



INTI


Lic. Fernando Kornblit
Director
Departamento de Calidad
en las Mediciones
INTI



ÍNDICE

LISTA DE PARTICIPANTES	3
1. OBJETIVO	5
2. ALCANCE	5
3. DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD	5
4. REFERENCIAS	5
5. RESPONSABILIDADES	6
6. ELEMENTO ENVIADO	6
7. RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES	6
7.1. Datos enviados	6
8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	6
9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS	7
10. COMENTARIOS	7
ANEXO 1 - Tablas	8
ANEXO 2 - Gráficos	17

INTI



LISTA DE PARTICIPANTES

ALUAR ALUMINIO ARGENTINO

Ruta Nac. A010 S/N
Parque Industrial Pesado
Puerto Madryn, Chubut
Argentina

Austral Líneas Aéreas

Av. Costanera Rafael Obligado S/N
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

División Turbos S.R.L.

Av. Presidente Perón 9554
Ituzaingo, Buenos Aires
Argentina

INTI – Córdoba

Av. Vélez Sarsfield 1561
Córdoba, Córdoba
Argentina

Laboratorio de Calibraciones MASI - Ternium SIDERAR

Casilla de Correo 801
San Nicolás, Buenos Aires
Argentina

LAZOS S.R.L.

Conquistadores del Desierto S/N Manzana 2b lote 9
Neuquén, Neuquén
Argentina

LCGI SA

Rivadavia 370
Rafaela, Santa Fe
Argentina

Metrólogos Asociados S.R.L.

Calle N°314 1374
Ranelagh, Berazategui, Buenos Aires
Argentina

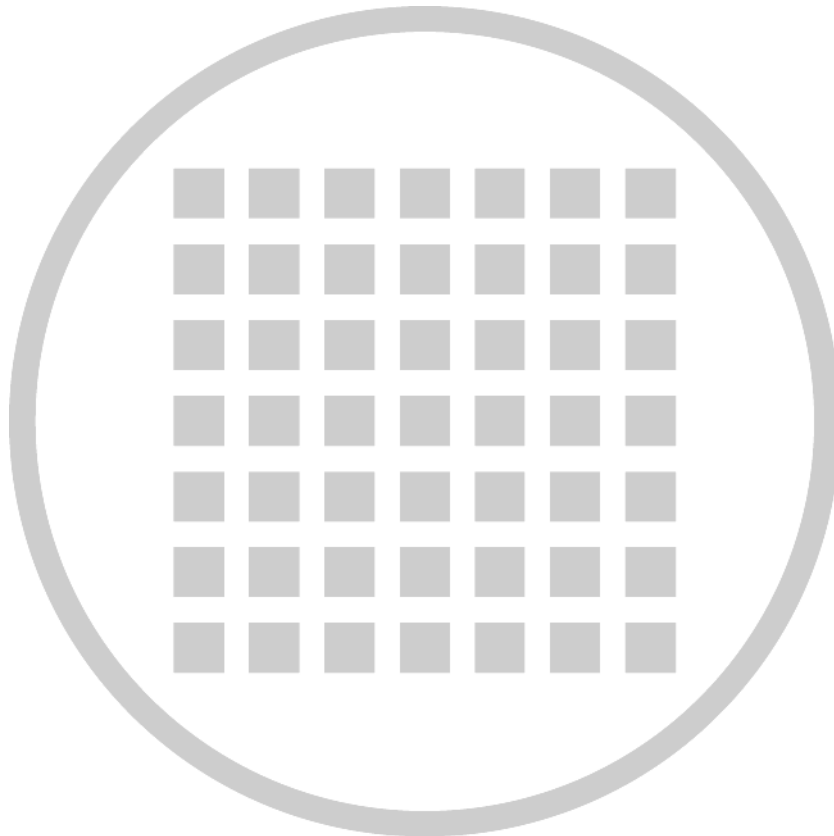
SICE - Servicios de Instrumentación y Control S.R.L.

Habana 2986, depto 2
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina

INTI

WEISZ Instrumentos S.A.
Oliden 2540
Lanús Oeste, Buenos Aires
Argentina

WIKA Argentina
Gral. Lavalle 3568
Villa Martelli, Vicente López, Buenos Aires
Argentina



INTI

1. OBJETIVO

Los ensayos de aptitud brindan al laboratorio la posibilidad de iniciar acciones de mejora y fomentar la eficacia de sus procesos, y demostrar competencia técnica en la realización de sus ensayos.

El objetivo del presente ensayo de aptitud es realizar una comparación de un termopar entre los distintos participantes y el laboratorio INTI – Física y Metrología

El presente informe detalla el desarrollo del proceso de organización, las metodologías estadísticas aplicadas, la evaluación de los datos y las conclusiones obtenidas.

2. ALCANCE

Se realizó la calibración de un termopar tipo S fabricado por INTI en el intervalo 300°C a 1100°C.

3. DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

El INTI preserva la confidencialidad de los participantes mediante la asignación de un código único elegido en forma aleatoria, el cual es sólo conocido por el propio participante. El tratamiento de los resultados y el informe de los mismos se realizan utilizando ese mismo número.

Se informa a cada participante el número que le fue asignado para el presente ensayo de aptitud.

El personal de INTI firma un compromiso de confidencialidad.

4. REFERENCIAS

1. ISO 13528:2015 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
2. ISO/IEC 17043 Conformity assessment — General requirements for proficiency testing.

3. NIST Monograph 175, Temperature-Electromotive Force Reference Functions and Tables for the Letter-Designated Thermocouple Types Base don the ITS-90.

