



INTERCOMPARACION NACIONAL DE FUERZA (LD-FUERZA)

INFORME FINAL

“CALIBRACIÓN DE PRENSA DE ENSAYOS 2000 kN, EN COMPRESIÓN “

F-16

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

RESUMEN

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

Esta comparación fue desarrollada para evaluar y homologar los resultados de calibración de una prensa de ensayos en compresión de los laboratorios participantes.

Para la comparación se utilizó una prensa de ensayos marca TECNOTEST en compresión, con un alcance de medición de 3000 kN (se utilizó sólo hasta 2000 kN)

El equipo fue facilitado por el Laboratorio de Hormigón de CESMEC, 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.

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 a la séptima comparación realizada 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 esta comparación de los Laboratorios del país permite conocer la compatibilidad de las mediciones y la competencia del personal acreditado en los Laboratorios integrantes de la Red de Metrología, supervisada por el INN.

2. OBJETIVO

Realizar una comparación en la magnitud de fuerza entre los Laboratorios de calibración de Chile, con el fin de estimar los niveles de concordancia para la realización de la magnitud de fuerza en la calibración de una prensa de ensayos en compresión entre los Laboratorios participantes,

incluyendo desviación e incertidumbre asociada. Complementariamente, se buscó unificar y homologar el método de calibración en los Laboratorios al utilizar la misma norma como referencia, NCh 2598 (ISO 7500:2011) y conocer cómo se está aplicando esta Norma en los Laboratorios. Los valores de referencia fueron propuestos por el Laboratorio Piloto.

La comparación se llevó a cabo durante el mes de Agosto y principios de septiembre de 2016, las calibraciones que realizó el LD-F fueron al inicio, en la mitad, al final del ensayo.

3. CARACTERISTICAS DE LA COMPARACIÓN

3.1 DATOS GENERALES

Instrumento utilizado: Prensa de Ensayos

Dinamómetro digital		
Marca	N° serie	Carga máxima
TECNOTEST	3334	2000 kN

Alcance de medición de la comparación:

De 300 hasta 2000 kN

Método de calibración:

Comparación en compresión

Puntos de medición de calibración:

300 kN, 600 kN, 1000 kN, 1500 kN, 2000 kN

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, etc.) para esta comparación.

Laboratorio de Calibración
CESMEC S.A.
SERVICIO DE METROLOGÍA INTEGRAL SpA.
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL DEL EJÉRCITO
LABCAL LTDA.
IDIEM

Tabla N°1 Listado de participantes

Programa de la comparación

La comparación se realizó en las siguientes etapas:

- Preparación de la comparación por parte del LD-F, quien realizó las mediciones previas. Con esto se establecieron los lineamientos generales de la comparación
- 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.
- Los Laboratorios participantes realizaron las mediciones correspondientes de acuerdo a las fechas programadas.

4. RESULTADOS

Las siguientes hojas presentan los resultados de las mediciones realizadas por los Laboratorios, de acuerdo a la información enviada al LD-F. Este trabajo consideró la evaluación de los resultados de calibración de los Laboratorios participantes, y la aplicación de la norma. Para fines de este trabajo, se usó para la evaluación de los resultados, el valor de Error Normalizado (En), el cual se puede calcular con el siguiente modelo:

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

Donde:

X_{Lab} : es el valor de fuerza obtenido por el Laboratorio participante

$X_{Lab_{ref}}$: es el valor de fuerza (Laboratorio piloto).

U_{Lab} : es la incertidumbre expandida calculada por el laboratorio participante calculada en kN para un $k=2$.

$U_{Lab_{ref}}$: es la incertidumbre expandida promedio calculada por el Laboratorio piloto en kN para un $k=2$.

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 enviados por los Laboratorios, pueden ser causa de errores en la medición o en los cálculos de sus resultados. Lo anterior tiene por objetivo que los Laboratorios revisen sus resultados e identifiquen posibles oportunidades de mejora.

