

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA IBMETRO



INFORME FINAL

ENSAYO DE APTITUD

Código: EEQ-001/2026 - 01

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS
FISICOQUÍMICOS”**

MATRIZ: AGUA SUPERFICIAL

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Fecha de emisión: 2026-06-12

Elaborado por:	Lic. Jimena Patricia Torrez Quispe	Fecha:	2026-06-12
Revisado y aprobado por:	Lic. Jose Luis Gonzales Quino	Fecha:	2026-06-12

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: 015/2026

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. Algunos cambios pueden afectar a las evaluaciones de desempeño de los participantes, por esta razón 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.

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: 015/2026

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	8
10.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	9
11.	RESULTADOS.....	10
11.1	pH.....	10
11.2	Conductividad electrolítica	12
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: 015/2026

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 Técnico y Responsable Técnico del Ensayo de Aptitud

Lic. Jose Luis Gonzales Quino – Responsable Estadístico del Ensayo de Aptitud

Lic. Jose Luis Gonzales Quino – Supervisor de la Unidad 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: 015/2026

4. OBJETIVOS

- Presentar los resultados de la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud EEQ-001-2026 "Determinación de Parámetros Físicoquímicos", de conformidad con los lineamientos establecidos en la Norma ISO/IEC 17043:2023.
- 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.
- Promocionar a los Ensayos de Aptitud que organiza el IBMETRO como herramientas para el aseguramiento interno de la calidad de los organismos de evaluación de la conformidad nacionales.
- 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 presente ensayo de aptitud.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Identificación	Matriz	Cantidad de Muestra	Parámetros	Lugar de muestreo	Fecha de muestreo
EEQ-001/2026	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	6 de abril de 2026 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: 015/2026



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 debida 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 la desviación estándar de los resultados de los participantes, los componentes de la incertidumbre debido a la inhomogeneidad, transporte e inestabilidad están en gran

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: 015/2026

parte reflejados en la variabilidad de los participantes.

8. VALORES DE REFERENCIA

El valor asignado x_{pt} para cada uno de los parámetros se obtuvo 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:

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

Dónde:

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

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

u_{hom} 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.

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:

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 8 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 015/2026

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

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

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 Unidad de Coordinación del ensayo.

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: 015/2026

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:

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

Dónde:

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 10 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 015/2026

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 $k=2$.

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

11. RESULTADOS

11.1 pH

Parámetro	Valor asignado por IBMETRO		
	Valor Unidades de pH	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} Unidades de pH
pH	7,265	0,130	0,060

