

Reporte Final

LACOMET-ICT-01-2012 TEMPERATURA

Reporte de la comparación de termómetros

Noviembre 2014

INDICE

1. INTRODUCCION	3
2. METODOLOGIA DE MEDICIÓN.....	4
3. DESCRIPCION DE LOS TERMÓMETROS.....	5
4. CARACTERIZACIÓN DE LOS TERMÓMETROS.....	6
4.1. Conducción del calor por la funda	6
4.2. Histéresis	6
5. ESTABILIDAD DE LOS TERMÓMETROS.....	7
6. CALIBRACION Y EQUIPOS UTILIZADOS	8
7. ANALISIS DE RESULTADOS.....	8
7.1. Calculo de la incertidumbre de las temperaturas de referencia	8
7.2. Calculo de error normalizado E.....	9
7.3 Resultados.....	9
ANEXO 1	12
Tablas y gráficas de los resultados	12
ANEXO 2.....	23
Actualización resultados Laboratorio LC3	23
ANEXO 3.....	24
Protocolo de la comparación	24

1. INTRODUCCION

El objetivo de este reporte es el de presentar los resultados finales de la comparación organizada por el Laboratorio Costarricense de Metrología, LACOMET, de dos termómetros con sensor de resistencia.

El propósito de la comparación, entre otros como se describe el protocolo de la comparación, es la de verificar:

- a) la equivalencia entre los laboratorios participantes en la calibración de termómetros por medio de la comparación en medios isotérmicos en el ámbito desde $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, con el LACOMET como laboratorio pivote que provee los valores de referencia para esta comparación, temperaturas referidas a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, ITS-90 y,
- b) proveer a los laboratorios participantes de una herramienta de autoevaluación de su competencia técnica en la calibración de termómetros.

2. METODOLOGIA DE MEDICIÓN

El protocolo de la comparación se da en el anexo y fue preparado por el LACOMET y aceptado por los laboratorios participantes.

Con el objeto de mantener en control lo mejor posible los termómetros viajeros, verificar la influencia en el traslado a los diferentes laboratorios participantes, evitar posibles accidentes o daños, los termómetros fueron trasladados hasta el laboratorio participante y viceversa por el LACOMET y entre cada traslado se realizaron mediciones de control por parte del pivote además de una calibración inicial completa que incluye todos los puntos de comparación como también otra calibración completa al finalizar la misma.

El esquema de circulación de los termómetros fue

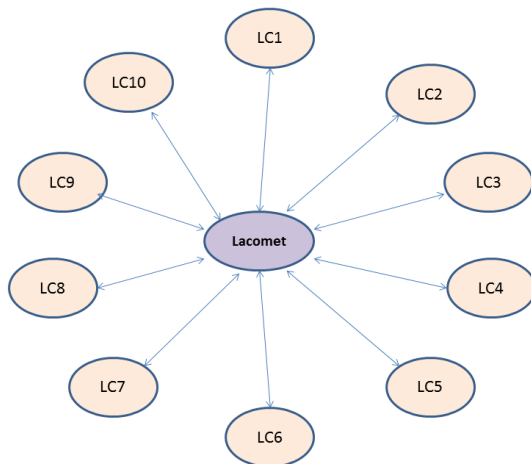


Tabla 1. Cronograma de participación

Fecha traslado	Orden de Participación ^(*)	Código
12-Dec-12	1	
28-Feb-13	2	
21-Mar-13	3	
18-Apr-13	4	
24-May-13	5	
19-Jun-13	6	
5-Sep-13	7	
24-Oct-13	8	
8-Nov-13	9	
29-Nov-13	10	

(*) El orden de participación no coincide con el número de código

Tabla 2. Laboratorios participantes (**)

A1 CALIBRATION LABORATORY S.A.
LABCAL
Laboratorio de Calibración Bridgestone de Costa Rica S.A.
Laboratorio de Calibración y Temperatura, ICE, Cóncevas
Laboratorio Eficiencia Energética-ICE
Laboratorio Metrológico Empresarial, RECOPE
MET-CAL Engineering Services, S.A.
Metrología Consultores S.A.
Productora la Florida S.A. Planta Cristal
SCM METROLOGÍA Y LABORATORIOS

(**) El orden en el que se indica el nombre del laboratorio no coincide con el número de código

3. DESCRIPCION DE LOS TERMÓMETROS

Los sensores utilizados para esta comparación fueron seleccionados para proveer la suficiente estabilidad, ambos conectados a un indicador de temperatura multicanal marca Hart Scientific, modelo 1560, de tal forma de contar con sensores de diferente sensibilidad y los termómetros (Lector + sensor) compactos y de fácil traslado.

Tabla 3. Identificación de los patrones viajeros

Nº	Modelo: Lector	Nº de serie: Lector / sensor
Termómetro N°1	1560+2564/ ---	A26040 + A26228 / LAC2012-3
Termómetro N°2	1560+2562/ ---	A26040 + A26457 / LAC2012-1

Conversión programada T(R) en canal N°1 para el termómetro A26040 + A26228 / LAC2012-3

$$A_0 = 1,119\ 722 \times 10^{-3}$$

$$A_1 = 2,355\ 828 \times 10^{-4}$$

$$A_2 = 0$$

$$A_3 = 8,351\ 661 \times 10^{-8}$$

Conversión programada CDV en canal N°1 para el termómetro A26040 + A26457 / LAC2012-1

$$R_0 = 100,500$$

$$\alpha = 3,8505 \times 10^{-3}$$

$$\delta = 1,4998$$

$$\beta = 0,109$$

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS TERMÓMETROS

Los sensores fueron previamente caracterizados por el LACOMET con respecto a

- Conducción del calor por la funda de los sensores
- Histéresis

4.1. Conducción del calor por la funda

El estudio de conducción para se llevó a cabo para cada uno de los sensores de la comparación y cubriendo el ámbito total para cada uno de los ámbitos de la comparación. Para el sensor tipo termistor, una inmersión mínima de 5 cm fue la determinada y una inmersión mínima de 8 cm para el sensor de resistencia de 100Ω a 0°C .

4.2. Histéresis

Ambos sensores fueron sujetos a 7 ciclos de temperatura, cada ciclo consistiendo en:

Sensor de resistencia de 100Ω a 0°C .

1. Calentamiento hasta 300°C por 15 minutos.
2. Enfriamiento en el aire a la temperatura del laboratorio (20 ± 2) $^{\circ}\text{C}$.
3. Medición de R (0°C).

Sensor tipo termistor

1. Calentamiento hasta 50°C por 15 minutos.
2. Enfriamiento en el aire a la temperatura del laboratorio (20 ± 2) $^{\circ}\text{C}$.
3. Medición de R (0°C).
4. Enfriamiento hasta -15°C por 15 minutos.
5. Calentamiento en el aire hasta la temperatura del laboratorio (20 ± 2) $^{\circ}\text{C}$.
6. Determinación of R (0°C).

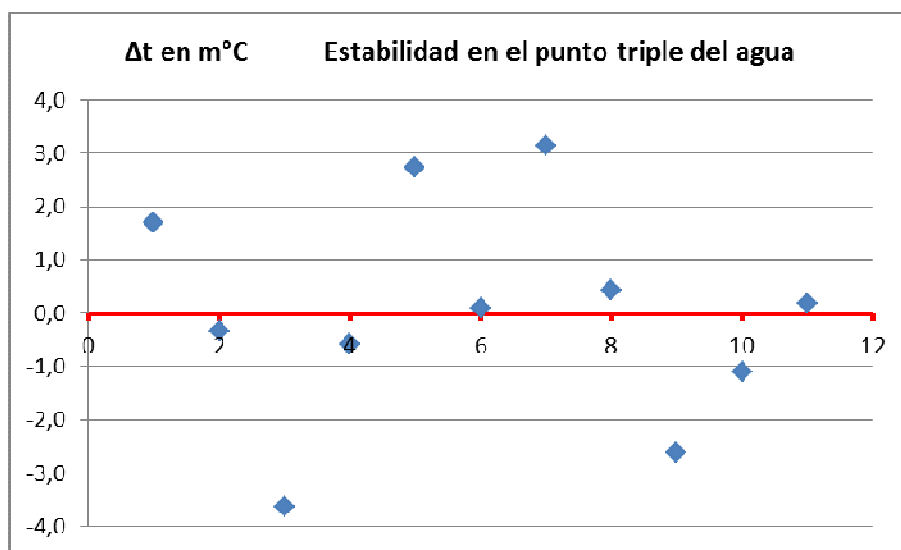
Las diferencias observadas en R (0°C) fueron mínimas y en ambos casos propias de la estabilidad a corto plazo para este tipo de sensores y cuyo resultado se incorporó como una de las fuentes de incertidumbre en los resultados del pivote.

