



**ENSAYO DE APTITUD MAGNITUD FUERZA (LD-FUERZA)  
INFORME A  
“CALIBRACIÓN DE PRENSA QUE USA ANILLO COMO LECTOR EN  
COMPRESIÓN”**

**F-23**

Laboratorio Designado Magnitud Fuerza (LD-F)  
Instituto de Investigaciones y Control del Ejército IDIC

## RESUMEN

Esta constituye la décimo novena comparación en la magnitud de fuerza realizada por el Laboratorio de Designado Magnitud Fuerza (LD-F) de Chile y laboratorios de calibración.

Esta comparación fue desarrollada para evaluar y homologar los resultados de calibración de una prensa que usa anillo como lector en compresión.

Para la comparación se utilizó una prensa de ensayos CBR marca HEVISA, que utiliza un anillo marca HEVISA, número de serie H-139, con comparador marca Mitutoyo serie 12183954, con un alcance de medición aprox. de 45 kN.

El equipo fue facilitado por el LD-Fuerza, IDIC -Chile, la actividad se realizó dentro del marco de cooperación con el Instituto Nacional de Normalización (INN) y la Red Nacional de Metrología (RNM) al desarrollo de la magnitud en el país.

### 1. INTRODUCCION

La cadena de trazabilidad de las mediciones de la industria debe realizarse con niveles adecuados de incertidumbre de acuerdo a las necesidades propias de cada país. La participación en las comparaciones entre los Laboratorios de calibración, permite asegurar el grado de equivalencia de las mediciones entre los Laboratorios como una diseminación correcta de la magnitud. Por lo anterior se puede decir que la solidez y la confianza, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, de los sistemas de medición se fortalecen con las comparaciones entre Laboratorios. Los resultados que aquí se presentan corresponden al ensayo de actitud entre los Laboratorios de calibración de magnitud fuerza nacionales y el LD-Fuerza de IDIC designado oficialmente como Laboratorio custodio de los patrones nacional de la Magnitud Fuerza. La participación en estas actividades permite conocer la compatibilidad de las mediciones y la competencia del personal en los Laboratorios integrantes de la Red de Metrología, supervisada por el INN.

### 2. OBJETIVO

Realizar un ensayo de aptitud en la magnitud de fuerza entre los Laboratorios de calibración, con el fin de estimar los niveles de concordancia para la realización de la magnitud de fuerza en la calibración de una prensa que usa anillo como lector en compresión, incluyendo desviación e incertidumbre asociada. Los valores de referencia fueron propuestos por el Laboratorio Piloto, el mensurando de la calibración del anillo fue el valor en unidades de fuerza del instrumento bajo calibración respecto al valor de divisiones máximas.

La comparación se llevó a cabo durante el mes de Septiembre 2023, las calibraciones que realizó el LD-F fueron al inicio, en la mitad, al final de la ronda. Los laboratorios realizaron sus calibraciones en forma individual.

### 3. CARACTERISTICAS DE LA COMPARACIÓN

#### 3.1 DATOS GENERALES

Instrumento utilizado:

Prensa / Anillo		
Marca	Nº serie	Carga máxima
HEVISA	H-139	45 kN

Tabla N°1 datos instrumentos

**Alcance de medición de la comparación:**

De 250 div hasta 2500 div  
(4.60 kN a 44.60 kN aprox.)

**Método de calibración:**

Comparación directa

**Puntos de medición de calibración:**

250 div, 500 div, 750 div, 1000 div, 1250 div, 1500 div, 1750 div, 2000 div, 2250 div, 2500 div

## Laboratorios participantes

Los Laboratorios participantes se indican en la tabla N° 1. Estos laboratorios utilizaron sus propios patrones de calibración (transductores de fuerza, celdas de carga, anillos de carga, etc.) para esta comparación.

Laboratorio de Calibración
CESMEC S.A.
SMI SpA.
IDIC
IDIEM
METROCAL SpA
LEM Ltda.
AMC SpA
SERVIAM S.A.

