



**RED NACIONAL DE METROLOGÍA
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES**

MAGNITUD PAR TORSIONAL

**INFORME FINAL
ENSAYO DE APTITUD
PT-24-I**

**CALIBRACIÓN DE TRANSDUCTOR DE PAR TORSIONAL
INTERVALO DE MEDICIÓN DE (200 a 1000) N·m.
SENTIDO HORARIO.**

Enero de 2025



INDICE

1. Introducción.
2. Nombre del Programa.
3. Objetivo.
4. Organización.
5. Patrón Utilizado en Ensayo.
6. Valor de Referencia.
7. Informe de Resultados.
8. Resultados Obtenidos Laboratorios Participantes.
9. Análisis de Resultados.
10. Conclusiones.
11. Comentarios.
12. Agradecimientos.
13. Referencias.



1. INTRODUCCIÓN

Durante el Año 2024 se organizó un ensayo de aptitud en calibración de un transductor de par torsional, dirigido y ejecutado en conjunto por el Instituto Candidato de Par Torsional, de ASMAR Talcahuano y la unidad de supervisión y coordinación de la Red Nacional de Metrología del INN.

Nombre del Programa

Ensayo de Aptitud Nacional de Par Torsional (EA-PT-24-I).

2. OBJETIVOS

- a. Determinar la proximidad de concordancia de los resultados de calibración de una llave dinamométrica digital de los Laboratorios de Calibración. Los parámetros por evaluar en este ensayo son el error y la incertidumbre del instrumento bajo calibración (IBC) respecto a los valores de referencia.
- b. Evaluar el método de calibración de acuerdo con la norma Guía española CEM, procedimiento ME-013, edición digital 3.2019, “Calibración de instrumentos de medida de par eléctricos”.

3. ORGANIZACIÓN

El ensayo de aptitud se llevó a cabo desde el 02 de septiembre hasta el 24 de septiembre de 2024.

Participantes de EA-PT-24-I.

- ID-PT-ASMAR (T)
- IDIC
- ENAER
- ROSTEK
- METROCAL
- SERVICIO DE METROLOGÍA INTEGRAL
- ASMAR TALCAHUANO (LC-095)

4. PATRÓN VIAJERO

- a. Transductor de Par Torsional de las siguientes características:



Nombre del instrumento : Transductor de Par Torsional.
Marca : Tonichi.
Modelo : ST1000N3-G-BT
Número de serie : 708099J
Intervalo de Medición : (200 a 1000) N·m.
Exactitud : ± 1 % Lectura.
Resolución : 1,0 N·m.
Acople : 25,4 mm (acoplamiento hembra y macho (Tipo Fijo)).



- b. El instrumento patrón utilizado en el EA-PT-24-I, fue un sistema primario de par torsional. Para efectos de este ensayo, fue caracterizado en el intervalo de medición (100 a 800) N·m.

Nombre del instrumento: Sistema Primario de Par Torsional
Marca: SNAP-ON / ASMAR (T)
Modelo: TTC-210
Número de serie: 1756892
Intervalo de Medición: (100 a 1000) N·m
Incertidumbre: (0.07) % Lectura
Resolución: 0.001 N·m
Trazabilidad: ASMAR (T)



5. INFORME DE RESULTADOS.

Los resultados fueron enviados por los Laboratorios de Calibración participantes, en una planilla Excel enviada junto al protocolo, objeto homogenizar la entrega de resultados.

6. VALOR DE REFERENCIA.

El laboratorio piloto, determinó los valores de referencia e incertidumbres asociadas, a través de 03 mediciones realizadas antes de iniciar el ensayo y 03 mediciones realizadas al final del proceso, por cada punto de medición.

También se realizó una caracterización del sistema primario de par torsional, en los puntos de interés (200, 400, 600, 800 y 1000) N·m, con el objetivo de conocer el comportamiento del sistema de medición, con un patrón secundario, compuesto por un transductor de referencia HBM, modelo TN y amplificador HBM modelo DMP 41.

