

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA IBMETRO



INFORME FINAL

ENSAYO DE APTITUD

Código: EEQ-002-2025 - 02

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS
FISICOQUÍMICOS”**

MATRIZ: AGUA SUPERFICIAL

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Fecha de emisión: 2024-06-06

Elaborado por:	Lic. Jimena Patricia Torrez Quispe	Fecha:	2025-06-05
Revisado y aprobado por:	Lic. Jose Luis Gonzales Quino	Fecha:	2025-06-06
Información actualizada en:		Fecha:	2025-06-18

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

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 2 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

POLÍTICA DEL IBMETRO PARA EL USO DE INFORMES DE ENSAYO DE APTITUD

La política del Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO) como proveedor de Ensayos de Aptitud que cumple con los requisitos de la norma ISO 17043:2023 se centra en asegurar que los informes finales de resultados de Ensayos de Aptitud se utilicen como una herramienta confiable para evaluar y mejorar la competencia técnica de los laboratorios participantes. El IBMETRO se compromete a proporcionar informes claros, imparciales y basados en evidencia, que incluyan los datos necesarios para la toma de decisiones internas de calidad, preservando la confidencialidad y la integridad de la información individual de cada participante.

Los informes finales en su versión preliminar se constituyen en versiones previas cuyo objetivo es que los participantes verifiquen la información contenida y realizar cambios en los mismos según sea necesario. Los informes finales en su versión preliminar no sustituyen al Informe Final.

Un Informe Final, una vez publicado en nuestra página web, no podrá ser cambiado ni se aceptarán observaciones sobre el contenido, salvo que el Sistema de Gestión de Calidad del IBMETRO así lo requiera.

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).

Los participantes y partes interesadas pueden solicitar una impresión oficial del Ensayo de Aptitud, el mismo tendrá un costo adicional.

El IBMETRO se reserva el derecho de utilizar la información del presente informe de Ensayo de Aptitud como fuente para publicaciones o labores didácticas, siempre que se respete el anonimato de los participantes.

ACTUALIZACION DEL INFORME DE ENSAYO DE APTITUD

*Este informe con código **EEQ-002/2025 – 02** reemplaza al informe con código **EEQ-002/2025 – 01** en su totalidad, quedando **ANULADO** el informe con código **EEQ-002/2025 – 01**. Los cambios realizados son los siguientes:*

En esta versión del informe se ha corregido un error de transcripción en el parámetro de sólidos totales disueltos en la Tabla 7. Específicamente, el valor de la dispersión utilizado en la evaluación fue incorrectamente registrado como $\sigma'_{pt} = 0,401$, cuando el valor correcto es $\sigma'_{pt} = 3,401$.

Asimismo, se ha incorporado un el acápite 15. APELACIONES, referido al proceso de apelaciones, en el que se incluye la dirección de correo electrónico de nuestro responsable del sistema de gestión de calidad para dicho fin.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 3 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	ORGANIZACIÓN.....	4
3.	UNIDAD DE COORDINACIÓN.....	4
4.	OBJETIVOS.....	5
5.	ACTIVIDADES DE PROVEEDORES EXTERNOS.....	5
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO.....	5
7.	HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO.....	6
8.	VALORES DE REFERENCIA.....	7
9.	CONFIDENCIALIDAD.....	10
10.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.....	10
11.	RESULTADOS.....	11
11.1	pH.....	11
11.2	Conductividad electrolítica.....	13
11.3	Turbidez.....	15
11.4	Solidos disueltos totales.....	17
11.5	Solidos suspendidos totales.....	19
12.	LABORATORIOS PARTICIPANTES.....	21
13.	OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS..	22
14.	CONCLUSIONES.....	22
15.	APELACIONES.....	23
16.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	23

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 4 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

1. INTRODUCCIÓN

IBMETRO viene organizando rondas de Ensayo de Aptitud dirigido a apoyar a los laboratorios u organismos de inspección que realizan ensayos en la matriz de agua superficial con la finalidad de mejorar las capacidades analíticas y la gestión en organismos de inspección y laboratorios bolivianos.

Para que un laboratorio u organismo de inspección sea considerado competente es necesario que asegure la confiabilidad de sus resultados. La participación regular en programas de ensayos de aptitud es uno de los medios disponibles para que demuestren su desempeño.

La participación en estos programas es un requisito establecido en las normas de competencia técnica para laboratorios de ensayo. También es un requisito exigido por la Dirección Técnica de Acreditación en Bolivia (DTA-CRI-015) y en algunos casos puede ser un requerimiento establecido en la legislación vigente.

2. ORGANIZACIÓN



Dirección de Metrología Industrial y Científica
 Instituto Boliviano de Metrología – IBMETRO
 Unidad de Metrología Química
 La Paz, Municipio de Achocalla, Av. Illimani, Z. Valle Hermoso
 (+591) 72015382; (+591) 71543136
www.ibmetro.gob.bo

3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

Lic. Jimena Patricia Torrez Quispe – Coordinador y Responsable técnico del Ensayo de Aptitud

Lic. Julian Morales Alarcon - Responsable Estadístico del Ensayo de Aptitud

Lic. Jose Luis Gonzales – Supervisor de Metrología Química

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

PERSONAL DE APOYO

Ing. Yamil Acho – Colaborador técnico

Lic. Gilda Cruz Ochoa - Colaborador Técnico

Lic. Fernando Huanca Mamani - Colaborador Técnico

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 5 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

4. OBJETIVOS

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

No se llevaron a cabo actividades de proveedores externos para el presenta ensayo de aptitud.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Identificación	Matriz	Cantidad de Muestra	Parámetros	Lugar de muestreo	Fecha de muestreo
EEQ-002-2025	Agua Superficial	Botella de 1000 ml aprox.	pH Conductividad Turbidez Solidos Totales Disueltos Solidos Totales Suspendidos	Cercanías de la represa de Hampaturi de la Ciudad de La Paz	13 de marzo de 2025 Horas 10h00

Tabla 1. Descripción de los ítems de ensayo

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 6 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025



Imagen 1. Toma de muestra.

7. HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

La homogeneidad y la estabilidad de los ítems de ensayo de aptitud fueron evaluadas siguiendo los lineamientos de la norma ISO 17043:2023 e ISO 13528:2022 para garantizar que no tengan influencia en la evaluación de la aptitud de los participantes.

Para evaluar la homogeneidad en los ítems de ensayo de aptitud se verifica que la desviación estándar de debido a la inhomogeneidad (s_s) cumpla el siguiente criterio:

$$s_s \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (1)$$

Para evaluar la estabilidad de los ítems de ensayo de aptitud se verifica que la incertidumbre debido a la inestabilidad (u_{stab}) cumpla el siguiente criterio:

$$u_{stab} \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (2)$$

Cuando no se cumpla (1) y/o (2) se procederá de acuerdo a la sección 10, para incluir la incertidumbre del valor asignado en la desviación estándar para evaluación de aptitud σ_{pt} .

Cuando la desviación estándar para la evaluación de aptitud σ_{pt} es calculada como

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 7 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

la desviación estándar de los resultados de los participantes, los componentes de la incertidumbre debido a la inhomogeneidad, transporte e inestabilidad están en gran parte reflejados en la variabilidad de los participantes.

8. VALORES DE REFERENCIA

El valor de referencia para los parámetros fisicoquímicos de conductividad electrolítica y pH fue asignado por el Laboratorio de Electroquímica del IBMETRO.

➤ **pH**

Se determinó el valor de referencia de pH a 25 °C y las mediciones del monitoreo de los ítems de agua superficial, se determinó con el sistema de medición directa (conocidos comúnmente como un electrodo de vidrio combinado con un indicador de referencia) y con el uso de MRC de IBMETRO ya que se preparó a partir de MRC primario del Instituto de Metrología de Polonia (GUM). Para el ajuste del sistema de medición, se usó un baño termostático con un control de 0,01 °C debidamente caracterizado y un termómetro de resistencia de platino con una resolución de 0,001 °C debidamente calibrado. El valor de pH del ítem de ensayo es trazable a los materiales de referencia primarios mencionados anteriormente.

➤ **Conductividad Electrolítica (CE)**

El valor de referencia de conductividad electrolítica a 25 °C y las mediciones del monitoreo de los ítems de agua superficial, se determinó con el sistema de medición directa y unidad electrónica (conocidos comúnmente como conductímetro) y con el uso de MRC (DFM Lote 22090801JA) y MRC secundario de conductividad electrolítica, para el ajuste del sistema de medición, que son obtenidos con un sistema secundario de conductividad electrolítica comúnmente usado para certificación de material de referencia secundario de conductividad electrolítica formado por una celda de conductividad de platino y cuerpo de vidrio, un puente de medición de impedancia de alta resolución y frecuencia variable, un baño termostático con un control de 0,01 °C debidamente caracterizado y un termómetro de resistencia de platino con una resolución de 0,001 °C debidamente calibrado.

Para la elaboración y medición de Materiales de Referencia se ha recibido capacitación en Institutos Nacionales de Metrología como ser el CENAM (México), LATU (Uruguay) entre otros. Además, se cuenta con el soporte técnico de estos y otros institutos nacionales de metrología.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 8 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

Actualmente la Dirección de Metrología Industrial y Científica cuenta con certificado de aprobación del Sistema de Gestión de Calidad (QSTF) para los Laboratorios de la Unidad de Metrología Química. Adicionalmente se cuenta con un sistema de gestión de la calidad que cumple con los requisitos de las Normas ISO/IEC 17025 e ISO 17034 con lo cual el IBMETRO se constituye en una entidad capaz de brindar el servicio integral y confiable de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

El valor asignado x_{pt} para de los parámetros de Turbidez, Solidos Totales Disueltos y Solidos Totales Suspendidos se obtuvieron a partir de la mediana de los resultados, calculada según la siguiente ecuación:

$$Mediana = X_{\frac{n+1}{2}} \quad \text{Si "n" es impar} \quad (3)$$

$$Mediana = \frac{X_{\frac{n}{2}} + X_{\frac{n+1}{2}}}{2} \quad \text{Si "n" es par} \quad (4)$$

Siendo x_i el promedio individual de las mediciones de cada muestra (A y B), el cual fue calculado según la siguiente ecuación:

$$x_i = \frac{Valor_1 + Valor_2}{2} \quad (5)$$

Siendo Valor 1 y Valor 2 los resultados reportados por los laboratorios (para la muestra A y B).

Para estimar la incertidumbre del valor asignado de los ítems de ensayo en los parámetros a evaluar, se considera los siguientes aportes:

$$u(x_{pt}) = \sqrt{u_{char}^2 + u_{nom}^2 + u_{trans}^2 + u_{stab}^2} \quad (6)$$

Dónde:

$u(x_{pt})$ es la incertidumbre estándar del valor asignado.

u_{char} es la incertidumbre estándar de la caracterización.

u_{nom} es la incertidumbre estándar debido a las diferencias entre ítems de ensayo de aptitud ("inhomogeneidad").

u_{trans} es la incertidumbre estándar debido a la inestabilidad causada por el transporte de los ítems de ensayo de aptitud.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 9 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

u_{stab} es la incertidumbre estándar de la inestabilidad durante el periodo del ensayo de aptitud.

Cuando el valor asignado ha sido calculado por consenso de los datos de participantes, la incertidumbre estándar de cada uno de los valores asignados ha sido estimada mediante la siguiente expresión:

$$u(x_{pt}) = \frac{1,25 * s^*}{\sqrt{p}} \quad (7)$$

Siendo

s^* = desviación estándar robusta

p = Número de Laboratorios participantes en el parámetro.

Cuando el valor asignado y la desviación estándar robusta en (7) son determinados con los datos de los participantes la incertidumbre del valor asignado puede asumirse que incluye los efectos de la incertidumbre debido a la inhomogeneidad, transporte e inestabilidad.

La incertidumbre del valor asignado debe cumplir que:

$$u(x_{pt}) \leq 0,3 \sigma_{pt} \quad (8)$$

Cuando no se cumpla (8) se procederá de acuerdo a la sección 10, para incluir la incertidumbre del valor asignado en la desviación estándar para evaluación de aptitud (σ_{pt}).