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

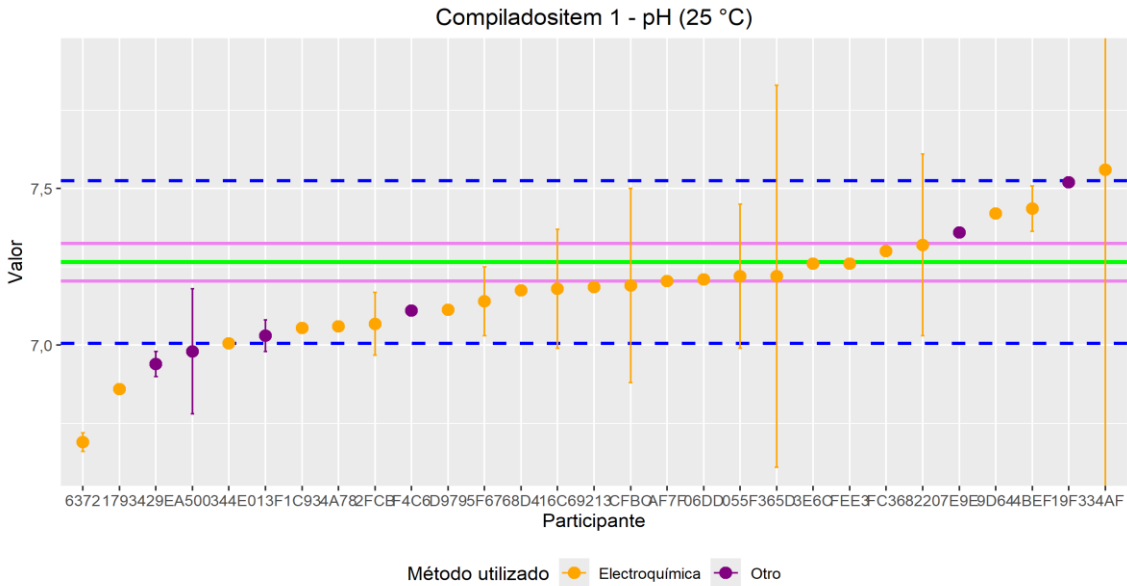


Gráfico 1. Valores reportados por los participantes (puntos naranjas y violetas), incertidumbres asociadas (barras naranjas y violetas), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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

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: 015/2026

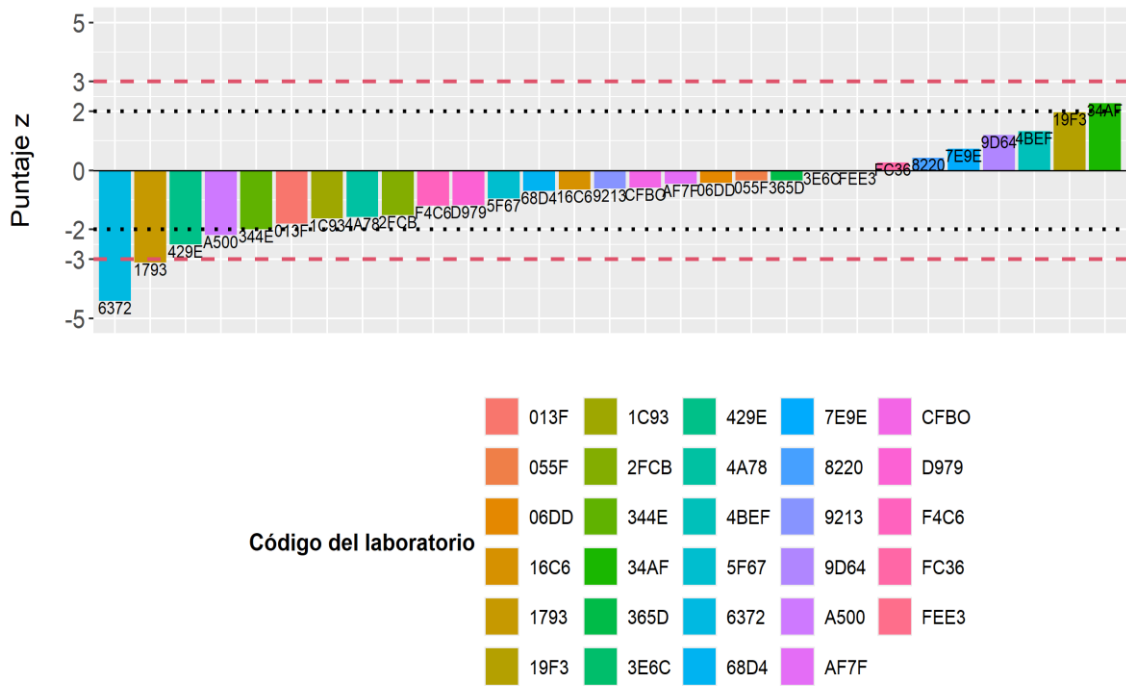


Gráfico 2. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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

Participante	Resultado reportado, Unidades de pH	Puntaje z	Resultado de evaluación
6372	6,690	-4,42	Insatisfactorio
1793	6,860	-3,12	Insatisfactorio
429E	6,940	-2,50	Cuestionable
A500	6,980	-2,19	Cuestionable
344E	7,005	-2,00	Satisfactorio
013F	7,030	-1,81	Satisfactorio
1C93	7,055	-1,62	Satisfactorio
4A78	7,060	-1,58	Satisfactorio
2FCB	7,068	-1,52	Satisfactorio
F4C6	7,110	-1,19	Satisfactorio
D979	7,113	-1,17	Satisfactorio
5F67	7,140	-0,96	Satisfactorio
68D4	7,175	-0,69	Satisfactorio
16C6	7,180	-0,65	Satisfactorio
9213	7,185	-0,62	Satisfactorio
CFBO	7,190	-0,58	Satisfactorio

