

RED NACIONAL DE METROLOGIA

LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES

NACIONALES TEMPERATURA

CESMEC S.A.

INFORME FINAL DE RESULTADOS

ENSAYO DE APTITUD NACIONAL T-14

EJERCICIO DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIA PARA REALIZAR

LA CALIBRACIÓN DE TERMOMETROS DE LIQUIDO EN VIDRIO

Y

EJERCICIO DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIA PARA REALIZAR

LA CALIBRACIÓN DE ESTUFAS

Diciembre 2014

1. INTRODUCCION

En presente Ensayo de Aptitud (EA) se enmarca dentro de las actividades definidas para el Laboratorio Nacional de Temperatura (LNT) para el periodo 2014 y, organizadas en el marco de la Red Nacional de Metrología (RNM). La participación en el EA es libre y participaron organizaciones acreditadas, en proceso de acreditación o no acreditadas.

El presente informe es de acceso público y se podrá acceder a él mediante el sitio WEB www.metrologia.cl. Las acciones de mejora posteriores al término del EA, que sean pertinentes de aplicar, no serán responsabilidad de la RNM o del LNT.

La coordinación general de la intercomparación fue asumida por la Unidad de Coordinación y Supervisión de la RNM del INN, a través del Sr. Gerardo Gonzalez, teléfono (56) 22441 8831, fax (56) 22441 0427, e-mail: Gerardo.gonzlaez@inn.cl.

La coordinación técnica de la intercomparación es asumida por el Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Temperatura (LCPN-T), a través de su Jefe Sr. Mauricio Araya C., teléfono: (56) 22350 2100, fax (56) 22350 2183, e-mail: maraya@cesmec.cl

2. OBJETIVOS

La Red Nacional de Metrología en conjunto con el Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Temperatura, han organizaron el presente ensayo de aptitud T-14, con el objetivo de evaluar la competencia técnica de los distintos participantes y de disponer de suficiente información técnica, que permita conocer el status a nivel nacional sobre cómo es realizada la medición/calibración de termómetros de líquido en vidrio y de estufas.

3. DESCRIPCION DEL ITEM A ENSAYAR

El presente EA-2014 contempla la realización de dos ensayos independientes, que cubren técnicas de medición de temperatura distintas. Los EA-2014 definidos son los siguientes;

3.1 Patrón Viajero T-14.1 “Calibración Termómetros de Líquido en Vidrio”.

3.1.1 Instrumentos a ser usados como patrones viajeros

El conjunto de termómetros de líquido en vidrio a ser usados como patrones viajeros fue definido y adquirido por el LNT en conjunto con la RNM. Para ello, han sido consideradas características similares a las de los termómetros que requieren ser calibrados a diario por los laboratorios de calibración.

3.1.2 Características del patrón viajero

La Tabla 1 resume las principales características de los patrones viajeros a considerar.

Tabla 1: Características de los termómetros de líquido en vidrio a ser usados como patrones viajeros.

Tipo #	Intervalo de medida	Mínima división de escala	Tipo de inmersión
--------	---------------------	---------------------------	-------------------

	[°C]	[°C]	
1 : X1, X2, X3	-20 a 10 / 0	0,1	Total
2 : S1, S2, S3	50 a 80 / 0	0,1	Total
3 : Y1, Y2, Y3	140 a 200 / 0	0,2	Total

3.1.3 Puntos de medición

La Tabla 2 resume los puntos de temperatura a ser medidos para cada tipo de termómetro.

Tabla 2: Puntos de calibración definidos para cada tipo de termómetro

Tipo #	Punto 1 [°C]	Punto 2 [°C]	Punto 3 [°C]
1 : X1, X2, X3	-20,0	-10,0	0,0
2 : S1, S2, S3	0,0	50,0	100,0
3 : Y1, Y2, Y3	0,0	150,0	190,0

3.2 Cámaras de Temperatura Controlada T-14.2

Para este EA se contempló la caracterización de dos cámaras de temperatura controlada de diferentes características:

3.2.1 Estufa Marca LabTech, Modelo LDO-250N, Serie DLCCCL2017C

Tipo de Control: Controlador PID
 Tipo de Circulación: Convección natural
 Venteo: NO
 Resolución: 1 °C
 Punto de Medición: 100 °C

3.2.2 Incubadora Marca Memmert, Modelo IF75, Serie D313.0122

Tipo de Control: Controlador PID
 Tipo de Circulación: Convección natural o sistema de circulación de aire forzada
 Venteo: SI
 Resolución: 0,1 °C
 Punto de Medición: 40 °C

La caracterización de la Incubadora consideró tener configurado la variable "ventilador" al 100% y la variable "trampilla" al 50%, ver Figura 1.

4. DESARROLLO

Ningún requisito particular fue considerado para participar en el EA-2014. El llamado a participación fue realizado abiertamente mediante el sitio WEB www.metrologia.cl.

La secuencia de medición utilizada en el EA-2014 ha sido definida según el tipo de patrón definido para ser medido y/o calibrado, según se indica a continuación;



Figura 1: Configuración requerida para las variables “VENTILADOR” y “TRAMPILLA” para la caracterización de la Incubadora Memmert.

4.1 Organización T-14.1 “Calibración de Termómetros de Líquido en Vidrio”

Para el desarrollo del EA-2014, T-14.1, se realizó la compra en triplicado de cada tipo de termómetro (ver Tabla 1) a ser usado como patrón viajero. A cada tipo de termómetro le fue asignada una de las letras X, S o Y (ver Tabla 1). A su vez, a cada termómetro que compone un tipo le fue asignado un número correlativo ascendente que inicia en 1. Con el conjunto de termómetros fueron configurados aleatoriamente tres sets de termómetros, compuesto a su vez cada set por un termómetro de cada tipo. El detalle de los sets de termómetros configurados se muestra en la Tabla 3 siguiente;

Tabla 3: Configuración de los sets de termómetros

Set	Tipo X	Tipo S	Tipo Y
1	1	2	3
2	2	1	1
3	3	3	2

En la Tabla 4 se detalla la secuencia de medición establecida para el EA T-14.1, el cual contó con 9 participantes.

Tabla 4: Secuencia de medición T-14.1

Participante	Medidas Iniciales		Primer Ciclo de Medidas		Verificación Intermedia		Segundo Ciclo de Medidas		Verificación Intermedia		Tercer Ciclo de Medidas		Medidas Finales	
	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta	desde	hasta
	21-jul	01-ago	04-ago	18-ago	19-ago	22-ago	25-ago	05-sep	08-sep	12-sep	22-sep	03-oct	06-oct	17-oct
LTN	X	X			X	X			X	X			X	X
Lab-1							X	X						
Lab-2			X	X										
Lab-3											X	X		
Lab-4			X	X										
Lab-5											X	X		
Lab-6							X	X						
Lab-7			X	X										
Lab-8											X	X		
Lab-9							X	X						

4.2 Organización T-14.2 “Caracterización de Cámaras”

El presente EA se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Salud Pública – Sección Metrología Ambiental y de Alimentos, Av. Ñuñoa #1000, Macul - Santiago. En una sala especialmente preparada para el ensayo, cada uno de los laboratorios contó con 4 horas para realizar la caracterización de las 2 cámaras. El EA se llevó a cabo según el siguiente programa (ver Tabla 5):

Tabla 5: Secuencia de medición T-14.1

PROGRAMA DE PARTICIPACION: T-14-2

PARTICIPANTES T-14-2	FECHAS DE MEDICIÓN										(M)	08:00 h a 12:00 h
											(T)	13:30 h a 17:30 h
INSTITUCION	30-sep	02 Oct (M)	02 Oct (T)	03 Oct (M)	06 Oct (M)	06 Oct (T)	07 Oct (M)	07 Oct (T)	08 Oct (T)	09-oct		
LCPN-T	X											X
ASMAR-TALCAHUANO						X						
CESMEC							X					
DTS LTDA.			X									
HECTOR ALARCON		X										
IDIC					X							
SMI				X						X		
VIGNOLA								X				

X FECHA REPROGRAMADA A SOLICITUD DEL PARTICIPANTE

5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL EA-2014

El EA-2014 fue realizado siguiendo las directrices generales dadas en el Protocolo T-14 y sus anexos complementarios, publicados en la WEB www.metrologia.cl.

Fue definido que cada participante usará sus propios procedimientos de calibración para medir los patrones viajeros y/o equipos patrones definidos en el EA-2014.

Los resultados finales emitidos por cada participante fueron recepcionados acorde a lo establecido en los anexos del Protocolo T-14.

6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

La evaluación de los resultados del EA-2014 se efectuó considerando el Error de Calibración y el Error Normalizado, calculados con los resultados finales recepcionados de cada participante. Estos parámetros usados para evaluar el presente ejercicio son definidos como;

6.1 Error de Calibración,

$$E = I_C - I_R$$

donde;

E ; Error de calibración
I_C ; Indicación del instrumento bajo calibración
I_R ; Indicación de la referencia

6.2 Error Normalizado,

$$E_N = \frac{|E_R - E_C|}{\sqrt{(U_R^2 + U_C^2)}}$$

donde;

E_N ; Error normalizado,
E_C ; Error calculado para el laboratorio participante,
U_C ; Incertidumbre expandida combinada (k=2) informada por el participante,
E_R ; Error informado por el laboratorio de referencia,
U_R ; Incertidumbre expandida combinada (k=2) informada por el laboratorio de referencia.

Nota: Dos medidas serán consideradas estadísticamente equivalentes cuando el error normalizado es menor o igual que 1

6.3 Resultados finales T-14.1 “Calibración de Termómetros de Líquido en Vidrio”

En las siguientes Tablas 6 a la 32 y Figuras 2 a la 55 se resumen los resultados obtenidos para el EA-2014, T-14.1.

6.3.1 Resultados para el Set 1

X-1 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,040	0,000	0,040	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,35
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71	0,1000	-0,0700	0,1700	0,0700	1,46
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 6

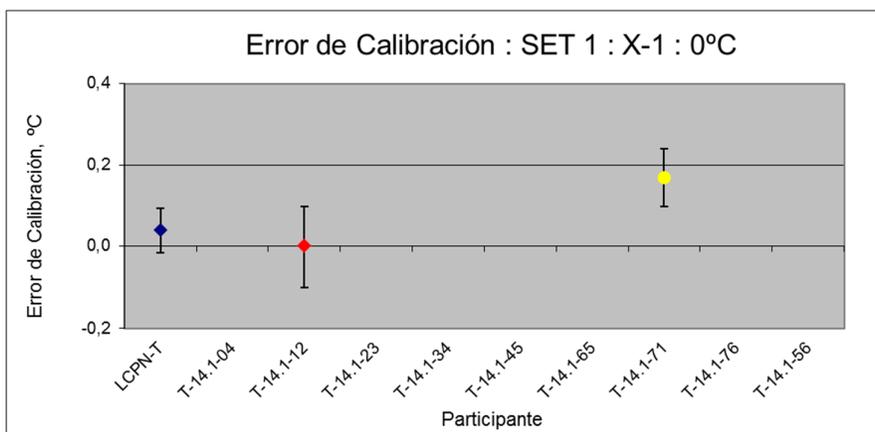


Figura 2

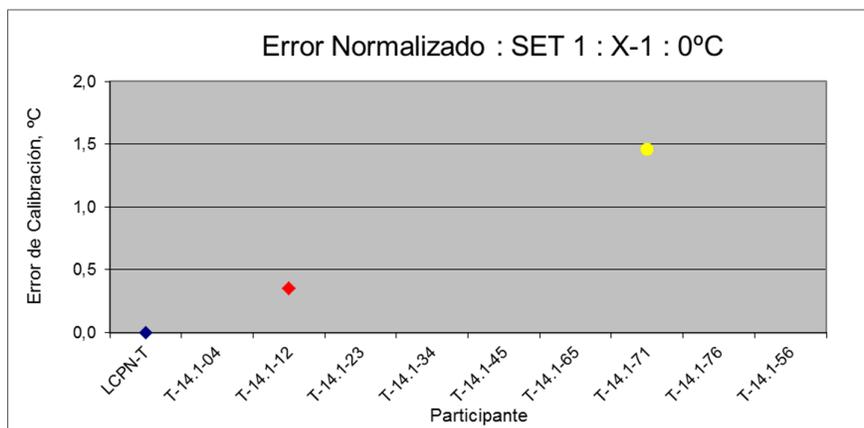


Figura 3

X-1 : -10 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	-10,090	-9,999	-0,090	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	-10,0000	-10,0000	0,0000	0,1000	0,79
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 7