De los valores obtenidos en las mediciones realizadas, se estableció una contribución de incertidumbre adicional, del tipo rectangular como contribución del laboratorio piloto.

En cuanto a la dispersión de valores de las 03 mediciones iniciales y finales del patrón viajero, se observó que los valores se mantienen dentro de un promedio de ± 2.0 Nm.

$$u_{Laboratorio} = \frac{|E_{Max} - E_{min}|}{2\sqrt{3}}$$

donde:

$U_{Laboratorio}$ = Contribución adicional por comportamiento de patrón viajero

E_{Max} = Error Máximo de las 6 series de medición.

E_{Min} = Error Mínimo de las 6 series de medición.

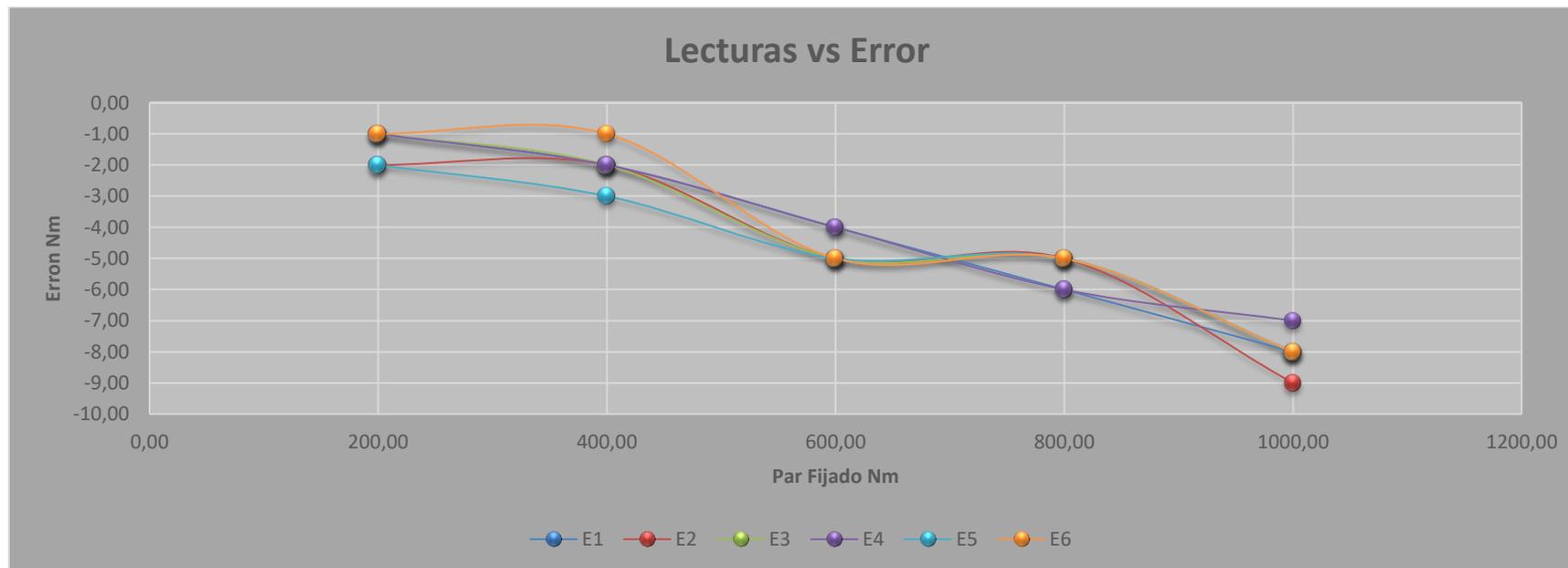


Ilustración 1 Comportamiento del Patrón Viajero

Como se observa en la gráfica, el valor asignado permite establecer un comportamiento homogéneo del instrumento para el ejercicio de Ensayo.

