

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE APTITUD EN LA MAGNITUD FUERZA PARA LABORATORIOS DEL SNC (100 kN y 0,5 MN)

Alejandro Cárdenas, Daniel Ramírez, Jorge Torres

Centro Nacional de Metrología, CENAM

km 4,5 Carretera a Los Cués, El Marqués, Querétaro, México

Teléfono (52) 442 211 0500, fax (52) 442 211 0578 Dirección de correo electrónico: acardena@cenam.mx

Resumen: Los laboratorios de Fuerza del CENAM, tienen como uno de sus objetivos armonizar la competencia técnica de los laboratorios del Sistema Nacional de Calibraciones (SNC) para mantener una red de laboratorios con un nivel de concordancia confiable dentro de la incertidumbre declarada por cada laboratorio. Con el objetivo de establecer sus desviaciones y estimar el nivel de concordancia en las mediciones que realizan con respecto a su mejor capacidad de medición declarada, se realizaron dos ensayos de aptitud, utilizando para tal efecto, máquinas de pruebas caracterizadas propiedad del CENAM. Estas máquinas presentan condiciones de trabajo y de operación muy similares a las que los laboratorios se pueden enfrentar en las calibraciones cotidianas que realizan.

Los dos ensayos de aptitud se llevaron a cabo calibrando una máquina de ensayos con los patrones de fuerza de los laboratorios participantes, en los alcances de medición de 10 kN hasta 100 kN y de 100 kN hasta 500 kN.

Este artículo presenta un resumen de los lineamientos, el procedimiento y los resultados obtenidos por los laboratorios. Lo que permite conocer el comportamiento global de los servicios otorgados por los laboratorios secundarios a los usuarios (empresas en general).

1. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de laboratorios secundarios de fuerza en México se ha incrementado significativamente en los últimos años, esto ha permitido que la trazabilidad de la magnitud de fuerza hacia los patrones nacionales que mantiene el CENAM, tenga una mayor cobertura en la industria a nivel nacional y se inició un apoyo a nivel internacional (centro y sudamérica). Por esto, el aseguramiento de la calidad de las mediciones y la homogeneidad de los resultados de las calibraciones que estos laboratorios realizan es un objetivo para el CENAM [1, 2 y 3].

Para evaluar el conocimiento, características de sus patrones y habilidad para realizar calibraciones en la magnitud de fuerza, el CENAM coordinó (entre otros) dos ensayos de aptitud en la magnitud de fuerza, para los servicios de calibración de máquinas de ensayos.

Para este fin, se utilizaron dos máquinas de ensayos instaladas en los laboratorios de fuerza de CENAM, las cuales están bajo condiciones controladas de mantenimiento y que no son utilizadas para otra actividad durante el tiempo que duraron los ensayos de aptitud.

2. DESARROLLO

Los ensayos de aptitud fueron los siguientes:

2.1 CENAM-EA-720/F.01

El alcance de medición que se seleccionó para este ensayo fue de 10 kN a 100 kN en una Máquina de Ensayos Mecánicos, marca Satec Systems, modelo 60HVL, número de serie 1393, con alcance máximo de medición de 300 kN (*Figura 1*). Las fuerzas seleccionadas para ser calibradas fueron: 10 kN, 20 kN, 30 kN, 40 kN, 50 kN, 60 kN, 80 kN y 100 kN.



Figura 1. Máquina de ensayos utilizada en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.01.

2.2 CENAM-EA-720/F.02

El alcance de medición que se seleccionó para este ensayo fue de 100 kN a 500 kN en una Máquina de Ensayos Mecánicos, marca Satec Systems, modelo 200WHVL-200,000 lb. cap., número de serie 200 WHVL 1004, con un alcance máximo de medición de 1 MN (Figura 2). Los puntos de calibración fueron: 100 kN, 150 kN, 200 kN, 250 kN, 300 kN, 350 kN, 400 kN y 500 kN



Figura 2. Máquina de ensayos utilizada en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.02.

