



RED NACIONAL DE METROLOGIA

LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES

NACIONALES TEMPERATURA

ENSAYO DE APTITUD NACIONAL

T21-2

**EJERCICIO DE EVALUACION DE COMPETENCIA PARA REALIZAR LA
CALIBRACION DE TERMÓMETRO DE RESISTENCIA DE PLATINO PT100**

Mayo 2021

ÍNDICE

1.	Introducción	3
2.	Identificación del proveedor del ensayo de aptitud	3
3.	Coordinación	3
4.	Subcontratación de actividades	3
5.	Requisitos de participación	4
6.	Seguridad, responsabilidad y compromiso del Laboratorio Participante	4
7.	Descripción de los termómetros bajo comparación	5
8.	Puntos de medición	5
9.	Recepción, transporte, devolución, embalaje del termómetro bajo comparación	5
10.	Condiciones de almacenamiento y manipulación del termómetro bajo comparación	6
11.	Configuración del Ensayo	6
12.	Procedimiento de Medición	8
13.	Evaluación de los Resultados de Medición	9
14.	Reposición del termómetro bajo comparación	9
15.	Informe final (A)	9
16.	Taller de Inicio y Cierre del Ensayo de Aptitud	10
17.	Confidencialidad y codificación a cada laboratorio participante	10
18.	Bibliografía	10

1. INTRODUCCIÓN

La División de Metrología del INN, coordina las actividades involucradas en la operación de un Programa de Ensayo de Aptitud Nacional, a cargo de la Red Nacional de Metrología con la finalidad de poner esta actividad al servicio de los laboratorios de ensayo y calibración del país.

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."

La Red Nacional de Metrología (RNM) en conjunto con el Laboratorio Nacional de Temperatura (LCPN-T), han organizado el presente Ensayo de Aptitud, con el objetivo de evaluar el nivel de los laboratorios de calibración secundarios, estén acreditados, en proceso de acreditación, o no acreditados, sobre la calidad y conformidad de los servicios de calibración por ellos ofrecidos y a su vez, también entregar a la RNM una apreciación global sobre el estado del arte y sobre las futuras necesidades de desarrollo e implementación para la magnitud temperatura, en el mediano y largo plazo.

El presente protocolo de este Ensayo de Aptitud, asegura que los resultados informados por cada laboratorio son comparables con el valor de referencia emitido por el Proveedor de Ensayo de Aptitud.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR DEL ENSAYO DE APTITUD

El proveedor del Ensayo de Aptitud, en adelante Laboratorio Piloto, será el Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Temperatura (LCPN-T), ubicado en las instalaciones de CESMEC S.A. en Av. Marathon # 2595 Macul, Santiago.

Contacto	: Marinka Quezada N.
Teléfono	: 56-2-23502100, ANEXO 9708
Email	: marinka.quezada@bureauveritas.com

3. COORDINACIÓN

Este programa será coordinado por la División Metrología del Instituto Nacional de Normalización. Las instalaciones del INN están ubicadas en AV. Libertador Bernardo O'Higgins # 1449 Torre 7 – Piso 18, Santiago Downtown.

Contacto	: Gerardo González V.
Teléfono	: 56-9-50997717
Email	: gerardo.gonzalez@inn.cl

4. SUBCONTRATACIÓN DE ACTIVIDADES

El proveedor de EA no subcontratará ninguna de las actividades relacionadas con este Ensayo de Aptitud.

5. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN

El laboratorio participante debe contar con la infraestructura y patrones acordes con el Ensayo de Aptitud (EA). El siguiente equipamiento mínimo es requerido para participar en el presente EA, con el cual cada participante podrá asegurar resultados acordes con el ejercicio propuesto.