5. RESPONSABILIDADES

El grupo técnico ejecutor fue integrado de la siguiente manera:

- Coordinador: Lic. Daniela Rodriguez Ierace (INTI – SAI)
- Experto técnico: Téc. Mariano Liste (INTI – Física y Metrología)
- Experto estadístico: Prof. Silvina Forastieri (INTI – SAI)

6. ELEMENTO ENVIADO

Se envió un termopar tipo S fabricado por INTI, identificado como 2CEFIS00.

Características:

Longitud de la vaina: 44 cm

Diámetro de la vaina: 8 mm

7. RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES

7.1. Datos enviados

Los datos enviados por los participantes pueden observarse en la tabla 1 del anexo 1.

En los gráficos 1 al 12 que se encuentran en el anexo 2, se muestran los errores calculados para los participantes con sus incertidumbres correspondientes y los valores de referencia obtenidos por el Centro de Metrología Física de INTI.

8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Como valores de referencia se tomó el valor promedio de las mediciones realizadas por Centro de Metrologia Fisica de INTI, los cuales se muestran en la tabla 2 del anexo 1 con sus respectivas incertidumbres.

Los métodos utilizados por los participantes se pueden observar en la tabla 3 del anexo 1.

Método utilizado por Centro de Metrología Física de INTI: por comparación con termopares patrones, en hornos con temperatura estabilizada, según procedimiento de calibración PEC09.

9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

Para evaluar el desempeño de los laboratorios participantes se utilizó el parámetro “En”, definido de la siguiente manera

$$E_n = \frac{X_i - X_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}}$$

X_i = Valor informado por el participante

X_{ref} = Valor de referencia (Centro de Metrología Física de INTI)

U_i = Incertidumbre informada por el participante

U_{ref} = Incertidumbre expandida del valor de referencia

Los valores del parámetro En así obtenidos pueden verse en la Tabla 4 del Anexo 1.

Es posible clasificar los resultados obtenidos por el participante de la siguiente forma:

$|E_n| < 1$ satisfactorio

$|E_n| \geq 1$ no satisfactorio

10. COMENTARIOS

El participante n°8 no informó en los valores solicitados, razón por la que se asignan las mismas correcciones que obtuvo en los valores medidos.

De requerir asistencia o asesoramiento posterior, o por apelaciones, dirigirse a interlab@inti.gob.ar.



INTI



Tabla 1
Datos enviados por los participantes

	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
Part N° 1	300	-	-	295,96	0,34
	400	-	-	396,91	0,31
	600	-	-	597,51	0,31
	800	-	-	798,70	0,31
	1000	-	-	1000,00	0,32
	1100	-	-	1101,35	0,77

	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
Part N° 2	300	2318	11	-	-
	400	3251	12	-	-
	600	5228	10	-	-
	800	7331	11	-	-
	1000	9572	12	-	-
	1100	-	-	-	-

	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
Part N° 3	300	2311	13	298,7	1,4
	400	3244	14	398,4	1,4
	600	5217	14	597,9	1,4
	800	7322	16	797,9	1,5
	1000	9566	20	998,2	1,7
	1100	-	-	-	-



	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
Part Nº 4	300	n/a	n/a	299,640	0,877
	400	n/a	n/a	400,410	0,877
	600	n/a	n/a	fuera de alcance	fuera de alcance
	800	n/a	n/a	fuera de alcance	fuera de alcance
	1000	n/a	n/a	fuera de alcance	fuera de alcance
	1100	n/a	n/a	fuera de alcance	fuera de alcance

	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
Part Nº 5	300,68	2320,2	4,9	-	-
	400,92	3256,1	5,0	-	-
	599,7	5222,1	7,5	-	-
	802,3	7338	22	-	-
	999,9	9548	29	-	-
	1100,6	10721	30	-	-

INTI



Part N° 6	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
	300	2326	20	300,3	1,8
	400	3254	20	399,4	1,8
	600	5215	30	597,7	2,7
	800	7309	40	796,7	3,6
	1000	9539	46	995,8	4,2
	1100	-	-	-	-

Part N° 7	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
	300	No informa	No informa	No informa	No informa
	400	No informa	No informa	No informa	No informa
	600	No informa	No informa	No informa	No informa
	800	No informa	No informa	No informa	No informa
	1000	No informa	No informa	No informa	No informa
	1100	No informa	No informa	No informa	No informa

INTI



Part N° 8	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicaci ón del termopa r t/°C	Incert exp (95%) t/°C
	302,61	-	-	301,7	0,8
	399,00	-	-	399,2	0,9
	600,00	-	-	600,6	1,2
	800	-	-	-	-
	1000	-	-	-	-
	1100	-	-	-	-

Part N° 9	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicaci ón del termopa r t/°C	Incert exp (95%) t/°C
	300	-	-	298,84	1,30
	400	-	-	398,77	1,36
	600	-	-	598,67	1,68
	800	-	-	-	-
	1000	-	-	-	-
	1100	-	-	-	-

Part N° 10	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp /°C	Indicación del termopar fem/ μ V	Incert exp (95%) fem/ μ V	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
	550	4685,0	10,0	544,8	1,0
	600	5208,9	10,3	596,7	1,0
	650	5731,1	10,7	647,7	0,9
	800	7336,2	11,0	799,6	0,9
	950	9025,8	11,8	952,1	1,1



Part N° 11	Resultados en fem			Resultados en temperatura	
	Temp °C	Indicación del termopar fem/μV	Incert exp (95%) fem/μV	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
	300	2306	14	298,1	1,2
	400	3240	18	398,0	1,5
	600	5225	24	598,7	2,0
	800	na	na	na	na
	1000	na	na	na	na
	1100	na	na	na	na