5. ESTABILIDAD DE LOS TERMÓMETROS

El esquema de la comparación fue diseñado para realizar medidas de control en 0°C y en el punto triple del agua (0,010°C) por parte del pivote antes de la entrega a cada laboratorio participante y a su entrega por parte de este al LACOMET con el objeto de mantener en control los termómetros y tomar acciones correctivas ante cualquier cambio significativo, sin embargo durante la misma no se detectó ninguna deriva significativa lo que da como resultado una estabilidad apropiada al nivel de exactitud durante toda la comparación, por ejemplo para el termómetro N° 2.

Tabla N°4 Control de mediciones, termómetro N°2 / LAC2012-1

Fecha de traslado	Orden de Participación
12-Dec-12	1
28-Feb-13	2
21-Mar-13	3
18-Apr-13	4
24-May-13	5
19-Jun-13	6
5-Sep-13	7
24-Oct-13	8
8-Nov-13	9
29-Nov-13	10



Termómetro N°2 LAC2012-1 Control de mediciones en el punto triple del agua

6. CALIBRACION Y EQUIPOS UTILIZADOS

El método de calibración usado fue el de comparación en medios isotérmicos.

En el anexo 2 de este reporte se incluye el protocolo, el cual describe el proceso, y puntos de medición. En el anexo 3 se resume la instrumentación reportada por los laboratorios participantes.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

Con el propósito de comparar los resultados se utilizó la corrección reportada por cada laboratorio y su respectiva incertidumbre para calcular el error normalizado en cada punto de calibración para cada termómetro con respecto al error promedio entre la calibración inicial y final de laboratorio pivote

7.1. Calculo de la incertidumbre de las temperaturas de referencia

Las correcciones en las temperaturas de referencia para cada punto de calibración fueron tomadas como la media entre la calibración antes de iniciar la circulación de los termómetros y la final

Para el cálculo de la incertidumbre del valor de referencia se utilizó el siguiente modelo matemático

$$T_{\text{ref., } t} = (T_{\text{LACOMET1, } t} + T_{\text{LACOMET2, } t}) / 2 + \delta T_{\text{est, } t} + \Delta T_{\text{int, } t}$$

donde:

- $T_{\text{ref, } t}$: *Temperatura de referencia de la comparación en el punto de calibración t.*
- $T_{\text{LACOMET1, } t}$ and $T_{\text{LACOMET2, } t}$: *Valores de la temperatura de calibración en el punto de calibración t medios al inicia y final de la comparación respectivamente.*
- $\delta T_{\text{est, } t}$: *corrección debido a la falta de estabilidad en el punto de calibración t.*
- $\Delta T_{\text{int, } t}$: *corrección debido a la interpolación en el punto de calibración t.*

Tomando en cuenta las incertidumbres correspondientes a la primer calibración y la calibración final calibración del pivote son altamente correlacionadas, al aplicar la ley de propagación de incertidumbres a

$$u^2(T_{ref., t}) = u^2(T_{LACOMET}) + u^2(\delta T_{est., t}) + u^2(\Delta T_{intt, t})$$

donde:

- $u(t_{ref., t})$: incertidumbre estándar de la temperatura de referencia a la temperatura t
- $u(t_{LACOMET})$: Incertidumbre estándar de calibración del LACOMET en el punto de calibración t.

7.2. Calculo de error normalizado E

Para evaluar los resultados de los laboratorios participantes el erro normalizado fue calculado para cada laboratorio participante en cada punto de calibración. Este está definido por:

$$E_{L_t} = \frac{|t_{L_t} - t_{R_t}|}{\sqrt{U_{L_t}^2 + U_{R_t}^2}}$$

donde:

- $U_{L,t}$: Incertidumbre expandida por el laboratorio L a la temperatura t
- $U_{R,t}$: Incertidumbre expandida por el laboratorio pivote a la temperatura t.

7.3 Resultados

A continuación se muestran los resultados en forma de tabla para cada punto de calibración. Se recuerda que no todos los laboratorios midieron en todos los puntos, las siguientes tablas resumen resume los puntos este hecho.

LISTADO DE PUNTOS MEDIDOS POR LOS PARTICIPANTES

Tabla N°5 Temperatura nominal °C-Termómetro N° 1

°C	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10
-15	X	X		X	X		X		X	X
0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla N°5 Temperatura nominal °C-Termómetro N° 2

°C	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10
0	X	X	X	X			X	X	X	X
25	X	X	X	X			X	X	X	X
50	X	X	X	X			X	X	X	X
100	X	X	X	X		X	X	X	X	X
150	X	X	X	X		X	X		X	X
200	X	X	X	X					X	X
300	X	X		X					X	X

Resultados del error normalizado para cada termómetro

Temperatura nominal °C-Termómetro N° 1: Error normalizado

°C	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10
-15	0,26	41,40		0,35	0,11		0,45		3,38	1,71
0	0,12	29,11	16,67	0,13	0,02	2,88	0,00	23,90	2,51	0,12
25	0,16	1,17	3,24	0,23	0,02	0,99	0,55	3,95	1,33	0,02
50	0,37	3,71	3,13	0,40	0,10	1,01	0,25	3,43	0,99	0,76

Temperatura nominal °C-Termómetro N° 2: Error normalizado

°C	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LC9	LC10
0	0,23	0,60	11,77	2,01			0,54	0,04	1,93	0,05
25	0,15	1,32	10,50	0,47			0,29	0,03	1,54	0,10
50	0,27	0,32	8,76	0,10			0,36	0,04	2,01	0,22
100	0,05	9,80	6,34	0,09		0,03	0,77	0,13	5,28	0,10
150	0,04	0,33	6,28	1,94		0,85	0,95		5,29	0,01
200	0,06	0,46	9,57	2,81					4,63	0,28
300	0,03	3,88		2,64					7,43	0,09

(*) Ver anexo 3

8. CONCLUSIONES

Al finalizar el proceso de circulación de los termómetros se tiene:

- A) Como primer resultado que su estabilidad fue aceptable por lo que el resultado del proceso de comparación se considerado valido para comparar los resultados y capacidad de cada participante.
- B) Algunos laboratorios presentaron problemas con el uso del lector, principalmente con los coeficientes programados lo cual merece tomar acciones en este sentido dado que este tipo de equipo es lo usual en el mercado, esto a pesar de remitírseles el manual del equipo y un documento con los coeficientes de conversión a temperatura a utilizar, aparte de la opción de poder hacer consultas vía correo durante el proceso de comparación con el laboratorio pivote.
- C) Los resultados también cumple con uno de los propósitos de esta comparación y es la de alertar a los laboratorios sobre los resultados de sus calibraciones, principalmente el no tomar en cuenta componentes de incertidumbre.
- D) Acorde con el protocolo se reporta el error normalizado como fuente principal de evaluación del resultado de la participación de cada laboratorio, sin embargo algunos laboratorios tiene requerimientos menos exigentes para con su alcance e incertidumbres acreditadas o requerimientos internos, por lo cual es responsabilidad de cada laboratorio realizar el análisis correspondiente dado que este no es parte de este informe.
- E) La inter-comparación de 10 laboratorios implica mucho tiempo para completar un proceso de este tipo junto con el alto riesgo de que el o los patrones portátiles sufran un daño y conduzca a una suspensión o reinicio a una nueva ronda de comparación, la diversidad de alcances de medición e incertidumbres establecidas para sus procesos, lo que afecta el obtener resultados en un plazo como el requerido por algunos laboratorios y en caso de que se requieran tomar acciones correctivas, estas no serán oportunas si los tiempos de respuesta son largos, por lo anterior, como consecuencia de esto se ha establecido un servicio de inter-comparación por parte del LACOMET de menor duración, lo cual implica inter-comparaciones bilaterales y/o hasta un máximo de tres laboratorios interesados con capacidades de medición similares.