Tabla N°2 Listado de participantes

## Programa de la comparación

La comparación se realizó en las siguientes etapas:

- Preparación y coordinación de la comparación por parte del LD-F.
- El LD-F y el INN establecen la documentación base y las actividades a realizar.
- Se establecen las bases del protocolo.
- Se establece un marco de comunicación entre el LD-F, INN y los Laboratorios a fin de atender consultas sobre la comparación.
- El LD-F realizó las mediciones de acuerdo a lo programado.
- Los Laboratorios participantes realizaron las mediciones correspondientes de acuerdo a lo programado.

## 4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las mediciones de acuerdo a la información enviada al LD-F. Este trabajo consideró la evaluación de los resultados de calibración de los Laboratorios participantes. Para fines de este trabajo, se usó para la evaluación de los resultados, el valor de Error Normalizado ( $E_n$ ), el cual se puede calcular con el siguiente modelo:

$$E_n = \frac{X_{Lab} - X_{Labref}}{\sqrt{U_{Lab}^2 + U_{Labref}^2}}$$

Donde:

$X_{Lab}$  : es el valor obtenido por el Laboratorio participante.

$X_{Labref}$ : es el valor de obtenido por el Laboratorio piloto.

$U_{lab}$  :es la incertidumbre expandida calculada por el laboratorio participante  $k=2$ .

$U_{Labref}$ : es la incertidumbre expandida promedio calculada por el Laboratorio piloto  $k=2$ .

**De acuerdo al modelo de error normalizado si  $|E_n| \leq 1$  los resultados entre ambos Laboratorios son compatibles y si  $|E_n| > 1$  los resultados no son aceptables.**

En la sección final se mencionan de manera general las situaciones que de acuerdo a la evaluación de los resultados pueden ser causa de errores en la medición o en los cálculos de sus resultados. Lo anterior tiene el objetivo que los Laboratorios revisen sus resultados e identifique posibles oportunidades de mejora.

## 4.1 COMPORTAMIENTO DEL EQUIPO DE COMPARACIÓN

El Laboratorio Nacional realizó las calibraciones del calibrando. Los datos obtenidos se presentan en la tabla.

Valor Nominal (div)	LD-F			Valor Promedio (kN)
	Calib <sub>1</sub>	Calib <sub>2</sub>	Calib <sub>3</sub>	
250	4,60	4,60	4,61	4,60
500	9,14	9,13	9,15	9,14
750	13,64	13,63	13,65	13,64
1000	18,14	18,13	18,15	18,14
1250	22,61	22,60	22,62	22,61
1500	27,06	27,05	27,07	27,06
1750	31,48	31,47	31,48	31,48
2000	35,87	35,87	35,87	35,87
2250	40,23	40,23	40,24	40,23
2500	44,58	44,58	44,58	44,58

Tabla N° 3  
Valores de fuerza calculados por el LD-F

LD-F		
div	U (%)	U <sub>kN</sub>
250	0,24	0,01
500	0,13	0,01
750	0,09	0,01
1000	0,08	0,01
1250	0,07	0,02
1500	0,06	0,02
1750	0,06	0,02
2000	0,06	0,02
2250	0,06	0,02
2500	0,06	0,02

**Tabla N° 4**  
Valores de incertidumbre (promedio) calculados por el LD-F

div	F-23-07			F-23-09			F-23-11		
	kN	U %	U <sub>kN</sub>	kN	U %	U <sub>kN</sub>	kN	U %	U <sub>kN</sub>
250	4,57	0,42	0,02	4,63	0,34	0,02	4,62	0,47	0,02
500	9,08	0,22	0,02	9,17	0,20	0,02	9,19	0,48	0,04
750	13,58	0,22	0,03	13,69	0,14	0,02	13,73	0,42	0,06
1000	18,07	0,14	0,03	18,18	0,11	0,02	18,23	0,41	0,07
1250	22,54	0,12	0,03	22,66	0,10	0,02	22,72	0,41	0,09
1500	26,99	0,12	0,03	27,10	0,08	0,02	27,18	0,41	0,11
1750	31,44	0,07	0,02	31,52	0,08	0,03	31,62	0,40	0,13
2000	35,84	0,09	0,03	35,90	0,09	0,03	36,03	0,40	0,14
2250	40,21	0,07	0,03	40,27	0,09	0,04	40,40	0,40	0,16
2500	44,57	0,05	0,02	44,61	0,09	0,04	44,75	0,40	0,18