Tabla 2
Valores de referencia INTI

Temp °C	Resultados en fem		Resultados en temperatura	
	Indicacion del termopar fem/μV	Incert exp (95%) fem/μV	Indicación del termopar t/°C	Incert exp (95%) t/°C
300	2312,65	5,9	298,88	0,7
400	3247,90	6,4	398,80	0,7
600	5224,33	9,0	598,60	0,9
800	7328,08	12,6	798,45	1,1
1000	9569,20	13,0	998,45	1,1
1100	10741,30	16,1	1098,75	1,3

INTI

Tabla 3
Métodos enviados por los participantes

N° Part	Descripción de todo el instrumental utilizado	Descripción detallada de la metodología empleada
1	TERMOCUP176-Termocupla tipo S Fluke modelo 5650 MULDIF97-Multímetro digital HP34420 TERDIG6-Termómetro digital Hart Scientific. Modelo 1522 MED973-Termohigrómetro Fluke – Modelo 971	Procedimiento interno N3-PCA-1MASI-711
2	Termopar tipo S patrón, multímetro Agilent mod. 34401A, horno cilíndrico de eje horizontal con controlador Honeywell y bloque equalizador de Inconel	Metodología descrita en el procedimiento PE-LEM.02.01
3	<ul style="list-style-type: none"> - Bloque seco marca WIKA, modelo CTD 9100-1100. - TC tipo “S” marca WIKA N°22. - Multímetro marca Agilent, modelo 34401^a, N°78 	Se calibró según el procedimiento N° 103 “Calibración de termocuplas”
4	Horno de bloque seco HART SCIENTIFIC mod:9123 (LA-016)/ termómetro FLUKE 1524 (TAG LZ-096)	Comparación directa
5	Para la calibración del termopar hasta temperaturas de 600°C, se utilizó un horno calibrador de eje horizontal con profundidades de inmersión de aprox. 38 cm, y para temperaturas superiores, se utilizó un horno calibrador de eje vertical con profundidad de inmersión de aprox. 15 cm. Para los valores de temperatura de (300 y 400)°C se utilizó como patrón un termómetro de resistencia de platino. Para temperaturas superiores se utilizó como patrón un termopar tipo S con junta externa de referencia. Las mediciones de referencia eléctrica y f.e.m. fueron realizadas utilizando adquirentes de datos calibrados contra los patrones de referencia del laboratorio.	Comparación con patrones, de acuerdo al procedimiento interno PE38 calibración de termocuplas.
6	Horno “Omega” Modelo LMF-3550 2 termocuplas de referencia tipo “N”. Multímetro “Fluke”, modelo:88845 ^a Junta fría de agua destilada	Se colocaron las dos vainas patrones tipo “N” y la termocupla incógnita tipo “S” dentro del horno utilizando un bloque homogeneizador de INCONEL. Se utilizó la junta fría con agua destilada para realizar las mediciones sobre el



		multímetro calibrado
7	-	-
8	2PT100 1 indicador con termocupla 1 horno de lecho seco 1 multímetro patrón de 6 ½ Y multímetro de 8 ½	Para 300°C se utilizó 2 pt 100 concentrados a un Multímetro de 6 ½ y un horno de lecho seco como medio de transferencia de temperatura y con un multímetro de 8 ½ se obtuvo el valor en mV del termopar S. Para 400 y 600 se cambió a un indicador con termocupla y el horno de lecho seco como medio de transferencia y con un multímetro de 8 ½ se obtuvo el valor en mV del termopar S
9	Se utilizaron dos PRT Hart Scientific/Fluke modelo 5626, un multímetro digital Hewlett Packard 3457 ^a y un nanovoltímetro Keithley 2182A	Procedimiento interno IDC 20-514. Se introdujo el termopar (midiendo el fem con e 2182A) y una PRT patrón 5626 (midiendo su R con el 3457A) en un horno de bloque seco estabilizando el medio isoterma a las temperaturas medidas y llevando la JF del termopar a 0°C en otro horno de bloque seco monitoreando el 0°C (cero) con otra PRT.
10	Patrón de trabajo: Termocupla S DMEITR0526, Marca ROSEMOUN, s5113022 c/junta fría Multímetro: marca Agilent, modelo 34420 ^a , s/US36003013, Rango 0 a 100mV Horno de calibraciones: marca HERAEUS c/distribuidor cerámico	La metodología empleada responde a la A-IT-05012 Calibración de Termopar Patrones de Trabajo Tipo S y A-PE-08266 Procedimiento de Calibración Termopar Tipo S.
11	Horno bloque seco Fluke 9144 Sensor de temperatura Fluke 9144 Termómetro Testo 735 con termocupla tipo K Agilent 34972 ^a (para conectar la termocupla tipo S) Baño termostatzado Fluke 7103	Según procedimiento PE 18. Por comparación de la medición entregada por el instrumento bajo calibración contra indicación de horno de calibración. Se conecto el instrumento bajo calibración (termocupla tipo S) a la unidad de adquisición de datos Agilent 34792 ^a . Se colocó la junta fría en baño termostatzado Fluke 7103. Se verificó la medición también con termocupla tipo K conectada al termómetro Testo 735