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: 015/2026

Participante	Resultado reportado, Unidades de pH	Puntaje z	Resultado de evaluación
AF7F	7,205	-0,46	Satisfactorio
06DD	7,210	-0,42	Satisfactorio
055F	7,220	-0,35	Satisfactorio
365D	7,220	-0,35	Satisfactorio
3E6C	7,260	-0,04	Satisfactorio
FEE3	7,260	-0,04	Satisfactorio
FC36	7,300	0,27	Satisfactorio
8220	7,320	0,42	Satisfactorio
7E9E	7,360	0,73	Satisfactorio
9D64	7,420	1,19	Satisfactorio
4BEF	7,436	1,32	Satisfactorio
19F3	7,520	1,96	Satisfactorio
34AF	7,560	2,27	Cuestionable

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	70,998	1,420	0,671

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 13 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 015/2026

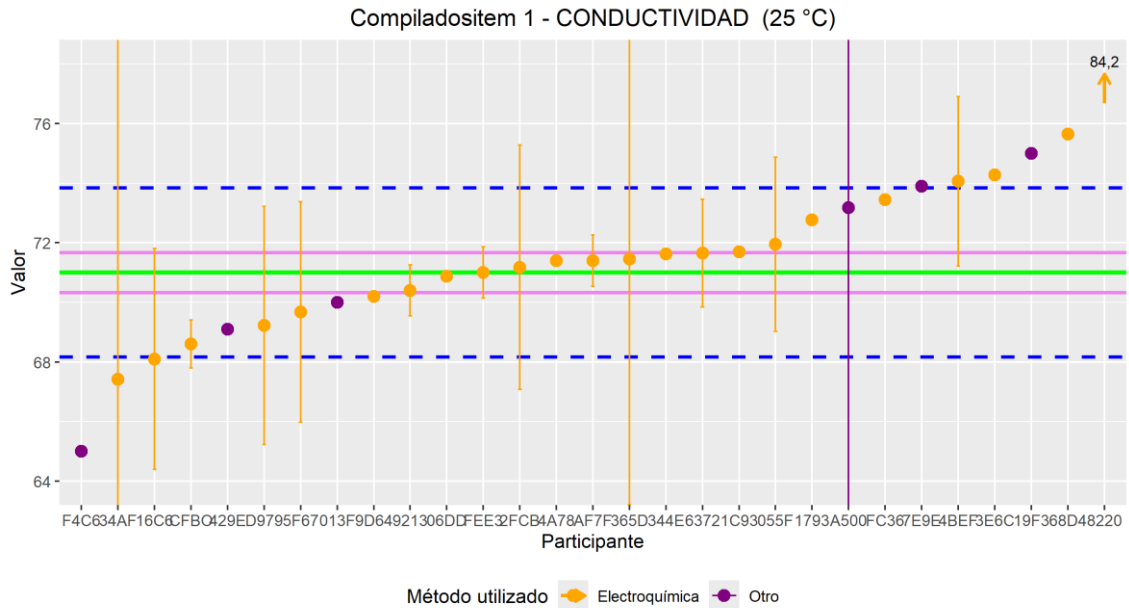


Gráfico 3. Valores reportados por los participantes (puntos naranjas y violetas), incertidumbres asociadas (barras naranjas y violetas), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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

