

Protocolo para el ensayo de aptitud en fuerza,
de 10.00 kN a 100.00 kN.

Calibración de Transductores de Fuerza,
en modo Compresión.

CNM-EA-720-0002/2019

Cárdenas Moctezuma, Alejandro
Dirección de Fuerza y Presión

Abril 2019

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBJETIVO	3
3.	ALCANCE	3
4.	REQUISITOS	3
5.	ORGANIZACIÓN	4
6.	CRITERIO DE EVALUACION DE RESULTADOS	7
7.	CONFIDENCIALIDAD	7
8.	RESUMEN DE FECHAS DEL ENSAYO	7

1. INTRODUCCIÓN

Para atender las necesidades de ensayo de aptitud en la magnitud de Fuerza, solicitada por diferentes laboratorios secundarios en México, el Centro Nacional de Metrología (CENAM) propone la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de Transductores de Fuerza a Compresión, en el intervalo de 10.00 kN a 100.00 kN, (con incrementos de 10.00 kN), siendo el Laboratorio Nacional de Fuerza – CENAM, el laboratorio piloto.

2. OBJETIVO

Este ensayo de aptitud (EA), tiene como objetivo determinar la proximidad de concordancia de los resultados de calibración de un Transductor de Fuerza, solamente en el modo Compresión. Los valores de referencia serán los determinados por el laboratorio piloto. El mensurando de la calibración del Transductor de Fuerza en este evento, es el valor de la lectura promedio (en unidades de mV/V) y su incertidumbre, obtenido por cada laboratorio participante con respecto a los valores de referencia.

3. ALCANCE

El ensayo de aptitud sólo considera la evaluación de los resultados de calibración del laboratorio participante, no se evalúa ninguna otra característica técnica o administrativa del laboratorio. Se calibrará el Transductor de Fuerza en el intervalo de 10.00 kN a 100.00 kN en fuerza a compresión, por el método de comparación directa, utilizando el procedimiento establecido en este protocolo.

4. REQUISITOS

4.1 Competencia técnica

El laboratorio participante debe tener competencia técnica para realizar servicios de calibración de Transductores de Fuerza en el intervalo de medición del ensayo, debe contar con transductor(es) de fuerza calibrado(s), y sistemas de aplicación de fuerza (máquinas, comparadoras, etc.) **declarados** en su CMC o Sistema de Gestión de la Calidad, para cubrir los puntos de medición indicados en el protocolo.

4.2 Información necesaria

El laboratorio deberá enviar al CENAM lo siguiente:

- Descripción del sistema de medición y/o los patrones de calibración.
- Fecha de última calibración de los instrumentos, patrones y sistemas usados en este ensayo de aptitud.
- Incertidumbre de medición declarada para este servicio.

La información debe ser enviada en formato digital, por medio de correo electrónico.

4.3 Cumplir con las fechas de las actividades y los compromisos que se establecen en este protocolo.

4.4 El representante del laboratorio deberá enviar, antes del inicio del Ensayo de Aptitud, la declaración firmada de aceptación de los términos de referencia contenidos en este protocolo. Puede enviar la carátula del protocolo con la siguiente leyenda “Acepto los términos de referencia contenidos en este protocolo” y debe firmarlo el representante del laboratorio o la persona encargada de realizar el ensayo.

5. ORGANIZACIÓN

5.1 Contactos

Laboratorio piloto: Laboratorio Nacional de Fuerza del CENAM.

Nombre	Correo electrónico	Teléfono directo
Alejandro Cárdenas Moctezuma	acardena@cenam.mx	442-2110500, ext. 3749
Fernando Martínez Juárez	femartin@cenam.mx	442-2110500, ext. 3754

Coordinación administrativa: CENAM

Nombre	Correo electrónico	Teléfono directo
Maribel Medina González	ensayos.aptitud@cenam.mx	442-2110500, ext. 3 006

5.2 Participantes

	Laboratorio	Persona de contacto	Teléfono(s)	Correo electrónico
1	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial	Gerardo Campos	(442) 211 9800	gerardo.campos@cidesi.edu.mx
2	Volkswagen de México, S. A. de C. V.	Eduardo Téllez Juárez	(222) 230 6252	eduardo.tellez@vw.com.mx
3	CIATEQ, A. C.	Hector Robledo González	(449) 973 1060	hector.robledo@ciateq.mx
4	Sebastián Ochoa Márquez (SOO-SOM Metrología)	Sebastián Ochoa Márquez	---	sebastian.ochoam@soo-som.com

5.3 Descripción del equipo

Los datos del Transductor de Fuerza que se utilizará como Patrón de Comparación se muestran en la tabla 1, el cual es propiedad del CENAM:

Tabla 1. Datos del Patrón de Comparación.