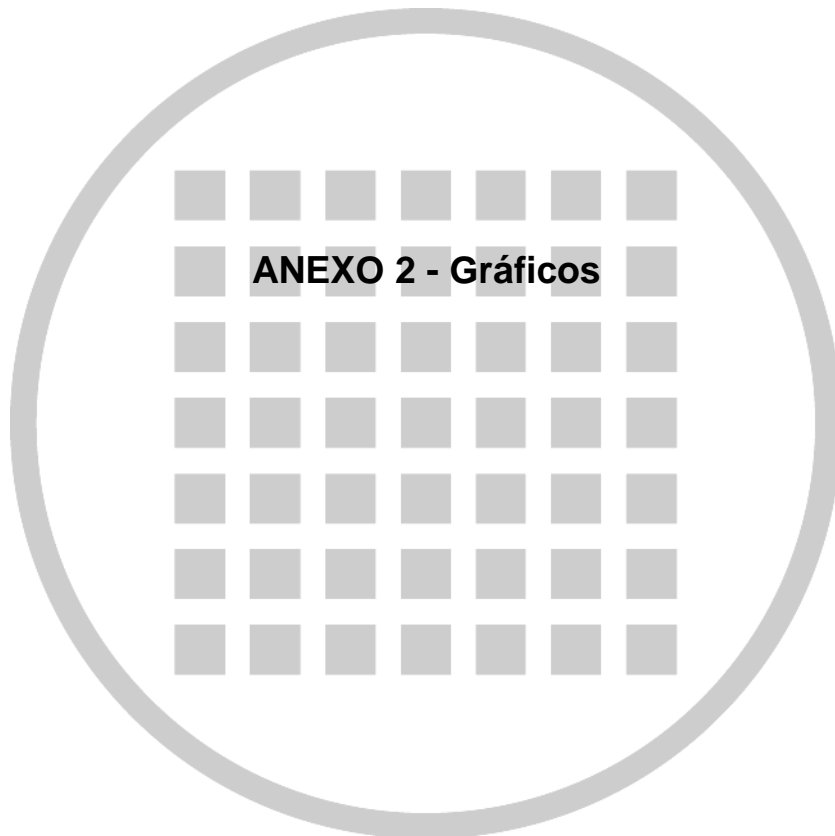
Tabla 4
En

En (fem)

Temp °C	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11
300	-	0,4	-0,1	-	0,2	0,6	-	-	-	-0,4
400	-	0,2	-0,3	-	-0,1	0,3	-	-	-	-0,4
600	-	0,3	-0,4	-	0,1	-0,3	-	-	-1,1	0,0
800	-	0,2	-0,3	-	-0,6	-0,5	-	-	0,5	-
1000	-	0,2	-0,1	-	-0,6	-0,6	-	-	-	-
1100	-	-	-	-	-0,8	-	-	-	-	-

En (°C)

Temp °C	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11
300	-1,9	-	-0,1	0,7	-	0,7	0,2	0,0	-	-0,6
400	-0,5	-	-0,3	1,4	-	0,3	1,2	0,0	-	-0,5
600	0,5	-	-0,4	-	-	-0,3	1,3	0,0	-1,4	0,0
800	1,6	-	-0,3	-	-	-0,5	-	-	0,8	-
1000	2,8	-	-0,1	-	-	-0,6	-	-	-	-
1100	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-



INTI

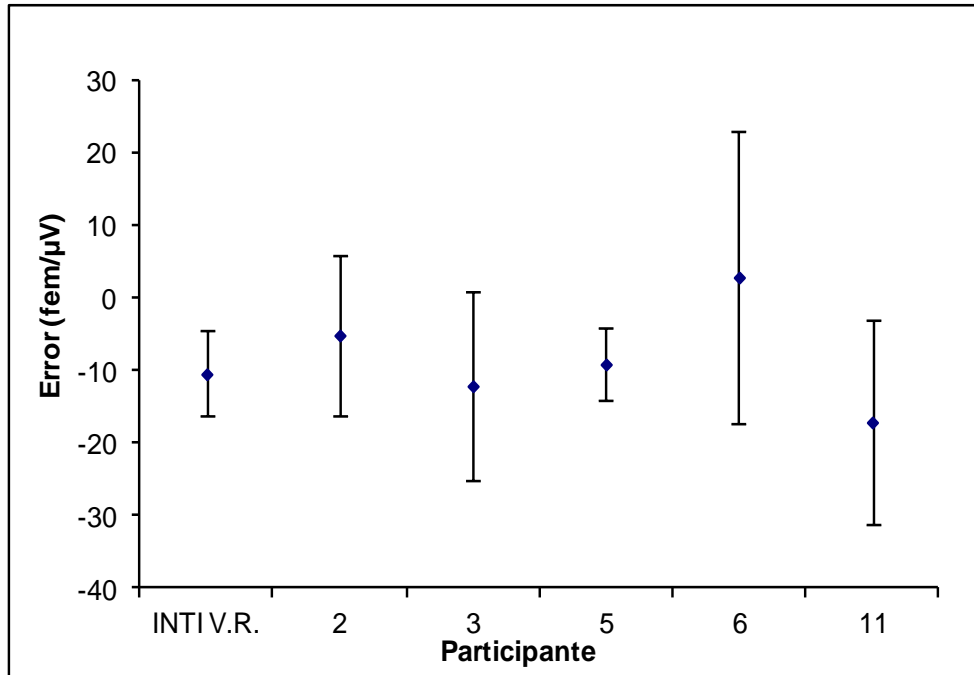
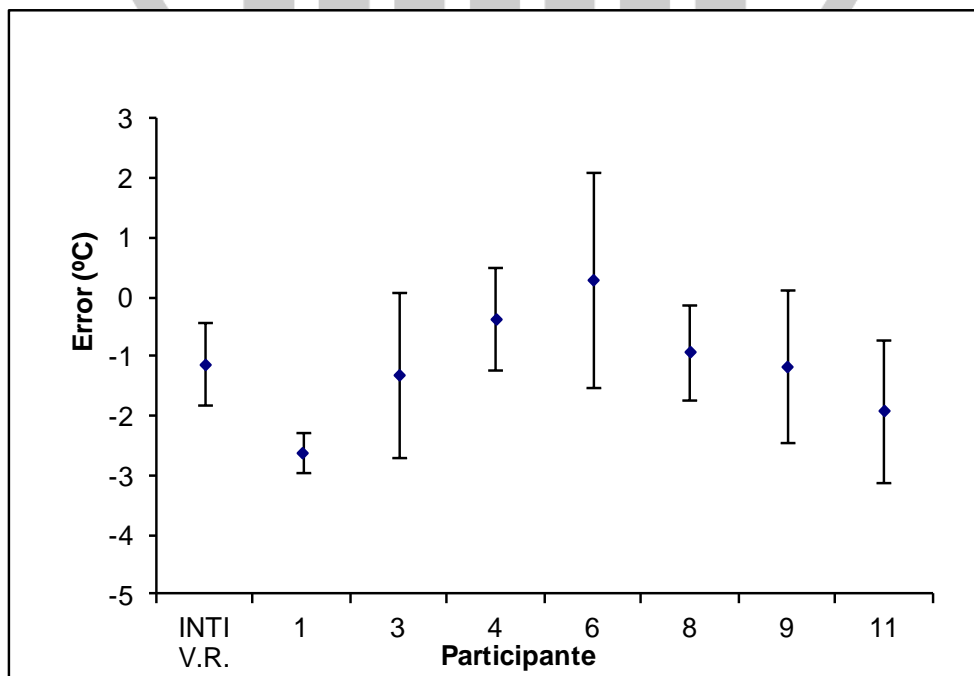
Gráfico 1 – 300°C (en fem)

