



**RED NACIONAL DE METROLOGIA  
INSTITUTO CANDIDATO DE PATRONES NACIONALES MAGNITUD PAR  
TORSIONAL**

**INFORME FINAL  
ENSAYOS DE APTITUD  
PT-21-II**

**CALIBRACIÓN DE HERRAMIENTA DINAMOMÉTRICA DIGITAL  
CON INTERVALO DE MEDICIÓN DE (30 a 600) lbf·ft.  
EN SENTIDO HORARIO.**

**Noviembre de 2021**



## INDICE

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



## **INTRODUCCION**

Durante el Año 2021 se organizó un ensayo de aptitud en calibración de herramientas dinamométricas, 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.

### **1. Nombre del Programa**

Ensayo de Aptitud Nacional de Par Torsional (EA-PT-21-II).

### **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 ISO 6789-1 y 2:2017.

### **3. Organización**

El ensayo de aptitud se llevó a cabo desde el 03 de junio de 2021 a 22 de julio de 2021.

Participantes de EA-PT-21-II.

- IC-PT-ASMAR (T)
- SMI
- CESMEC
- DTS
- CERMET
- SERVINCAL
- IDIC
- ENAER
- ROSTEK
- FAMA E
- RESERVE
- ASMAR (T) LC-095

#### 4. Patrón Viajero

- a. El patrón viajero es una llave dinamométrica digital de las siguientes características:

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| Nombre del instrumento: | Llave Dinamométrica |
| Marca:                  | Snap-On             |
| Modelo:                 | CTECH4600A          |
| Número de serie:        | 1120500860          |
| Rango:                  | (30 a 600) lbf·ft   |
| Exactitud:              | $\pm 2\%$ Lectura   |
| Resolución:             | 0.1 lbf·ft.         |
| Acople:                 | 19.0 mm , móvil.    |



- b. El instrumento patrón utilizado en el EA-PT-21-II, fue un sistema cargador de par torsional. Para efectos de este ensayo, fue caracterizado en el intervalo de medición (20 a 813) N·m.

|                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Nombre del instrumento: | Sistema Cargador de Par torsional |
| Marca:                  | SNAP-ON                           |
| Modelo:                 | TTC-600                           |
| Número de serie:        | 12108061                          |
| Intervalo de Medición:  | (0.5 a 2700) N·m                  |
| Incertidumbre:          | (0.29 a 0.074) % Lectura          |
| Resolución:             | 0.01 N·m                          |
| Trazabilidad:           | LC-095, ASMAR Talcahuano          |



## 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. Resultados de los Laboratorios

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

Tabla N°1: Errores de cada Laboratorios de Calibración.

| Punto de Medición<br>lbf·ft | Error en lbf·ft |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|-----------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                             | Piloto          | PT-21<br>2-21 | PT-21<br>2-22 | PT-21<br>2-23 | PT-21<br>2-24 | PT-21<br>2-25 | PT-21<br>2-26 | PT-21<br>2-27 | PT-21<br>2-28 | PT-21<br>2-29 | PT-21<br>2-30 | PT-21<br>2-31 |
| 30,00                       | -0,18           | -0,04         | 0,00          | 0,37          | 0,65          | 0,70          | 0,49          | 1,04          | 1,21          | -0,13         | -1,60         | 0,74          |
| 360,00                      | 0,88            | -0,12         | 1,61          | 0,87          | 0,23          | -2,08         | 1,06          | -2,10         | 2,83          | 0,82          | -2,89         | -0,22         |
| 600,00                      | -0,10           | -0,08         | 1,10          | 0,32          | -0,18         | -1,37         | 1,77          | -2,05         | 4,98          | -0,08         | -6,01         | -0,58         |



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

Tabla N°2: Incertidumbre Expandida de cada Laboratorio de Calibración.

| Punto de Medición<br>lbf-ft | Incertidumbre Expandida en lbf-ft |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                             | Piloto                            | PT-21<br>2-21 | PT-21<br>2-22 | PT-21<br>2-23 | PT-21<br>2-24 | PT-21<br>2-25 | PT-21<br>2-26 | PT-21<br>2-27 | PT-21<br>2-28 | PT-21<br>2-29 | PT-21<br>2-30 | PT-21<br>2-31 |
| 30,00                       | 0,92                              | 0,37          | 0,52          | 0,49          | 0,25          | 1,58          | 0,30          | 1,44          | 0,97          | 0,85          | 0,39          | 0,62          |
| 360,00                      | 1,16                              | 3,72          | 2,15          | 1,28          | 0,68          | 3,68          | 4,12          | 1,45          | 2,34          | 1,15          | 0,74          | 0,44          |
| 600,00                      | 1,95                              | 5,91          | 3,59          | 1,53          | 1,14          | 6,01          | 4,12          | 2,40          | 3,67          | 1,92          | 1,09          | 0,57          |



Gráfico N°1: Dispersión 30.0 lbf·ft.