No se incluyó en el gráfico las incertidumbres asociadas a las mediciones, con el objeto de visualizar el comportamiento del instrumento.



7. RESULTADOS DE LOS LABORATORIOS

En la Tabla N°1 se presentan los Errores obtenidos por cada Laboratorio de Calibración por punto de medición.

Punto de Medición N·m	Error N·m					
	Piloto	PT-1-24-104	PT-1-24-105	PT-1-24-106	PT-1-24-107	PT-1-24-109
200,00	-0,40	-1,65	-1,00	-0,92	-0,89	-1,75
400,00	-1,40	-3,62	-3,00	-2,38	-1,63	-3,75
600,00	-3,60	-5,57	-4,75	-4,12	-2,43	-5,75
800,00	-5,40	-8,19	-6,50	-5,91	-3,04	-6,75
1000,00	-8,00	-10,69	-9,00	-8,12	-4,00	-10,00

Tabla 1 Error de los laboratorios participantes (E) en N·m

En la Tabla N°2 se presenta la estimación de incertidumbre expandida obtenida por cada Laboratorio de Calibración por punto de medición.

Punto de Medición N·m	Incertidumbre Expandida N·m					
	Piloto	PT-1-24-104	PT-1-24-105	PT-1-24-106	PT-1-24-107	PT-1-24-109
200,00	1,74	1,70	0,73	1,06	2,49	1,71
400,00	1,74	3,32	1,01	1,83	4,52	3,28
600,00	1,81	5,23	1,26	2,48	6,06	4,94
800,00	1,75	7,30	1,45	3,00	7,76	5,74
1000,00	1,65	9,59	1,52	3,73	9,30	8,53