Gráfico 2 – 300°C (en temperatura)


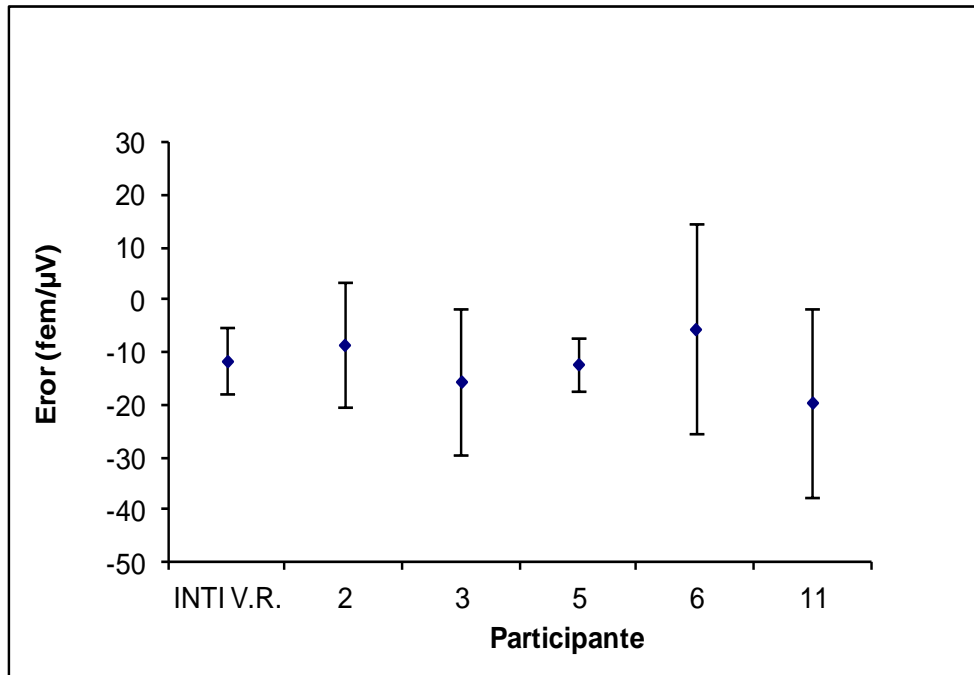
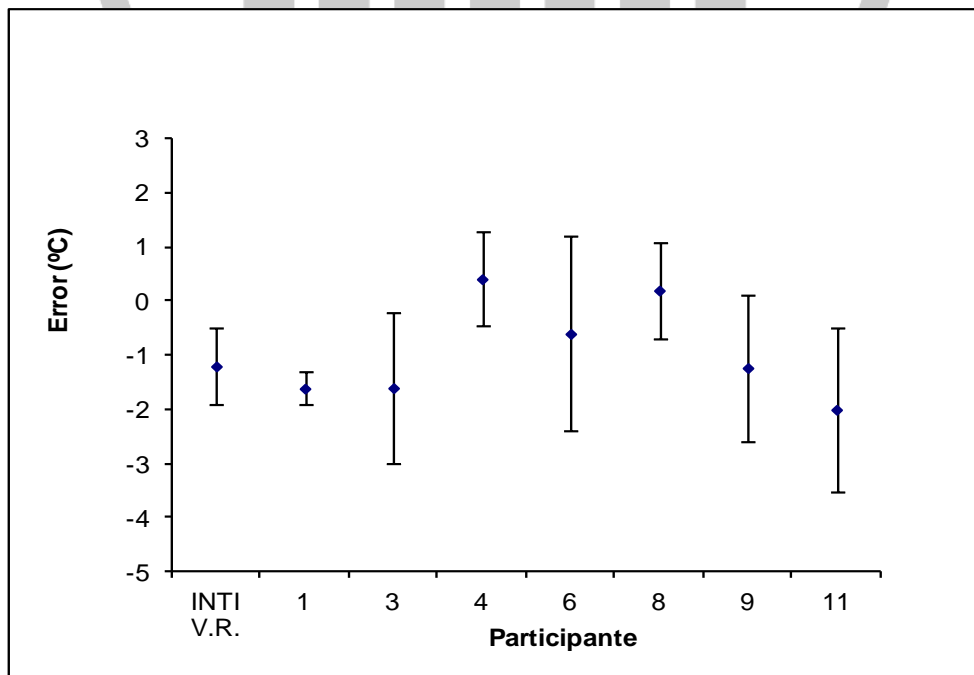
Gráfico 3 – 400°C (en fem)