2.3 Lineamientos generales

Los lineamientos fueron elaborados de acuerdo a recomendaciones internacionales [4] y se distribuyeron entre los laboratorios participantes. Algunos de los puntos solicitados son:

- Los laboratorios participantes deberán utilizar sus propios procedimientos para la calibración de máquinas de ensayo y evaluación de incertidumbres.
- Los resultados serán entregados utilizando el formato de calibración declarado por cada laboratorio en su acreditación.
- Los resultados que deberán estar expresados son el error relativo de la máquina, incertidumbre del patrón utilizado, incertidumbre expandida de la calibración, así como indicar las fuentes de incertidumbre consideradas de acuerdo al procedimiento de cada laboratorio.

3. LABORATORIOS PARTICIPANTES

La participación de laboratorios en cada ensayo fue independiente y diferente para cada ensayo.

3.1 CENAM-EA-720/F.01

En este ensayo participaron 15 laboratorios secundarios mexicanos.

Tabla 1. Laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.01.

No.	Laboratorio
1	Sergio Ochoa Ochoa
2	Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto
3	Calibración y Certificación
4	Laboratorio de Calibración y Consultoría
5	Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado
6	Comisión Federal de Electricidad - GIEC
7	Caltechnix de México
8	Representaciones y Distribuciones FAL
9	Metrología y Pruebas
10	Omar Israel Morales García
11	Impulsora Tlaxcalteca de Industrias S A
12	Grupo CTT
13	Elvec
14	Comisión Federal de Electricidad – Lapem
15	Volkswagen de México

3.2 CENAM-EA-720/F.02

En este ensayo participaron 13 laboratorios secundarios mexicanos.

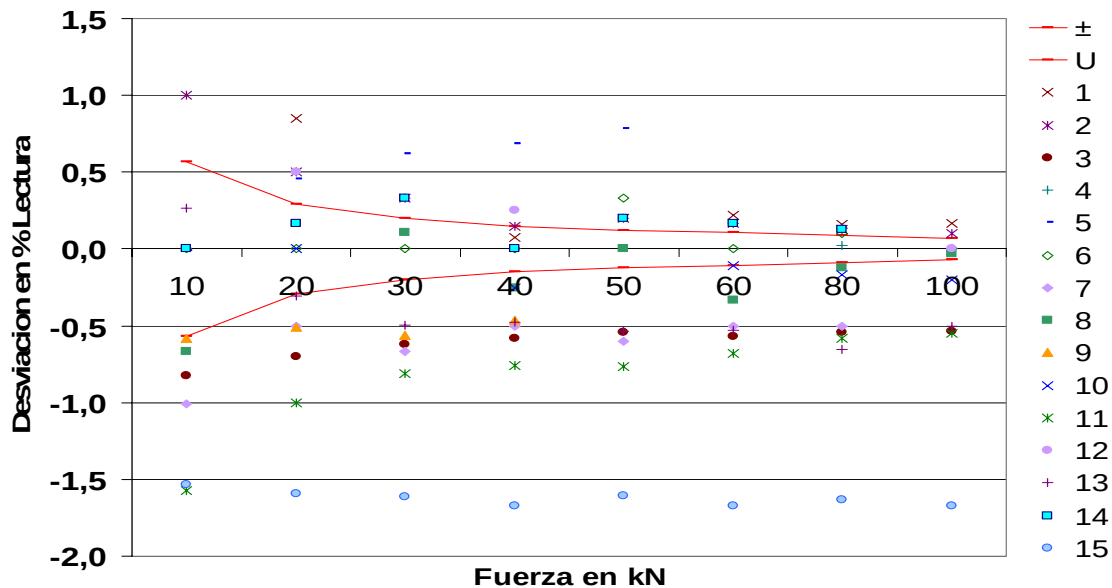
Tabla 2. Laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.02.