- Termómetro patrón con calibración vigente y trazable
- Indicador patrón con calibración vigente y trazable
- Fuente(s) de calor para ser usadas como medio de comparación
- Fuente de calor Hielo

En el presente ensayo de aptitud pueden participar todos los organismos que así lo deseen (acreditados y no acreditados), así como también aquellos laboratorios de industrias que deseen evaluar la forma en que están llevando a cabo sus calibraciones, en la medida que cumplan con los requisitos establecidos en el presente Protocolo. La Red Nacional de Metrología no hará distinción entre laboratorios acreditados o no acreditados o, laboratorios públicos o privados.

La participación en los ensayos de aptitud organizados por la Red Nacional de Metrología es voluntaria. Los laboratorios interesados deberán inscribirse formalmente enviando el Formulario de Inscripción, con todos los antecedentes solicitados, comprometiéndose al cumplimiento de todas las exigencias técnicas, operacionales y administrativas establecidas en el Protocolo. El Formulario de Inscripción se encontrará disponible en el sitio Web www.metrologia.cl a contar del día de inicio de las inscripciones.

El participante deberá adjuntar a la postulación una carta de compromiso (ver Anexo I) debidamente firmada por el Jefe del laboratorio, el Jefe de área o Director respectivo, donde el laboratorio participante se hace responsable por la integridad del patrón viajero.

El Formulario de Inscripción, la Carta de Compromiso firmada (Anexo I) y los demás antecedentes solicitados para postular, deben ser enviados por correo electrónico al Coordinador del ensayo de aptitud dentro del plazo establecido en el presente protocolo. La Carta de compromiso firmado en original, deberá ser enviada por correo certificado e ingresada por oficina de partes del Instituto Nacional de Normalización a más tardar el 21 de junio del 2021.

No se aceptará la incorporación en el ensayo de aptitud de laboratorios cuya Carta de Compromiso no se haya recibido en el plazo dado anteriormente.

6. SEGURIDAD, RESPONSABILIDAD Y COMPROMISO DEL LABORATORIO PARTICIPANTE

La Red Nacional de Metrología ha dispuesto una serie de medidas para resguardar la integridad del patrón viajero y delimitar las responsabilidades en caso que éste sufra daños.

Mediante la “Carta de Compromiso” del Anexo I, el laboratorio participante se hace responsable por resguardar la integridad del patrón viajero durante la permanencia en el laboratorio y durante su transporte hacia el Laboratorio Piloto y se compromete a tomar las medidas que estime necesarias para evitar que el patrón viajero se dañe.

Mediante el “Acta de Recepción y Verificación del Estado del patrón viajero” del Anexo II cada participante documenta las condiciones en las cuales recibe el patrón viajero.

Cada participante es responsable del patrón viajero bajo calibración, desde su recepción conforme hasta el momento del retorno de los mismos al Laboratorio Piloto. Esto incluye el transporte.

Cada participante manipulará el patrón viajero bajo su responsabilidad. Cualquier daño ocurrido durante la permanencia de estos en sus instalaciones, debido a problemas de manipulación o golpes, será de su exclusiva responsabilidad. Si un daño mayor ocurriera sobre el instrumento, esto debe ser informado por mail al Coordinador.

El Laboratorio Piloto tendrá bajo su responsabilidad las siguientes actividades: disponer del patrón viajero en condiciones de ser medidos, coordinar el retiro por parte de cada participante, evaluar los resultados, emitir Informe A (Final) y presentar los resultados en el taller de cierre del EA.

La Unidad de Coordinación se reserva el derecho de exigir la restitución del patrón viajero bajo calibración, en el caso se haya presentado algún daño irreparable y que sean debidamente confirmados por el Laboratorio Piloto.

7. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TERMOMÉTRICO BAJO COMPARACIÓN

Termómetro de resistencia de platino (PT100)

Marca:	ASL Inc.
Modelo:	T100-450-3
N° de Serie y/o código:	B535954

8. PUNTOS DE MEDICIÓN

Para el presente Ensayo de Aptitud se considerarán los siguientes puntos de medición:
-40 °C / 0 °C / 100 °C / 300 °C / 400 °C

Cada Laboratorio Participante podrá medir entre uno y todos los puntos de medición según sus propias necesidades y capacidades.