Gráfico 4 – 400°C (en temperatura)


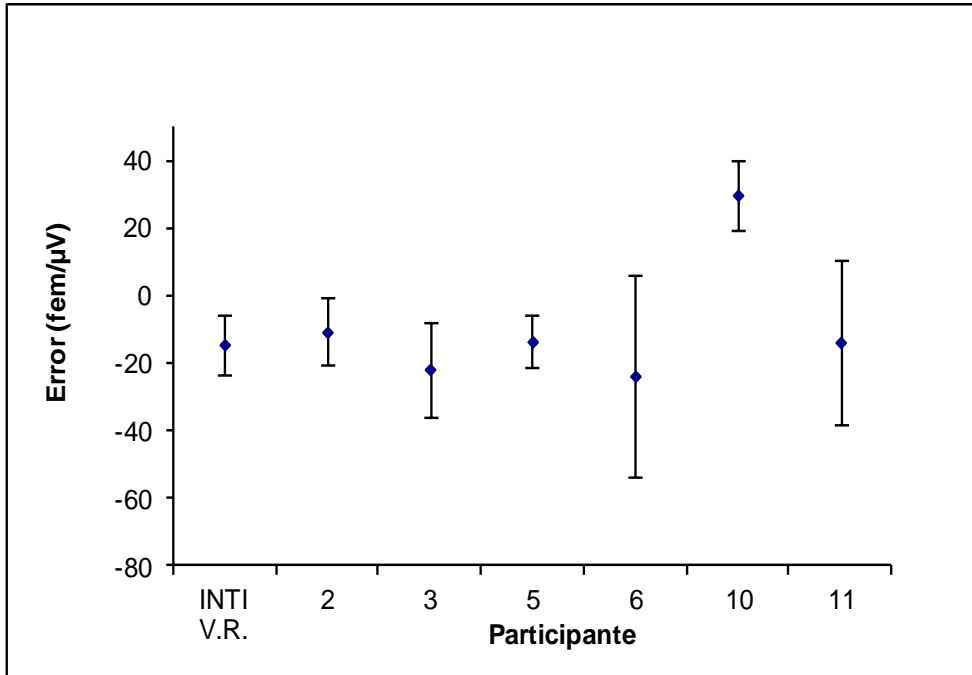
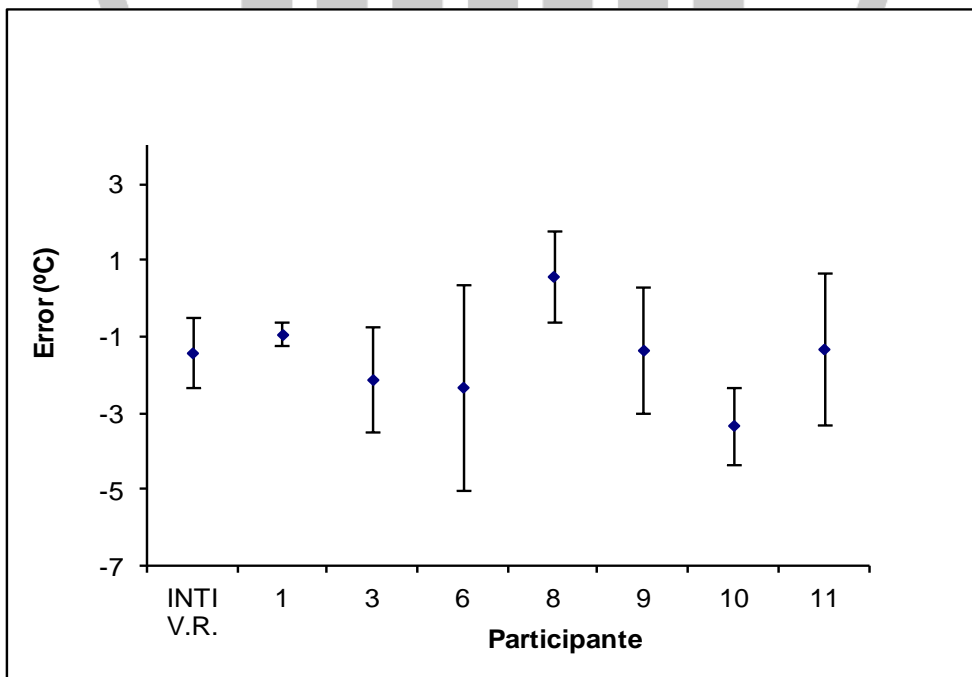
Gráfico 5 – 600°C (en fem)

Gráfico 6 – 600°C (en temperatura)


Gráfico 7 – 800°C (en fem)