No.	Laboratorio
1	Sergio Ochoa Ochoa
2	Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto
3	Calibración y Certificación
4	Laboratorio de Calibración y Consultoría
5	Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado
6	Comisión Federal de Electricidad - GIEC
7	ABACO Ingeniería de Instrumentación y Electrónica Industrial
8	Metrolab
9	Comercializadora y Servicios Técnicos Super "L"
10	Elvec
11	Corporativo Industrial DAVI
12	Comisión Federal de Electricidad – Lapem
13	José Luis Damián Jiménez

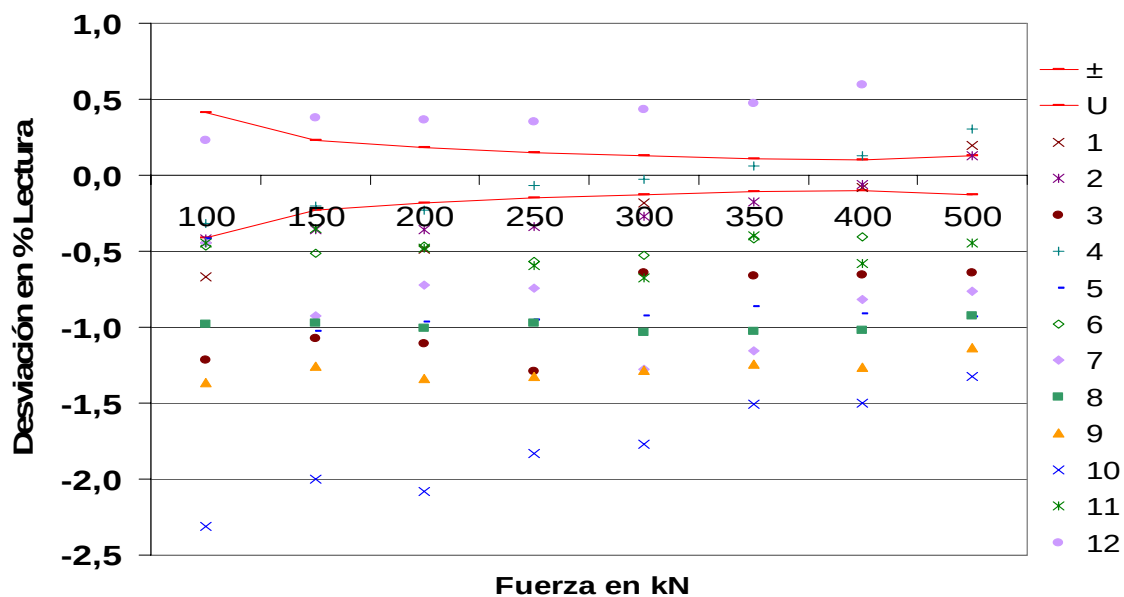
4. RESULTADOS

Los resultados de las mediciones realizadas por los laboratorios se entregaron cada uno de ellos en forma individual y confidencial.

Aquí se muestra el resultado global de todos los laboratorios. Las Gráficas 1 y 2 presentan las desviaciones de los resultados de los laboratorios con respecto a los valores de referencia establecidos por el CENAM.



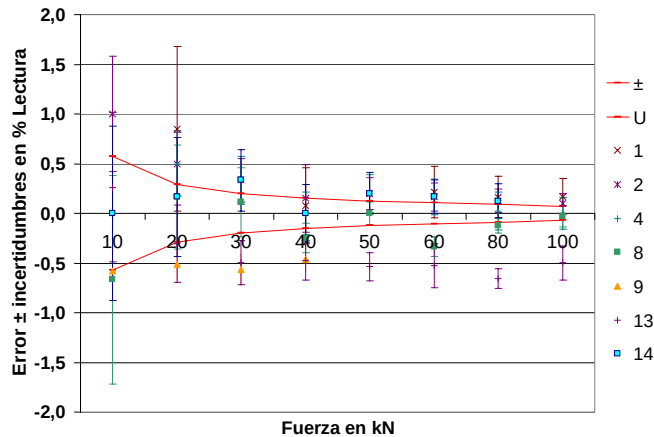
Gráfica 1. Desviaciones de los resultados de los laboratorios participantes respecto al CENAM en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.01.