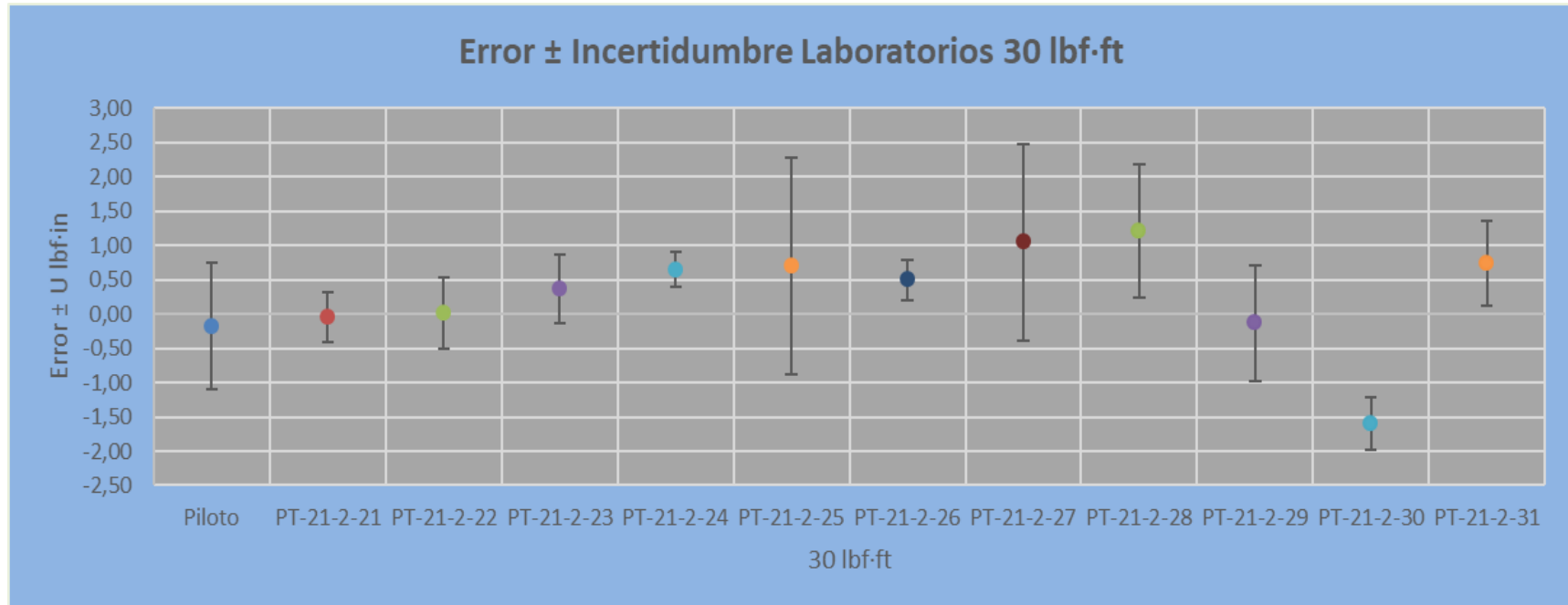




Gráfico N°2: Dispersión 360.0 lbf·ft.