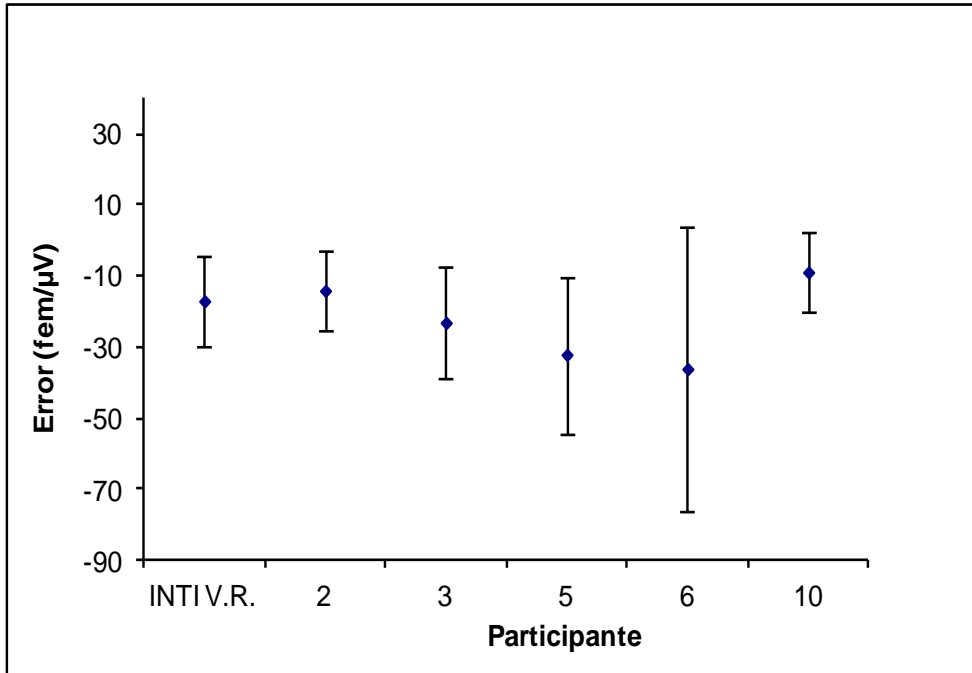


Gráfico 8 – 800°C (en temperatura)