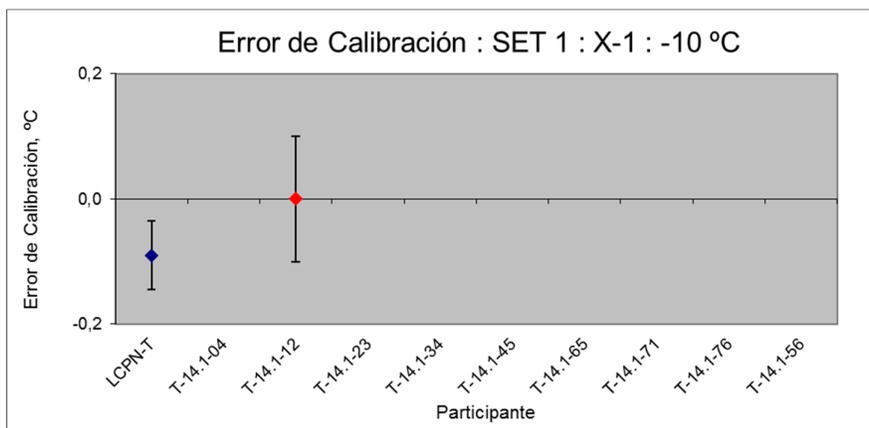


Figura 4

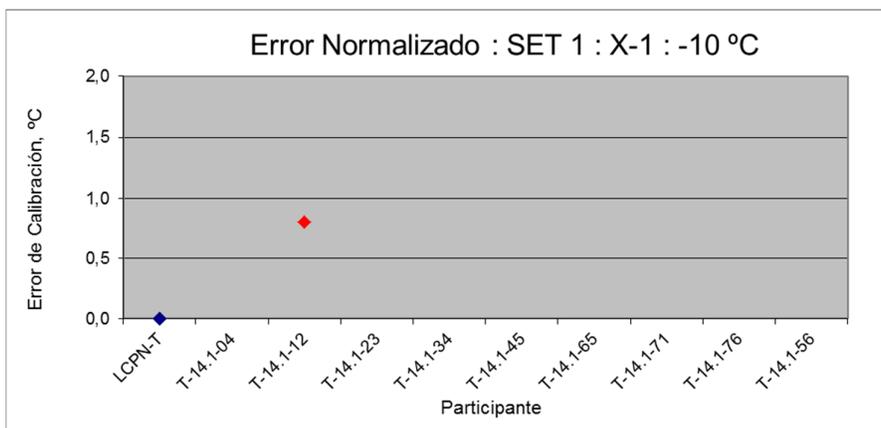


Figura 5

X-1 : -20 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	-20,124	-20,001	-0,123	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	-20,0000	-20,0000	0,0000	0,1000	1,08
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 8

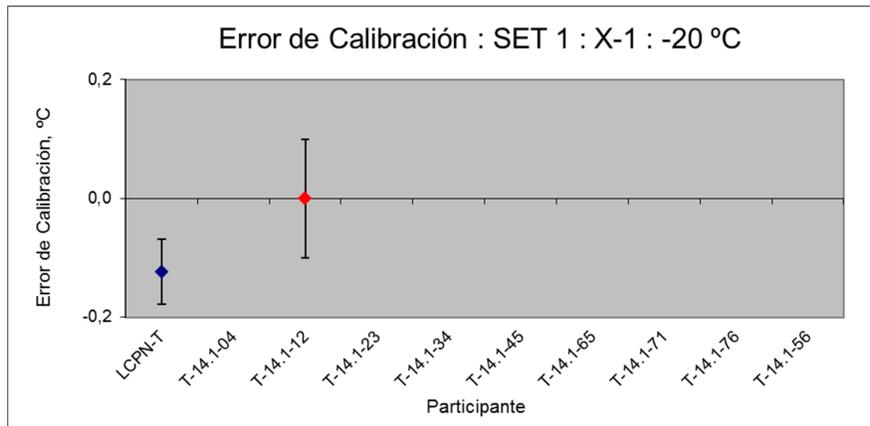


Figura 6

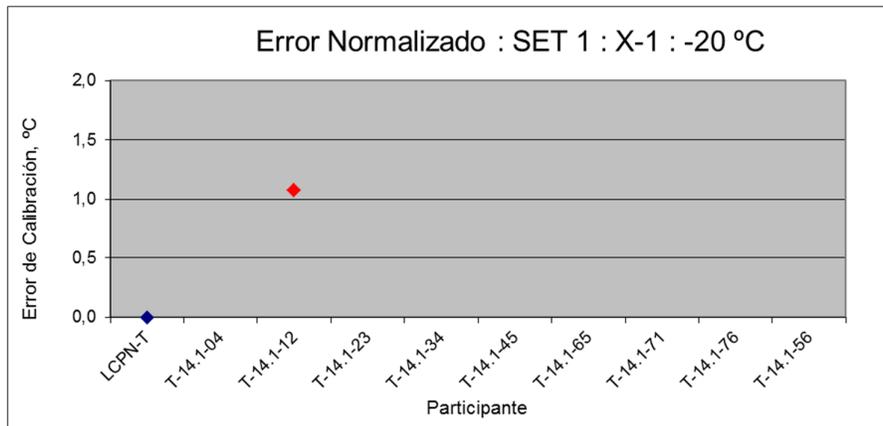


Figura 7

S-2 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,100	0,000	0,100	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	0,1000	0,0000	0,1000	0,1000	0,00
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71	0,1000	-0,0700	0,1700	0,0200	1,20
T-14.1-76					
T-14.1-56	-0,2103	-0,1000	-0,1103	1,0000	0,21

Tabla 9

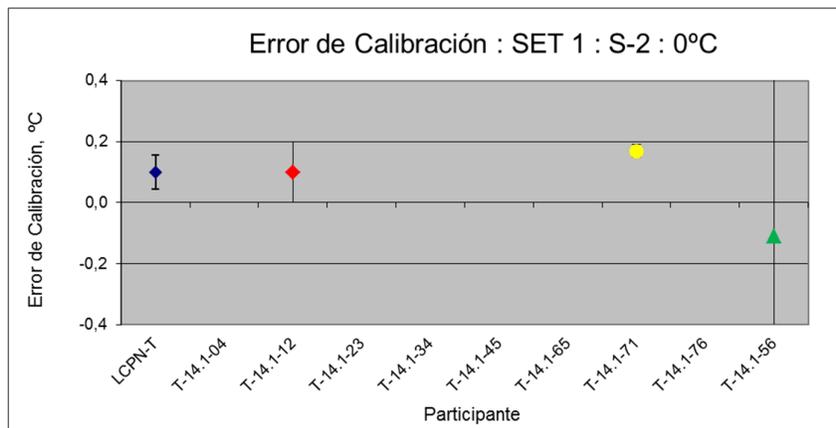


Figura 8

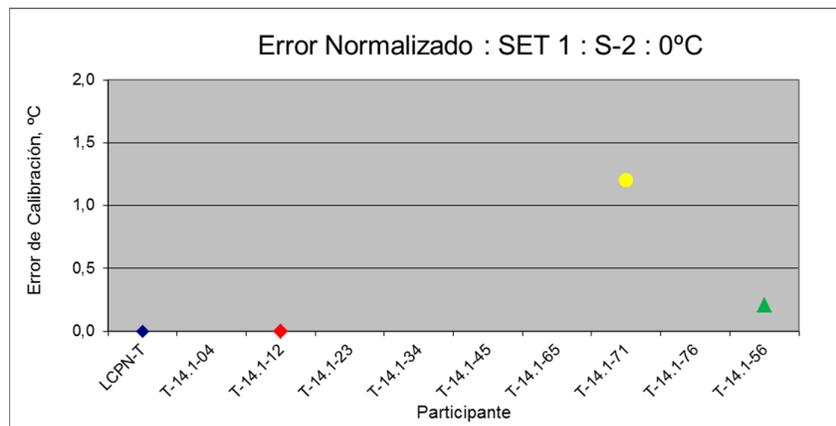


Figura 9

S-2 : 50 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	50,030	50,001	0,029	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	50,1000	50,0000	0,1000	0,1000	0,62
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71	50,3000	50,1280	0,1720	0,0600	1,76
T-14.1-76					
T-14.1-56	50,6884	50,4000	0,2884	1,0000	0,26

Tabla 10

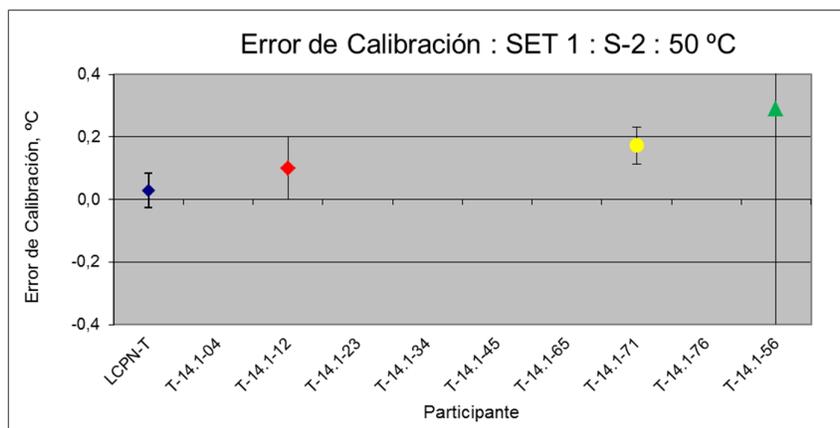


Figura 10

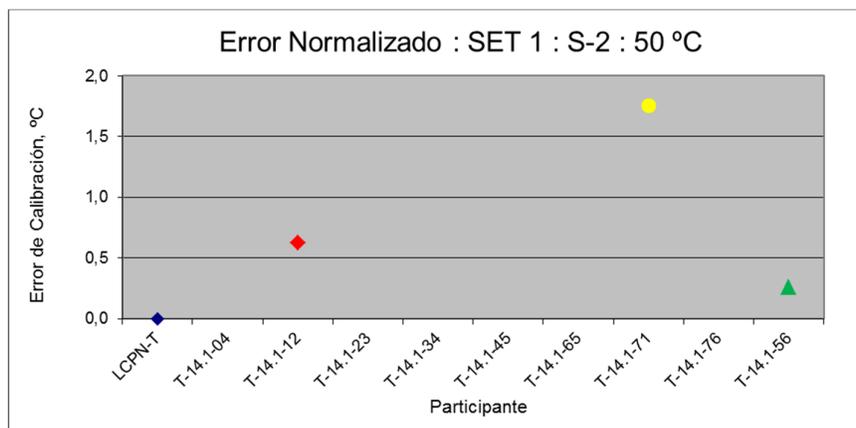


Figura 11

S-2 : 80 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	80,017	80,000	0,017	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	80,1000	80,0000	0,1000	0,1000	0,73
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71	79,0000	80,5330	-1,5330	0,2400	6,30
T-14.1-76					
T-14.1-56	80,2081	80,2000	0,0081	1,0000	0,01