Transductor de Fuerza		
Modelo / serie	Marca	Indicador
C3H2 – 10T / G01639	HBM	Amplificador digital HBM, modelo Scout 55



Patrón de Comparación

La altura del transductor de fuerza, con su botón de carga, es de 22.5 cm

5.4 Descripción del ensayo

Para la ejecución de este ensayo el Patrón de Comparación será calibrado por el laboratorio piloto y por los laboratorios participantes. Al concluir sus mediciones el laboratorio enviarán sus resultados al laboratorio piloto. Al final del ensayo el laboratorio piloto emitirá un informe sobre los resultados obtenidos. El laboratorio piloto calibrará el Patrón de Comparación al principio y al final de cada participante del EA.

5.4.1 Instalación

Instalar y encender el Patrón de Comparación al menos 1/2 hora antes de comenzar la calibración, para estabilizar térmicamente y energizar el equipo

5.4.2 Proceso de medición

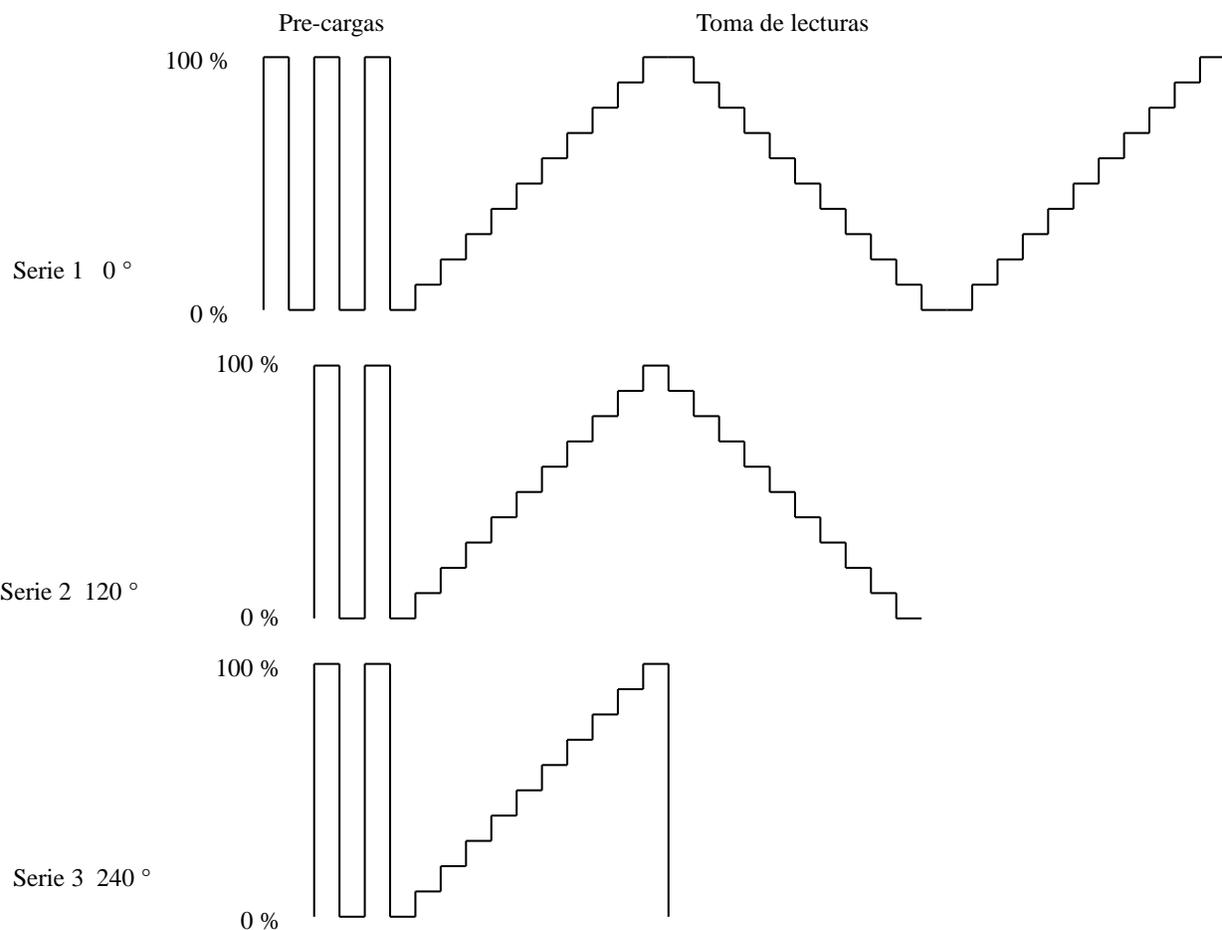
Se realizarán tres precargas a 100.00 kN.

La primera serie consiste en **tres corridas (dos en ascenso y una en descenso)**, orientando el patrón del laboratorio en posición inicial (0°), realizando mediciones en cero carga y en 10 puntos de medición: (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100) kN.

La segunda serie consiste en rotar la orientación del patrón del laboratorio aproximadamente 120° de la posición inicial (0°), realizar **dos** precargas a **100.00 kN** y tomar **dos corridas (una en ascenso y una en descenso)**, midiendo en cero carga y en los 10 puntos de medición.