9. RECEPCIÓN, TRANSPORTE, DEVOLUCIÓN Y EMBALAJE DEL TERMÓMETRO BAJO COMPARACIÓN

9.1 RECEPCIÓN

Cada Participante recibirá de manos de un representante del Laboratorio Piloto el equipo bajo calibración, el cual debe ser retirado directamente de las instalaciones del Laboratorio Piloto. En esa instancia se revisará en conjunto con el Laboratorio Participante el estado del equipo y se hará firma del acta de recepción según Anexo II.

9.2 TRANSPORTE

El Laboratorio participante estará a cargo del transporte del patrón viajero, tanto para el retiro como para la devolución del mismo, y serán de cargo suyo los costos asociados. Una vez que el Laboratorio Piloto ha entregado por mano el patrón viajero a cada participante, el propio participante asume toda la responsabilidad por la integridad del equipo durante el transporte.

La persona que retira y entrega el equipo debe ser sólo el encargado o especialista del laboratorio participante, por lo cual no se podrá considerar una persona externa al laboratorio o una empresa de transportes para efectuar lo antes mencionado.

9.3 DEVOLUCIÓN

Cada participante deberá entregar por mano el patrón viajero en las dependencias del Laboratorio Piloto. En esa instancia se revisará en conjunto con el Laboratorio Participante el estado del equipo y se hará firma del acta de recepción según Anexo II.

En caso que el participante advierta alguna de las siguientes situaciones durante el proceso de medición del Patrón, deberá reportar dicha condición al coordinador del ensayo de aptitud de manera inmediata vía correo electrónico explicando los detalles del problema.

- El Patrón Viajero presenta alguna falla
- El Patrón Viajero presenta algún daño
- El Patrón Viajero sufre un extravío o robo

9.4 EMBALAJE

Cada participante debe asegurarse que el patrón viajero no sufra golpes o deformaciones que puedan dañarlo, por lo que deben respetarse las condiciones de embalaje dadas por el proveedor.

El equipo ha sido embalado por el proveedor para proteger su integridad, por esa razón deben respetarse las condiciones del embalaje original.

10. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DEL TERMÓMETRO BAJO COMPARACIÓN

El patrón viajero debe ser conservado en un ambiente seguro, debe ser manipulado por personal calificado y debe ser conservado en condiciones ambientales propias del laboratorio.

11. CONFIGURACIÓN DEL ENSAYO

El Sistema Termométrico Digital será medido por el Laboratorio Piloto al inicio y al término del Ensayo de Aptitud. La figura 1 muestra un esquema del proceso del Ensayo de Aptitud. Entre cada una de las mediciones de los participantes, el laboratorio piloto realizará mediciones en un punto de control para medir la estabilidad del Sistema Termométrico durante el EA.



Figura 1: Configuración mediciones del EA T21-1.

De acuerdo con los principios de funcionamiento para las rondas de intercomparación establecidos en la NCh-ISO 17043, Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud, los resultados obtenidos por cada participante serán anónimos, para cuyos efectos el Coordinador procederá a asignar a cada Laboratorio Participante un Código [T21-2-XX] que sólo será conocido por el Participante y el Coordinador. Los resultados individuales de cada laboratorio, serán informados e identificados con el Código en forma individual, sin embargo, tanto el nombre de los Laboratorios Participantes como los resultados globales, serán de conocimiento público.

Una vez recibidas todas las solicitudes de participación en el EA, el coordinador procederá a asignar aleatoriamente tanto el Código como la fecha de participación de cada participante. Solicitudes de cambios en las fechas de participación, deberán solicitarse directamente al Coordinador del EA.