Tabla 2 Incertidumbre expandida de los laboratorios participantes (U) en N·m

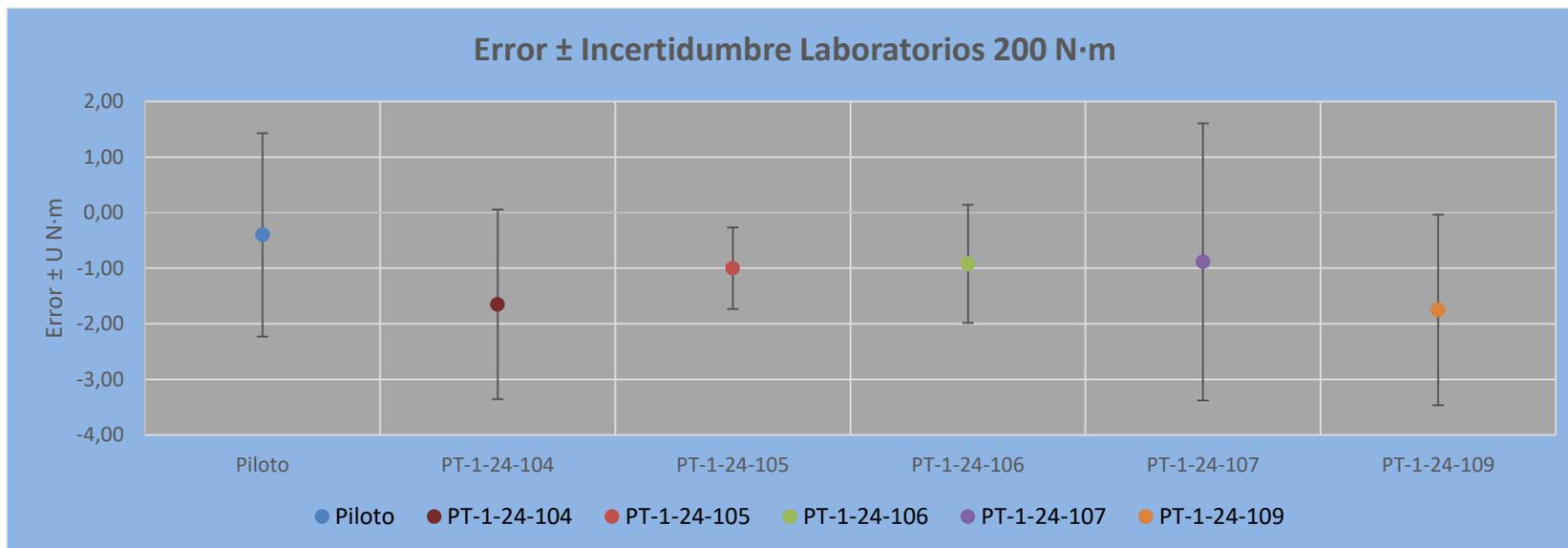


Ilustración 2 Gráfico dispersión 200 N·m

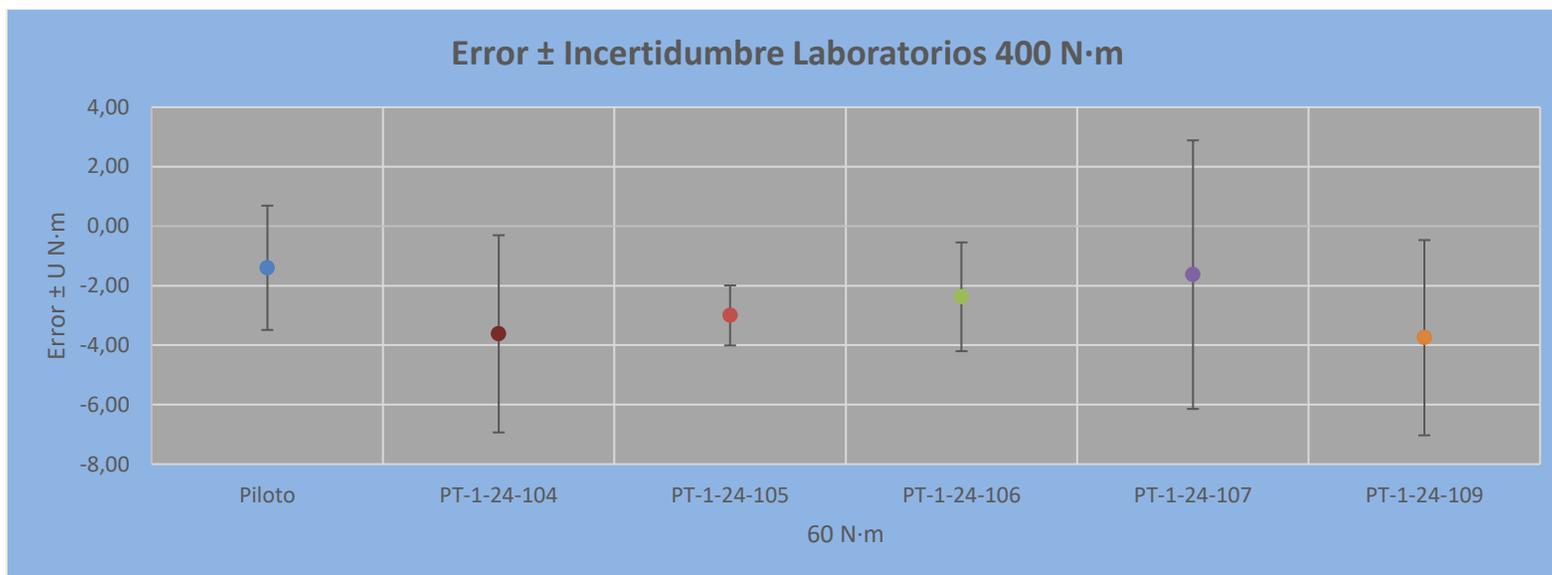


Ilustración 3 Gráfico dispersión 400 N·m

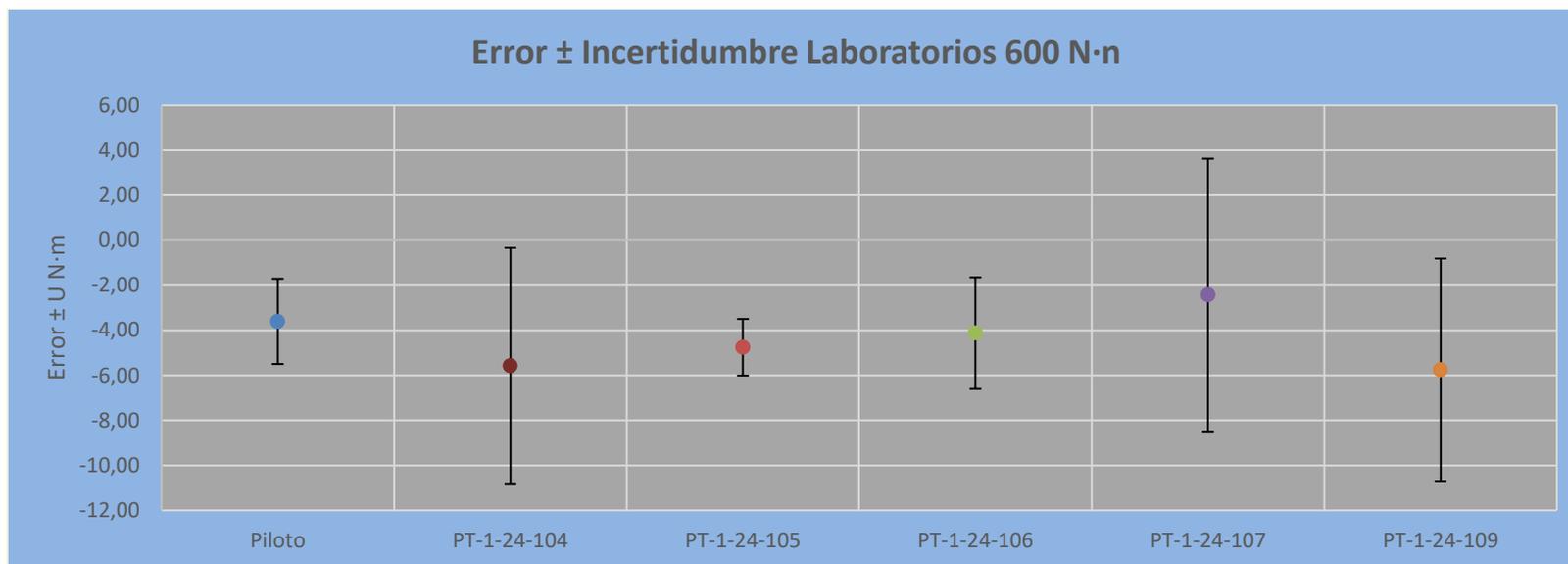


Ilustración 4 Gráfico dispersión 600 N·m

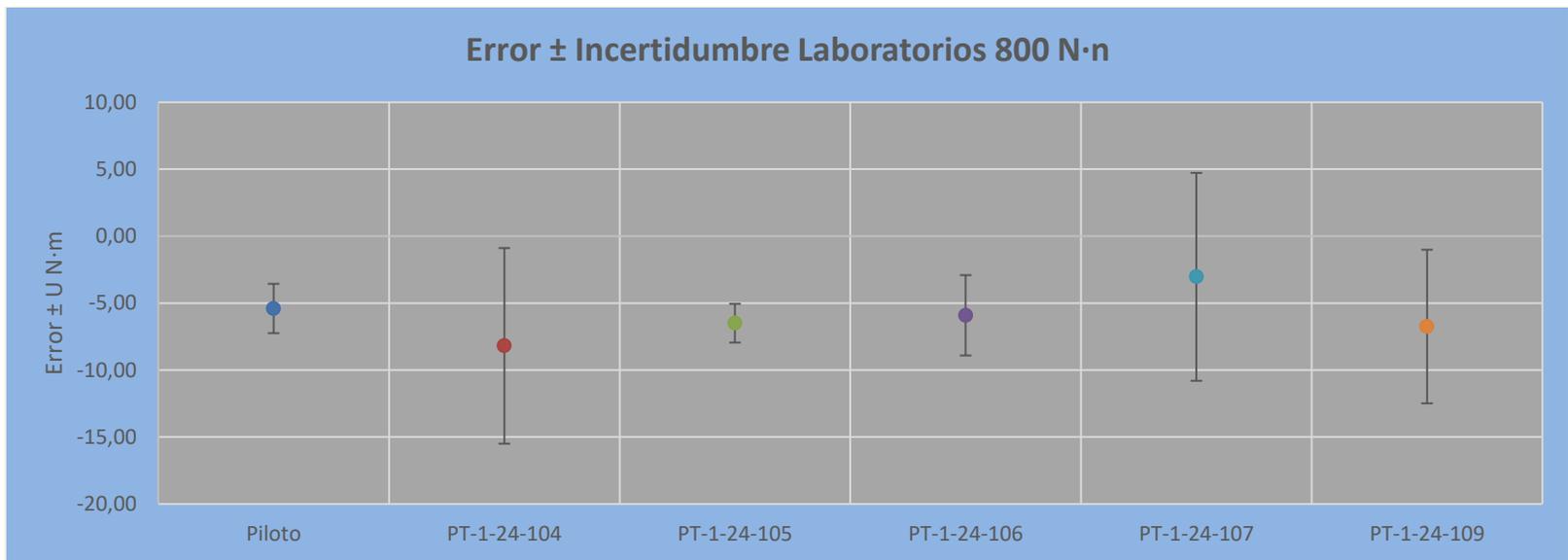


Ilustración 5 Gráfico dispersión 800 N·m

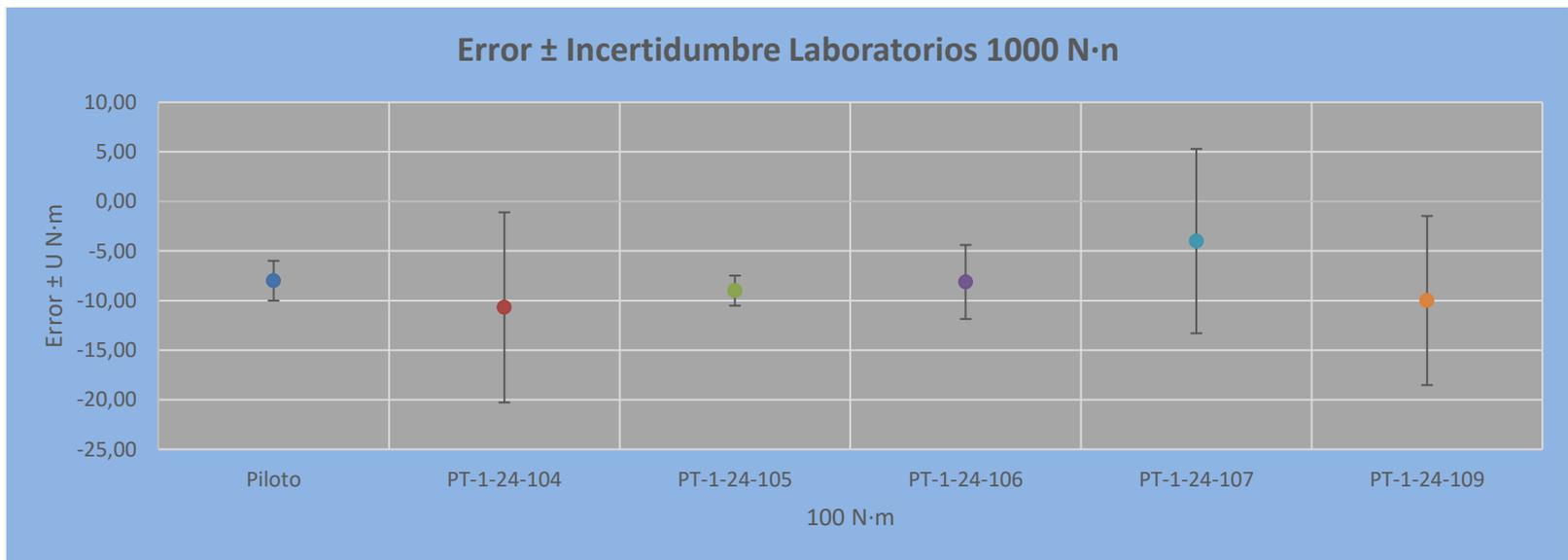


Ilustración 6 Gráfico dispersión 1000 N·m



8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El desempeño de los Laboratorios de Calibración participantes se evaluó a través de la regla de decisión del error normalizado, criterio especificado en la NCh-ISO 17043, "Requisitos Generales para los Ensayos de Aptitud"