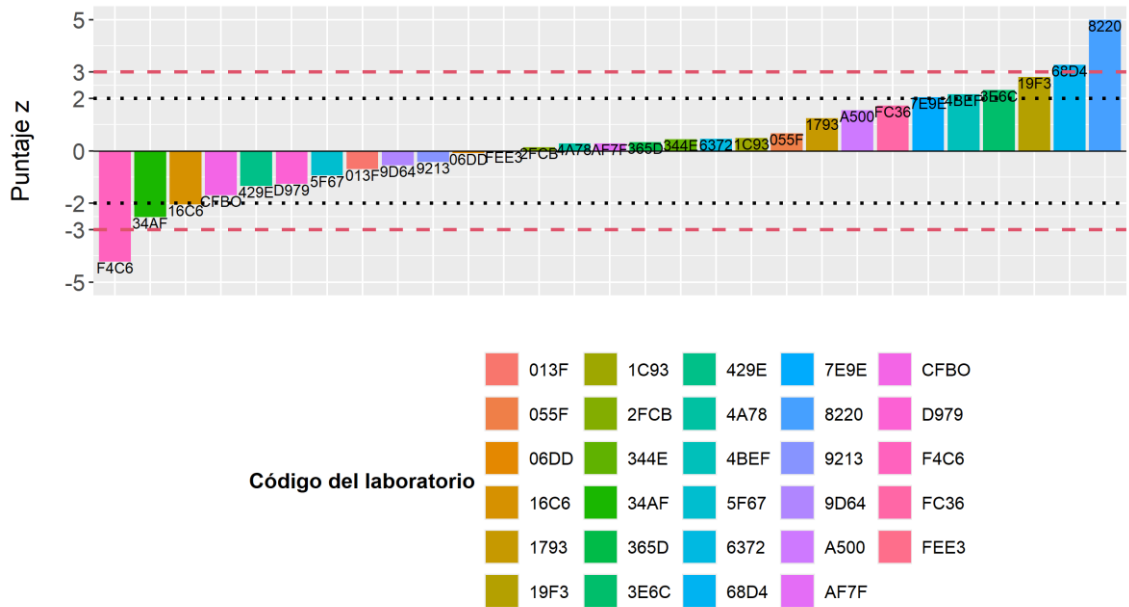


Gráfico 4. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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 14 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	N° de Registro: 015/2026

Participante	Resultado reportado, $\mu\text{S/cm}$	Puntaje z	Resultado de evaluación
F4C6	65,000	-4,22	Insatisfactorio
34AF	67,420	-2,52	Cuestionable
16C6	68,100	-2,04	Cuestionable
CFBO	68,600	-1,69	Satisfactorio
429E	69,100	-1,34	Satisfactorio
D979	69,225	-1,25	Satisfactorio
5F67	69,670	-0,94	Satisfactorio
013F	70,000	-0,70	Satisfactorio
9D64	70,200	-0,56	Satisfactorio
9213	70,400	-0,42	Satisfactorio
06DD	70,870	-0,09	Satisfactorio
FEE3	71,000	0,00	Satisfactorio
2FCB	71,177	0,13	Satisfactorio
4A78	71,400	0,28	Satisfactorio
AF7F	71,400	0,28	Satisfactorio
365D	71,460	0,33	Satisfactorio
344E	71,625	0,44	Satisfactorio
6372	71,650	0,46	Satisfactorio
1C93	71,700	0,49	Satisfactorio
055F	71,950	0,67	Satisfactorio
1793	72,760	1,24	Satisfactorio
A500	73,180	1,54	Satisfactorio
FC36	73,440	1,72	Satisfactorio
7E9E	73,900	2,04	Cuestionable
4BEF	74,060	2,16	Cuestionable
3E6C	74,280	2,31	Cuestionable
19F3	75,000	2,82	Cuestionable
68D4	75,650	3,28	Insatisfactorio
8220*	84,200	9,30	Insatisfactorio

Tabla 5. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño * corresponden a valores atípicos, los cuales no fueron considerados en el análisis estadístico.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 15 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 015/2026

11.3 Turbidez

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor NTU	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} NTU
Turbidez	1,15	0,86093	0,39195