El Coordinador en conjunto con el Laboratorio Piloto programó el EA T21-2 según el documento “Programa T21-2.xls”, en el que se detalla las fechas en que cada participante deberá realizar las mediciones.

Cada participante tendrá **5 días hábiles** (incluyendo fecha de retiro y de entrega) para efectuar sus mediciones. Los resultados deben ser enviados a lo más **5 días hábiles** después de haber entregado el instrumento al laboratorio piloto (Aquellos participantes que no envíen los resultados a más tardar en la fecha indicada en “Programa T21-2.xls”, no serán considerados en el cálculo del Error Normalizado).

Los laboratorios participantes deberán enviar sus resultados según el archivo “Resultados T21-2-XX.xlsx”, identificados sólo con el Código Asignado al Coordinador INN Sr. Gerardo González V. (gerardo.gonzalez@inn.cl), quién a su vez los consolidará en una “Carpeta de Resultados” que enviará al Laboratorio Piloto para su análisis y la correspondiente emisión del Informe A (Final), ver cronograma del EA.

CRONOGRAMA DEL ENSAYO DE APTITUD

a. Fecha de inicio de la convocatoria	18 de mayo del 2021
b. Plazo de inscripción	18 de junio del 2021
c. Asignación y envío de códigos y fechas de participación	25 de junio del 2021
d. Desarrollo Comparación	29 de junio al 6 de octubre del 2021
e. Recepción de resultados del EA	Para el ensayo de aptitud, cada participante tendrá 5 días hábiles para entregar sus resultados al coordinador del EA, contados desde la devolución del equipo bajo comparación. El 5 de noviembre, el coordinador deberá enviar los resultados al Laboratorio Piloto para su análisis.
f. Análisis de resultados	7 al 25 de octubre del 2021
g. Entrega al Coordinador del EA el informe (B)	26 de octubre del 2021
h. Taller de cierre	noviembre del 2021

Nota: El programa considera un límite superior de 10 participantes. Pueda haber un re-ajuste de la programación si el número de participantes es inferior al límite superior propuesto o por motivos externos, tales como los mencionados en el punto 9.3.

12. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Cada participante utilizará su propio procedimiento de calibración para realizar las mediciones del termómetro bajo comparación, cuidando que se realicen en orden decreciente de temperaturas y que la medición en 0 °C se realice utilizando como fuente de calor el hielo. Los puntos de calibración corresponden a los indicados en el punto 8, y cada participante medirá según sus propias capacidades. El participante debe entregar sus mediciones conforme se indica en el archivo “Resultados T21-2-XX.xlsx”

La entrega de resultados de realizará considerando lo siguiente:

- La incertidumbre se entregará con 2 cifras significativas
- La entrega de resultados deberá ser consistente con la incertidumbre informada
- Los resultados deben ser expresados con una excitación de 1,0 mA de corriente continua (CC)

Cada Participante realizará el cálculo de incertidumbre según su propio modelo de medición, sin embargo se recomienda considerar al menos las siguientes fuentes de influencia:

- Certificado de calibración del Patrón de Referencia utilizado
- Deriva del Patrón utilizado
- Estabilidad de la fuente de calor utilizada
- Homogeneidad (axial y radial) de la fuente de calor utilizada
- Mediciones del Patrón de Referencia y el Patrón Viajero
- Mínima división del Patrón de Referencia y el Patrón Viajero
- Histéresis del Patrón Viajero
- Efecto de Autocalentamiento

Se debe utilizar la ecuación temperatura versus resistencia mencionada en el Apéndice de la norma E1137/E1137M – 08 (2020), para realizar la transformación de resistencia a temperatura:

Para $t \geq 0^\circ\text{C}$

$$t = \frac{\sqrt{A^2 - 4B(1 - R_t/R_0)} - A}{2B}$$

Donde:

t = temperatura de patrón

R_t = resistencia a la temperatura t , Ω

R_0 = resistencia a 0 °C, Ω

$A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

$B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$

Para $t < 0^\circ\text{C}$

$$t = \sum_{i=1}^4 D_i \left((R_t/R_0) - 1 \right)^i$$

Donde:

