

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA  
IBMETRO



PROTOCOLO

ENSAYO DE APTITUD

**EQ-0153**

**“ENSAYO DE ROTURA POR COMPRESIÓN”**

**MATRIZ: HORMIGÓN**

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA  
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Año 2023

Elaborado por:	Ing. Yamil Acho Sarzuri	Fecha:	2023-08-17
Revisado y aprobado por:	Lic. Jose Luis Gonzales	Fecha:	2023-08-25

El presente documento ha sido elaborado en la Dirección de Metrología Industrial y Científica del Instituto Boliviano de Metrología

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 2 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	ORGANIZACIÓN .....	3
3.	UNIDAD DE COORDINACIÓN.....	3
4.	OBJETIVOS.....	3
5.	ALCANCE Y PARTICIPANTES.....	4
6.	GENERALIDADES .....	4
6.1	CRONOGRAMA GENERAL.....	4
6.2	INSCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES Y COSTOS .....	5
6.3	DOCUMENTOS GENERADOS.....	5
7.	ITEM DE ENSAYO .....	6
7.1	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM .....	6
7.2	HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DEL ÍTEM DE ENSAYO .....	6
8.	DISTRIBUCION Y REPOSICION DEL ITEM DE ENSAYO .....	6
9.	MANIPULACION, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL ITEM DE ENSAYO .....	6
10.	MÉTODO DE MEDICIÓN A UTILIZAR Y CONSIDERACIONES DE IMPORTANCIA .....	7
11.	REGISTRO DE ENVÍO DE RESULTADOS.....	7
12.	EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LOS PARTICIPANTES .....	8
13.	CONSIDERACIONES ANTE LA CONNIVENCIA O FALSIFICACIÓN DE RESULTADOS .....	9
14.	PUBLICACION DEL INFORME DE RESULTADOS .....	10
15.	OTRAS CONSIDERACIONES.....	10
16.	REFERENCIAS .....	10

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 3 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

## 1. INTRODUCCIÓN

Los ensayos de aptitud son una herramienta para la determinación del desempeño de los laboratorios a través de comparaciones interlaboratorios y además, son considerados como indispensables para el aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos según la NB-ISO/IEC/17025:2018 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración".

El Instituto Nacional de Metrología, es proveedor de Ensayos de Aptitud y tiene el objetivo de atender las necesidades de los laboratorios nacionales.

El presente ensayo está dirigido a apoyar a los laboratorios e instituciones en general que realizan ensayos en la matriz de "Rotura por Compresión en Hormigón"; además, puedan contar con una herramienta mediante la cual puedan evaluar el estado de las mediciones según sus métodos de rutina.

## 2. ORGANIZACIÓN



Dirección de Metrología Industrial y Científica  
 Instituto Boliviano de Metrología - IBMETRO  
 La Paz, Av. Camacho Nº 1488  
 Tel/Fax (591-2) 2147945 – 2372046 int. 340  
[www.ibmetro.gob.bo](http://www.ibmetro.gob.bo)

## 3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

### COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

Ing Yamil Acho Sarzuri – Coordinador técnico del ensayo de aptitud

Lic. Julian Morales – Responsable técnico y estadístico del ensayo de aptitud

Ing. Jose Chura – Responsable de Laboratorio de Presión y Fuerza

Lic. Jose Luis Gonzales – Supervisor de Metrología Química

Ing. Henry Paco Mariño – Director de Metrología Industrial y Científica

### ACTIVIDADES SUBCONTRATADAS

Ninguna de las actividades necesarias para el desarrollo del presente ensayo de aptitud será subcontratada por el proveedor.

## 4. OBJETIVOS

- Evaluar el desempeño de los laboratorios e instituciones participantes, proporcionando la oportunidad de realizar comparaciones y tener una valoración

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 4 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

independiente de los datos del laboratorio comparados con valores de referencia o con el desempeño de organismos similares en el ensayo propuesto.

- Contribuir en la identificación de problemas de ensayo y/o medición en los organismos, en la implementación, toma y adopción de acciones correctivas.
- Apoyar a los organismos en el cumplimiento de la ISO/IEC 17025 requerido por laboratorios de ensayos.
- Proveer confianza a los clientes de los laboratorios.
- Fortalecer el desarrollo de la infraestructura metrológica boliviana y la confianza de los usuarios de dicha infraestructura.

## 5. ALCANCE Y PARTICIPANTES

El presente Ensayo de Aptitud tiene la denominación:

Código: EQ-0153  
 Matriz: Hormigón  
 Ensayo: Rotura por compresión

Este ensayo de aptitud considera dentro de su alcance a laboratorios de ensayos, acreditados y no acreditados, que realizan ensayos de rotura por compresión a muestras de hormigón dentro de su alcance de medición.