Para cada parámetro la dispersión asignada se calculó como la Mediana de la Dispersión Absoluta (MADe), calculada de la siguiente manera:

$$\sigma_{pt} = MAD_e(x) = 1,4826 * med | x_i - med(x) | \quad (9)$$

Dónde:

med =valor de la mediana

x_i =resultados de cada participante

$med(x)$ =mediana de los resultados de cada participante

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 10 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

9. CONFIDENCIALIDAD

Los resultados del Ensayo de Aptitud han sido tratados con absoluta confidencialidad, cada participante fue identificado por un código individual, que solo es conocido por el laboratorio participante y por la coordinación del ensayo.

10. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

El tratamiento de los datos para la evaluación del desempeño estará basado en la Norma ISO 13528:2022, "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.

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}} \quad (10)$$

Dónde:

x_{pt} = Valor asignado

x_i = Resultado del participante "i"

σ_{pt} = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud

Se determinó el valor de z-score para cada laboratorio participante. El desempeño ha sido 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.

- Satisfactorios: |z| menor o igual a 2
- Cuestionables: |z| mayor a 2 y menor a 3
- Insatisfactorios: |z| mayor o igual a 3

Cuanto menor sea el valor absoluto de "z", mejor será el desempeño del laboratorio.

Para los parámetros en los que la incertidumbre sea significativa respecto al estimador de la dispersión de los laboratorios y se cumpla que:

$$u(x_{pt}) > 0,3 * \sigma_{pt} \quad (11)$$

Se considerará la incertidumbre para expandir el denominador del estadístico de desempeño. Este estadístico se llama z' y se calcula de la siguiente manera:

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 11 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

$$z'_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + u^2(x_{pt})}} \quad (12)$$

Dónde:

x_{pt} = Valor asignado

x_i = Resultado del participante "i"

σ_{pt} = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud

$u(x_{pt})$ = Incertidumbre estándar del valor asignado

Para el cálculo de la incertidumbre expandida se considera un factor de cobertura $k=2$.

$$U(x_{pt}) = k * u(x_{pt}) \quad (13)$$

Para la evaluación de la dispersión en los resultados del presente ensayo de aptitud, se adoptó como criterio metodológico el enfoque de reproducibilidad descrito en la versión 2024 del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Esta elección se fundamenta en la detección de una variabilidad significativa en determinados parámetros reportados por los laboratorios participantes, lo cual requiere la aplicación de un enfoque analítico que no dependa directamente de la dispersión empíricamente observada. La adopción de este estándar proporciona un marco metodológico validado que garantiza la trazabilidad metrológica, la robustez estadística y el cumplimiento de los requisitos normativos vigentes. Cabe señalar que, en el caso del parámetro de turbidez, la evaluación de la dispersión se realizó mediante el criterio de consenso entre laboratorios participantes.

11. RESULTADOS

11.1 pH

Parámetro	Valor asignado por IBMETRO		
	Valor Unidades de pH	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} Unidades de pH
pH	7,347	0,130	0,165
Dispersión usada en la evaluación:		$\sigma_{pt}' = 0,154$	

Tabla 2. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 12 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