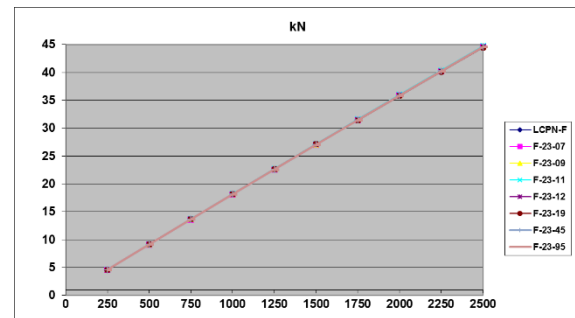
**Tabla N° 5**  
Valores de fuerza e incertidumbres calculados por los laboratorios participantes

div	F-23-12			F-23-19			F-23-45		
	kN	U %	U <sub>kN</sub>	kN	U %	U <sub>kN</sub>	kN	U %	U <sub>kN</sub>
250	4,59	0,46	0,02	4,60	9,48	0,44	4,60	0,29	0,01
500	9,13	0,47	0,04	9,15	1,94	0,18	9,13	0,15	0,01
750	13,64	0,37	0,05	13,70	0,56	0,08	13,65	0,14	0,02
1000	18,14	0,34	0,06	18,20	1,32	0,24	18,14	0,11	0,02
1250	22,61	0,32	0,07	22,68	1,61	0,37	22,61	0,13	0,03
1500	27,06	0,29	0,08	27,14	1,59	0,43	27,05	0,07	0,02
1750	31,47	0,27	0,08	31,36	0,19	0,06	31,48	0,07	0,02
2000	35,87	0,25	0,09	35,74	0,21	0,07	35,87	0,08	0,03
2250	40,23	0,24	0,10	40,11	0,41	0,16	40,24	0,09	0,04
2500	44,58	0,24	0,11	44,44	0,73	0,33	44,59	0,10	0,05

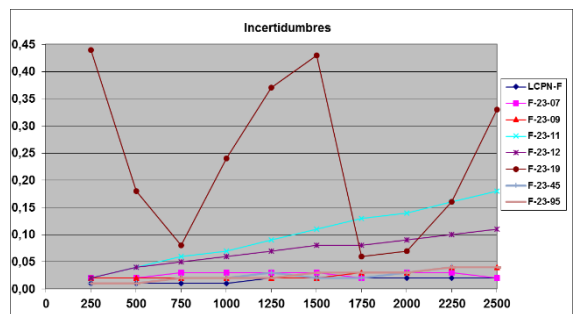
**Tabla N° 5**  
Valores de fuerza e incertidumbres calculados por los laboratorios participantes

F-23-95			
div	kN	U %	U <sub>kN</sub>
250	4,59	0,25	0,01
500	9,13	0,15	0,01
750	13,64	0,12	0,02
1000	18,13	0,11	0,02
1250	22,60	0,10	0,02
1500	27,04	0,10	0,03
1750	31,46	0,10	0,03
2000	35,85	0,09	0,03
2250	40,23	0,09	0,04
2500	44,57	0,09	0,04