Tabla 11

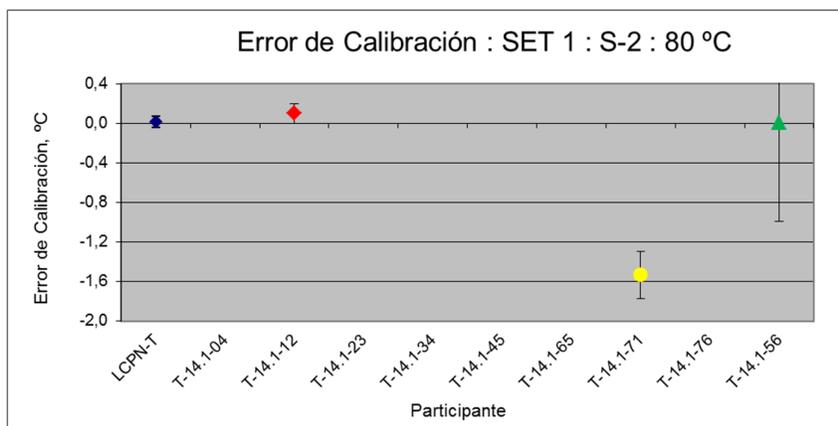


Figura 12

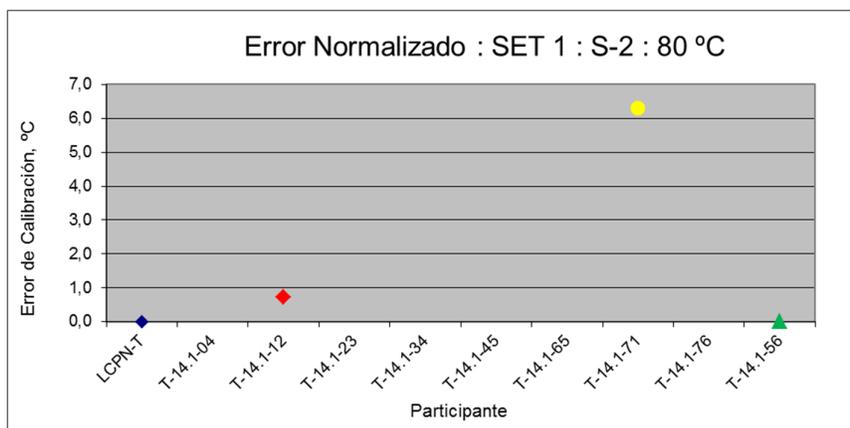


Figura 13

Y-3 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,000	0,000	0,000	0,110	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,00
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71	0,0000	-0,0730	0,0730	0,0600	0,58
T-14.1-76					
T-14.1-56	-0,0612	0,0000	-0,0612	1,0000	0,06

Tabla 12

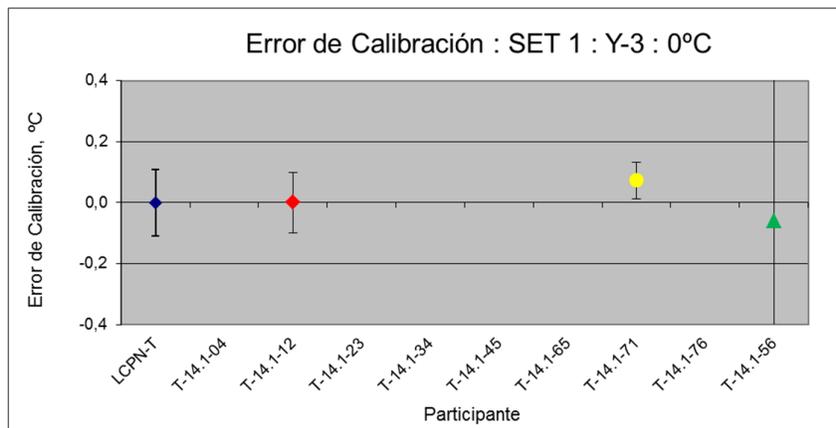


Figura 14

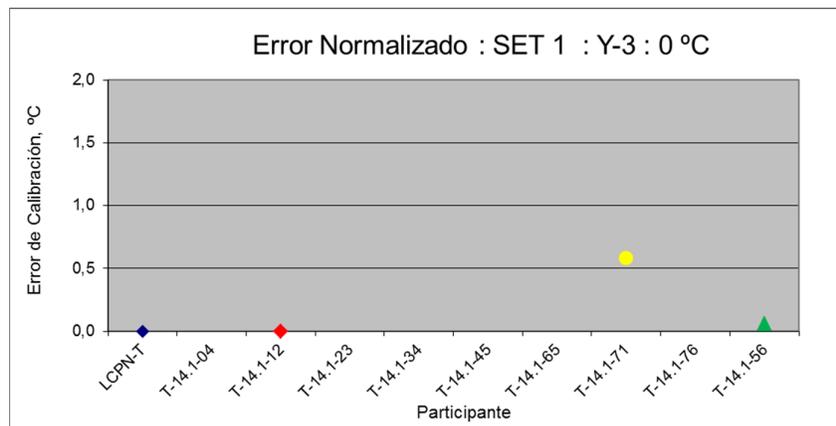


Figura 15

Y-3 : 150 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	150,214	150,001	0,213	0,134	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	150,1000	150,0000	0,1000	0,1000	0,68
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71	149,7000	149,4400	0,2600	0,2000	0,19
T-14.1-76					
T-14.1-56	149,6000	150,8000	-1,2000	3,0000	0,47

Tabla 13

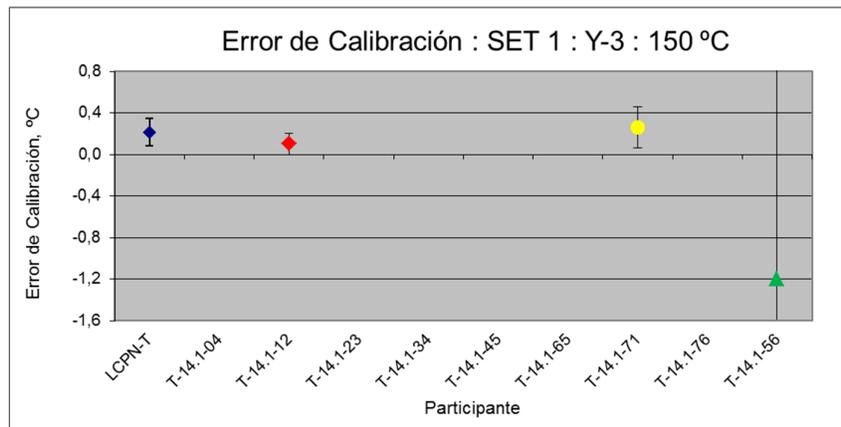


Figura 16

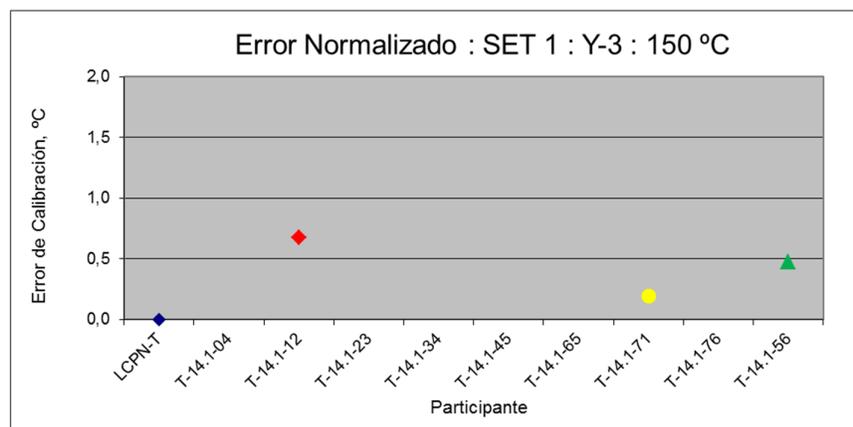


Figura 17

Y-3 : 190 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	190,203	190,020	0,182	0,134	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12	190,1000	190,0000	0,1000	0,1000	0,49
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71	188,0000	189,6830	-1,6830	0,3100	5,52
T-14.1-76					
T-14.1-56	190,8087	190,9000	-0,0913	3,0000	0,09

Tabla 14

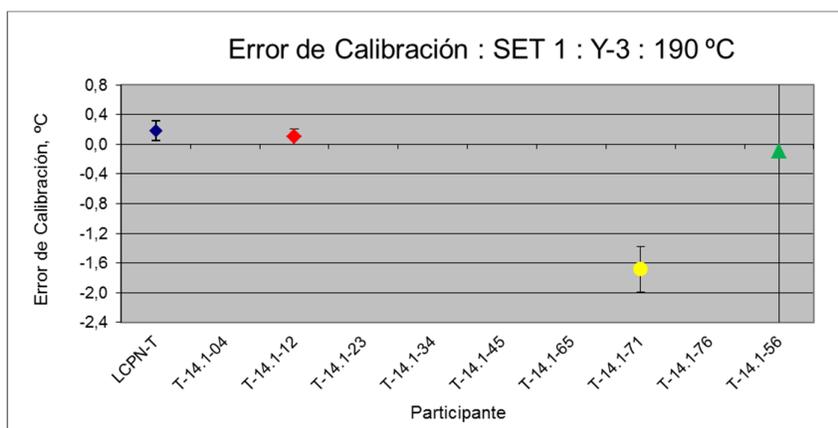


Figura 18

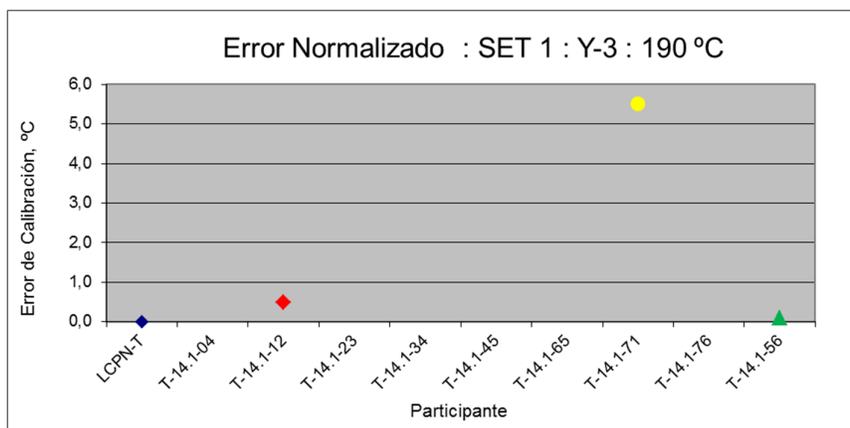


Figura 19

6.3.2 Resultados para el Set 2

X-2 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,040	0,000	0,040	0,055	0,00
T-14.1-04	0,0500	0,0070	0,0430	0,0600	0,04
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45	0,1500	-0,0580	0,2080	0,6600	0,25
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 15

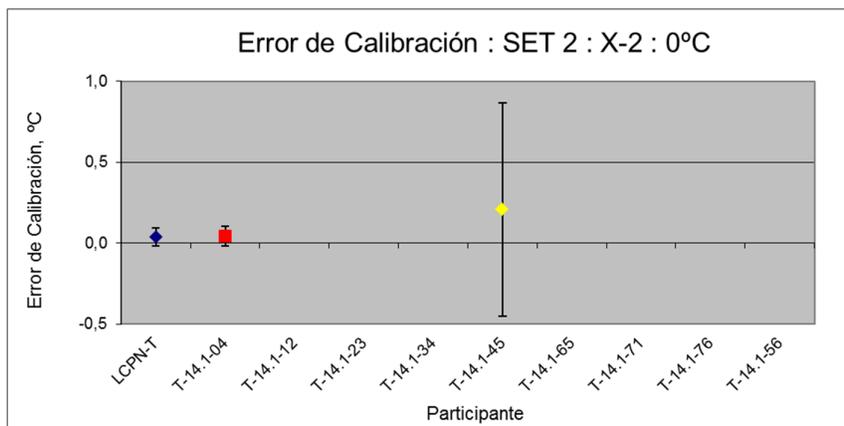


Figura 20

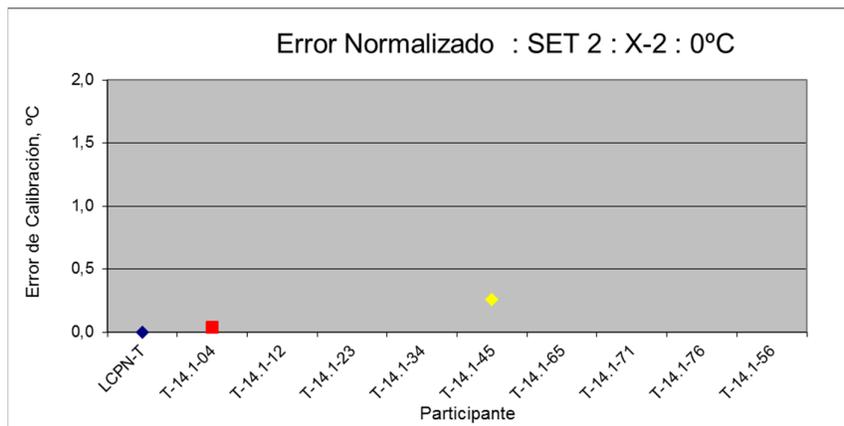


Figura 21

X-2 : -10 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	-10,090	-9,999	-0,090	0,055	0,00
T-14.1-04	-9,9000	-9,9900	0,0900	0,3200	0,56
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45	-10,8000	-10,0640	-0,7360	0,6600	0,97
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 16