ANEXO 1

Tablas y gráficas de los resultados

De tabla N°1 a la N°5 corresponden al termómetroN°1

De tabla N°6 a la N°13 corresponden al termómetroN°2

Tabla N°1

Termómetro N°1

Temperatura nominal de -15°C

La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección $^{\circ}\text{C}$ $T=-15^{\circ}\text{C}$	Incertidumbre $^{\circ}\text{C}$
LC1	-0,018	0,008
LC2	-1,768	0,011
LC4	-0,021	0,005
LC5	-0,026	0,080
LC7	-0,027	0,012
LC9	0,127	0,009
LC10	-0,095	0,018

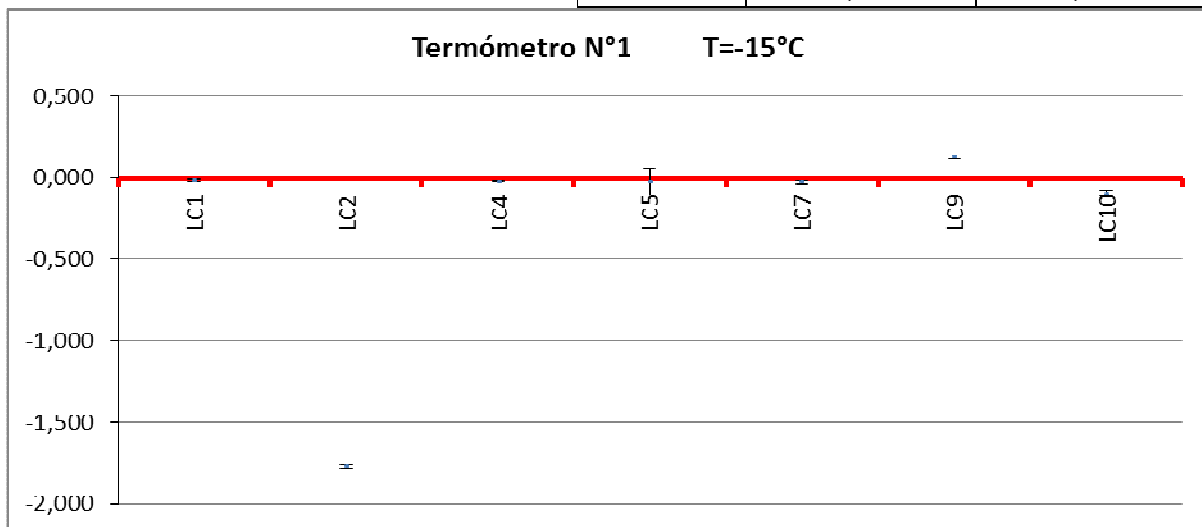


Tabla N°2

Termómetro N°1

Temperatura nominal de 0 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 0°C	Incertidumbre °C
LC1	-0,002	0,008
LC2	-1,079	0,011
LC3	-0,991	0,039
LC4	-0,002	0,004
LC5	-0,009	0,080
LC6	-0,110	0,010
LC7	-0,006	0,012
LC8	-1,020	0,015
LC9	0,077	0,007
LC10	-0,002	0,006

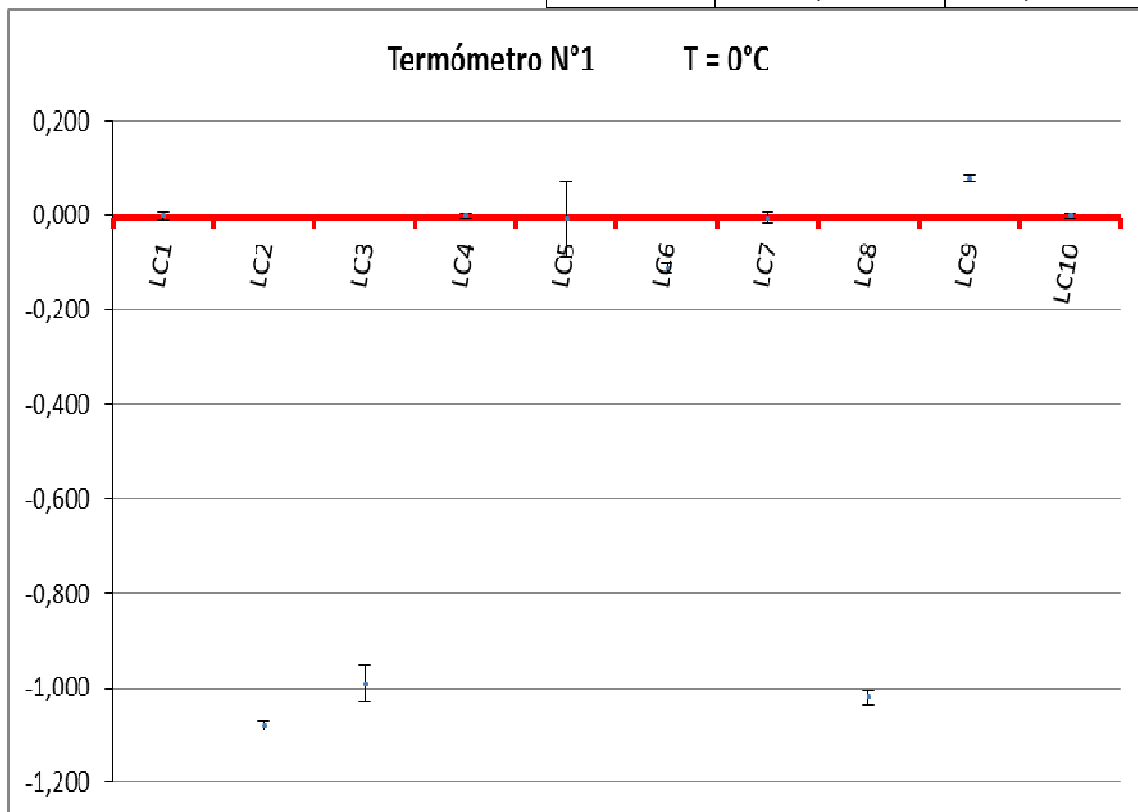


Tabla N°3

Termómetro N°1

Temperatura nominal de 25 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 25°C	Incertidumbre °C
LC1	-0,005	0,008
LC2	-0,060	0,011
LC3	-0,206	0,039
LC4	-0,003	0,004
LC5	-0,008	0,080
LC6	-0,050	0,010
LC7	0,012	0,012
LC8	-0,190	0,015
LC9	0,127	0,049
LC10	-0,010	0,011