## 6. GENERALIDADES

### 6.1 Cronograma general

**Tabla 1:** Cronograma del presente ensayo de aptitud.

Código del ensayo de aptitud	Actividades	Fecha*	
		Inicio	Final
EQ-0153	Fecha de inscripción	2023-08-31	2023-09-22
	Envío y/o recojo del ítem de ensayo	2023-10-16	2023-10-20
	Mediciones y envío de resultados	2023-10-30	
	Publicación del informe preliminar	2023-11-10	
	Publicación del Informe Final	2023-11-20	

\*Las fechas pueden sufrir modificaciones por causas de fuerza mayor.

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 5 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

## 6.2 Inscripción de los participantes y costos

Para participar es necesario realizar la inscripción a través del formulario DMIC-EAQ-PE-001/F03 que será enviado por correo electrónico a todos los interesados y deberá ser devuelto, una vez completados los datos requeridos a las siguientes direcciones electrónicas: [cotizaciones@ibmetro.gob.bo](mailto:cotizaciones@ibmetro.gob.bo) con copia a [yacho@ibmetro.gob.bo](mailto:yacho@ibmetro.gob.bo). Una vez recibido el formulario en IBMETRO, se enviará la cotización respectiva.

El laboratorio participante recibirá mediante correo electrónico su código de identificación correspondiente, previo al pago y facturación con el servicio.

De carácter informativo, presentamos los costos que se generan por la participación en el ensayo de aptitud.

El costo se genera a partir de la cantidad de parámetros a medir y el o los ítem(s) del ensayo. El costo final se debe tomar de la cotización emitida a cada institución participante.

a. Por la cantidad de parámetros a participar:

1 Parámetro Bs. 440

b. Costo material 3 ítems de ensayo a Bs. 500

c. Gastos adicionales

Informe Final (Formato Físico) Bs. 50

Informe Final (Formato Digital). El informe en formato digital será enviado a todos de manera gratuita.

*\* Costo de total de participación en ensayos de aptitud = costo por parámetros a participar + costo por ítem de ensayo + gastos adicionales.*

En caso de la participación de más de 1 analista por institución, se considera un descuento del 50 %.

*\* El porcentaje (%) de descuento se realiza por la cantidad de parámetros a participar, y no al ítem de ensayo.*

## 6.3 Documentos generados

Los documentos generados en el presente ensayo son:

○ Protocolo del Ensayo de Aptitud	DMIC-EAQ-PE-001/F02
○ Formulario de inscripción	DMIC-EAQ-PE-001/F03
○ Formulario de Recepción del Ítem de Ensayo	DMIC-EAQ-PE-001/F04
○ Certificado de participación	LP-CEQ-0XXX-2023
○ Formulario de reporte de resultados	DMIC-EAQ-PE-001/F05
○ Informe de resultados (final)	DMIC-EAQ-PE-001/F06

**NOTA.** Toda la documentación generada por los laboratorios participantes, a solicitud de la unidad de coordinación debe ser remitida al correo electrónico: [yacho@ibmetro.gob.bo](mailto:yacho@ibmetro.gob.bo) en las fechas previstas.

## 7. ITEM DE ENSAYO

### 7.1 Descripción del Ítem

Cada laboratorio participante recibirá el ítem de ensayo según inscripción y detalle de matriz y analitos presentados a continuación:

**Tabla 2:** Descripción del presente ítem de ensayo de aptitud.

Identificación	Matriz	Cantidad	Dimensiones de cada probeta	Parámetros
EQ-0153	Hormigón	Cada analista recibirá 3 probetas	15 cm de diámetro 30 cm de altura	Rotura por compresión a 28 días

Los valores de referencia y su incertidumbre serán asignados por consenso entre los laboratorios participantes siguiendo los requisitos de la norma ISO/IEC 17043 e ISO/IEC 13528.

### 7.2 Homogeneidad y estabilidad del ítem de ensayo

Los estudios de homogeneidad y estabilidad serán realizados por IBMETRO siguiendo los requisitos establecidos en la Norma ISO 13528:2015 "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons".

## 8. DISTRIBUCION Y REPOSICION DEL ITEM DE ENSAYO

Se informará a los laboratorios inscritos vía correo electrónico sobre el recojo de los ítems de ensayo. Los ítems de ensayo serán entregados a los participantes en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

Los participantes del departamento de Cochabamba podrán recoger los ítems de ensayo del Laboratorio de Hormigones Ready Mix de Cochabamba: Av. Pantaleón Dalence km. 6.7 de la Av. Blanco Galindo. Planta de Ready Mix. Contacto Ing. René Torres 789 50264.