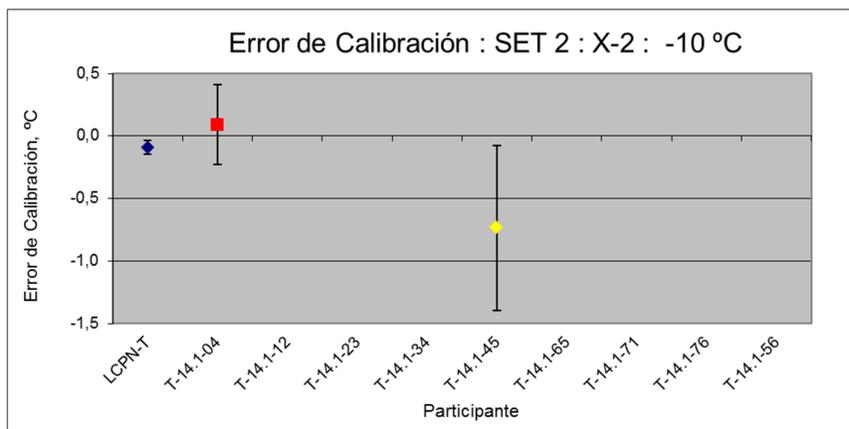


Figura 22

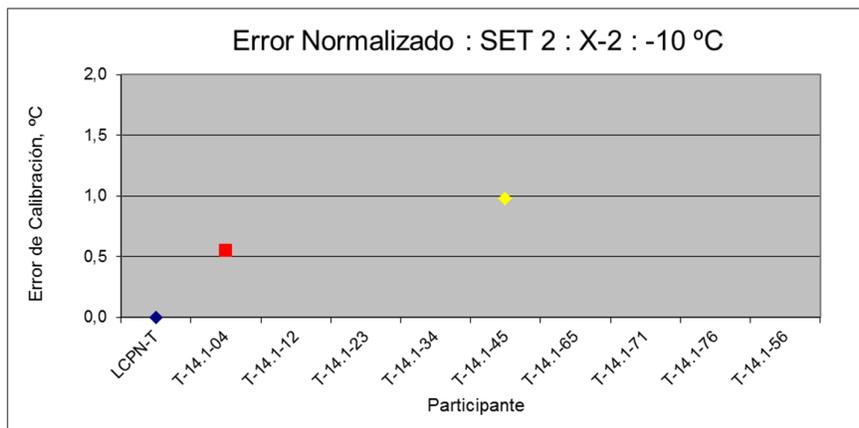


Figura 23

X-2 : -20 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	-20,124	-20,001	-0,123	0,055	0,00
T-14.1-04	-20,0000	-20,0000	0,0000	0,4100	0,30
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45	-19,1500	-20,0670	0,9170	0,6600	1,57
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 17

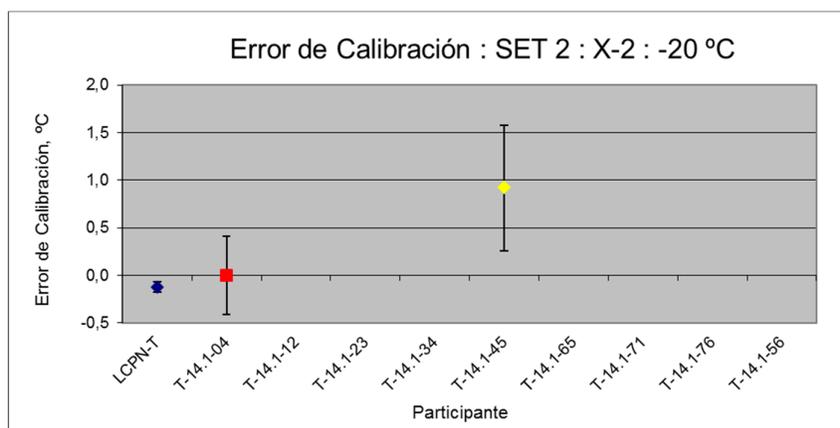


Figura 24

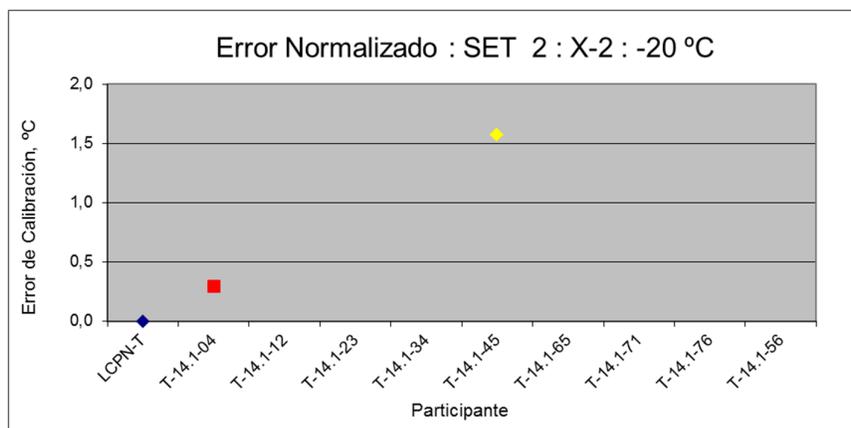


Figura 25

S-1 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,100	0,000	0,100	0,055	0,00
T-14.1-04	0,0000	0,0000	0,0000	0,0800	1,03
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45	0,1500	-0,0540	0,2040	0,6600	0,16
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 18

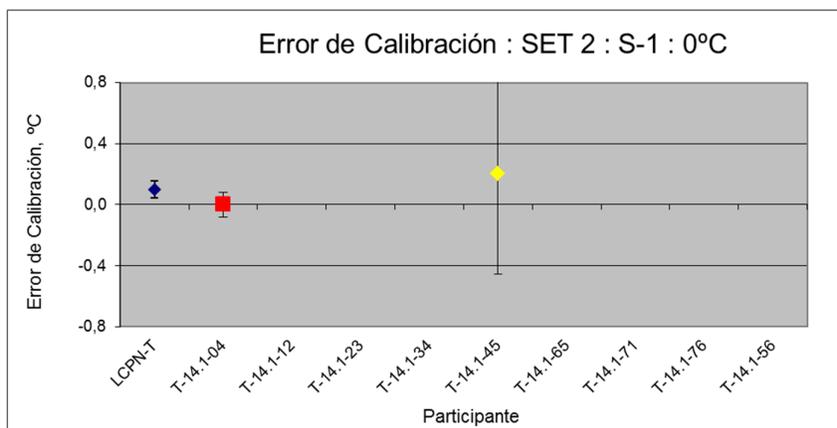


Figura 26

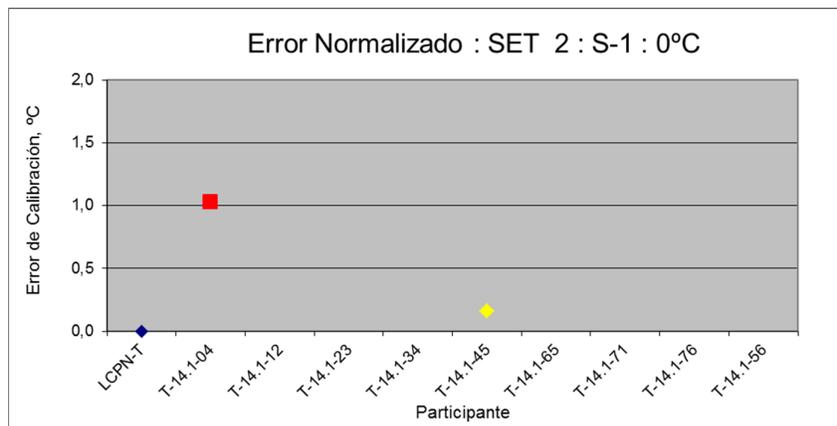


Figura 27

S-1 : 50 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	50,030	50,001	0,029	0,055	0,00
T-14.1-04	50,0100	49,9800	0,0300	0,3400	0,00
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 19

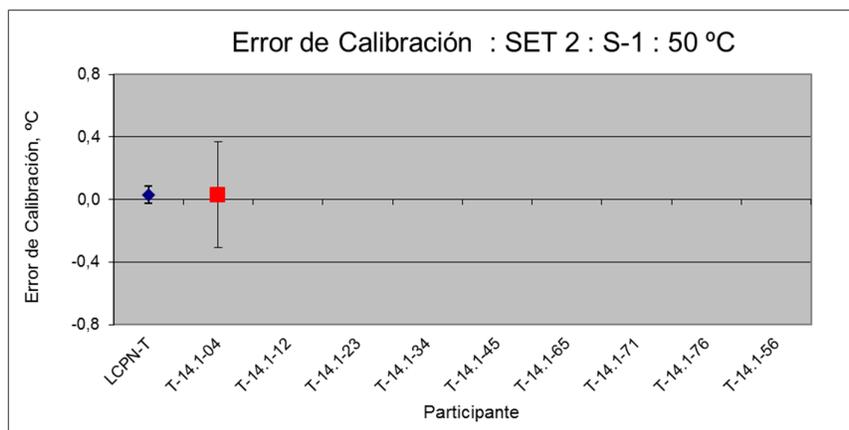


Figura 28

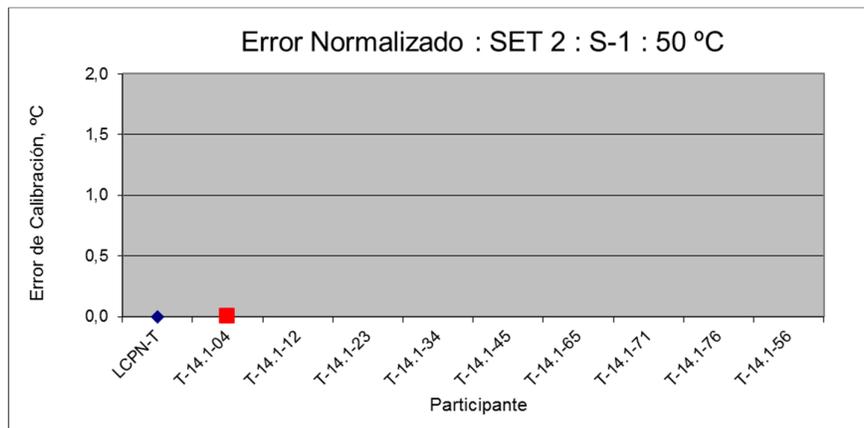


Figura 29

S-1 : 80 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	80,017	80,000	0,017	0,055	0,00
T-14.1-04	79,9600	80,0100	-0,0500	0,3500	0,19
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45					
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 20