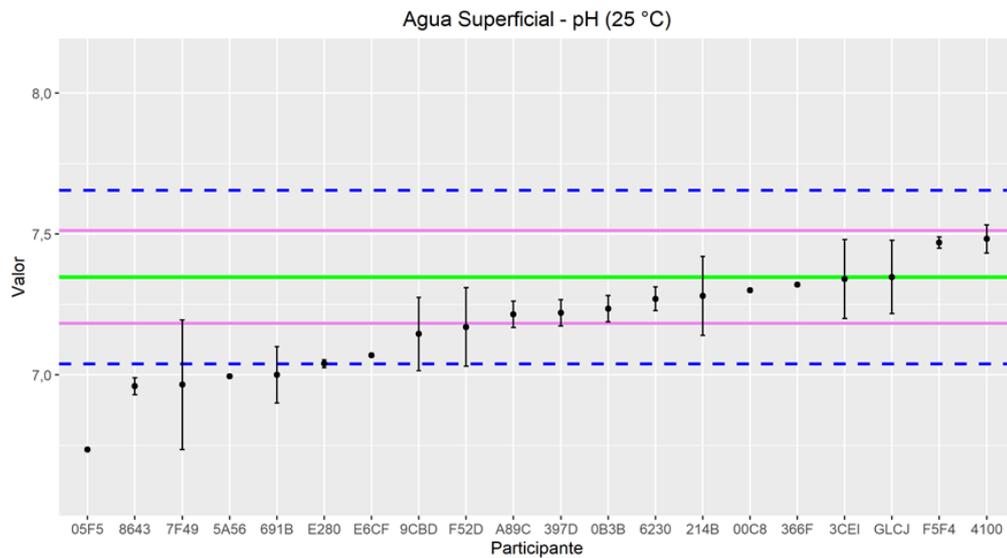


Gráfico 1. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

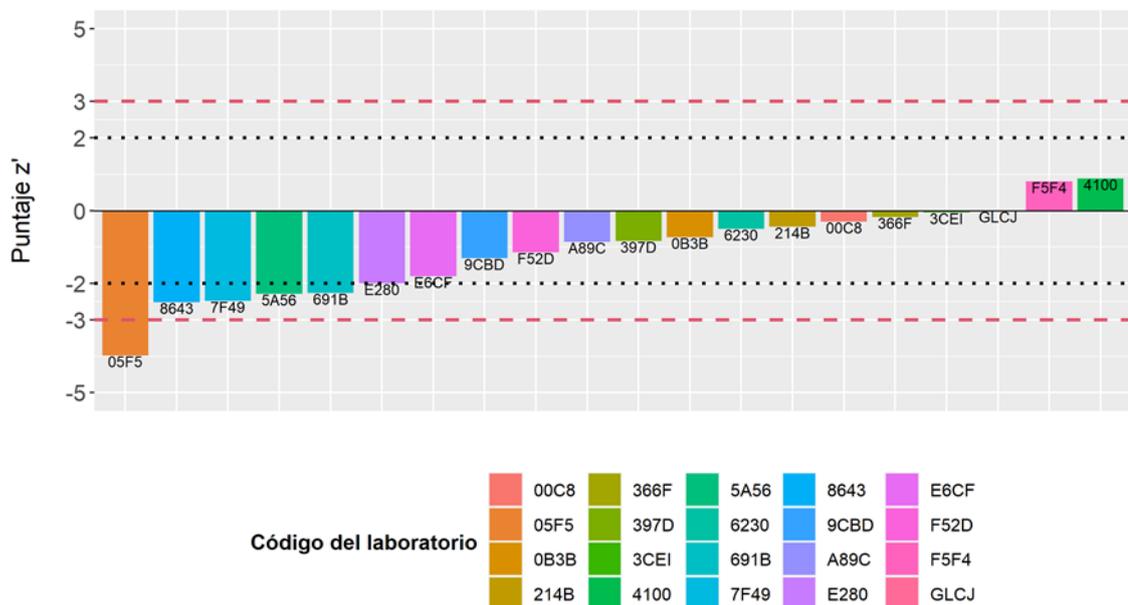


Gráfico 2. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 13 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

Participante	Resultado reportado, Unidades de pH	Puntaje z'	Resultado de evaluación
05F5	6,735	-3,98	Insatisfactorio
8643	6,960	-2,52	Cuestionable
7F49	6,965	-2,48	Cuestionable
5A56	6,995	-2,29	Cuestionable
691B	7,000	-2,26	Cuestionable
E280	7,040	-2,00	Satisfactorio
E6CF	7,070	-1,80	Satisfactorio
9CBD	7,145	-1,31	Satisfactorio
F52D	7,170	-1,15	Satisfactorio
A89C	7,215	-0,86	Satisfactorio
397D	7,220	-0,83	Satisfactorio
0B3B	7,235	-0,73	Satisfactorio
6230	7,270	-0,50	Satisfactorio
214B	7,280	-0,44	Satisfactorio
00C8	7,300	-0,31	Satisfactorio
366F	7,320	-0,18	Satisfactorio
3CEI	7,340	-0,05	Satisfactorio
GLCJ	7,347	0,00	Satisfactorio
F5F4	7,470	0,80	Satisfactorio
4100	7,482	0,88	Satisfactorio

Tabla 3. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

11.2 Conductividad electrolítica

Parámetro	Valor asignado por IBMETRO		
	Valor $\mu\text{S/cm}$	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} $\mu\text{S/cm}$
Conductividad electrolítica	67,70	1,354	3,90
Dispersión usada en la evaluación:		$\sigma_{pt}' = 2,374$	

Tabla 4. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 14 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