4.1 COMPORTAMIENTO DEL EQUIPO DE COMPARACIÓN

El Laboratorio Nacional realizó un estudio del comportamiento del patrón de comparación. Las mediciones iniciales se realizaron al inicio de la comparación, entre Laboratorios y al final de la ronda. Los datos obtenidos se presentan gráficamente y se encuentran rotulados con: Calib 1, Calib 2, Calib 3, de todas estas mediciones se trabajo con el promedio.

kN	kN			PROMEDIO
	Calib ₁	Calib ₂	Calib ₃	
300	299,9	300,4	299,4	299,9
600	601,3	600,4	599,1	600,2
1000	1002,2	999,6	999,5	1000,4
1500	1503,6	1499,1	1500,5	1501,1
2000	2004,9	1998,2	2000,8	2001,3

Tabla Nº 2 Valores de fuerza calculados por el LD-F

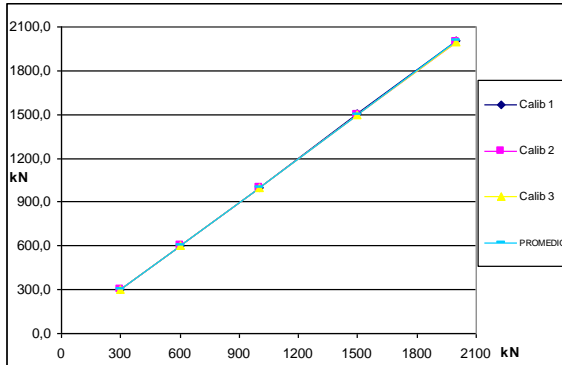


Gráfico Nº 1
Valores de Fuerza calculados por el LD-F

kN	U _{Calib} %			PROMEDIO
	Calib ₁	Calib ₂	Calib ₃	
300	0,19	0,31	0,15	0,22
600	0,13	0,31	0,35	0,26
1000	0,14	0,13	0,14	0,14
1500	0,14	0,12	0,22	0,16
2000	0,15	0,14	0,14	0,14

Tabla Nº 3 Valores de incertumbres calculados por el LD-F en %

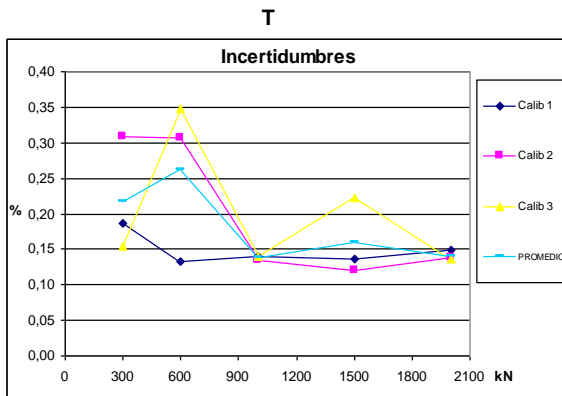


Gráfico Nº 2
Valores de incertumbres calculados por el LD-F

kN	q %			PROMEDIO
	Calib ₁	Calib ₂	Calib ₃	
300	0,02	-0,12	0,22	0,04
600	-0,22	-0,06	0,15	-0,04
1000	-0,22	0,04	0,05	-0,04
1500	-0,24	0,06	-0,04	-0,07
2000	-0,24	0,09	-0,04	-0,06

Tabla Nº 4 Valores de errores de exactitud relativos calculados por el LD-F en %

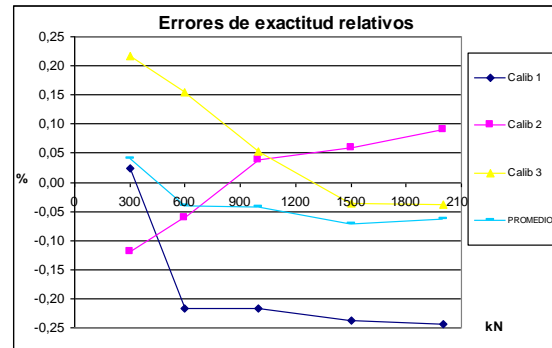


Gráfico Nº 3
Valores de errores de exactitud relativos calculados por el LD-F

La siguiente información es la entregada por los laboratorios para su análisis (promedio, error de exactitud e incertumbres).

kN	F16-02		F16-05	
	kN	q%	U _{95%}	U _{95%}
300	301,0	-0,34	0,20	0,45
600	600,8	-0,13	0,15	0,45
1000	1000,3	-0,03	0,13	0,45
1500	1500,2	-0,02	0,13	0,45
2000	2001,3	-0,06	0,14	0,45

kN	F16-09			F16-12		
	kN	q%	U _{95%}	kN	q%	U _{95%}
300	x	-0,63	0,13	301,2	0,41	0,45
600	x	-0,42	0,11	602,8	0,47	0,45
1000	x	-0,29	0,07	1003,9	0,39	0,45
1500	x	-0,26	0,05	1504,1	0,28	0,45
2000	x	-0,26	0,04	2003,6	0,18	0,45