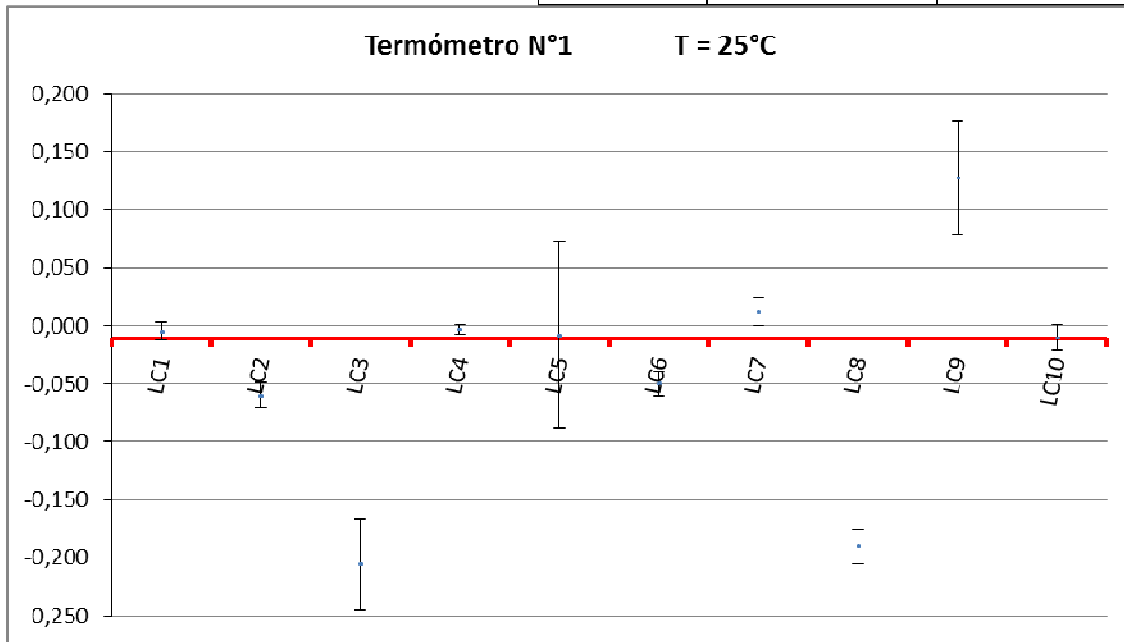


Tabla N°4

Termómetro N°1

Temperatura nominal de 50 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 50°C	Incertidumbre °C
LC1	-0,056	0,009
LC2	0,176	0,012
LC3	0,171	0,039
LC4	-0,057	0,004
LC5	-0,052	0,080
LC6	0,020	0,010
LC7	-0,022	0,012
LC8	0,170	0,015
LC9	0,025	0,016
LC10	-0,077	0,008

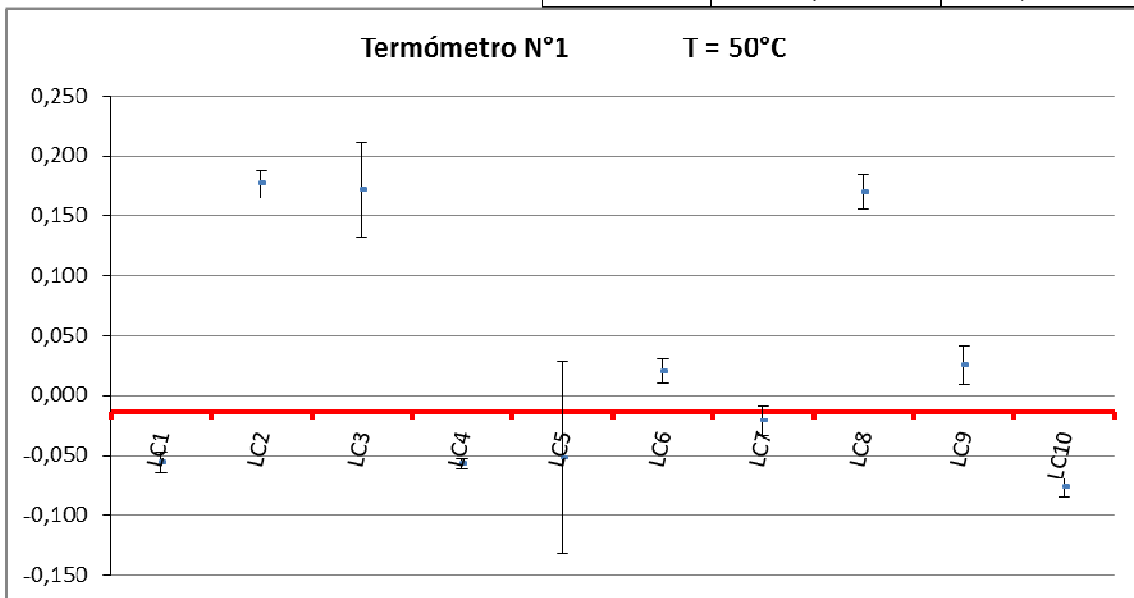


Tabla N°5

Termómetro N°1

Valores de referencia °C

TEMPERATURA °C	CORRECCIÓN °C	INCERTIDUMBRE °C
-15,000	-0,008	0,018
0,000	-0,006	0,015
25,000	-0,011	0,017
50,000	-0,036	0,026

Tabla N°6

Termómetro N°2

Temperatura nominal de 0 °C

La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 0°C	Incertidumbre °C
LC1	-0,098	0,008
LC2	-0,118	0,015
LC4	-0,006	0,004
LC7	-0,113	0,012
LC8	-0,100	0,160
LC9	-0,006	0,007
LC10	-0,086	0,006

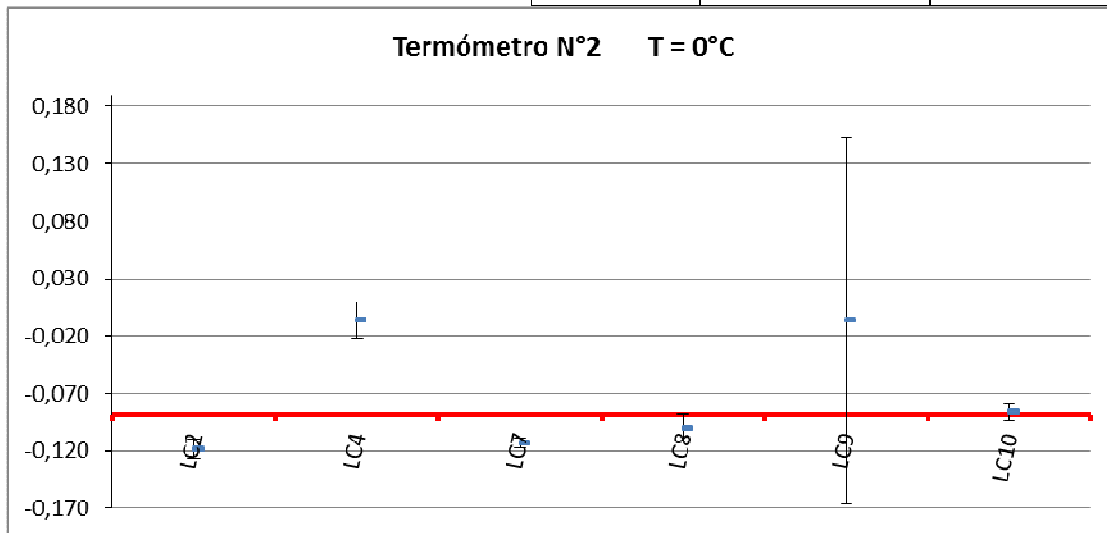


Tabla N°7

Termómetro N°2

Temperatura nominal de 25 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 25°C	Incertidumbre °C
LC1	-0,038	0,008
LC2	-0,107	0,018
LC4	-0,052	0,004
LC7	-0,045	0,012
LC8	-0,040	0,160
LC9	0,044	0,011
LC10	-0,036	0,011