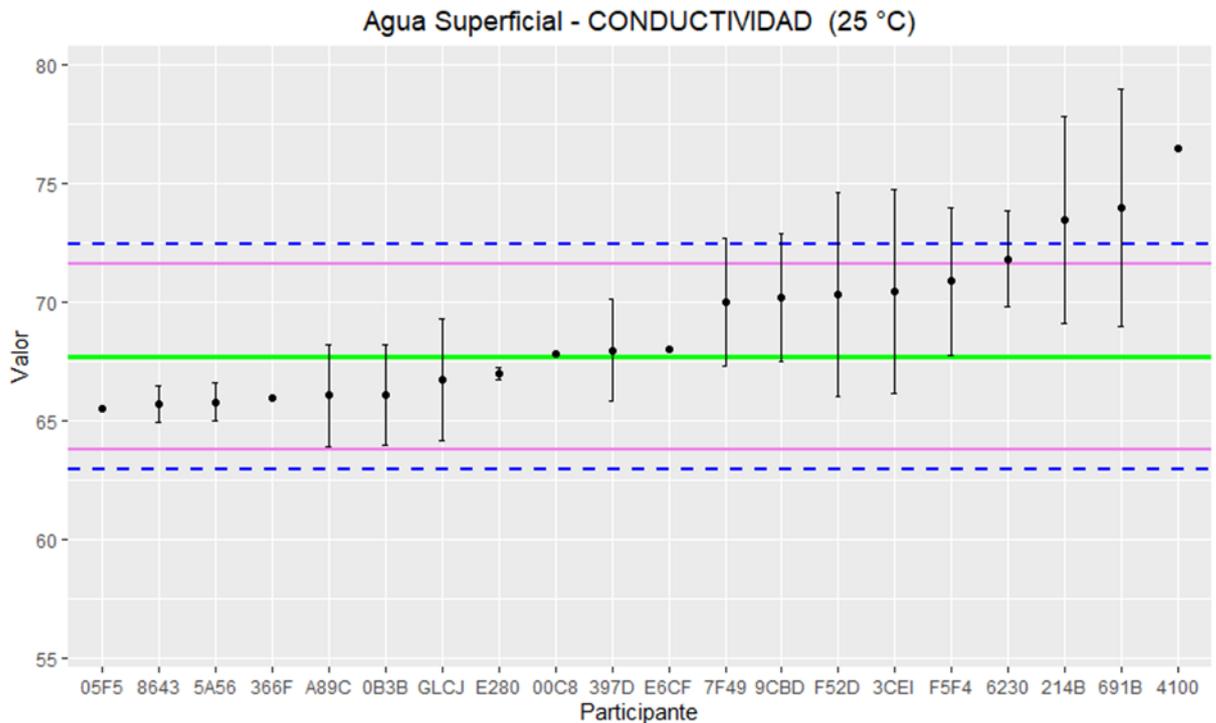


Gráfico 3. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

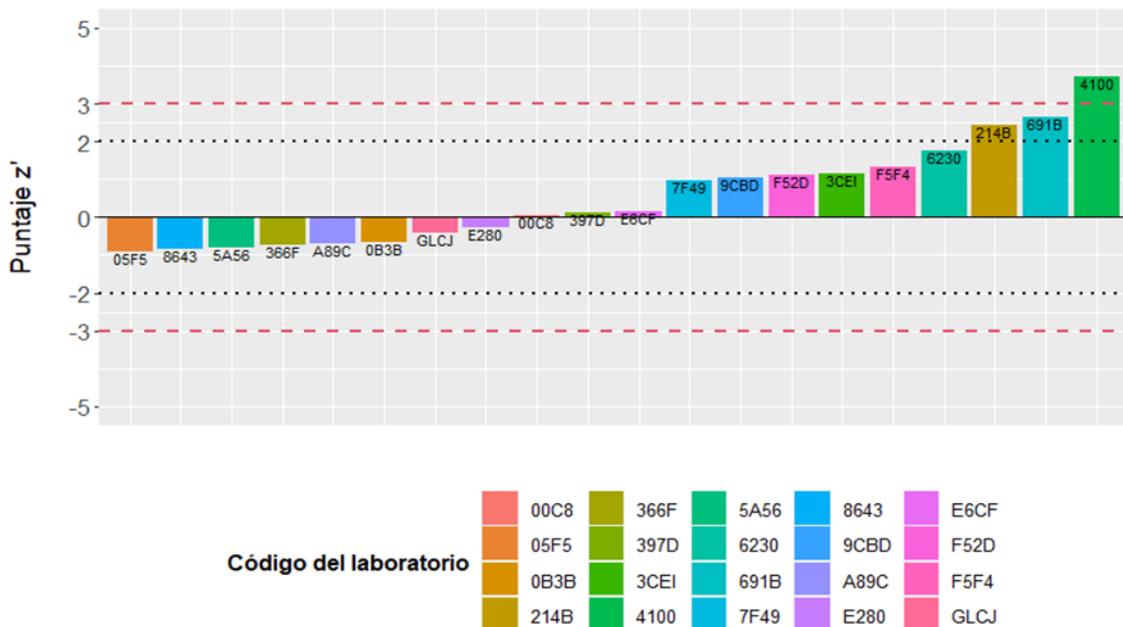


Gráfico 4. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 15 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

Participante	Resultado reportado, $\mu\text{S/cm}$	Puntaje z'	Resultado de evaluación
05F5	65,500	-0,93	Satisfactorio
8643	65,700	-0,84	Satisfactorio
5A56	65,800	-0,80	Satisfactorio
366F	65,950	-0,74	Satisfactorio
A89C	66,070	-0,69	Satisfactorio
0B3B	66,110	-0,67	Satisfactorio
GLCJ	66,727	-0,41	Satisfactorio
E280	67,000	-0,29	Satisfactorio
00C8	67,835	0,06	Satisfactorio
397D	67,980	0,12	Satisfactorio
E6CF	68,050	0,15	Satisfactorio
7F49	70,000	0,97	Satisfactorio
9CBD	70,200	1,05	Satisfactorio
F52D	70,300	1,10	Satisfactorio
3CEI	70,460	1,16	Satisfactorio
F5F4	70,880	1,34	Satisfactorio
6230	71,820	1,74	Satisfactorio
214B	73,470	2,43	Cuestionable
691B	74,000	2,65	Cuestionable
4100	76,500	3,71	Insatisfactorio

Tabla 5. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

11.3 Turbidez

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor NTU	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} NTU
Turbidez	1,065	0,311	0,216
Dispersión usada en la evaluación:		$\sigma_{pt}' = 0,330$	

Tabla 6. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 16 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