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

$$\frac{E_{lab} - E_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

donde:

E_n = Error Normalizado.

E_{lab} = Error laboratorio Participante.

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

U_{lab}^2 = Incertidumbre expandida del resultado de un participante.

U_{ref}^2 = Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

$|E_n| \leq 1,0$ indica desempeño "satisfactorio".

$|E_n| > 1,0$ indica desempeño "insatisfactorio".



En la Tabla N°3 se presenta el valor de Error Normalizado obtenido por cada Laboratorio de Calibración participante.

Punto de Medición N·m	Error Normalizado				
	PT-1-24-104	PT-1-24-105	PT-1-24-106	PT-1-24-107	PT-1-24-109
200,00	0,50	0,30	0,247	0,16	0,77
400,00	0,57	0,69	0,351	0,05	0,66
600,00	0,35	0,51	0,168	0,18	0,35
800,00	0,37	0,47	0,144	0,30	0,17
1000,00	0,27	0,40	0,029	0,42	0,17

Tabla 3 Error Normalizado



9. CONCLUSIONES.

Respecto a las mediciones obtenidas de cada Laboratorio de Calibración participante en el presente ensayo de aptitud se concluye lo siguiente de acuerdo con los resultados obtenidos:

- I. Los laboratorios aplicaron correctamente la Guía base CEM ME-013, lo que demuestra ser una base homogénea para la calibración de Transductores de Par Torsional en este ensayo.
- II. Los Laboratorios de Calibración PT-1-24-104, PT-1-24-105, PT-1-24-106, PT-1-24-107, PT-1-24-108, obtienen **resultados satisfactorios**.
- III. Todos los laboratorios participantes, logran reflejar la curva de comportamiento del patrón viajero.
- IV. Los laboratorios participantes de este intervalo de medición (sentido horario), muestran una concordancia de resultados, LOGRANDO 100 % de aceptabilidad
- V. El patrón viajero queda a disponibilidad de los laboratorios participantes, objeto puedan evaluar su sistema de medición con los resultados enviados en el presente informe.



10. COMENTARIOS (MEJORA).

- I. De los laboratorios evaluados, presentan datos y estimaciones de incertidumbres de acuerdo con protocolo, lo que permite visualizar que se ha alcanzado un nivel óptimo de desempeño.

11. AGRADECIMIENTOS.

Se agradece la participación y buena disponibilidad de los participantes para llevar a cabo el ejercicio, sin perjuicio de los acontecimientos nacionales e internacionales.

12. REFERENCIAS.

NCh-ISO 17043-2011 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud.

GGV/RGJ/RGM

V.A

17/01/2025