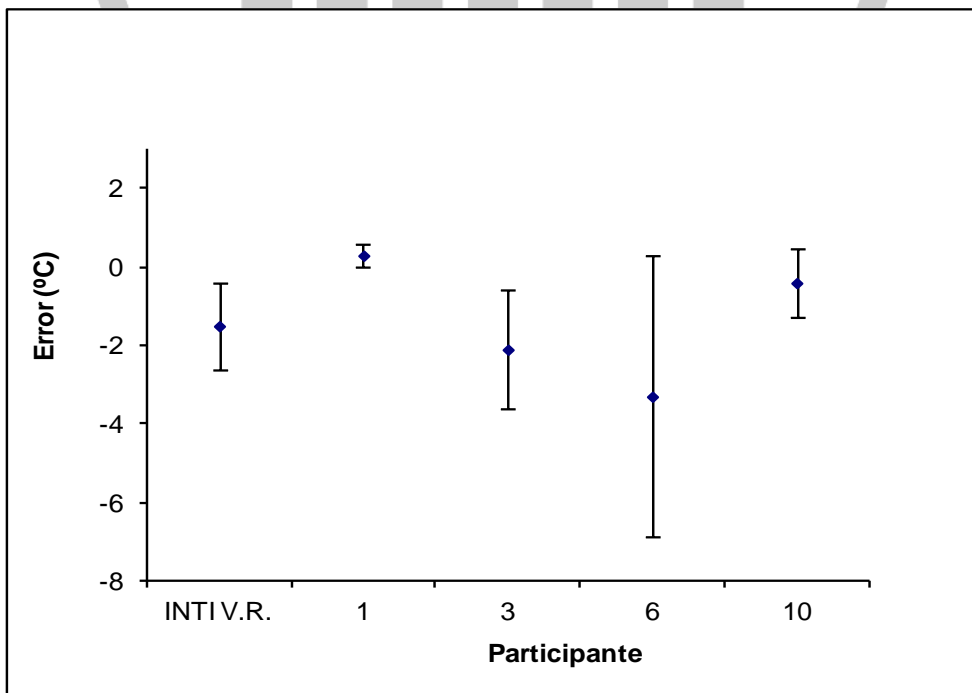


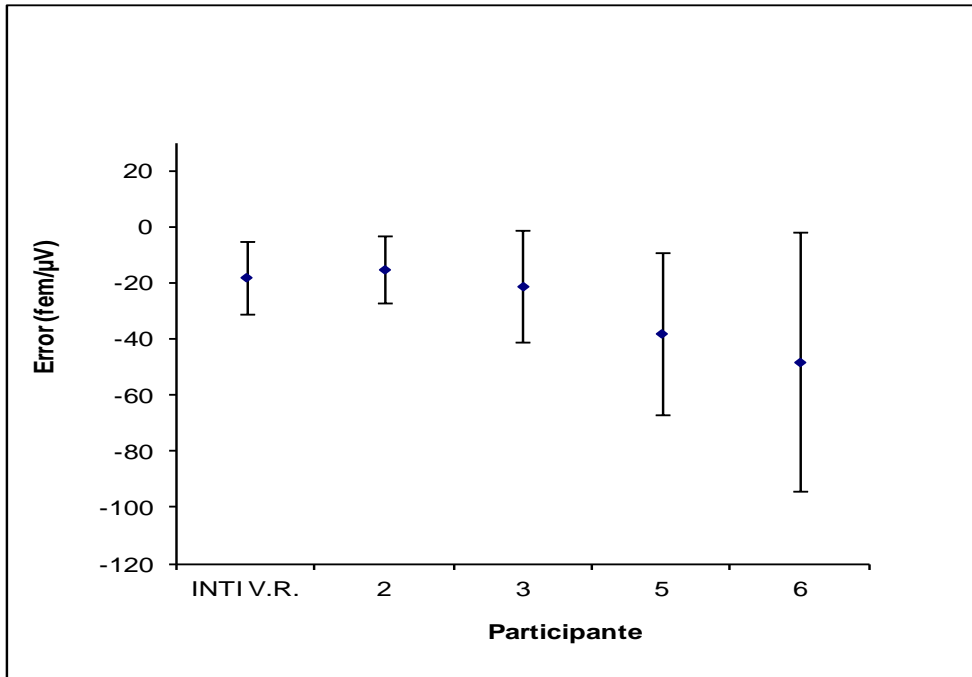
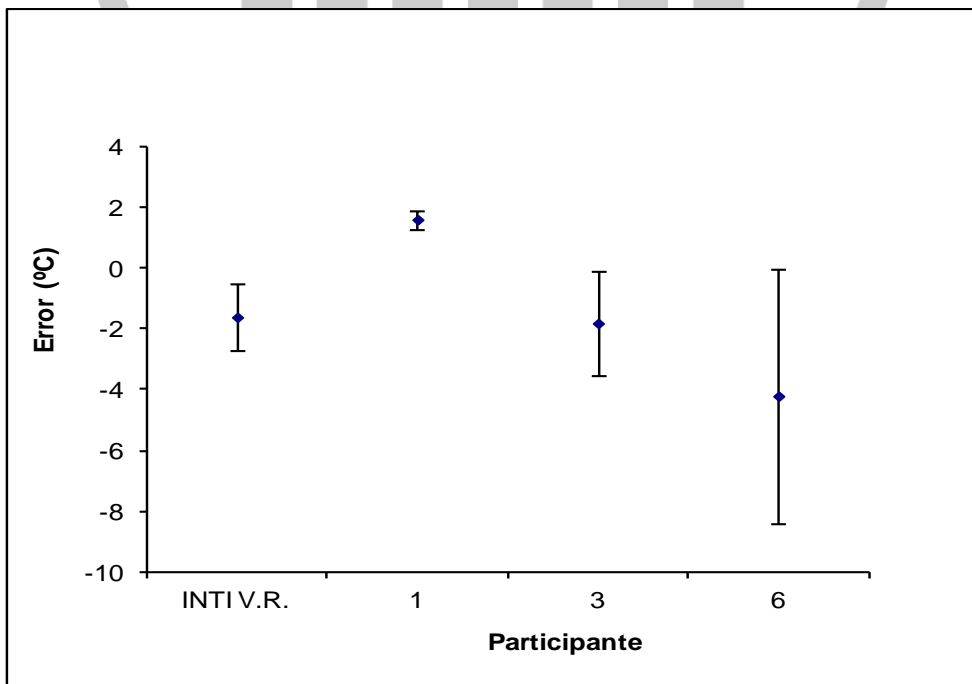
Gráfico 9 – 1000°C (en fem)

Gráfico 10 – 1000°C (en temperatura)


Gráfico 11 – 1100°C (en fem)

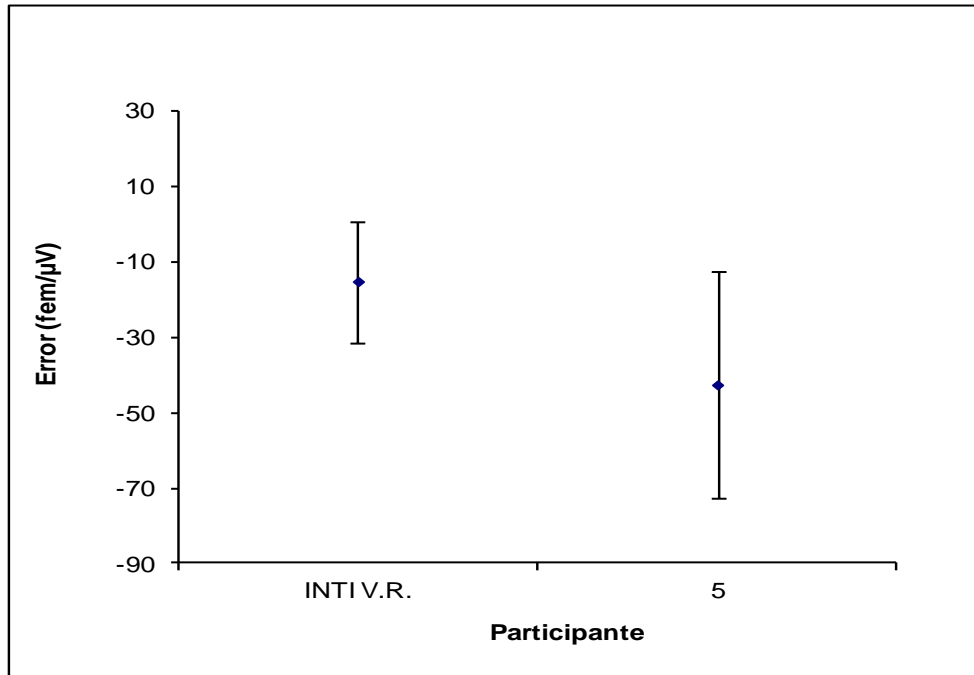


Gráfico 12 – 1100°C (en fem)