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

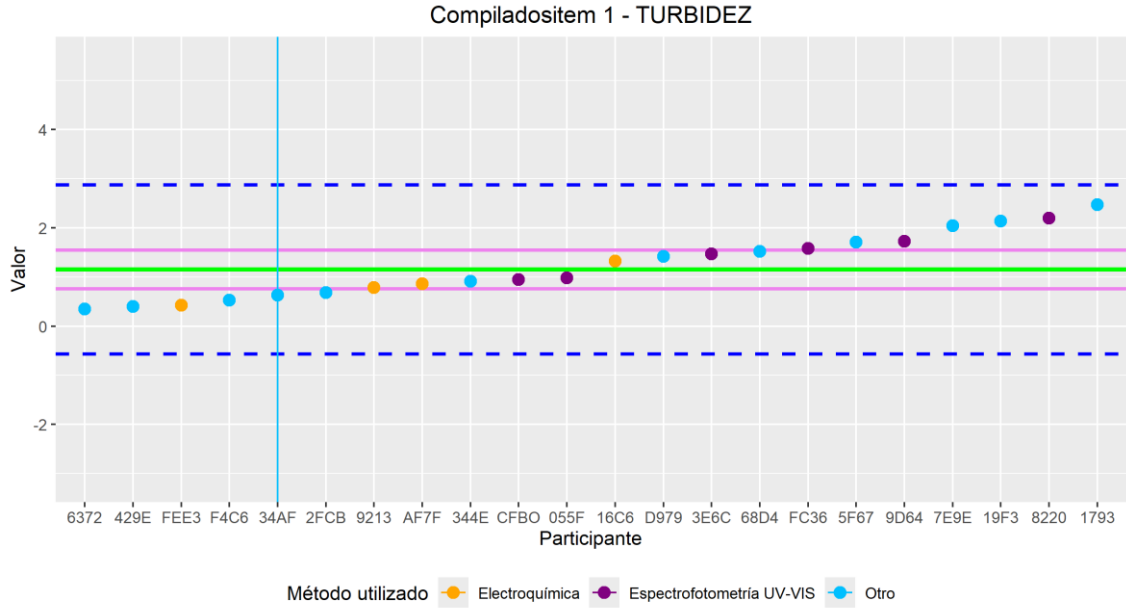


Gráfico 5. Valores reportados por los participantes (puntos naranjas, celeste y violetas), incertidumbres asociadas (barra celeste), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 16 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 015/2026

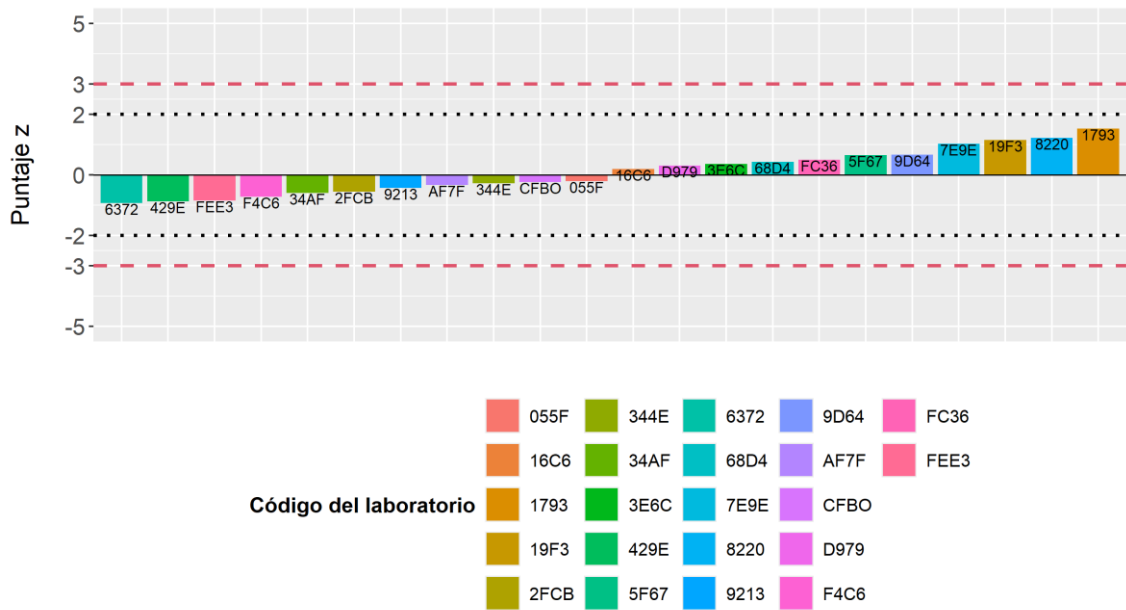


Gráfico 6. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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