$D_1 = 255,819^\circ\text{C}$

$D_2 = 9,14550^\circ\text{C}$

$D_3 = -2,92363^\circ\text{C}$

$D_4 = 1,79090^\circ\text{C}$

13. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE MEDICIÓN

El desempeño de cada laboratorio será evaluado de acuerdo al criterio del Error Normalizado, el cual es calculado con respecto a las incertidumbres de las mediciones de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$EN = \frac{|LAB - REF|}{\sqrt{U^2_{LAB} + U^2_{REF}}}$$

Dónde:

<i>EN</i> :	Error normalizado.
<i>LAB</i> :	Resultado del error de calibración informado por el Laboratorio Participante.
<i>REF</i> :	Resultado del error de calibración informado por el Laboratorio Piloto.
<i>U_{LAB}</i> :	Incertidumbre expandida reportada por el Laboratorio Participante.
<i>U_{REF}</i> :	Incertidumbre expandida reportada por el Laboratorio Piloto

Dónde:

$|E_n| \leq 1$, las mediciones están en acuerdo con el valor de referencia
 $|E_n| > 1$, las mediciones NO están en acuerdo con el valor de referencia

La incertidumbre reportada por el Laboratorio Piloto incluirá las posibles desviaciones medidas entre las calibraciones inicial y final.

Nota: El error normalizado será calculado aproximando a **una cifra decimal**

14. REPOSICIÓN DEL PATRÓN VIAJERO

En caso de ocurrir alguna situación de las indicadas en el punto 9.3 del presente protocolo, se puede solicitar la reposición del termómetro bajo comparación al Laboratorio Participante en caso de extravío o daño. En el caso de una falla del equipo, se evaluará la responsabilidad del Laboratorio Participante.

Adicionalmente, el Laboratorio Piloto en conjunto con el Coordinador, podrán decidir dar por finalizado el ejercicio y elaborar el informe preliminar con los resultados recibidos a dicha fecha o tomar otra medida que sea pertinente. En este caso, se notificará a todos los participantes en el ensayo de aptitud de la decisión adoptada.

15. INFORME FINAL A

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

El informe final será enviado por el Coordinador a cada participante y será publicado en la sitio Web www.metrologia.cl, en el mes de diciembre del 2020.

16. TALLER DE INICIO Y CIERRE DEL ENSAYO DE APTITUD

El taller de inicio tiene por objeto presentar el protocolo de la comparación y aclarar cualquier duda existente sobre el mismo. En esta oportunidad no se realizará dicho taller debido a la contingencia nacional, cualquier consulta favor indicarla al correo del proveedor del ensayo de aptitud.

El taller de cierre tiene por objeto presentar, revisar y discutir los resultados de las mediciones realizadas por los participantes. Dicho taller se llevará a cabo en la fecha indicada en el cronograma del Ensayo de Aptitud (ver punto 11) siendo publicada oportunamente en el sitio web de la Red Nacional de Metrología, <http://www.metrologia.cl>

17. CONFIDENCIALIDAD Y CODIFICACIÓN DE CADA PARTICIPANTE

La identidad de los participantes en el Ensayo de Aptitud organizado por la Red Nacional de Metrología, será de carácter confidencial y conocida sólo por el Coordinador, salvo que el participante renuncie a la confidencialidad. La información proporcionada por los participantes al Laboratorio Piloto y al Coordinador será tratada como información confidencial.

18. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO/IEC 17043:2011, Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- [2] DA-D01_v02, directrices para la participación en ensayos de aptitud y otras comparaciones para laboratorios.
- [3] E1137/E1137M – 08 (2020), Standard Specification for Industrial Platinum Resistance Thermometers.