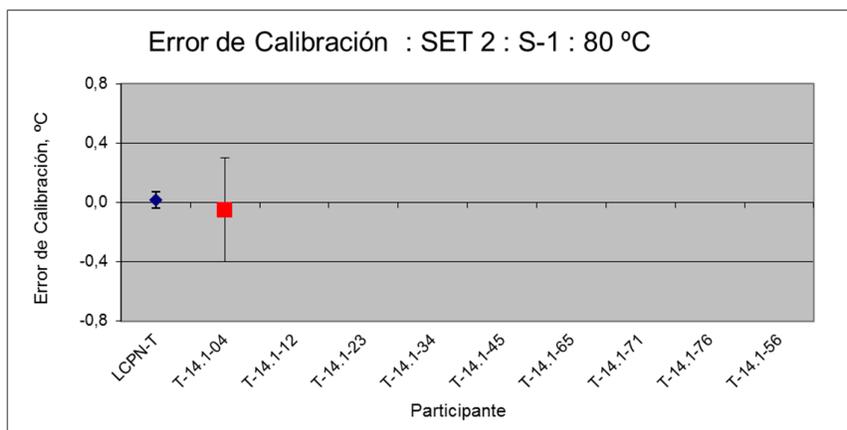


Figura 30

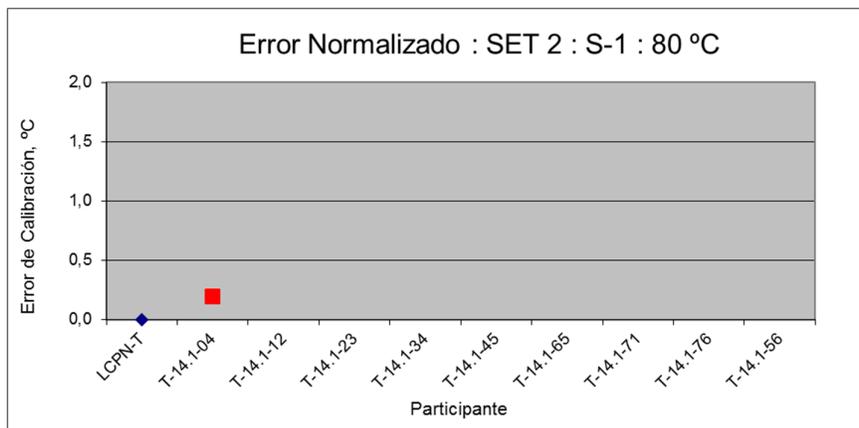


Figura 31

Y-1 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,000	0,000	0,000	0,110	0,00
T-14.1-04	0,0000	0,0000	0,0000	0,0800	0,00
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45	0,1000	-0,0530	0,1530	0,6600	0,23
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 21

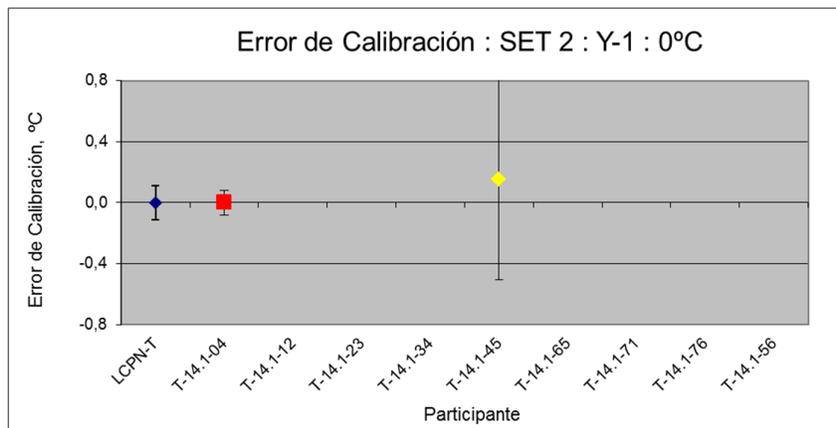


Figura 32

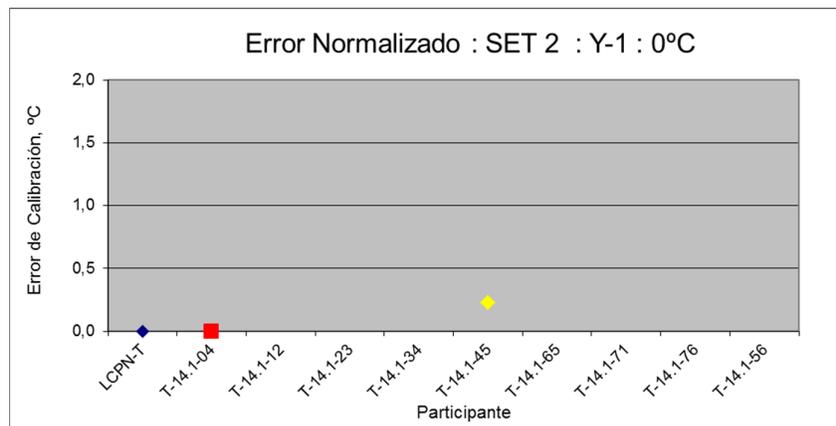


Figura 33

Y-1 : 150 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	150,214	150,001	0,213	0,134	0,00
T-14.1-04	149,9000	149,9800	-0,0800	0,3300	0,82
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45	150,5000	150,5210	-0,0210	0,6600	0,35
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 22

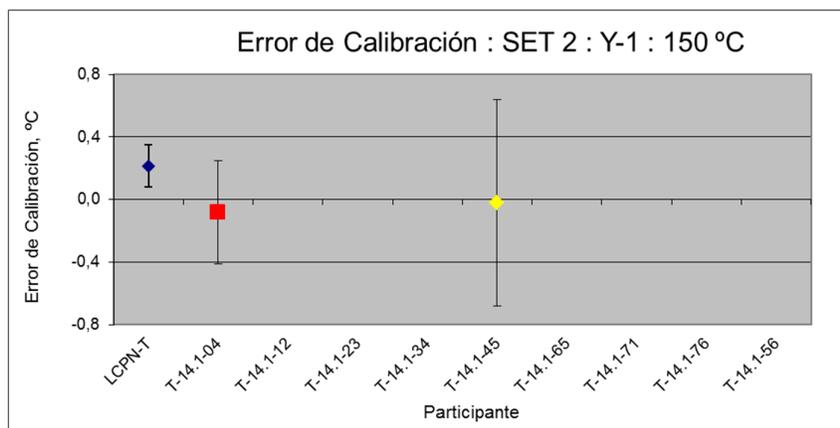


Figura 34

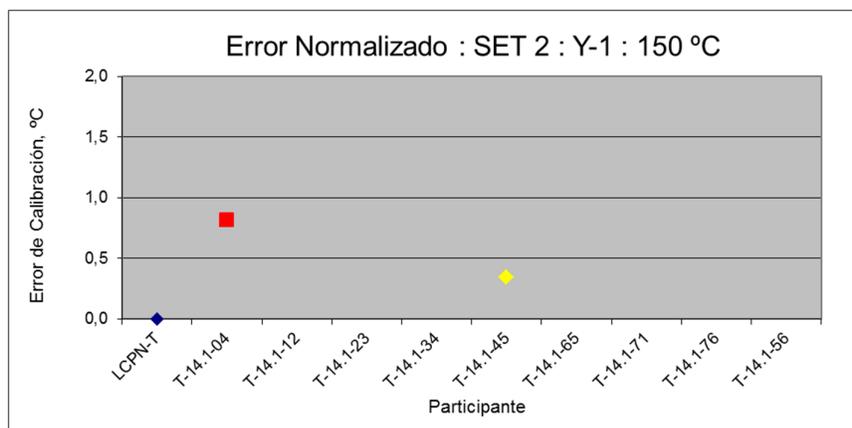


Figura 35

Y-1 : 190 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	190,203	190,020	0,182	0,134	0,00
T-14.1-04	190,0200	190,0000	0,0200	0,3300	0,46
T-14.1-12					
T-14.1-23					
T-14.1-34					
T-14.1-45	190,8000	190,8140	-0,0140	0,6600	0,29
T-14.1-65					
T-14.1-71					
T-14.1-76					
T-14.1-56					

Tabla 23

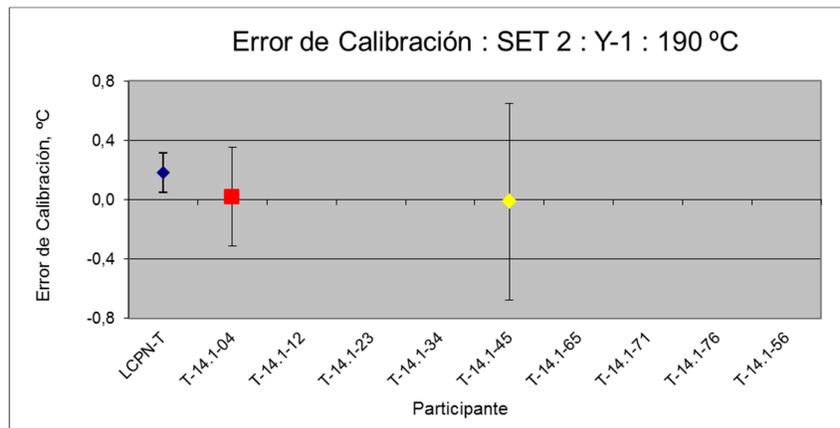


Figura 36

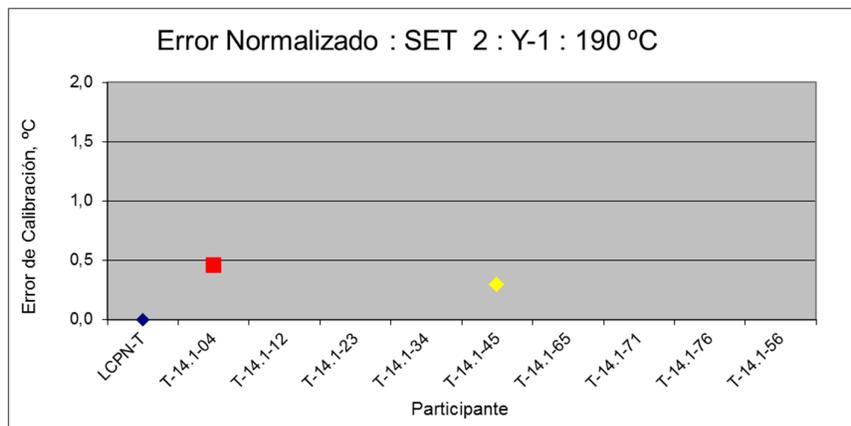


Figura 37

6.3.3 Resultados para el Set 3

X-3 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,040	0,000	0,040	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	0,1000	0,0000	0,1000	0,1000	0,53
T-14.1-34	1,7900	0,0118	1,7782	0,0629	20,83
T-14.1-45					
T-14.1-65	0,1000	0,0040	0,0960	0,1000	0,49
T-14.1-71					
T-14.1-76	0,0000	0,0100	-0,0100	0,5000	0,10
T-14.1-56					