F16-15			
kN	kN	q%	U _{95%}
300	298,9	0,36	0,77
600	598,0	0,34	0,48
1000	996,0	0,40	0,40
1500	1494,5	0,37	0,32
2000	1991,9	0,41	0,36

Tabla Nº 5 Valores de Fuerza calculados por los laboratorios y el LD-F (Div v/s kN)

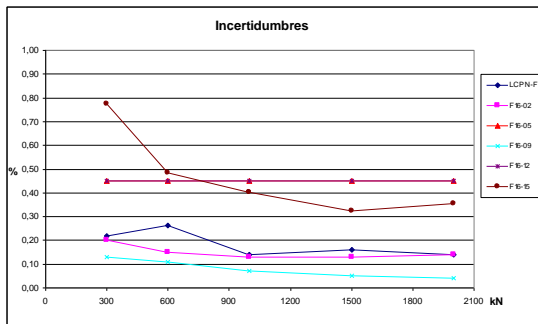


Gráfico Nº 4
Valores de Incertidumbres calculados por los laboratorios y el LD-F

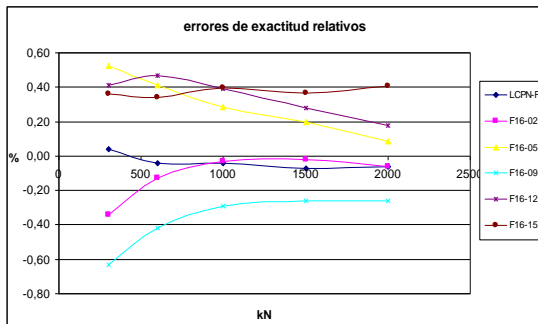


Gráfico Nº 5
Valores de errores de exactitud relativos calculados por los laboratorios y el LD-F

Cálculo de error Normalizado

ERROR NORMALIZADO					
kN	F16-02	F16-05	F16-09	F16-12	F16-15
300	1,29	0,96	2,65	0,74	0,40
600	0,29	0,87	1,33	0,98	0,69
1000	0,07	0,70	1,60	0,92	1,03
1500	0,25	0,56	1,13	0,74	1,21
2000	0,02	0,32	1,34	0,52	1,23

Tabla Nº 6 Valores de Errores Normalizados calculados para cada laboratorio participante

Los siguientes gráficos representan los resultados de calibración (error de exactitud e incertidumbres) calculados por cada laboratorio v/s el LD-F.