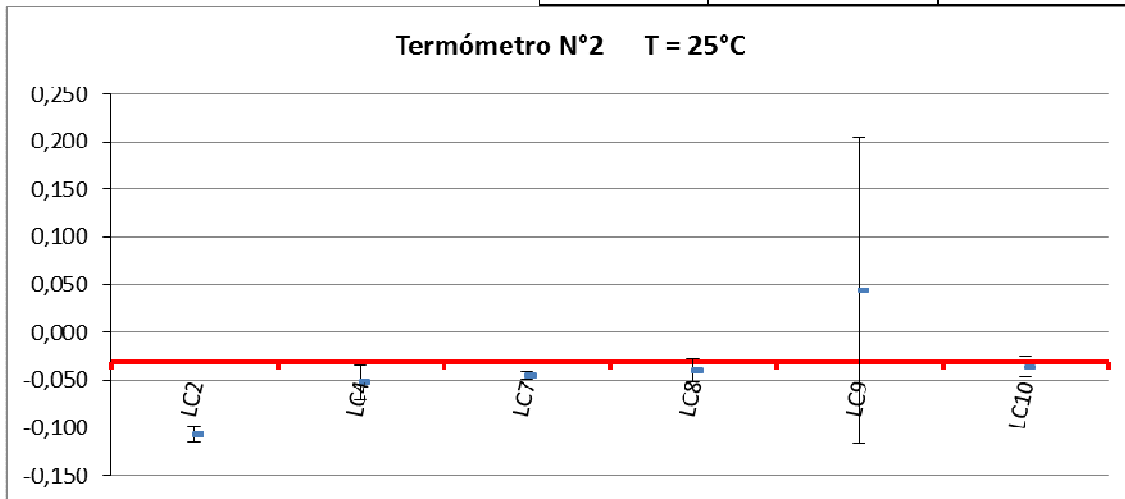


Tabla N°8

Termómetro N°2

Temperatura nominal de 50 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 50°C	Incertidumbre °C
LC1	0,026	0,009
LC2	-0,007	0,016
LC4	0,007	0,004
LC7	0,032	0,012
LC8	0,000	0,160
LC9	0,121	0,011
LC10	0,024	0,010

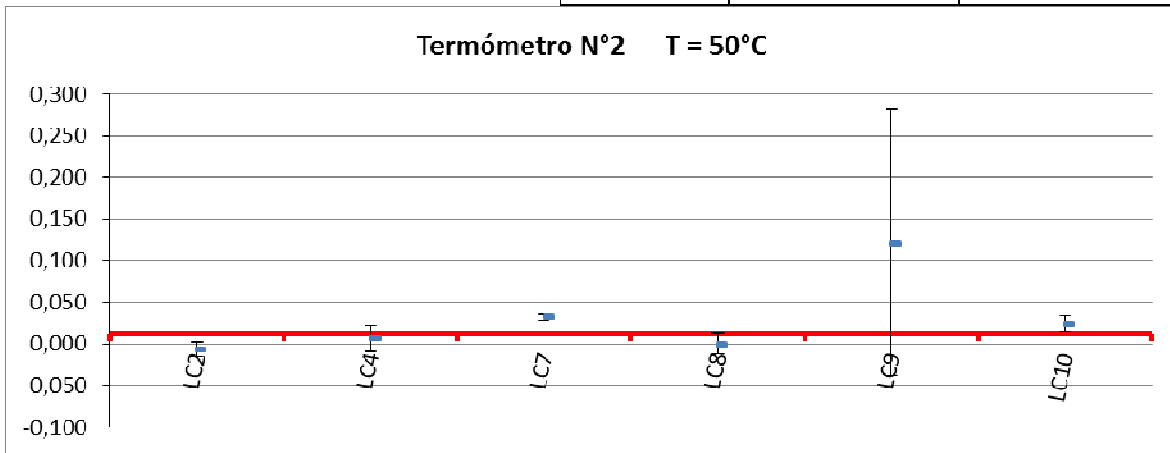


Tabla N°9

Termómetro N°2

Temperatura nominal de 100 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 100°C	Incertidumbre °C
LC1	0,162	0,090
LC2	0,920	0,027
LC4	0,147	0,004
LC6	0,150	0,010
LC7	0,199	0,012
LC8	0,110	0,160
LC9	0,468	0,011
LC10	0,158	0,010

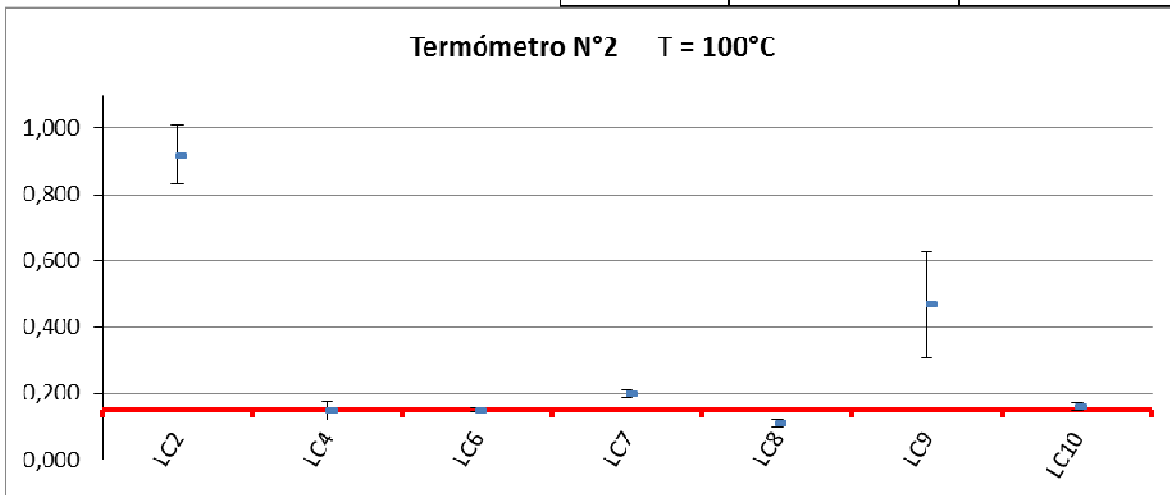


Tabla N°10

Termómetro N°2

Temperatura nominal de 150 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 150°C	Incertidumbre °C
LC1	0,310	0,115
LC2	0,329	0,052
LC4	0,167	0,005
LC6	0,240	0,010
LC9	0,701	0,017
LC10	0,301	0,022

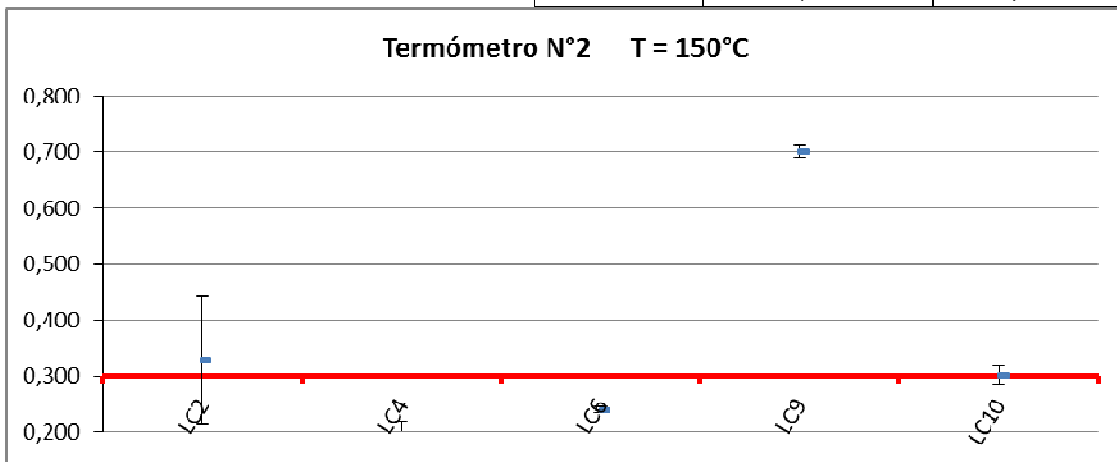


Tabla N°11

Termómetro N°2

Temperatura nominal de 200 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 200°C	Incertidumbre °C
LC1	0,480	0,135
LC2	0,505	0,052
LC4	0,247	0,006
LC9	0,832	0,012
LC10	0,439	0,021