Tabla 24

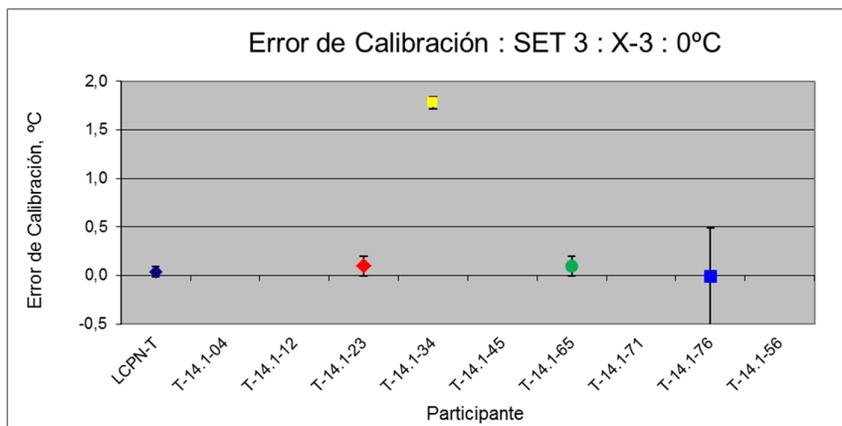


Figura 38

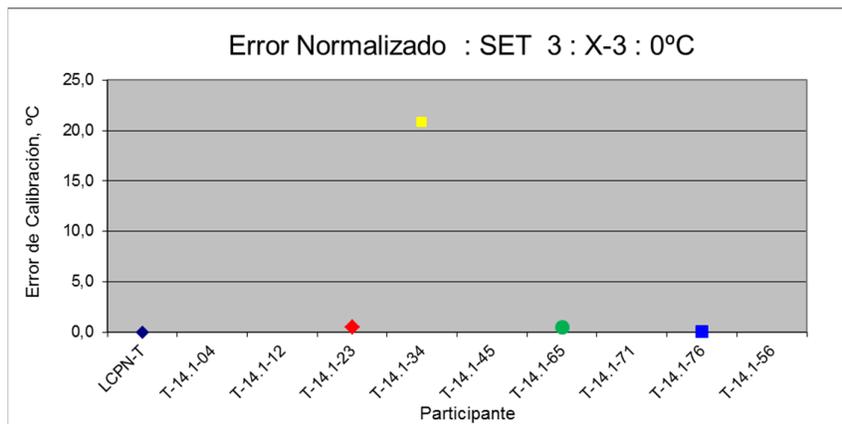


Figura 39

X-3 : -10 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	-10,090	-9,999	-0,090	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	-9,9000	-10,0000	0,1000	0,1000	1,67
T-14.1-34	-9,9000	-10,0230	0,1230	0,0629	2,56
T-14.1-45					
T-14.1-65	-10,0000	-9,9990	-0,0010	0,1000	0,78
T-14.1-71					
T-14.1-76	-10,0000	-10,0600	0,0600	0,5000	0,30
T-14.1-56					

Tabla 25

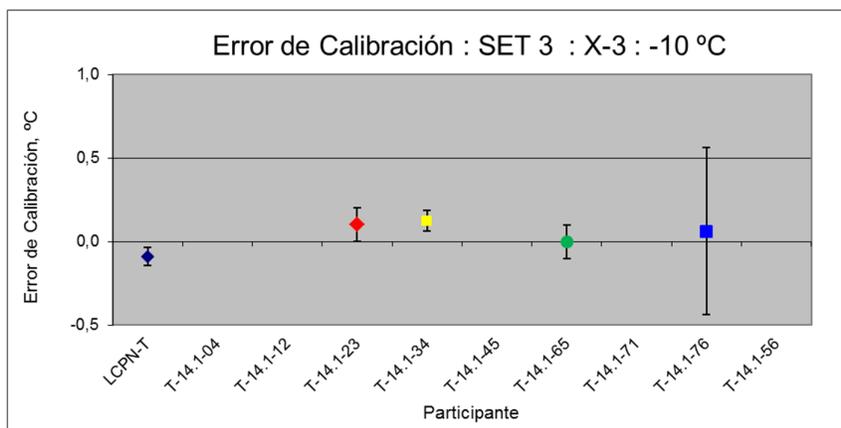


Figura 40

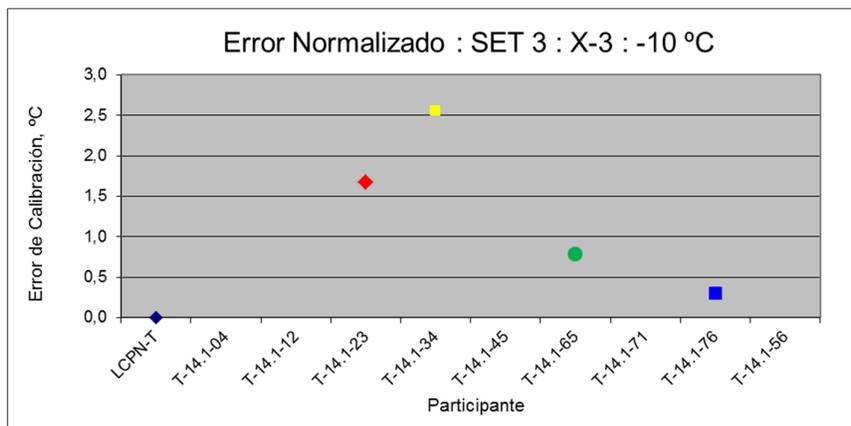


Figura 41

X-3 : -20 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	-20,124	-20,001	-0,123	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	-19,9000	-20,0000	0,1000	0,1000	1,95
T-14.1-34	-19,9000	-20,0315	0,1315	0,0629	3,05
T-14.1-45					
T-14.1-65	-19,9000	-19,9900	0,0900	0,1000	1,87
T-14.1-71					
T-14.1-76	-20,0000	-20,0800	0,0800	0,5000	0,40
T-14.1-56					

Tabla 26

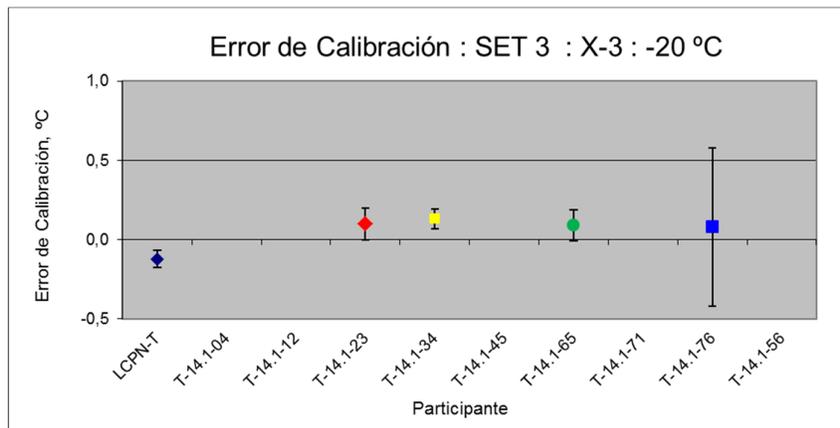


Figura 42

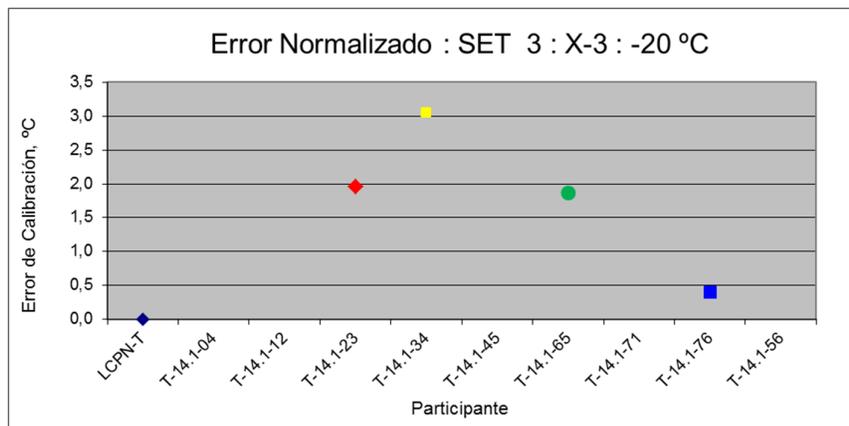


Figura 43

S-3 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,100	0,000	0,100	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,88
T-14.1-34	0,1000	-0,0032	0,1032	0,0629	0,04
T-14.1-45					
T-14.1-65	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,88
T-14.1-71					
T-14.1-76	0,0000	-0,0200	0,0200	0,5000	0,16
T-14.1-56					

Tabla 27

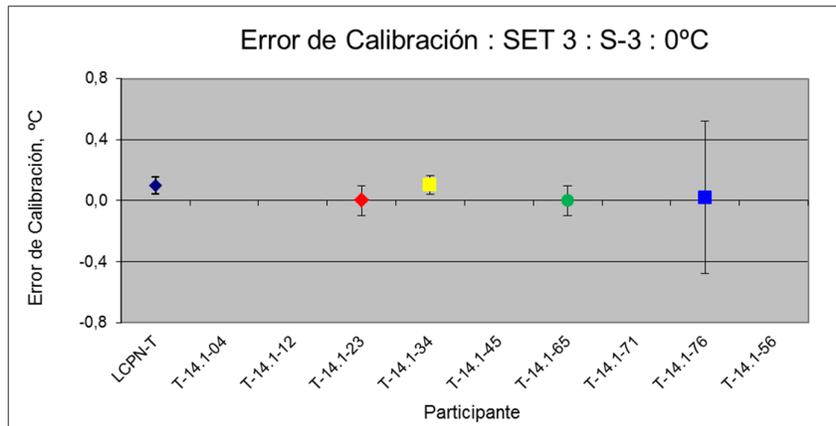


Figura 44

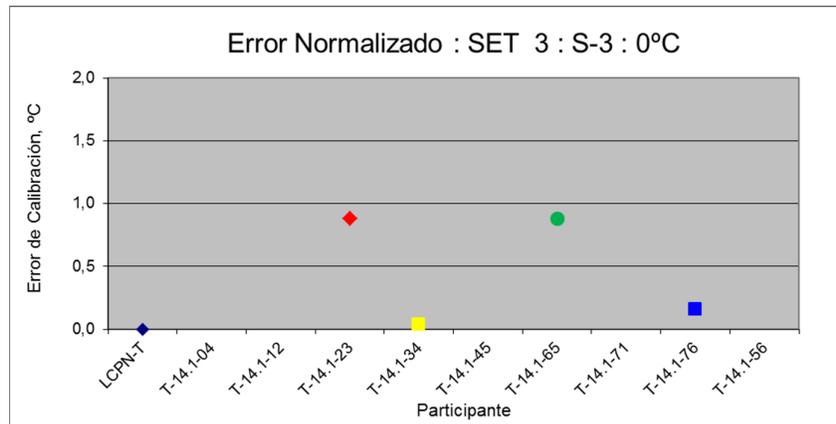


Figura 45

S-3 : 50 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	50,030	50,001	0,029	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	50,1000	50,0000	0,1000	0,1000	0,62
T-14.1-34	50,1000	49,9822	0,1178	0,0629	1,06
T-14.1-45					
T-14.1-65	50,1000	49,9970	0,1030	0,1000	0,65
T-14.1-71					
T-14.1-76	50,0000	49,9800	0,0200	0,4900	0,02
T-14.1-56					

Tabla 28

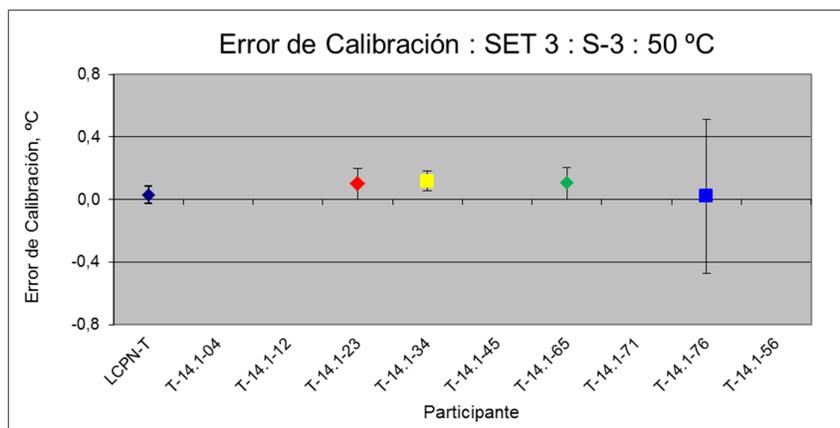


Figura 46

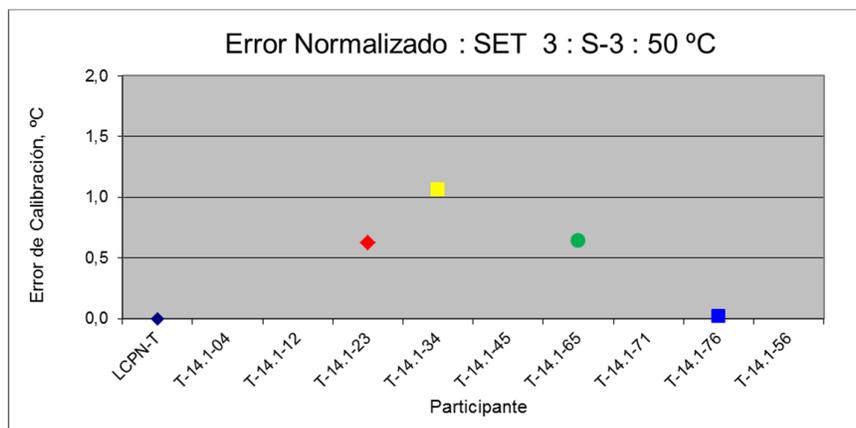


Figura 47

S-3 : 80 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	80,017	80,000	0,017	0,055	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	80,0000	80,0000	0,0000	0,1000	0,15
T-14.1-34	79,9100	79,9796	-0,0696	0,0629	1,04
T-14.1-45					
T-14.1-65	80,0000	80,0020	-0,0020	0,1000	0,17
T-14.1-71					
T-14.1-76	80,0000	79,9500	0,0500	0,5300	0,06
T-14.1-56					