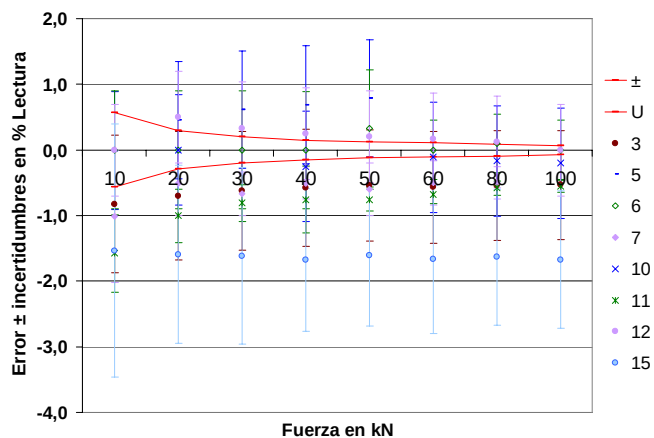
Gráfica 2. Desviaciones de los resultados de los laboratorios participantes respecto al CENAM en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.02.

Para mayor claridad de la presentación de resultados, debido al número de laboratorios participantes, los laboratorios se dividen en 2 grupos.

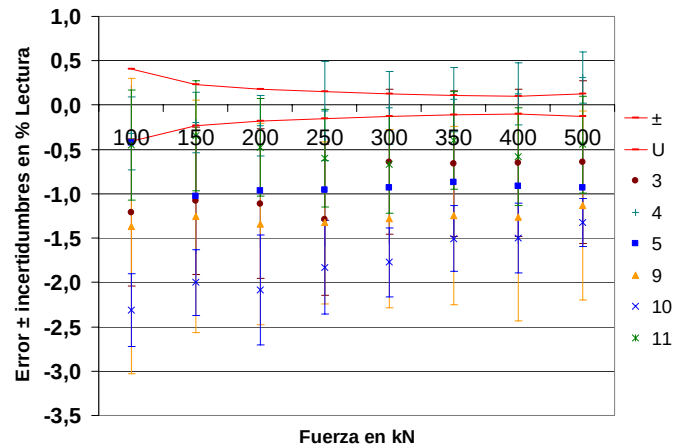
Las Gráficas 3 y 4 presentan las desviaciones y las incertidumbres obtenidas en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.01 y las Gráficas 5 y 6 las desviaciones e incertidumbres obtenidas en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.02.



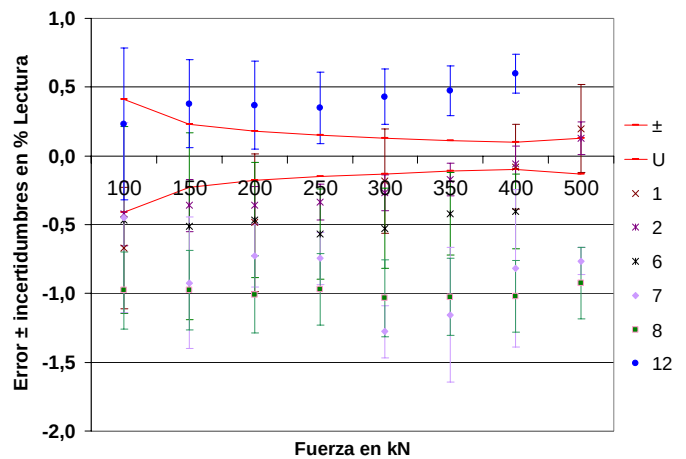
Gráfica 3. Desviaciones respecto al CENAM e incertidumbre de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.01. Parte 1



Gráfica 4. Desviaciones respecto al CENAM e incertidumbre de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.01. Parte 2



Gráfica 5. Desviaciones respecto al CENAM e incertidumbre de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.02. Parte 1.



Gráfica 6. Desviaciones respecto al CENAM e incertidumbre de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud CENAM-EA-720/F.02. Parte 2.

