preliminar (B).

El Laboratorio Piloto preparará el Informe Preliminar B del EA, el cual se hará llegar a cada laboratorio para su revisión y comentario si procede. Las **apelaciones** de los participantes contra la evaluación de su desempeño en el EA, deberán notificarlas por escrito en un plazo máximo de 5 días hábiles, a partir de la fecha de comunicación del Informe Preliminar. Para esto, se deberá enviar carta dirigida al Coordinador de Ensayo de Aptitud del INN, junto con los antecedentes que respalden la apelación, sin perjuicio de lo establecido en el protocolo.

19. Reunión Final. (Taller de cierre)

Para finalizar el EA se contempla una reunión final para revisar y discutir los resultados obtenidos. Dicha reunión se llevará de acuerdo a la información publicada oportunamente en la página de la División de Metrología del INN: <http://www.metrologia.cl>

20. Informe Final (A).

En este informe se entregan los resultados de los laboratorios participantes identificados con el código asignado a cada laboratorio. El informe describe el listado de participantes, objetivo del ensayo de aptitud, el ítem de ensayo y la evaluación estadística realizada. La evaluación de desempeño de los participantes es representada en tablas y gráficas, según sea necesario.

El informe final podrá ser enviado por el coordinador del ensayo de aptitud a cada participante o publicados en la sitio Web www.metrologia.cl o en el sitio Web del Instituto Designado que organizó el ensayo de aptitud.

TERMINOLOGÍA

- **Ensayo de Aptitud (EA):** Evaluación del desempeño de los participantes con respecto a criterios previamente establecidos a través de comparaciones inter-laboratorios.
- **Ensayo de intercomparación:** Tipo de ensayo de aptitud que realiza con una distribución simultánea de laboratorios participantes, se selecciona un material con un valor asignado o certificado contra el cual es comparado el resultado obtenido por el o los participantes. Sirve para indicar el desempeño individual o grupal de los laboratorios.
- **Item de ensayo de aptitud:** Muestra, producto, artefacto, material de referencia, parte de un equipo, patrón de medida, conjunto de datos u otra información utilizada para los ensayos de aptitud.

BIBLIOGRAFÍA

- NCh-ISO 17043-2011 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud
- CENAM, 2008, "Guía Técnica sobre Trazabilidad e Incertidumbre de Medición en la Calibración de Higrómetros de Humedad Relativa".
- Procedimiento de Calibración de Indicadores de Humedad Relativa y Temperatura. Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Referencia Humedad Relativa.

ANEXO A

Modelo de reporte de resultados de calibración propuesto en formato Excel

LABORATORIO: HXX-20-XX

MAGNITUD HUMEDAD

Nombre del cliente: Instituto Nacional de Normalización
Dirección: Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 Torres Santiago Downtown N° 7, Piso 16

Código del Laboratorio:
Fecha de calibración:
Fecha de emisión de resultados:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y TRAZABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Equipo	Fabricante	Modelo	Alcance	Resolución	Incertidumbre normalizada	Fecha de calibración	Trazabilidad
Termohigrometro patrón.							
Cámara climática							
Humedad ambiente en el laboratorio							
Temperatura ambiente en el laboratorio							
Presión atmosférica en el laboratorio							

Condiciones ambientales De la calibración	Inicial	Final
Temperatura		
Humedad		
Presión atmosférica		
Fecha		
Hora		

PROTOCOLO DE CALIBRACION					
Set Point				Observaciones	
CONDICIONES AMBIENTALES					
T° Inicial		%HR Inicial			
T° Final		% HR Final			
Lectura N°	Hora	LECTURA DEL PATRON		LECTURA DEL IBC	
		Standard reading		IBC reading	
		t (°C)	% HR	t (°C)	% HR
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Informe de los resultados de la Calibración				
Temperatura del vapor de agua en la cámara <i>in °C</i>	Valor de referencia Humedad relativa <i>in %</i>	Humedad relativa Instrumento bajo calibración (IBC) <i>in %</i>	Error de la Medición <i>in %</i>	Incertidumbre de la medición (k=2) <i>in %</i>

Informe de los resultados de la Calibración				
Humedad del vapor de agua en la cámara climática <i>in % HR</i>	Valor de referencia Temperatura <i>in °C</i>	Temperatura Instrumento bajo calibración (IBC) <i>in °C</i>	error de la Medición <i>in °C</i>	Incertidumbre de la medición (k=2) <i>in °C</i>

Respaldo de los resultados:

Se debe adjuntar memoria de cálculo de la incertidumbre incluyendo cada uno de los componentes considerados en cada punto de medición.

Ejemplo:

$$U_{EXP} = k \sqrt{u^2[HR_p] + u^2[\%HR_{IBC}] + u^2[\delta(\%HR)_{hist}] + u^2[\delta(\%HR)_{instb}] + u^2[\delta(\%HR)_{inno}] + u^2[\delta(\%HR_p)_{der}]}$$

$u^2 [HR_p]$	$u^2_{u[\delta(t)_{rep}]}$	$u^2_{[resolución]}$	$u^2_{[\delta(HR)_{hist}]}$	$u^2_{[\delta(HR)_{instb}]}$	$u^2_{[\delta(HR)_{inno}]}$	$u[\delta(\%HR_p)_{der}]$	U_{EXP}

ANEXO C

“Evaluación Estadística para Ensayos de Aptitud”

El desempeño de los laboratorios participantes se evaluará mediante el uso del error normalizado, criterio especificado en la NCh-ISO 17043, “Requisitos Generales para los Ensayos de Aptitud”

El normalizado es calculado con respecto a las incertidumbres de las mediciones de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{E_{lab} + E_{ref}}{\sqrt{(U_{lab}^2 + U_{ref}^2)}}$$

Donde:

E_n = Error Normalizado

E_{lab} = Error laboratorio Participante

E_{ref} = Error Laboratorio de Referencia (Piloto)

U_{lab}^2 = Es la incertidumbre expandida del resultado de un participante.

U_{ref}^2 = Es la incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

$|E_n| \leq 1,0$ indica desempeño “satisfactorio”.
 $|E_n| > 1,0$ indica desempeño “insatisfactorio”.

AM/ME/CM.

v.f

18.06.2020