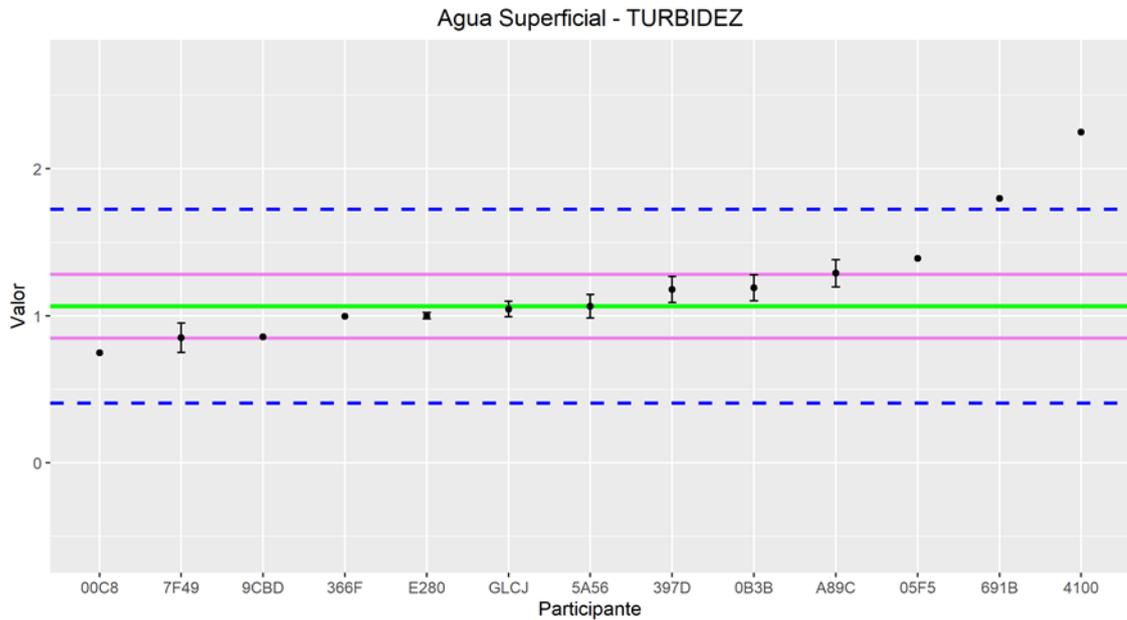


Gráfico 5. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

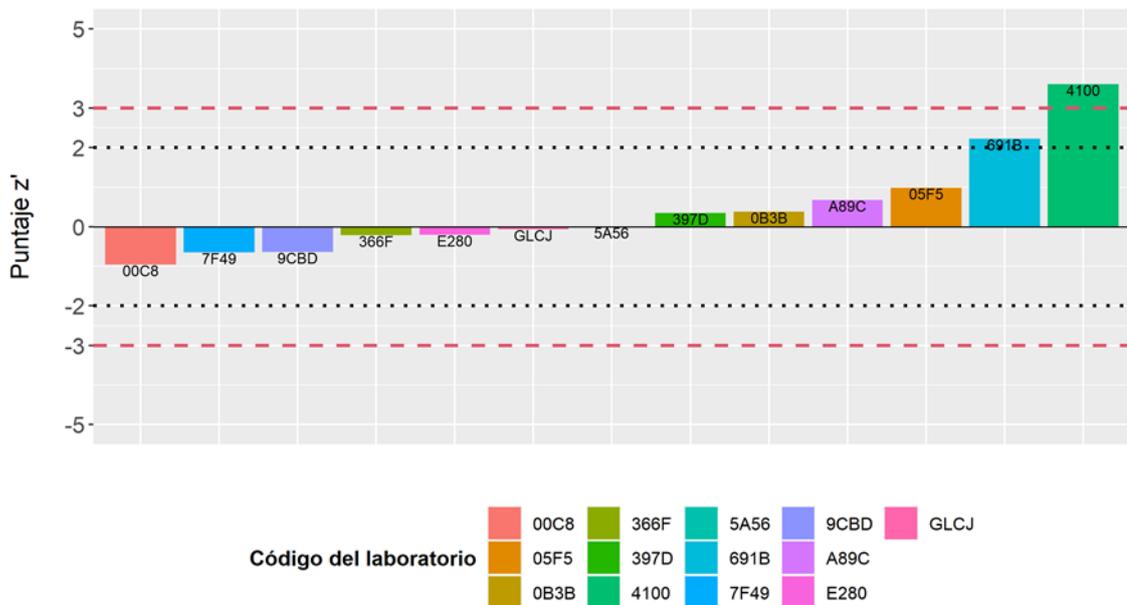


Gráfico 6. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 17 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

Participante	Resultado reportado, NTU	Puntaje z'	Resultado de evaluación
00C8	0,749	-0,96	Satisfactorio
7F49	0,850	-0,65	Satisfactorio
9CBD	0,855	-0,64	Satisfactorio
366F	0,995	-0,21	Satisfactorio
E280	1,000	-0,20	Satisfactorio
GLCJ	1,046	-0,06	Satisfactorio
5A56	1,065	0,00	Satisfactorio
397D	1,180	0,35	Satisfactorio
0B3B	1,190	0,38	Satisfactorio
A89C	1,290	0,68	Satisfactorio
05F5	1,390	0,99	Satisfactorio
691B	1,800	2,23	Cuestionable
4100	2,250	3,60	Insatisfactorio

Tabla 6. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

11.4 Sólidos disueltos totales

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor mg/L	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} mg/L
Sólidos disueltos totales	38,344	2,774	3,936
Dispersión usada en la evaluación:		$\sigma_{pt}' = 3,401$	

Tabla 7. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 18 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

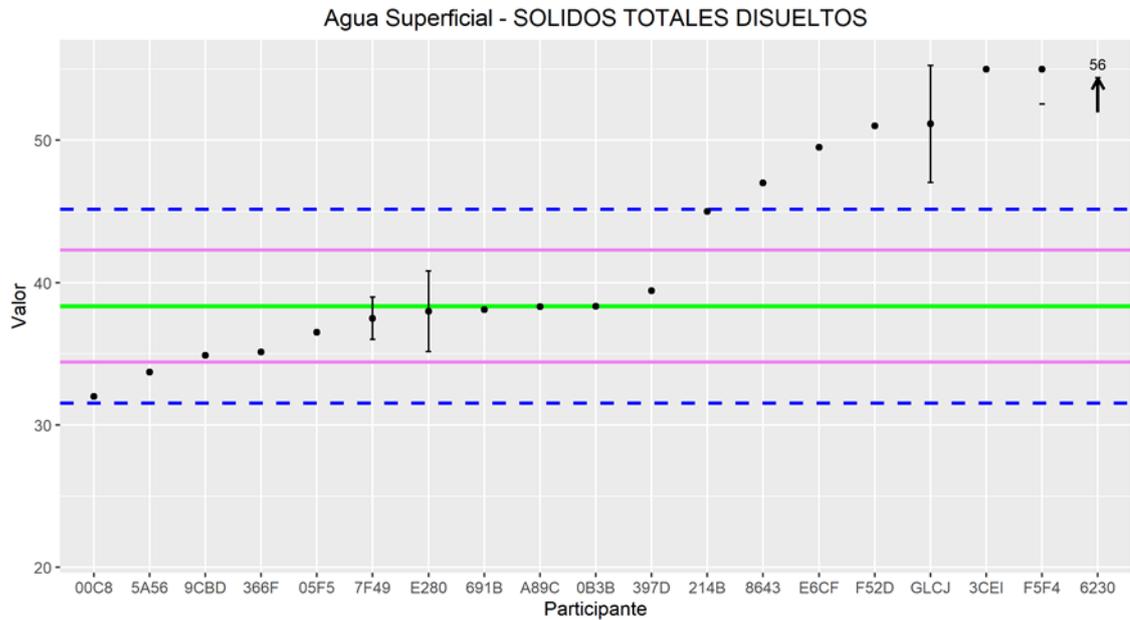


Gráfico 7. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

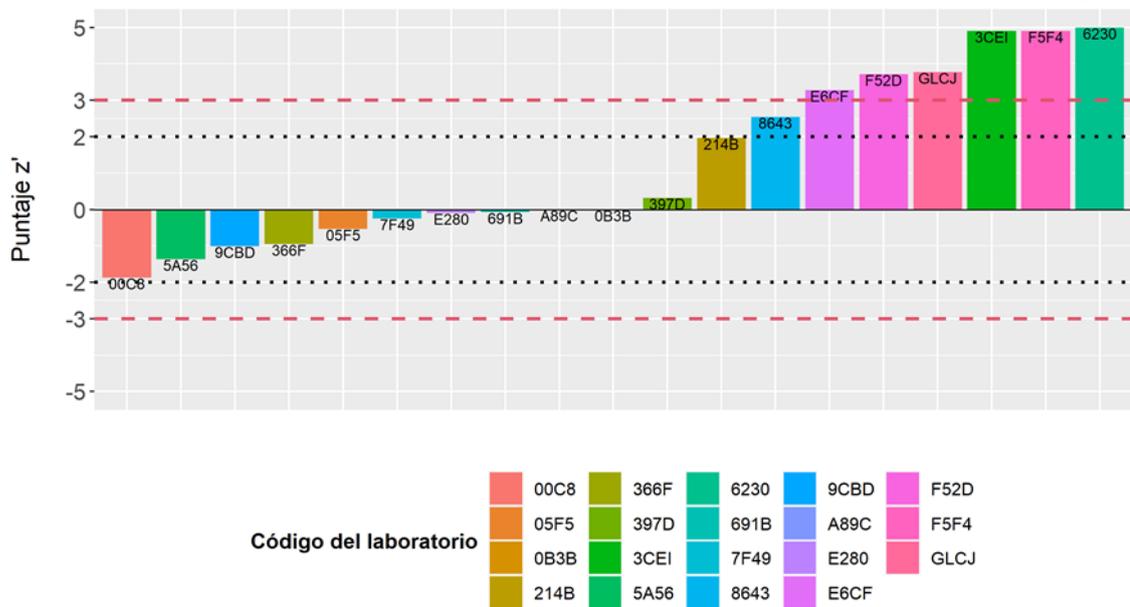


Gráfico 8. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 19 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