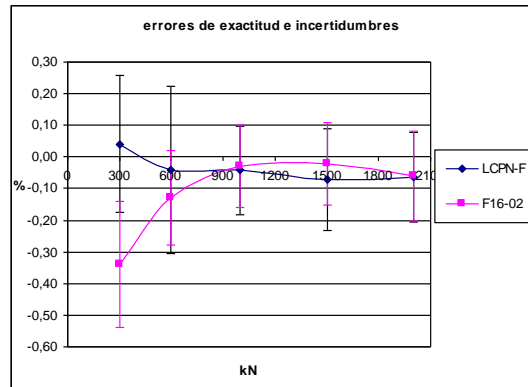


Gráfico Nº 6

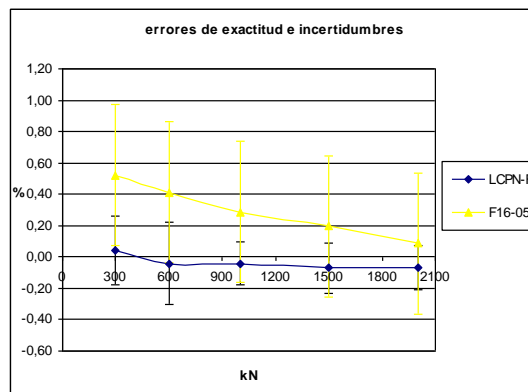


Gráfico Nº 7

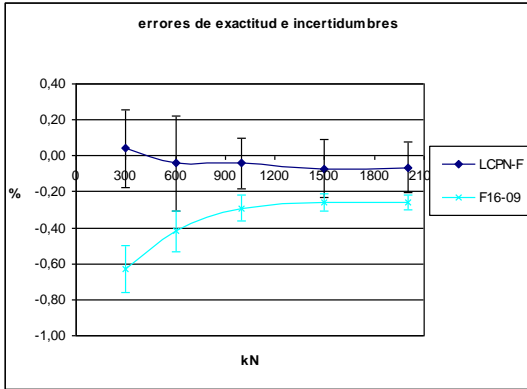


Gráfico N° 8

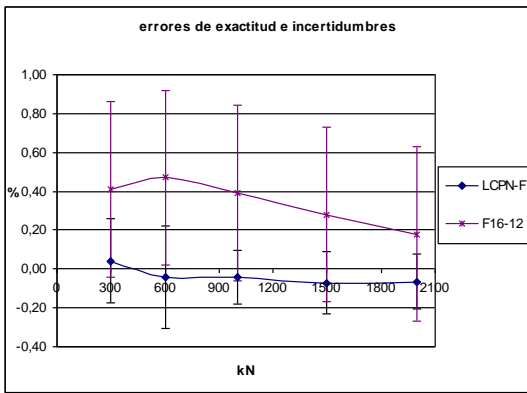


Gráfico N° 9

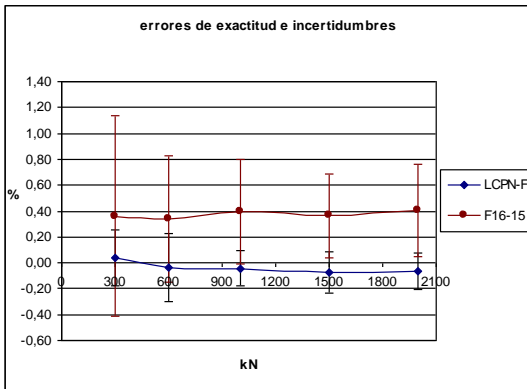


Gráfico N° 10

5. CONCLUSIONES

De los resultados que obtuvo el Laboratorio Piloto en las diferentes calibraciones, se puede observar:

- 1) No todos los Laboratorios participantes presentan trazabilidad al LD-F.
- 2) De las calibraciones realizadas durante el período de la comparación, un laboratorio muestra diferencias con respecto del laboratorio piloto y dos laboratorios presentan diferencias en algunos intervalos de calibración.
- 3) El calibrando no presenta una buena estabilidad (prensa) a corto plazo. Esto se puede ver claramente en la gráfica 3, curvas Calib
- 4)
- 5) 1 , Calib 2 , Calib 3 , donde las calibraciones mencionadas se realizaron en diferentes fechas con pequeñas variaciones de presión atmosférica y de humedad, las calibraciones se realizaron al principio, intermedio y al final. Este estudio demuestra la transparencia de los resultados y del equipo utilizado en la comparación.
- 6) Se observa que existen dos laboratorios que obtuvieron buenos resultados, es decir, son compatibles con los resultados obtenidos por el LD-F, sin embargo hay uno de estos que no está calculando correctamente el error asociado a la resolución de la prensa. (F-16-12).
- 7) Existe un laboratorio de calibración que no envió los resultados en unidad de fuerza (kN), sus mediciones están en mV/V, (F-16-09).
- 8) Aquellos laboratorios que presentan no compatibilidad en los valores de errores normalizados, deberán analizar las posibles causas de las desviaciones en los resultados de calibración de este tipo de instrumentos.
- 9) Los laboratorios deberán revisar sus procedimientos de calibración y verificar si corresponden a lo indicado en la Norma de referencia indicada para el desarrollo de ésta actividad.
- 10) En la reunión de cierre se acuerda repetir este ejercicio entre los laboratorios participantes, en un equipo de similares características, el cual será facilitado por LABCAL LTDA., y el

laboratorio designado realizará un mayor número de mediciones para establecer la variabilidad del patrón.

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] Guide ISO/IEC 43 -Development and Operation of Laboratory Proficiency Testing.
- [3] ISO 376: 2011 -Metallic materials – ISO Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines.
- [4] NCh 2450. Of 1998 -Vocabulario de Términos fundamentales y generales de metrología.
- [5] NCh 2451. Of. 2014 -Guía para la elaboración de Certificados de Calibración.