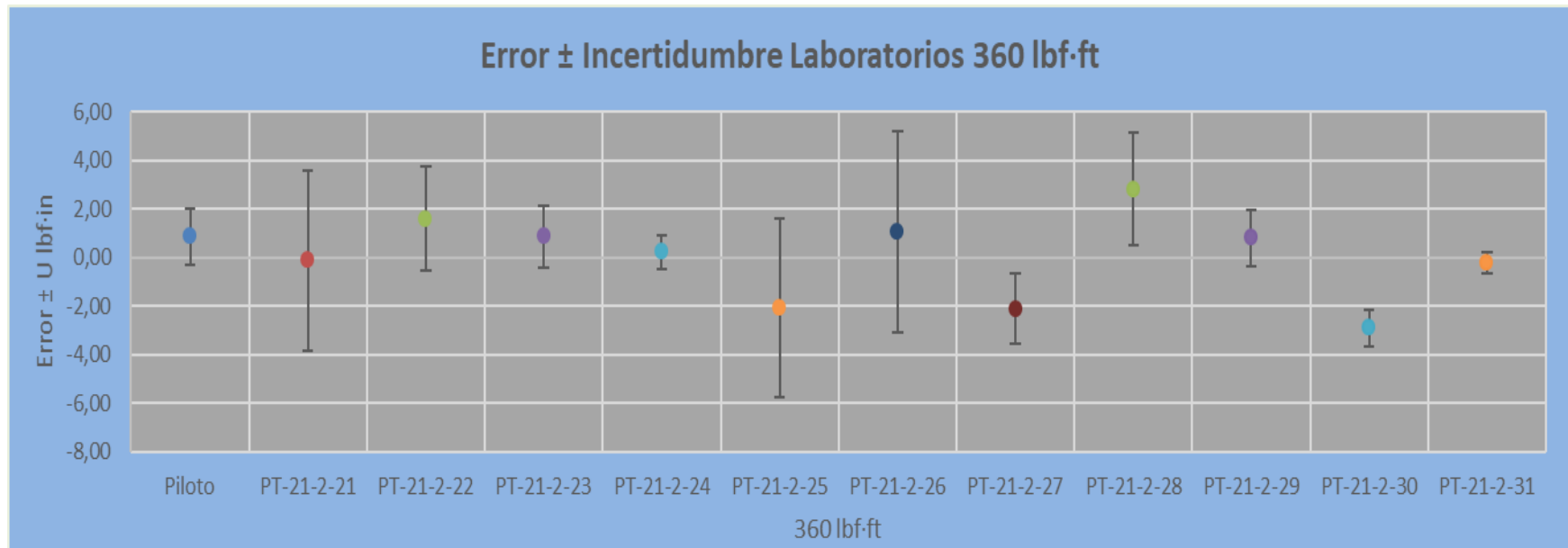
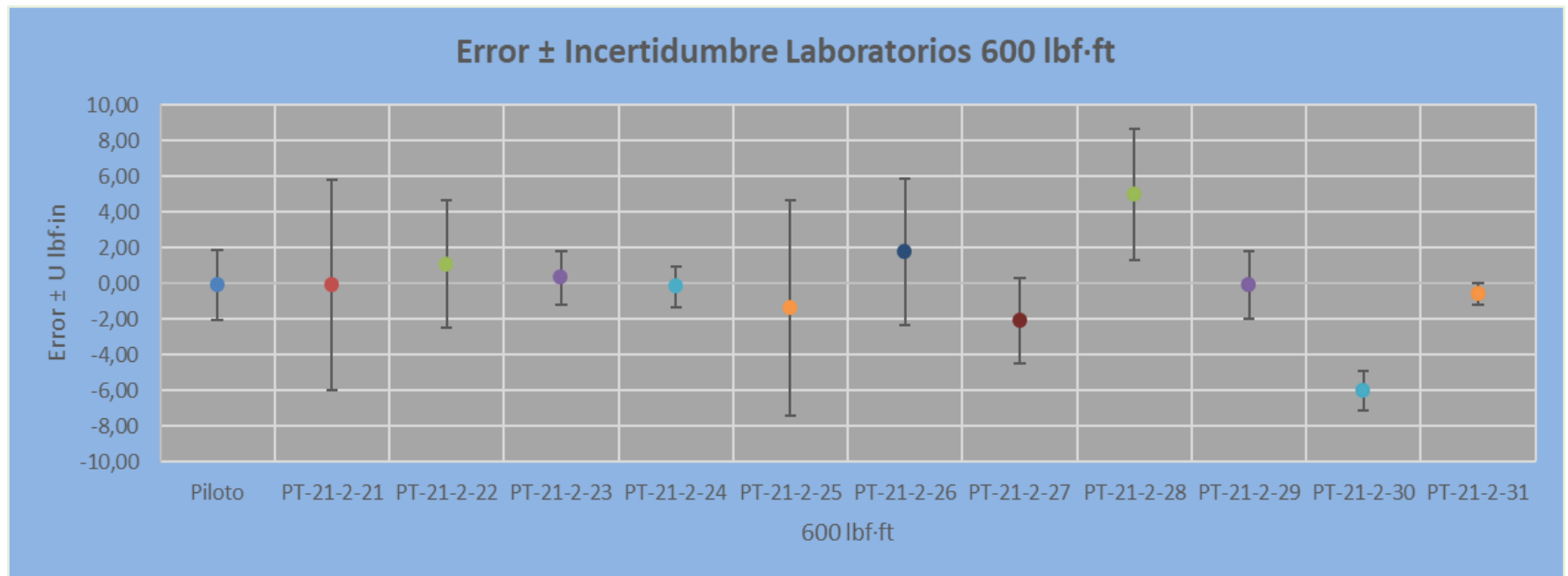