Participante	Resultado reportado, mg/L	Puntaje z	Resultado de evaluación
00C8	32,000	-1,87	Satisfactorio
5A56	33,715	-1,36	Satisfactorio
9CBD	34,900	-1,01	Satisfactorio
366F	35,120	-0,95	Satisfactorio
05F5	36,500	-0,54	Satisfactorio
7F49	37,500	-0,25	Satisfactorio
E280	38,000	-0,10	Satisfactorio
691B	38,100	-0,07	Satisfactorio
A89C	38,320	-0,01	Satisfactorio
0B3B	38,344	0,00	Satisfactorio
397D	39,428	0,32	Satisfactorio
214B	45,000	1,96	Satisfactorio
8643	47,000	2,54	Cuestionable
E6CF	49,500	3,28	Insatisfactorio
F52D	51,000	3,72	Insatisfactorio
GLCJ	51,156	3,77	Insatisfactorio
F5F4	55,000	4,90	Insatisfactorio
3CEI	55,000	4,90	Insatisfactorio
6230	56,000	5,19	Insatisfactorio

Tabla 8. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.

11.5 Sólidos suspendidos totales

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor mg/L	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} mg/L
Sólidos suspendidos totales	1,215	0,400	0,226

Tabla 10. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 20 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

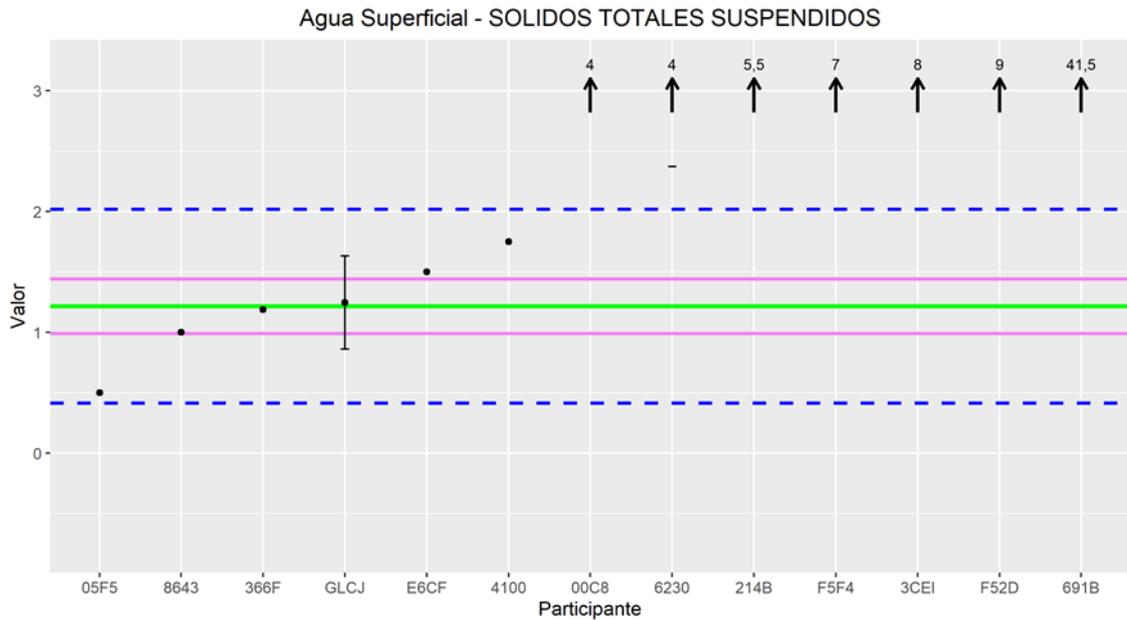


Gráfico 9. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

En la siguiente figura se muestran la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

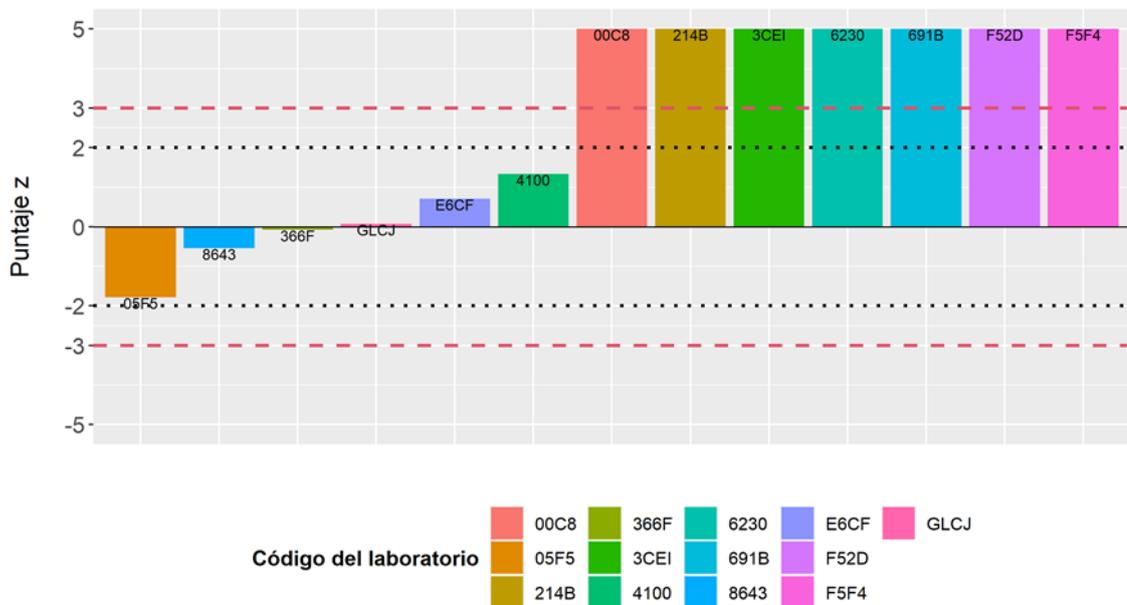


Gráfico 10. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

En el siguiente cuadro se resume la información más relevante de la evaluación del desempeño de los participantes.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 21 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