Los participantes del departamento de Santa Cruz podrán recoger los ítems de ensayo del Laboratorio de Hormigones Ready Mix de Santa Cruz: Av Mutualista entre 4º y 5º anillo, Parque Industrial Mzno.37 (oficinas de Ready Mix.) Contacto Ing. Ana Ramírez 789-50303.

Los participantes del departamento de La Paz y de los otros departamentos podrán recoger los ítems de ensayo del Laboratorio de Hormigones Ready Mix de La Paz: Carretera a Viacha km 26,5 Av. Hacia el Mar, Zona Exfundo Viliroco, Viacha, el contacto es el Ing. Orlando Peña 772-08316.

La entrega se realizará respetando el cronograma definido. Los ítems serán inspeccionados visualmente por el personal de SOBOCE y el personal del laboratorio participante al momento de la entrega.

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 7 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

Los participantes deberá informar a la Unidad de Coordinación la recepción del ítem de ensayo a través del Formulario DMIC-EAQ-PE-001/F04 vía correo electrónico al coordinador técnico del Ensayo de Aptitud en un plazo máximo de 5 días hábiles después de la entrega/envío del ítem de ensayo.

En relación con la reposición de ítems de ensayo dañados o perdidos en el presente ensayo de aptitud se consideran los siguientes aspectos:

- En caso que el formulario DMIC-EAQ-PE-001/F04 no sea completado al recibir los ítems de ensayo, el proveedor se reservará el derecho de reponer ítems de ensayo.
- Al momento de la entrega, en caso que durante la inspección visual revela que algún ítem de ensayo no se encuentra debidamente sellado o presenta algún tipo de daño se debe informar al personal del IBMETRO para su inmediata reposición.
- En caso de presentarse algún problema con algún ítem de ensayo luego de ser entregado, el participante podrá informar la situación al proveedor a través del correo electrónico [yacho@ibmetro.gob.bo](mailto:yacho@ibmetro.gob.bo). En dichos casos, se evaluará la posibilidad de una reposición dependiendo de la disponibilidad de ítems en custodia. El proveedor no se hace responsable de problemas o daños presentados en el ítem por mala disposición o manejo inadecuado del mismo por parte del participante después de su entrega

## **9. MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL ÍTEM DE ENSAYO**

Los ítems de ensayo serán enviados de acuerdo a lo establecido en la norma boliviana NB 586 Hormigones – Fabricación y conservación de probetas, en las mismas se indicará la fecha de elaboración de las probetas.

Es responsabilidad del laboratorio participante el preservar la integridad de las muestras hasta la fecha y hora de rotura.

## **10. MEDICIÓN Y CONSIDERACIONES DE IMPORTANCIA**

Las mediciones se realizarán de acuerdo a lo establecido en la norma boliviana NB 639.

## **11. REGISTRO DE ENVÍO DE RESULTADOS**

Los laboratorios deberan realizar los registros de las mediciones en el formulario de registro de resultados DMIC-EAQ-PE-001/F05. Los formularios deberán ser enviados vía correo electrónico en la fecha programada para el envío de los ítems de ensayo. **No se aceptarán formularios enviados después del plazo establecido.**

Respecto a la confirmación de los resultados, la unidad de coordinación enviará un correo solicitando confirmar los valores reportados en el formulario DMIC-EAQ-PE-001/F05, el laboratorio participante tiene 3 días para confirmar los datos reportados, posterior a ello u omisión del mismo **se considerará solo los valores reportados inicialmente.**

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 8 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

El informe final en su versión preliminar se enviará por correo electrónico a todos los laboratorios participantes para la revisión de sus datos y posibles errores de transcripción, ya que éstos se usarán para preparar el informe final.

Los laboratorios participantes deben revisar el informe preliminar y hacer llegar cualquier observación a la unidad de coordinación antes de la fecha indicada en el cronograma del Ensayo de Aptitud. Posterior a esta fecha no se recibirán observaciones.

El laboratorio debe llenar el formulario DMIC-EAQ-PE-001/F05, se debe incluir la siguiente información:

- Código del participante.
- Fechas de medición
- Valor reportado
- Incertidumbre expandida
- Factor de cobertura
- Numero de mediciones (replicas)
- Detalle de técnicas analíticas utilizadas para cada mensurando
- Detalle de la trazabilidad de los resultados para cada mensurando
- Observaciones adicionales

Toda esta información debe ser reportada en los formularios de presentación de resultados o en documentos adicionales.