La tercera serie consiste en rotar el equipo aproximadamente 240° de la posición inicial (0°), realizar **dos** precargas a **100.00 kN** y tomar **una corrida en ascenso**, midiendo a cero carga y en los 10 puntos de medición.

El proceso se describe en el siguiente diagrama:



5.4.3 Cálculos

El laboratorio hará las correcciones que considere pertinentes a las mediciones.

5.4.4 Incertidumbres

Las fuentes a evaluar en la determinación de la incertidumbre del PT serán al menos:

Incertidumbre del sistema de calibración.	Incertidumbre por repetibilidad.
Incertidumbre por reproducibilidad.	Incertidumbre por histéresis.
Incertidumbre por resolución.	Incertidumbre por error de cero.

La incertidumbre expandida del resultado de las mediciones se reportará con un nivel de confianza de aproximadamente 95 %, (factor de cobertura $k = 2$). El laboratorio debe participar en este ensayo de aptitud con los valores de la incertidumbre que tiene acreditados.

5.5 Transporte de los instrumentos y fechas de participación

El Patrón de Comparación será entregado los días lunes de la semana de medición de los laboratorios participantes, en el laboratorio de Fuerza (edificio H) del CENAM a partir de las 9 h 00, y deberá ser devuelto el día viernes de esa semana, a las 14 h 00 a más tardar.

Las fechas de medición para los laboratorios participantes son del 8 al 14 de Noviembre, dentro de las fechas de desarrollo del ensayo de aptitud.

	Laboratorio	Fecha de toma de lecturas
	CENAM	2019-05-06 al 10
1	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial	2019-05-13 al 17
	CENAM	2019-05-18
2	Volkswagen de México, S. A. de C. V.	2019-05-20 al 24
	CENAM	2019-05-25
3	CIATEQ, A. C.	2019-05-27 al 31
	CENAM	2019-06-01
4	Sebastián Ochoa Márquez (SOO-SOM Metrología)	2019-06-03 al 07
	CENAM	2019-06-10 al 14

El laboratorio participante enviará sus resultados al CENAM, máximo 7 días calendario después de concluir la semana de sus mediciones. Si el laboratorio no entrega sus resultados en la fecha establecida, se considerará que abandonó el ensayo de aptitud.

- a) Se deben proporcionar las lecturas tomadas en la calibración.
- b) Se deben proporcionar los valores de fuerza del patrón del laboratorio, con su incertidumbre, para cada punto de medición.
- c) Se deben proporcionar los valores de incertidumbre de cada fuente indicada en **5.4.4**, para cada punto de medición.

Se requieren en formato de Excel (**sin protección ni contraseñas de apertura**), tanto el informe de calibración final como el análisis de los resultados de las mediciones realizadas.

El laboratorio se compromete a proporcionar la información complementaria que el Laboratorio Piloto solicite durante el análisis de sus resultados.

5.6 Borrador del Informe del ensayo de aptitud

El CENAM elaborará un informe preliminar (borrador) 5 días hábiles después de recibir los resultados del último participante para discusión de los resultados (dando para esto tres días hábiles), y el informe final se presentará en 5 días hábiles después, señalando que los resultados se informarán de manera confidencial y a cada laboratorio se le asignará un código de identificación.

En esta etapa sólo se corregirán datos que hayan sido transcritos o “capturados” con algún error, pero no podrán modificarse por cualquier otro motivo.

6. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El criterio que se usará para la evaluación de los resultados de este ensayo de aptitud es:

El error normalizado (E_n), el cual se calcula con el siguiente modelo,

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

x_{lab} es el error obtenido por el laboratorio participante.

x_{ref} es el error de referencia obtenido por el laboratorio piloto.

U_{lab} es la incertidumbre expandida estimada por el laboratorio.

U_{ref} es la incertidumbre expandida obtenida por el laboratorio piloto.

De acuerdo al modelo del error normalizado:

si $|E_n| \leq 1$ los resultados son satisfactorios,

si $|E_n| > 1$ los resultados no son satisfactorios.

7. CONFIDENCIALIDAD

La aceptación de este protocolo obliga al participante en este ensayo a observar la siguiente declaración de confidencialidad:

- i) Ni el laboratorio participante, ni el Laboratorio Piloto, podrán dar a conocer información sobre los resultados obtenidos a personal o instituciones ajenas a este ensayo durante el desarrollo del mismo.
- i) Los eventos que lleguen a presentarse y que no estén contemplados en este protocolo serán evaluados por el CENAM para realizar la acción que mejor corresponda en beneficio de la confiabilidad del ensayo.
- iii) En caso de requerirlo, se solicitará al laboratorio su autorización para publicar los resultados del ensayo en publicaciones técnicas o eventos de metrología, conservando la confidencialidad si así conviniere.

8. RESUMEN CON FECHAS IMPORTANTES EN EL DESARROLLO DEL ENSAYO

Actividad	Fecha
Recepción de datos del último laboratorio	2019-06-21
Envío del borrador del informe de resultados	2019-06-28
Límite de recepción de comentarios al borrador del informe de resultados	2019-07-03
Envío del informe final de resultados del EA	2019-07-10