Participante	Resultado reportado, mg/L	Puntaje z	Resultado de evaluación
05F5	0,500	-1,78	Satisfactorio
8643	1,000	-0,54	Satisfactorio
366F	1,185	-0,07	Satisfactorio
GLCJ	1,244	0,07	Satisfactorio
E6CF	1,500	0,71	Satisfactorio
4100	1,750	1,34	Satisfactorio
00C8	4,000*	6,95	Insatisfactorio
6230	4,000*	6,95	Insatisfactorio
214B	5,500*	10,69	Insatisfactorio
F5F4	7,000*	14,43	Insatisfactorio
3CEI	8,000*	16,93	Insatisfactorio
F52D	9,000*	19,42	Insatisfactorio
691B	41,500*	100,51	Insatisfactorio

Tabla 9. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño, los valores señalados con* corresponden a valores atípicos, los cuales no fueron considerados en el análisis estadístico.

12. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 14 laboratorios de diferentes departamentos de Bolivia. Es importante resaltar que la numeración de la Tabla 10 es solamente un indicativo del número de laboratorios participantes en el presente Ensayo, no está asociada a los códigos de participación de los laboratorios.

INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL	Cochabamba
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL AGUA (CIAGUA U.A.J.M.S.)	Tarija
DIVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EL ROLLO - ELAPAS	Chuquisaca
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE VIACHA - EMAPAV	La Paz
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPAS	Cochabamba
FLASH SRL	La Paz
GABINETE MUNICIPAL DE MONITOREO AMBIENTAL	La Paz
INSPECCIÓN Y LABORATORIO DE CALIDAD SGLAB S.R.L.	La Paz
INSTITUTO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL	La Paz
LABORATORIO AMBIENTAL 3RIOS LTDA	La Paz
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE - SAGUAPAC	Santa Cruz

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 22 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE - UAGRM	Santa Cruz
SERVICIOS INTEGRADOS DE LABORATORIO LABSIC SRL	La Paz
YACULAB S.R.L.	Santa Cruz

Tabla 10. Participantes del Ensayo de Aptitud EEQ-002-2025 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUA SUPERFICIAL.

13. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

- Todos los laboratorios participantes recogieron los ítems de ensayo y reportaron sus resultados.
- No todos los participantes reportaron la incertidumbre estimada de sus mediciones, se recomienda a los participantes la implementación de la estimación de la incertidumbre de sus mediciones ya que la incertidumbre es un parámetro importante asociado al resultado de una medición, la cual caracteriza la dispersión de los valores que pueden ser razonablemente atribuidos al mensurando.
- De los resultados reportados en los parámetros pH y conductividad los valores fueron asignados por IBMETRO.
- De los resultados reportados en los parámetros de turbidez, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales, los valores fueron asignados por consenso.

14. CONCLUSIONES

- Se utilizó el puntaje z o z' según fue adecuado, para la evaluación del desempeño, los cuales se calcularon según lo descrito en el punto 8 "evaluación de desempeño" de este informe.
- Se logró brindar a los participantes una herramienta para evaluar su desempeño y demostrar su competencia técnica para realizar los ensayos en determinación de parámetros proximales en Agua Superficial.
- El diseño estadístico y los criterios de evaluación utilizados por el IBMETRO como proveedor fueron adecuados para el propósito del ensayo de aptitud.
- Los participantes que presentan un desempeño insatisfactorio y cuestionable deben realizar un análisis crítico en la evaluación de sus resultados a fin identificar las posibles causas y tomar acciones correctivas según su sistema de calidad.
- Se recomienda, cuando sea posible, el uso de materiales de referencia certificados, uso de materiales de control de calidad, entre otros, según lo

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 23 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

recomendado en la norma ISO/IEC 17025 para el aseguramiento de la calidad de las mediciones.

- Se sugiere en todos los casos, la validación del método de ensayo, la implementación de un procedimiento de control interno de calidad, el control metrológico de los equipos.
- Se recomienda realizar una evaluación del sesgo de las mediciones con el fin de tomar acciones de mejora que puedan ayudar a corregir los errores sistemáticos asociados a una medición.
- Se recomienda la participación rutinaria en Rondas de Ensayos de Aptitud con el fin de demostrar su mejora o para demostrar la permanencia de su buen desempeño. La Unidad de Metrología Química y el Comité Científico Técnico agradecen el interés y la colaboración de los participantes en la realización de este Ensayo de Aptitud.

15. APELACIONES

En caso de desacuerdo con los resultados de la evaluación de desempeño, y siempre que se cuente con evidencia objetiva que lo respalde, el participante podrá presentar una apelación mediante el envío de un correo a calidad@ibmetro.gob.bo.

16. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ISO/IEC 17043:2023. "Conformity assessment – General requirements for the competence of proficiency testing providers".

ISO 13528:2022. "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons"

NB/ISO/IEC 17025:2018. "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

Thompson, M., Ellison, S. L., & Wood, R. (2006). The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, 78(1), 145-196

Guía para la expresión de la incertidumbre de medida. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Organización Internacional de Normalización, impresa en Suiza, ISBN 92-67-10188-9, primera edición, 1993. Corregida y reimpressa en 1995.

ISO 33405:2024. Reference materials – Approaches for characterization and assessment of homogeneity and stability.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 24 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 10/2025

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), & Water Environment Federation (WEF). (2024). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (24th ed.). Washington, DC: American Public Health Association.