Los procedimientos para la estimación de la incertidumbre de medida asociada a los resultados de los ensayos utilizados por los laboratorios pueden estar basados en:

- Guía para la expresión de la incertidumbre de medición JCGM 100:2008 (GUM).
- Datos obtenidos durante la validación y verificación de un método de ensayo antes de su aplicación en las condiciones del ensayo.
- Estudios de comparaciones interlaboratoriales para conocer las características de los métodos de ensayo conforme a la Norma ISO 5725 o equivalente.
- Datos sobre el control interno de la calidad de los procedimientos de ensayo o medida.
- Datos obtenidos de ensayos de aptitud.
- Remitirse a datos o procedimientos descritos en las normas de ensayo aplicables.
- Combinar las anteriores posibilidades

## **12. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS PARTICIPANTES**

El tratamiento de los datos para la evaluación del desempeño estará basado en la Norma ISO 13528:2015, "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons". El desempeño de cada laboratorio participante en el Ensayo de Aptitud será evaluado mediante el Z-score.

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 9 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

$$Z_i = \frac{(x_i - x_{pt})}{\sigma_{pt}}$$

**Donde:**

- $x_i$  = Resultado del laboratorio "i"
- $x_{pt}$  = Valor de referencia
- $\sigma_{pt}$  = Estimador de la dispersión de los laboratorios, fijada en base a la norma ISO 17043, para cada uno de los parámetros del ensayo.

Se determinará el valor de Z-score para cada laboratorio participante. El desempeño será clasificado como **SATISFACTORIO, CUESTIONABLE, INSATISFACTORIO**, a partir de la interpretación de este parámetro. A menor valor absoluto de "Z" mejor es el desempeño del laboratorio.

$ Z  \leq 2$	Satisfactorio
$2 <  Z  < 3$	Cuestionable
$ Z  \geq 3$	Insatisfactorio

El IBMETRO se reserva el derecho de cambiar el criterio de evaluación de este ensayo de aptitud para garantizar que la evaluación del desempeño de los laboratorios sea la más adecuada. Si el IBMETRO decide cambiar el criterio de evaluación esta será comunicada a los participantes justificando su decisión.

### **13. CONSIDERACIONES ANTE LA CONNIVENCIA O FALSIFICACIÓN DE RESULTADOS**

Como aspectos más relevantes del manejo de la confidencialidad de la información del presente ensayo de aptitud se consideran:

- La totalidad del personal del proveedor cuenta con un compromiso de confidencialidad firmado.
- Toda información entregada por los participantes será confidencial, sólo conocida por el proveedor y el mismo participante.
- La identidad de los participantes será protegida mediante el uso de un código numérico en sus resultados, que será enviado al participante vía correo electrónico. Es responsabilidad de cada participante preservar la confidencialidad del código individualizado asignado por el proveedor.
- Los informes de resultados, en los que se muestran los resultados y las conclusiones del ensayo de aptitud, son públicos, respetando el código confidencial asignado a los participantes.

<b>DMIC-EAQ-PE-001/F02</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>PROTOCOLO DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 10 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	

- En caso que una parte interesada (por ejemplo una autoridad reglamentaria) solicite los resultados del ensayo de aptitud, los participantes serán notificados sobre dicha solicitud.

#### **14. PUBLICACIÓN DEL INFORME DE RESULTADOS**

El informe final del ensayo de aptitud será enviado a cada participante vía correo electrónico y será publicado en la página web del IBMETRO ([www.ibmetro.gob.bo](http://www.ibmetro.gob.bo)). Para evitar posibles cambios y/o adulteraciones el documento se encontrará protegido.

El informe final impreso puede ser solicitado con la inscripción del ensayo (el mismo tendrá un costo adicional).

#### **15. OTRAS CONSIDERACIONES**

El proveedor del ensayo de aptitud se reserva el derecho de editar la información presentada en este documento y se compromete a informar oportunamente a todos los participantes de cualquier cambio que se genere en dichas ediciones.

El proveedor del ensayo de aptitud se reserva el derecho de utilizar los resultados del presente ensayo de aptitud en publicaciones o labores didácticas, siempre que se respete el anonimato de los participantes.

#### **16. REFERENCIAS**

- ISO/IEC 17043 (2010). Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP & OIML (2008). Evaluación de datos de medición – Guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100:2008 (GUM 1995 con ligeras correcciones). Edición digital 1 en español realizada por CEM, autorizada por el Comité Conjunto de Guías en Metrología (JCGM).
- ISO 13528 (2016). Métodos estadísticos para utilizar en ensayos de aptitud mediante comparaciones interlaboratorio.
- Norma Boliviana NB 639 Hormigones – Rotura por compresión
- Norma Boliviana NB 586 Hormigones – Fabricación y conservación de probetas