**Tabla N° 5**  
Valores de fuerza e incertidumbres calculados por los laboratorios participantes



**Gráfico N° 1**  
Valores de Fuerza LD-F v/s Participantes

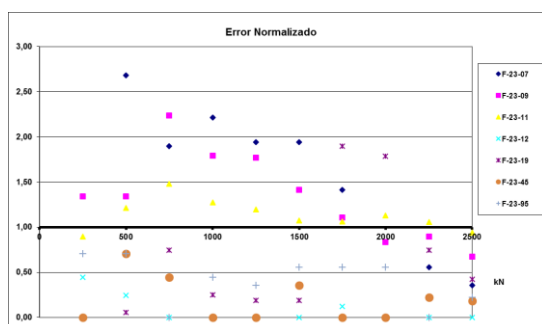


**Gráfico N° 2**  
Valores de incertidumbres LD-F v/s Participantes

## 4.2 ERROR NORMALIZADO

RESULTADOS							
div	F-23-07	F-23-09	F-23-11	F-23-12	F-23-19	F-23-45	F-23-95
250	1,34	1,34	0,89	0,45	0,00	0,00	0,71
500	2,68	1,34	1,21	0,24	0,06	0,71	0,71
750	1,90	2,24	1,48	0,00	0,74	0,45	0,00
1000	2,21	1,79	1,27	0,00	0,25	0,00	0,45
1250	1,94	1,77	1,19	0,00	0,19	0,00	0,35
1500	1,94	1,41	1,07	0,00	0,19	0,35	0,55
1750	1,41	1,11	1,06	0,12	1,90	0,00	0,55
2000	0,83	0,83	1,13	0,00	1,79	0,00	0,55
2250	0,55	0,89	1,05	0,00	0,74	0,22	0,00
2500	0,35	0,67	0,94	0,00	0,42	0,19	0,22

**Tabla N° 6**  
Valores de Error Normalizado laboratorios participantes



**Gráfico N° 3**  
Resultados de Error Normalizado laboratorios participantes

## 5. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este ensayo de aptitud, se puede observar:

- 1) El LD-F realizó las calibraciones según programa y los resultados reportados corresponden a las mediciones efectuadas en distintas fechas.
- 2) Los Laboratorios participantes realizaron las calibraciones de acuerdo al programa y utilizaron sus propios equipos y patrones para realizar las

mediciones

- 3) Para los cálculos de la tabla 6 (error normalizado) se utilizaron los valores de fuerza calculados (kN).
- 4) Para los cálculos de la tabla 6 (error normalizado) la incertidumbre enviada en % fue transformada a kN.
- 5) Se observa que tres laboratorios obtuvieron resultados aceptables en el intervalo completo de comparación, es decir son compatibles con los resultados obtenidos por el LD-F.
- 6) Se observa que tres laboratorios muestran diferencias (a excepción de tres puntos) con respecto a los del laboratorio piloto, es decir no son compatibles con los resultados obtenidos por el LD-F.
- 7) Se observa que un laboratorio obtuvo resultados aceptables (a excepción de dos puntos), es decir son compatibles parcialmente con los resultados obtenidos por el LD-F.
- 8) Aquellos laboratorios que presentan valores sobre 1 en la evaluación del error normalizado, deberán analizar las posibles causas de las desviaciones en los resultados.
- 9) El LD-F no realiza este servicio de calibración normalmente dentro de sus actividades, por lo cual esta comparación se lleva a cabo de acuerdo al protocolo propuesto.
- 10) Los resultados obtenidos solo son válidos para esta actividad y no garantizan el proceso de calibración de los laboratorios participantes, por lo tanto los laboratorios tienen la responsabilidad de revisar sus procedimientos de calibración y verificar que correspondan a lo indicado en la Norma de referencia para la calibración de este tipo de equipos.

## REFERENCIAS

- [1] NCh ISO 2598/1. Of 2009: Materiales metálicos – Verificación de máquinas de ensayos estáticos uniaxiales – Parte 1: Máquinas de ensayo tracción / compresión – Verificación y calibración del sistema de medición de fuerza.
- [2] ISO 7500-1:2018 part 1, Metallic materials- Verification of static uniaxial testing machine.

- [3] ISO/IEC 17043 –Conformity assessment – General requirements for proficiency testing.
- [4] ISO 376: 2011 -Metallic materials – ISO Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines.
- [5] NCh 2450. Of 1998 -Vocabulario de Términos fundamentales y generales de metrología.
- [6] NCh 2451. Of. 2014 -Guía para la elaboración de Certificados de Calibración.