Tabla 29

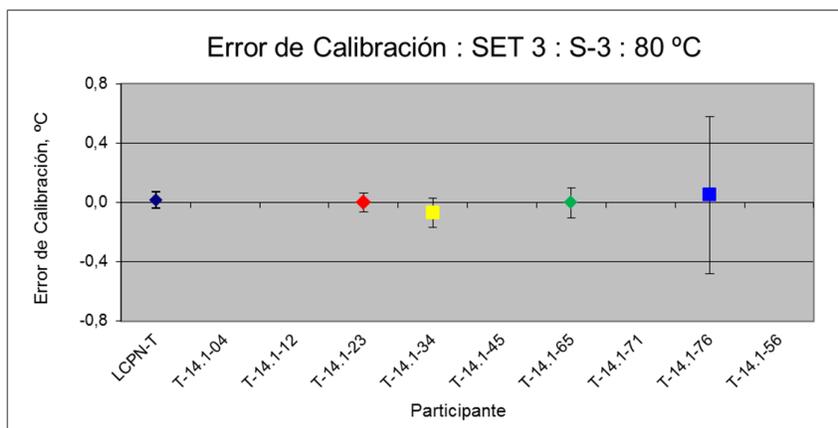


Figura 48

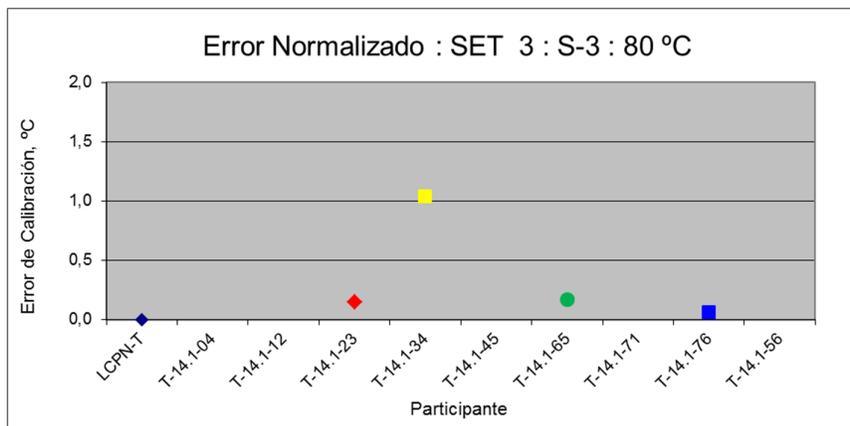


Figura 49

Y-2 : 0 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	0,000	0,000	0,000	0,110	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,00
T-14.1-34	0,2000	-0,0028	0,2028	0,1182	1,26
T-14.1-45					
T-14.1-65	0,0000	0,0000	0,0000	0,2100	0,00
T-14.1-71					
T-14.1-76	0,0000	-0,0400	0,0400	0,5400	0,07
T-14.1-56					

Tabla 30

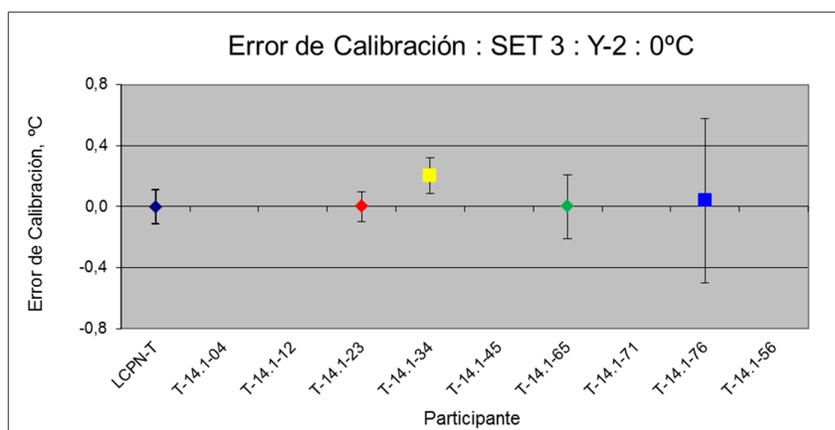


Figura 50

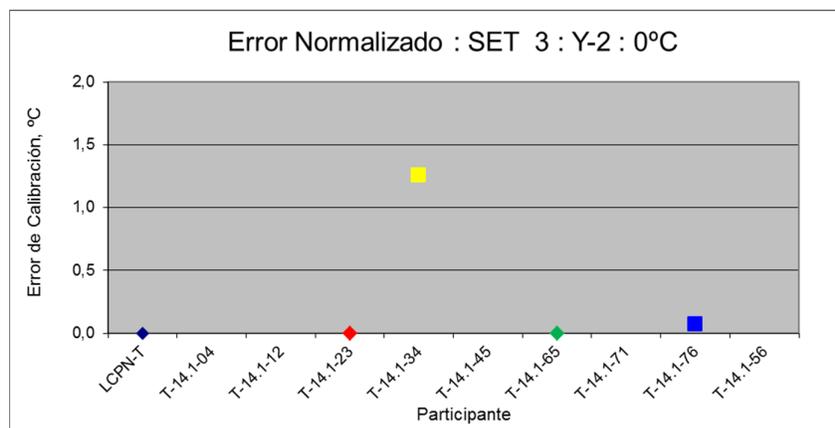


Figura 51

Y-2 : 150 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	150,214	150,001	0,213	0,134	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	150,2000	150,0000	0,2000	0,1000	0,08
T-14.1-34	150,2000	149,9795	0,2205	0,1182	0,04
T-14.1-45					
T-14.1-65	150,2000	150,0080	0,1920	0,2100	0,08
T-14.1-71					
T-14.1-76	150,1000	150,0500	0,0500	0,6800	0,24
T-14.1-56					

Tabla 31

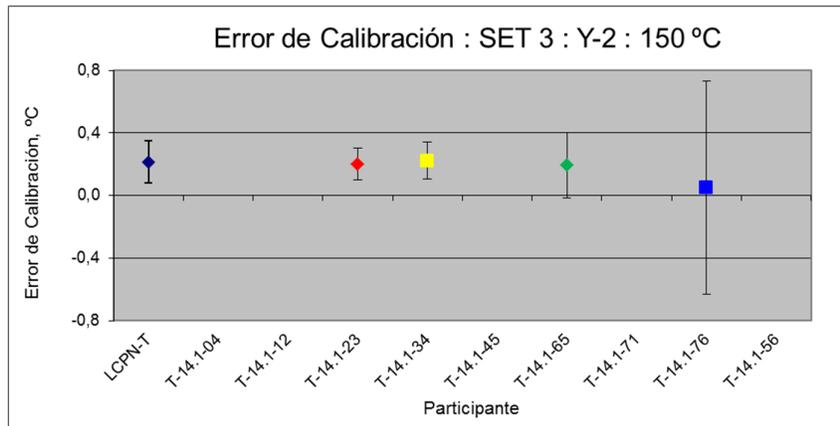


Figura 52

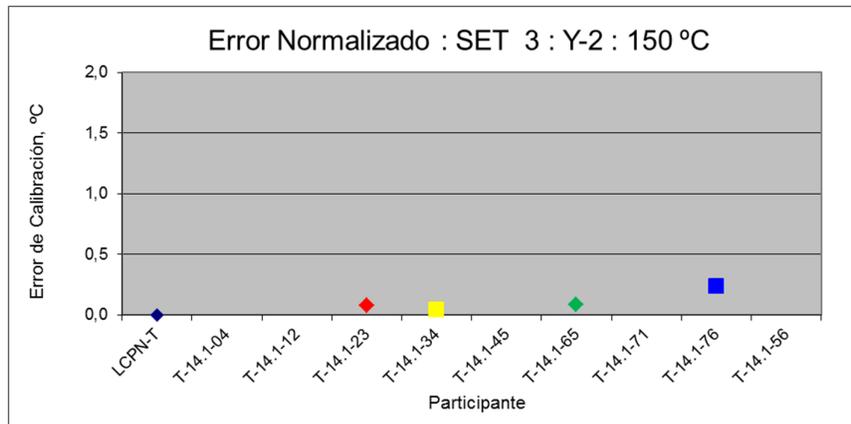


Figura 53

Y-2 : 190 °C					
	Calibr.	Patrón	Error	U (k=2)	EN
LCPN-T	190,203	190,020	0,182	0,134	0,00
T-14.1-04					
T-14.1-12					
T-14.1-23	190,4000	190,0000	0,4000	0,2000	0,90
T-14.1-34	189,8200	189,9811	-0,1611	0,1182	1,92
T-14.1-45					
T-14.1-65	190,1500	189,9800	0,1700	0,2100	0,05
T-14.1-71					
T-14.1-76	189,9000	189,9200	-0,0200	0,6400	0,31
T-14.1-56					

Tabla 32

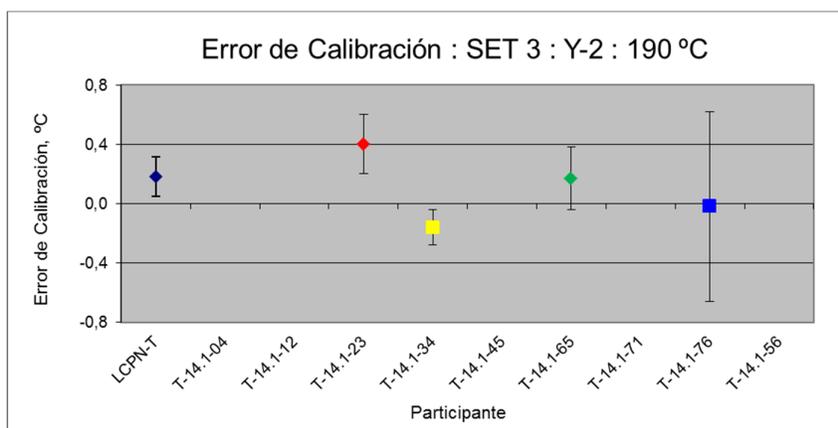


Figura 54

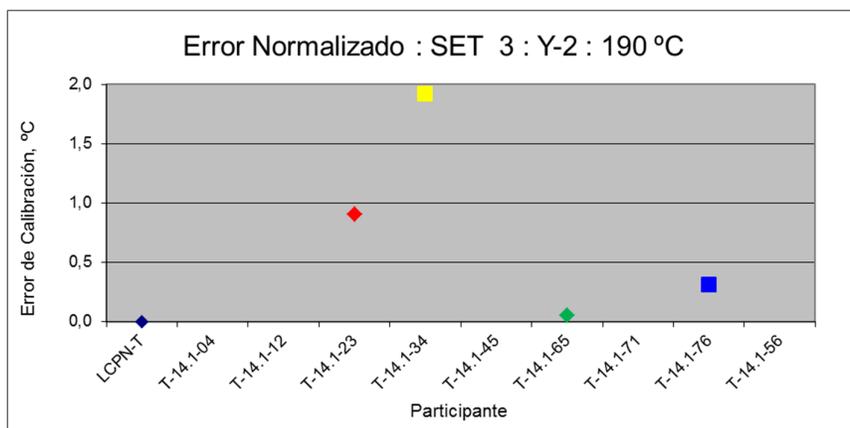


Figura 55

6.3.4 Observaciones a la T-14.1

6.3.4.1 Respecto a la información recibida de parte de los participantes (ver Tabla 33).

- No todos los participantes llenaron adecuadamente los formularios Excel anexos al Protocolo, “Resultados – TLV” y “Encuesta – TLV”.
- No todos los participantes usaron adecuadamente el número de cifras significativas para informar sus resultados.
- Dependiendo de la temperatura de medición, no todos los participantes realizaron corrección por columna emergente y cuando ésta fue calculada, solo algunos mostraron aplicar correctamente la corrección.