Gráfico N°3: Dispersión 600.0 lbf·ft.





## 7. 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:

$$E_n = \frac{E_{lab} - E_{ref}}{\left( U^2_{lab} + U^2_{ref} \right)}$$

donde:

$E_n$  = Error Normalizado

$E_{lab}$  = Error laboratorio Participante

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

$U^2_{lab}$  = Incertidumbre expandida del resultado de un participante.

$U^2_{ref}$  = Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

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



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

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

Tabla N°3: Error normalizado de cada Laboratorio de Calibración.

| Punto de Medición<br>lbf-ft | Error Normalizado |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|-----------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                             | PT-21<br>2-21     | PT-21<br>2-22 | PT-21<br>2-23 | PT-21<br>2-24 | PT-21<br>2-25 | PT-21<br>2-26 | PT-21<br>2-27 | PT-21<br>2-28 | PT-21<br>2-29 | PT-21<br>2-30 | PT-21<br>2-31 |
| 30,00                       | 0,14              | 0,17          | 0,52          | 0,87          | 0,85          | 0,70          | 0,72          | 1,00          | 0,04          | 1,42          | 0,62          |
| 360,00                      | 0,26              | 0,30          | 0,01          | 0,49          | 0,22          | 0,04          | 1,61          | 0,75          | 0,04          | 2,74          | 0,44          |
| 600,00                      | 0,00              | 0,29          | 0,17          | 0,04          | 0,04          | 0,41          | 0,63          | 1,22          | 0,01          | 2,65          | 0,57          |



## 8. 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. Norma ISO: 6789:2017, demuestra ser una base homogénea para la calibración de instrumentos de Par Torsional en este ensayo.
- II. Los Laboratorios de Calibración PT-21-2-21, PT-21-2-22, PT-21-2-23, PT-21-2-24, PT-21-2-25, PT-21-2-26, PT-21-2-29 y PT-21-2-31 obtienen **resultados satisfactorios**.
- III. El Laboratorio de Calibración PT-21-2-27 y PT-21-2-28, obtienen resultados **parcialmente satisfactorios**.
- IV. El laboratorio de Calibración PT-21-2-30 obtienen resultados **no satisfactorios**.
- V. Los laboratorios participantes de este intervalo de medición (sentido horario), muestran una buena concordancia de resultados, ya que sumados los resultados satisfactorios y parcialmente satisfactorios llegan al 91 % de aceptabilidad.



## 9. Comentarios (mejora).

- I. El laboratorio PT-21-2-21, no presenta estimación de incertidumbre por deriva, por lo tanto, se invita a este laboratorio a revisar contribución por esta fuente.
- II. El laboratorio PT-21-2-30, PT-21-2-31 no presentaron en planilla de cálculo enviada, contribuciones por deriva, efectos geométricos de adaptador de la herramienta dinamométrica  $b_{od}$ , efectos geométricos del interfaz entre herramienta dinamométrica y sistema calibrador  $b_{int}$ .
- III. El laboratorio PT-21-2-30, PT-21-2-31 no realizaron mediciones de acuerdo con protocolo enviado, basado en norma ISO6789:2017, se invita a estos laboratorios a adoptar procedimiento de medición descrito en dicha norma.

## 10. 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.

## 11. Referencias.

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

GGV/RGJ/RGM

v.f.

03/11/2021