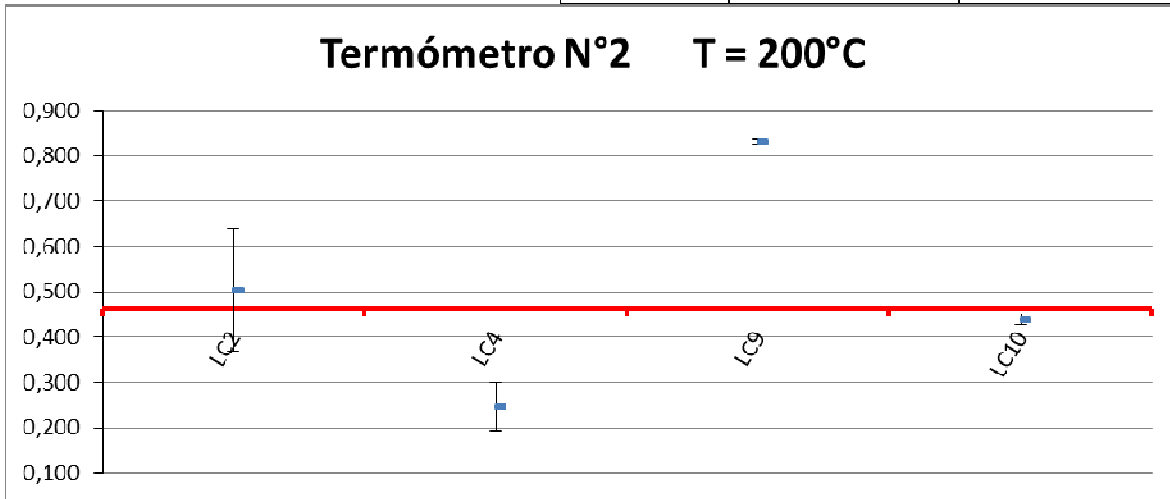


Tabla N°12

Termómetro N°2

Temperatura nominal de 300 °C
 La línea solida de color rojo corresponde a la temperatura de referencia

Laboratorio	Corrección °C T = 300°C	Incertidumbre °C
LC1	0,750	0,175
LC2	0,395	0,052
LC4	0,539	0,005
LC9	1,480	0,024
LC10	0,771	0,022

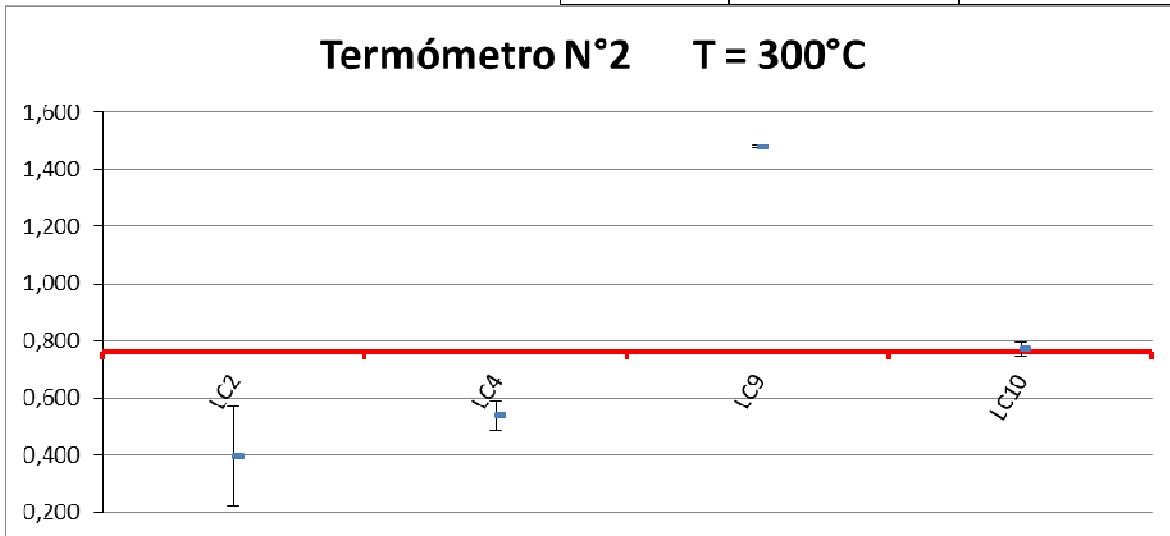


Tabla N°13

Termómetro N°2

Valores de referencia °C

Temperatura °C	Corrección °C	Incertidumbre °C
0,000	- 0,088	0,020
25,000	- 0,031	0,022
50,000	+ 0,012	0,025
100,000	+ 0,152	0,028
150,000	+ 0,300	0,034
200,000	+ 0,463	0,038
300,000	+ 0,762	0,042

ANEXO 2.

Actualización resultados Laboratorio LC3

En la versión de este informe “Borrador A” el Laboratorio con código LC3 remitió sus resultados, tanto para el termómetro N°2 como para el patrón viajero, en unidades de resistencia eléctrica en lugar de unidades de temperatura, por lo que posterior a este borrador A, el laboratorio remitió sus observaciones al pivote junto con los coeficientes de conversión de su patrón y los correspondientes resultados en unidades de temperatura, cuyos resultados se anexan a continuación

Termómetro N°2

Temperatura Nominal °C	Corrección °C	Incertidumbre °C	Error Normalizado °C
0	-0,069	0,04	0,21
25	-0,050	0,04	0,20
50	0,010	0,04	0,02
100	0,191	0,04	0,39
150	0,374	0,04	0,85
200	0,406	0,04	3,23

ANEXO 3.
Protocolo de la comparación

**Protocolo Comparación Nacional en la magnitud Temperatura
para Laboratorios de Calibración (Laboratorios Secundarios de Metrología)
LACOMET-ICT-01-2012 TEMPERATURA**

0 Introducción

Los procesos de Comparación son una herramienta útil para corroborar la capacidad de trabajo de los involucrados y una forma de aseguramiento de la calidad de los resultados emitidos por los participantes. Los procesos de comparación deben servir como guía y orientación para asegurar la mejora continua en la aplicación de métodos y procedimientos de trabajo de los laboratorios participantes.

Este proceso de comparación ha sido propuesto por LACOMET, como apoyo a los procesos de acreditación de los laboratorios participantes, el Laboratorio de Temperatura de LACOMET sería el laboratorio piloto de la misma.

1 Objetivos

- 1.1 Proporcionar información técnica relativa a las mediciones reportadas por los laboratorios de calibración, con respecto al valor de temperatura de patrones viajeros conocidos.
- 1.2 Brindar un medio para evaluar la competencia técnica de los laboratorios de calibración participantes y la posibilidad de incrementar la experiencia entre los laboratorios participantes en ejercicios de comparación.
- 1.3 Proveer a los laboratorios en general una herramienta para que evalúen y demuestren su capacidad de trabajo y una forma de aseguramiento de la calidad de los resultados emitidos ante sus clientes y demás interesados.
- 1.4 Promover el desarrollo de la infraestructura metrológica nacional y la confianza de los usuarios en la veracidad de los resultados de medición y calibración amparados por dicha infraestructura.
- 1.5 Desarrollar la capacidad técnica para coordinar comparaciones entre los laboratorios participantes.

2. Alcance de la comparación

- 2.1 Para esta comparación se han elegido dos termómetros de lectura directa, uno para el ámbito desde -15 °C hasta 50 °C y el otro para el ámbito desde 0 °C hasta 300 °C
- 2.2 **Los laboratorios interesados participarán de acuerdo a su capacidad de medición en los puntos indicados en la tabla N°1 ya sea en uno o ambos ámbitos o parcialmente en cualquiera de los ámbitos establecidos.** El laboratorio piloto realizará mediciones en todos los alcances de la comparación.