6.3.4.2 Respecto al Error Normalizado (ver Tabla 33).

- Se evidencia, luego del análisis de los resultados informados por los participantes, que los Errores Normalizados calculados están fuertemente influenciados por las incertidumbres informadas, dado que algunas están sobre-dimensionadas y otras sub-evaluadas.

6.3.4.3 Respecto a la incertidumbre de calibración informada por cada participante (ver Tabla 33).

- Todos los participantes informaron un valor de incertidumbre asociada a sus mediciones.
- No hay evidencia objetiva sobre la correcta definición de un modelo de medición, consistente con la calibración de termómetros de líquido en vidrio.
- Ningún participante evaluó todos los componentes de incertidumbre propuestos en el formulario Excel “Encuesta – TLV”.
- Algunos componentes en el cálculo de incertidumbre, considerados como fundamentales en el proceso de medición, no fueron evaluados por algunos participantes.

Tabla 33: Resumen observaciones a la T-14.1

Observación	Código participante EA T-14.1								
	04	12	23	34	45	65	71	76	56
¿Información solicitada fue entregada de manera adecuada?	S	N	S	S	N	S	S	N	N
¿Las cifras significativas de los resultados fueron correctas?	S	N	S	N	N	N	N	N	N
¿Realizó corrección por columna emergente?	S	N	S	S	N	S	S	S	S
¿La indicación corregida del TLV fue correcta?	S	¿?	S	N	¿?	S	N	N	N
¿Respecto a la mínima división de escala del TLV, la incertidumbre informada está sobre-dimensionada?	N	N	N	N	N	N	N	N	S
¿Respecto a la mínima división de escala del TLV, la incertidumbre informada está sub-evaluada?	N	N	N	S	N	N	N	N	N
¿Fueron evaluados todos los componentes de incertidumbre propuestos?	N	N	N	N	N	N	¿?	N	N
¿Fueron evaluados correctamente los componentes de incertidumbre propuestos?	N	N	S	N	N	N	¿?	N	¿?
¿Tuvo Errores Normalizados < 1?	8	8	7	2	6	8	2	9	6
¿Tuvo 1 < Errores Normalizados < 2?	1	1	2	4	1	1	2		
¿Tuvo Errores Normalizados ≥ 2?				3			2		

6.4 Resultados finales T-14.2 “Caracterización de Fuentes de Calor”

En las Tablas 34 y 35 y, en las Figuras 56 y 57 resumen los resultados informados por los laboratorios participantes del EA-2014, T-14.2.

6.4.1 Incubadora Memmert

Tabla 34: Resumen resultados T-14.2, temperatura nominal 40 °C

PARTICIPANTE	Indicador	Patrón	Error	U(k=2)	EN
LCPN-T	40,0	40,3	-0,3	0,6	0,0
T-14-02-03 ^{(1), (2), (3), (4), (7), (8), (9), (10)}	40,0	40,3	0,3	0,06	--
T-14-02-05 ^{(1), (2), (7), (10)}	40,0	40,8	-0,8	0,84	0,5
T-14-02-18 ^{(1), (2), (10)}	40,0	40,31	-0,31	0,89	0,0
T-14-02-26 ⁽⁷⁾	40,0	41,0	-1,0	1,2	0,5
T-14-02-41 ^{(1), (2), (3), (5), (7), (9), (10)}	40,0	40,3	-0,3	0,7	0,0
T-14-02-77 ^{(1), (2), (3), (6), (7), (9), (10)}	40,0	40,6	-0,6	0,45384	0,4

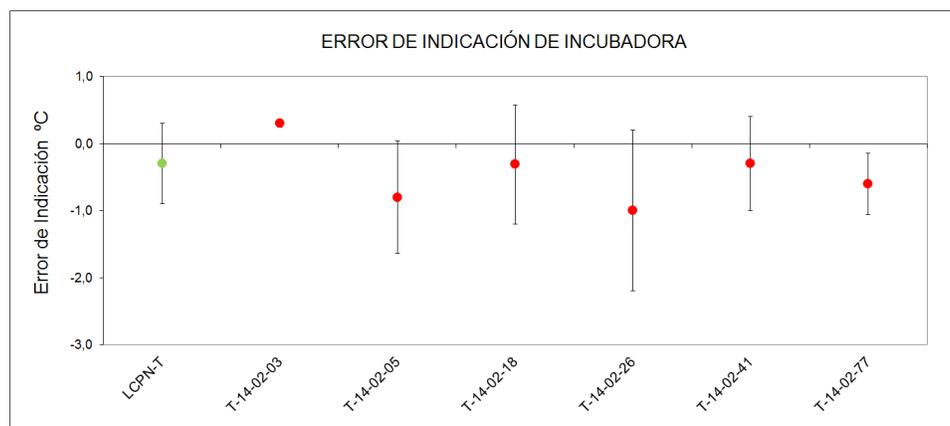


Figura 56: Error de indicación de la incubadora, informados por los laboratorios participantes

6.4.2 Estufa LabTech

Tabla 35: Resumen resultados T-14.2, temperatura nominal de 100 °C

PARTICIPANTE	Indicador	Patrón	Error	U(k=2)	EN
LCPN-T	100	99,6	0,4	3,7	0,0
T-14-02-03 ^{(1), (2), (3), (7), (8), (9), (10)}	100,0	101,3	-1,3	0,06	0,5
T-14-02-05 ^{(1), (2), (4), (10)}	100	100,3	0,3	5,24	--
T-14-02-18 ^{(1), (2), (10)}	100,0	101,1	-1,1	4,37	0,3
T-14-02-26 ⁽⁷⁾	100,0	100,3	-0,3	7,1	0,1
T-14-02-41 ^{(1), (2), (3), (5), (7), (9), (10)}	100	99,0	1,0	2,9	0,1
T-14-02-77 ^{(1), (2), (3), (6), (7), (9), (10)}	100,0	99,6	0,4	0,36176	0,0

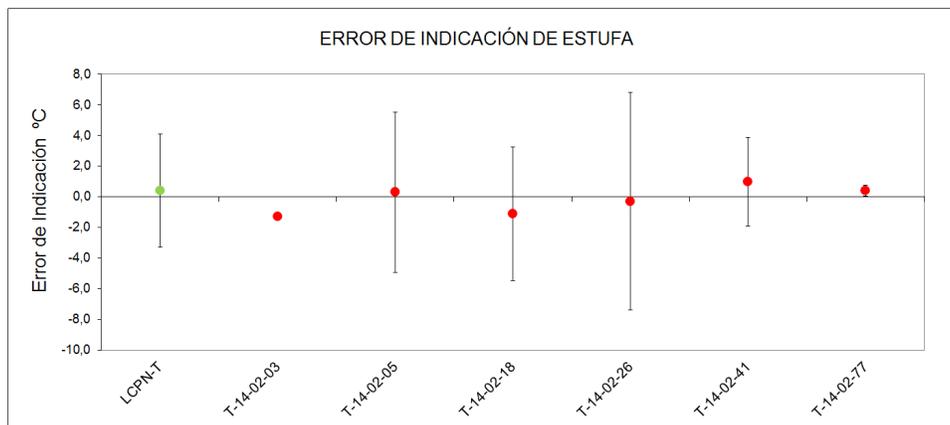


Figura 57: Error de indicación de la incubadora, informados por los laboratorios participantes

Nota: Los resultados informados en las tablas se muestran tal cómo fueron enviados por los participantes de la ronda.

OBSERVACIONES (Aquellas acompañadas de ©, son consideradas por el LCPN-T como críticas)	
(1)	El laboratorio NO discrimina el tiempo de medición total según las características de la fuente
(2) ©	El laboratorio NO utiliza una adecuada frecuencia de muestreo
(3) ©	El laboratorio NO utiliza una cantidad adecuada de sensores
(4)	El laboratorio NO calcula el error de indicación de la fuente de calor en forma adecuada
(5)	El laboratorio NO indica la configuración de sensores utilizada
(6)	El laboratorio NO expresa de forma adecuada la incertidumbre en términos de las cifras significativas
(7)	El laboratorio NO presenta coherencia entre $U(k=2)$ y las fuentes de incertidumbre informadas
(8) ©	El laboratorio NO estima la incertidumbre asociada a la estabilidad de la fuente
(9) ©	El laboratorio NO estima la incertidumbre asociada a la no homogeneidad de la fuente
(10)	El laboratorio confunde el valor asignado a una variable con la incertidumbre asociada a la variable

Nota: Para aquellos laboratorios que informaron erróneamente el error de indicación de la fuente de calor, no se procedió al cálculo del error normalizado, EN.

7. CONCLUSIONES

7.1 Respecto al EA T-14.1

- El proceso de calibración de termómetros de líquido en vidrio no es totalmente comprendido. Existen discrepancias en la aplicación de la corrección por columna emergente (cuando aplica) y en el cálculo de la incertidumbre asociada.
- Es necesario que los participantes de los EA organizados por la RNM apliquen correctamente el protocolo asociado al EA y que informen sus resultados de manera consistente, especialmente cuando el laboratorio está acreditado.
- Los participantes deben reforzar sus conocimientos técnicos en la calibración de termómetros de líquido en vidrio, así también en los cálculos asociados a la estimación de la incertidumbre.

7.2 Respecto al EA T-14.2

- En términos generales, los integrantes del LCPN-T consideran un éxito esta actividad en términos de su coordinación, ejecución y participación de los laboratorios, esencialmente dado que esta modalidad de EA es la primera vez que se realiza en la magnitud en Chile. En este sentido, damos los agradecimientos a la **Sección Metrología Ambiental y de Alimentos del Instituto de Salud Pública**, quienes pusieron a disposición de la ronda tanto las instalaciones como las fuentes de calor a caracterizar, y destinaron parte del tiempo de su personal en atender la organización de esta actividad.
- Tal como se esperaba, dado los altos valores de incertidumbres de las fuentes de calor asociadas a la estabilidad y no-homogeneidad, todos los participantes muestran valores del Error Normalizado menores a uno, en los casos que se calculó.
- No obstante lo anterior, lo esencial a la hora de caracterizar fuentes de calor consiste, entre otras cosas, en estimar las incertidumbres asociadas a su estabilidad y a su no-homogeneidad. Esto es debido a la utilidad que representa esta información para el usuario, dado que permite definir si el equipo es el adecuado para cumplir con los requisitos que exigen sus procesos. Aquellos laboratorios que no estiman estas incertidumbres no cuentan con lo mínimo para llevar a cabo este tipo de servicios.
- Para una correcta determinación tanto de la estabilidad como la no-homogeneidad de las fuentes de calor, es fundamental considerar tanto una cantidad adecuada de sensores como una correcta frecuencia de muestreo. Aquellos laboratorios que tienen problemas con estos puntos, deben revisar sus procedimientos para mejorar estos aspectos.
- El resto de las observaciones deben ser abordadas con la debida seriedad, sobre todo lo relacionado con aspectos básicos tales como el cálculo de error de indicación, el cálculo de incertidumbre, la presentación de los resultados y la entrega de los datos pedidos.

Juan Carlos Soto Rial
Sub-Jefe del LCPN-T

Mauricio Araya Castro
Jefe del LCPN-T

Santiago, 05 de diciembre de 2014