Como se puede apreciar, la mayoría de los resultados de los laboratorios participantes cruzan con la incertidumbre obtenida en la calibración realizada por el laboratorio Piloto (CENAM).

Las causas probables que pudieron generar el error de los resultados de laboratorios que no se traslapan con la incertidumbre del CENAM son las siguientes:

- No utilizan la ecuación de ajuste para determinar valores / lecturas en puntos no calibrados.

- Utilizan placas de apoyo que no son usadas en la calibración de los patrones.
- Centrar los instrumentos respecto a la base.
- Fijan la lectura en la máquina y toman la lectura del patrón.
- No compensan por diferencias de temperatura.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar la concordancia de la mayoría de los laboratorios participantes. Esto indica que la homogeneidad de los servicios que los laboratorios ofrecen le da una seguridad a los usuarios finales (clientes) de que los resultados son confiables, con trazabilidad a los Patrones Nacionales de Fuerza.

Por medio de la técnica de error normalizado, se puede determinar el nivel de confianza existente entre el error determinado por cada laboratorio con respecto a la incertidumbre asignada para el patrón utilizado en las mediciones.

Las *tablas 5 y 6* nos permiten conocer la cantidad de resultados, por punto de medición indicado en el protocolo del ensayo, que son satisfactorios (sat), los que son cuestionables (cuest) y los no satisfactorios (no sat).

Tabla 3. Relación de puntos de medición en ensayo de aptitud mediante la técnica del error normalizado.

CENAM-EA-720/F.01

	10 kN	20 kN	30 kN	40 kN	50 kN	60 kN	80 kN	100 kN	%
sat	9	10	7	9	8	7	8	5	61,76
cuest	3	5	4	5	2	3	3	1	25,49
no sat	0	0	2	1	2	3	2	3	12,75

Tabla 4. Relación de puntos de medición en ensayo de aptitud mediante la técnica del error normalizado.

CENAM-EA-720/F.02

	100 kN	150 kN	200 kN	250 kN	300 kN	350 kN	400 kN	500 kN	%
sat	8	5	3	1	3	3	4	5	34,78
cuest	3	4	6	7	6	4	5	2	40,22
no sat	1	2	3	3	3	4	3	4	25,00

Un análisis inicial de esta relación de resultados, nos permite identificar una característica de la máquina utilizada en el ensayo de aptitud CENAM-

EA-720/F.01, que es el apoyo esférico con que cuenta el cabezal de la máquina, lo que incrementa que la mayoría de las lecturas sean satisfactorias, sobre la característica de la segunda máquina que no cuenta con este dispositivo, por lo que la mayoría de las lecturas son cuestionables, aunado a que los laboratorios difícilmente utilizan botones de carga adecuados.

Independientemente, es necesario seguir colaborando con los laboratorios para que los procedimientos de calibración sean lo más uniformes posible y los criterios de trabajo sean homogéneos en la toma de decisiones durante los servicios de calibración, buscando que esto quede plasmado en las revisiones y actualizaciones de las normas y recomendaciones de trabajo referentes a calibración de máquinas de ensayos.

REFERENCIAS

- [1] TORRES Guzmán J. C., RAMÍREZ Ahedo D., *Aseguramiento de la Calidad en las Mediciones de Fuerza* Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.
- [2] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., *Determinación de la Mejor Capacidad de Medición de Máquinas y Sistemas de Calibración de Fuerza y su Clasificación para Laboratorios Acreditados*. Memorias del XV Seminario Nacional de Metrología, ISN-0188-4328. Querétaro, México. Octubre de 1999.
- [3] RAMÍREZ Ahedo D., TORRES Guzmán J. C., SAWLA A., *Determinación de la Incertidumbre en la Calibración de Máquinas de Pruebas de Tensión y/o Compresión en México*. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre de 2000.
- [4] TORRES Guzmán J. C., *Comparaciones de Patrones de Medición*. IV Congreso Internacional y XVI Nacional de Metrología y Normalización. Guadalajara, México. Octubre 2000.