3 Actividades programadas (generales)

- 3.1 El Laboratorio de Temperatura de LACOMET preparará los termómetros para la comparación en los ámbitos adecuados. Se realizará la calibración de los termómetros y se le asignará el valor correspondiente de corrección e incertidumbre a cada una. Estos datos no los conocerán los participantes hasta la redacción del primer borrador de informe (borrador A).
- 3.2 El Laboratorio de Temperatura de LACOMET documentará la siguiente información sobre los termómetros:
 - Temperatura nominal.
 - Corrección y curva de correcciones.
 - Incertidumbre asociada a la calibración.
- 3.3 La circulación de los patrones viajeros corresponderá al cronograma establecido en el Anexo 1.
- 3.4 Cada laboratorio participante **recibirá en sus instalaciones** los patrones viajeros trasladados desde el Laboratorio de Temperatura de LACOMET, al concluir sus mediciones acorde al cronograma acordado con los participantes, los patrones viajeros serán transportados por personal del LACOMET de nuevo hasta el Laboratorio de Temperatura de LACOMET de acuerdo a los tiempos definidos en el Anexo 1.
- 3.5 Cualquier retraso debe ser comunicado de inmediato a los representantes Laboratorio de Temperatura de LACOMET. Esta comunicación se realizará vía correo electrónico a Adrián Solano Mena, asolano@lacomet.go.cr o al teléfono 2283-6580, ext. 111 - 112.

- 3.6 Los laboratorios participantes contarán con 6 días hábiles, después de la fecha de llegada de los patrones viajeros a sus instalaciones, de acuerdo con el Anexo 1, para realizar las mediciones correspondientes. Este período **no** incluye el tiempo necesario para el traslado de los patrones viajeros entre los laboratorios participante y el Laboratorio de Temperatura de LACOMET.
- 3.7 Cuando los patrones viajeros regresen al Laboratorio de Temperatura de LACOMET y se concluya la circulación de los mismos, se realizará una calibración completa a cada uno de los patrones viajeros. El Laboratorio de Temperatura de LACOMET realizara una medición intermedia de control entre los traslados de cada laboratorio participante.
- 3.9 El Laboratorio de Temperatura de LACOMET realizará los cálculos estadísticos individuales y grupales de los datos obtenidos en la comparación con base en los resultados obtenidos por los laboratorios participantes.
- 3.10 El Laboratorio de Temperatura de LACOMET elaborará el borrador A del informe de la comparación.
- 3.11 El Laboratorio de Temperatura de LACOMET convocará previa aprobación del borrador A, a una reunión de cierre de la comparación a los laboratorios participantes para la presentación de los resultados finales. Esta reunión de cierre se realizará en las instalaciones del LACOMET.
- 3.12 Una vez aprobado el borrador A, el Laboratorio de Temperatura de LACOMET elaborará el borrador B (Informe final).

4 Patrones para medición

- 4.1 Se dispondrá de dos termómetros para la realización de las mediciones.
- 4.2 El Laboratorio de Temperatura de LACOMET calibrará los patrones viajeros al inicio y al final en todo el ámbito de la comparación y un punto intermedio entre la calibración realizada por cada laboratorio participante. Los participantes no conocerán estos valores hasta el momento de la presentación de los resultados finales.
- 4.3 En caso extremo que se detecte una deriva inusual se realizará una calibración completa entre las calibraciones de los laboratorios participantes.

- 4.4 Medidas de control: Antes de iniciar las mediciones para la comparación y después de las mismas, el laboratorio en turno realizará las medidas de control a 0°C. Los resultados serán registrados en el formato que aparece en el Anexo 7 y los resultados de estas medidas de control para los termómetros patrón viajeros y serán entregados al personal del LACOMET que retira los patrones viajeros.
- 4.5 La siguiente tabla presentan los valores nominales de los puntos sujetos a calibración en esta comparación.

Tabla N° 1 Temperaturas de la comparación

Temperatura Nominal °C	Termómetro N°1	Termómetro N°2
- 15	X	
0	X	X
25	X	X
50	X	X
100		X
150		X
200		X
300		X

- 4.6 Los patrones viajeros no deben ser sometidos a temperaturas fuera de las temperaturas extremas del ámbito de la comparación en más de un 10%

5 Método de medición a utilizar y consideraciones de importancia

- 5.1 Los laboratorios participantes determinarán la corrección en temperatura de los patrones viajeros, y la incertidumbre asociada a la medición con respecto a sus patrones, de acuerdo con sus procedimientos de calibración usuales, “método de comparación contra un patrón en un medio isotérmico”.
- 5.2 Análisis de incertidumbre: Cada laboratorio participante, realizará el análisis o estimación de incertidumbres según como lo efectúa regularmente para sus servicios informado en forma detallada el mismo en los “Resultados de Medición” , anexo 5.

6 Llegada y salida de los patrones viajeros del laboratorio participante

- 6.1 Cuando los patrones viajeros lleguen al Laboratorio Participante, el representante técnico que reciba los patrones viajeros y la persona que los transporta deben completar la correspondiente documentación de recibido. Ver Anexo 3.
- 6.2 Cuando los patrones viajeros salgan del Laboratorio Participante LACOMET debe realizarse una inspección visual de los mismos, entre el representante técnico que los entrega y la persona del LACOMET que los transporta, cualquier hallazgo de importancia debe ser anotado en la hoja correspondiente. Ver anexo 4.
- 6.5 Los patrones viajeros serán colocados en una caja para ser protegidos con el fin de ser transportados.
- 6.6 Cualquier posible cambio en la fecha de salida o entrada de los patrones viajeros, de acuerdo con la programación establecida, deberá ser solicitado y comunicado con anticipación al Laboratorio de Temperatura de LACOMET (ver 3.5), para realizar las modificaciones necesarias en la programación y así comunicar al resto de los participantes el cambio en la logística de la actividad. La solicitud de cambio se realizará vía correo electrónico a los representantes del Laboratorio de Temperatura de LACOMET. Cualquier cambio esta sujeto a la disponibilidad de los demás laboratorios participantes.

7 Reporte de los Resultados

- 7.1 Los participantes entregarán los resultados de sus mediciones al Laboratorio de Temperatura de LACOMET, en el formato indicado en el Anexo 5: Resultados de las mediciones incluido su presupuesto de incertidumbre, y el equipamiento (instrumentos, baños y hornos) empleado en su sistema de medición durante la comparación, Anexo 6.
- 7.2 Los participantes entregarán los resultados de sus mediciones (corrección e incertidumbre asociada a la misma y demás información en los formatos solicitados) al Laboratorio de Temperatura de LACOMET. El reporte de resultados de cada laboratorio participante tendrá un plazo máximo de 10 días hábiles posterior a la salida de los patrones viajeros de sus instalaciones. La información será remitida vía correo electrónico en formatos "pdf"
- 7.3 Para tratamiento ulterior de los datos los laboratorios participantes deben reportar el resultado de la medición con su incertidumbre estándar asociada

(con un factor de cobertura $k = 1$), en el formato de Resultados de las mediciones, Anexo 5.

- 7.4 **Los laboratorios participantes no podrán comunicarse ningún resultado de las mediciones ni ninguna otra información relacionada con el desarrollo de la prueba.** Si existiera cualquier duda o dato que requiera alguno de los participantes, éste deberá comunicarse directamente con el laboratorio piloto para solicitar dicha información.
- 7.5 El laboratorio piloto asignará un código único a cada laboratorio participante y con el cual será identificado en esta comparación
- 7.8 Cada laboratorio participante entregara junto con el reporte de las mediciones según el formato del anexo 5 (Resultados de la medición) un reporte o certificado de calibración como usualmente brindan a sus clientes.

8 Consideraciones Especiales

- 8.1 Antes de comenzar a realizar las mediciones, el laboratorio inspeccionará los patrones viajeros acorde a sus procedimientos internos. Los mismos **no deberán** ser lavados o limpiados excepto con agua o alcohol. No usar sustancias abrasivas.
- 8.2 Los patrones viajeros siempre deberán ser manipulados con mucho cuidado y no someternos a vibraciones o golpes que los puedan dañar, por su naturaleza son equipos muy delicados.
- 8.3 En caso de daño el laboratorio absorberá los gastos originados por los daños producidos a los patrones, además se encargará de realizar los trámites de reposición de los mismos en el caso de pérdida o robo de estos durante la estadía en sus instalaciones.
- 8.4 Las mediciones deberán hacerse después de un tiempo de ambientación (aclimatación) correspondiente a los procedimientos de cada laboratorio y a las condiciones ambientales del mismo.
- 8.5 **Correcciones y retiro voluntario de la comparación**
Si luego de enviados los resultados al laboratorio piloto, algún laboratorio participante identifica que ha cometido algún error en la emisión de sus resultados y antes de que el primer borrador de los resultados de las comparaciones (borrador A) sea emitido, el laboratorio participante podrá:

- a) Enviar los valores corregidos o.
- b) Retirarse de forma parcial o total de la comparación.

En caso de que algún laboratorio participante decida retirarse de la comparación, por cualquier razón, lo podrá hacer siempre y cuando no se haya emitido el primer borrador de resultados de las comparaciones (borrador A); el laboratorio piloto informará a los demás laboratorios participantes, de todo retiró.

- 8.6 **Desviaciones a lo establecido en el protocolo:** Cualquier desviación a lo establecido en este protocolo sea en el proceso de medición o en los tiempos de entrega y/o recepción o con alguno de los termómetros, etc. Se comunicará al laboratorio piloto vía correo electrónico para que indique las acciones que se deban tomar. El laboratorio piloto se encargará de informar a todos los participantes de los cambios ocurridos.
- 8.7 El laboratorio piloto tendrá un termómetro adicional de repuesto en caso de que por fuerza mayor se determine necesario su uso.

9 Criterios Estadísticos para la evaluación

- 9.1 El laboratorio Piloto (Laboratorio de Temperatura de LACOMET) propondrá a los participantes el análisis estadístico y el tratamiento de los datos mediante el borrador A del Informe de la comparación.

10 Informe final de resultados

- 10.1 El borrador A del Informe, será realizado por el Laboratorio de Temperatura de LACOMET y se propondrá a los participantes. Los laboratorios, luego de recibir dicho borrador tendrán 2 semanas para hacer observaciones al mismo.
En caso de no recibir ninguna observación al Borrador A, durante el plazo establecido, de parte de algún participante, se dará por hecho la aceptación del mismo
- 10.2 Una vez acordado y aceptado el borrador A por todos los participantes se elaborará el borrador B, y final, de los resultados.

11 Referencias

- (BIPM-IEC-IFCC-ILAC-ISO-IUPAC-IUPAP-OIML), Vocabulario Internacional de Metrología, Conceptos Fundamentales y Generales, y términos asociados, 3ª edición en español, CEM, 2008.
- (BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML), Evaluación de datos de medición, Guía para la expresión de la Incertidumbre de Medida, 1ª edición en español, CEM, 2008.
- ISO 13528:2005, Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. First Edition, 2005-09-01. Sec 7.5, pág 28.
- ISO/IEC Guide 43-1 and 2:1997, Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons. SCC, 2001. Anexo A, A.2.1.4, pág 16; A.3.1.1, pág 17 y 18.

Anexos

1. Tabla Nº 2 Cronograma de llegadas y salidas de los patrones viajeros.
2. Características de los patrones viajeros.
3. Hoja de transporte (Entrega de los patrones viajeros).
4. Hoja de transporte (Salida de los patrones viajeros).
5. Resultados de las mediciones.
6. Características de los equipos y accesorios utilizados en la comparación
7. Medidas de control

Anexo 1

Cronograma de llegadas y salidas de los patrones viajeros

Ref.	Cronograma de llegadas y salidas de los patrones viajeros				
Nº	Entrega de los patrones viajeros del LACOMET	Período de tiempo para las mediciones	Devolución de los patrones viajeros al LACOMET	Período de tiempo para el análisis de los datos	Fecha de entrega de los resultados
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo 2

Características de los patrones viajeros

Termómetro N°1

Identificación de los patrones viajeros	Indicador	Sensor
Tipo		Termistor
Marca		
Modelo		
Serie		
Diámetro	NA	
Largo	NA	
Material funda	NA	Acero inoxidable

Termómetro N°2

Identificación de los patrones viajeros	Indicador	Sensor
Tipo		Pt100
Marca		
Modelo		
Serie		
Diámetro	NA	
Largo	NA	
Material funda	NA	Acero inoxidable



Anexo 3

Hoja de transporte (Entrega de los patrones viajeros de laboratorio participante)

Laboratorio:	
Fecha de reporte:	
Fecha de salida establecida en el cronograma:	

Condiciones de salida de los patrones viajeros

Empaque y caja (externo)	
Accesorios	
Condiciones de superficie	
Observaciones	

N°	Modelo Lector / sensor	Número de serie Lector / sensor	Características bajo revisión		
			Cables de conexión	Unidad lectora	Sin imperfecciones en la funda del sensor
1	/	/			
2	/	/			

Contacto técnico que entrega

Nombre:	
Dirección:	
Teléfono:	
Fax:	
Email:	

Observaciones adicionales:

Entrega (firma):	
Recibe (firma):	

Anexo 4

Hoja de transporte (Salida de los patrones viajeros de laboratorio participante)

Laboratorio:	
Fecha de reporte:	
Fecha de salida establecida en el cronograma:	

Condiciones de salida de los patrones viajeros

Empaque y caja (externo)	
Accesorios	
Condiciones de superficie	
Observaciones	

N°	Modelo Lector / sensor	Número de serie Lector / sensor	Características bajo revisión		
			Cables de conexión	Unidad lectora	Sin imperfecciones en la funda del sensor
1	/	/			
2	/	/			

Contacto técnico que entrega

Nombre:	
Dirección:	
Teléfono:	
Fax:	
Email:	

Observaciones adicionales:

Entrega (firma):	
Recibe (firma):	

Anexo 5

Resultados de la medición

Laboratorio:	
Fecha de reporte:	

Resultados de la medición

Termómetro N°1

Temperatura patrón Lab. °C	Temperatura patrón viajero °C	Corrección °C	Incertidumbre Estándar* $u_c (k = 1)$

Condiciones ambientales

Temperatura T (°C)	Humedad Relativa HR (%)	Presión Atmosférica P (Pa)

Desglose del presupuesto / calculo de incertidumbre

Termómetro N°2

Temperatura patrón Lab. °C	Temperatura patrón viajero °C	Corrección °C	Incertidumbre Estándar* $u_c (k = 1)$

Condiciones ambientales

Temperatura T (°C)	Humedad Relativa HR (%)	Presión Atmosférica P (Pa)

Desglose del presupuesto / calculo de incertidumbre

Contacto técnico que entrega

Nombre:	
Dirección:	
Teléfono:	
Fax:	
Email:	

Anexo 7

Medidas de control para los termómetros patrón viajeros					
Termómetro N°	Medición a 0°C inicial Medida ± U (k=1) °C	Recocido		Medición a 0°C después de recocido Medida ± U (k=1) °C	Medición a 0°C final Medida ± U (k=1) °C
		Temperatura °C	Tiempo minutos		
1	x,xxx ± x,xxx			x,xxx ± x,xxx	
2	x,xxx ± x,xxx			x,xxx ± x,xxx	

Comentarios:

Fecha (año/mes/día): _____ / _____ / _____

Nombre y firma del responsable de emisión del informe