Participante	Resultado reportado, NTU	Puntaje z	Resultado de evaluación
6372	0,350	-0,93	Satisfactorio
429E	0,400	-0,87	Satisfactorio
FEE3	0,425	-0,84	Satisfactorio
F4C6	0,530	-0,72	Satisfactorio
34AF	0,630	-0,60	Satisfactorio
2FCB	0,678	-0,55	Satisfactorio
9213	0,785	-0,42	Satisfactorio
AF7F	0,865	-0,33	Satisfactorio
344E	0,910	-0,28	Satisfactorio
CFBO	0,950	-0,23	Satisfactorio
055F	0,980	-0,20	Satisfactorio
16C6	1,320	0,20	Satisfactorio
D979	1,416	0,31	Satisfactorio
3E6C	1,470	0,37	Satisfactorio
68D4	1,520	0,43	Satisfactorio
FC36	1,580	0,50	Satisfactorio
5F67	1,710	0,65	Satisfactorio
9D64	1,730	0,67	Satisfactorio
7E9E	2,040	1,03	Satisfactorio

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: 015/2026

Participante	Resultado reportado, NTU	Puntaje z	Resultado de evaluación
19F3	2,140	1,15	Satisfactorio
8220	2,200	1,22	Satisfactorio
1793	2,470	1,53	Satisfactorio

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

11.4 Solidos disueltos totales

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor mg/L	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} mg/L
Solidos disueltos totales	43,000	0,861	5,374
Dispersión usada en la evaluación:		$\sigma_{pt}' = 2,822$	

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

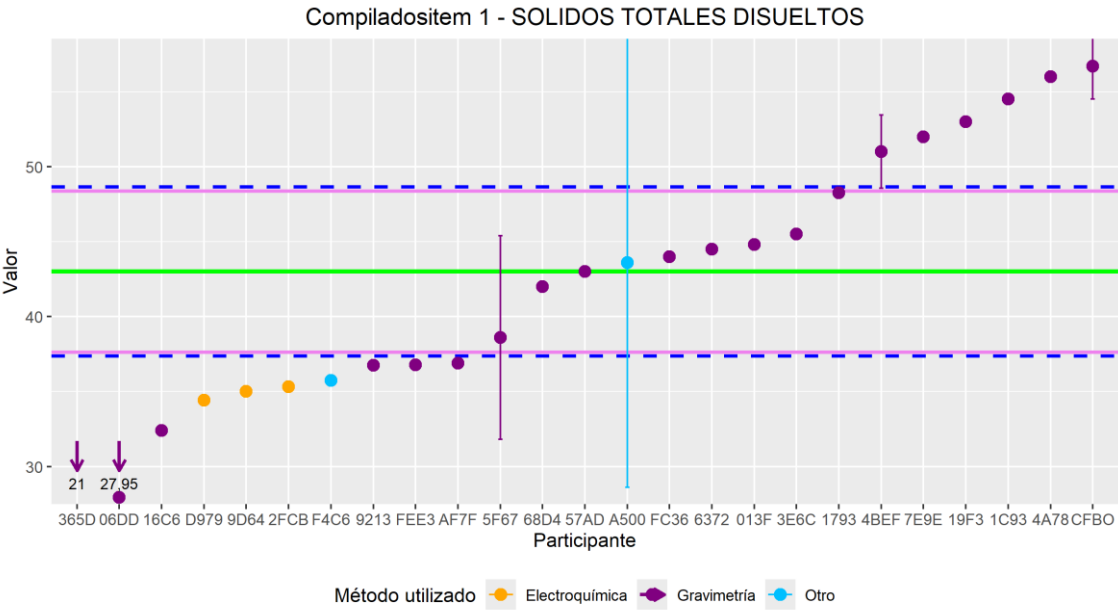


Gráfico 7. Valores reportados por los participantes (puntos naranjas, celeste y violetas), incertidumbres asociadas (barras violetas), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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

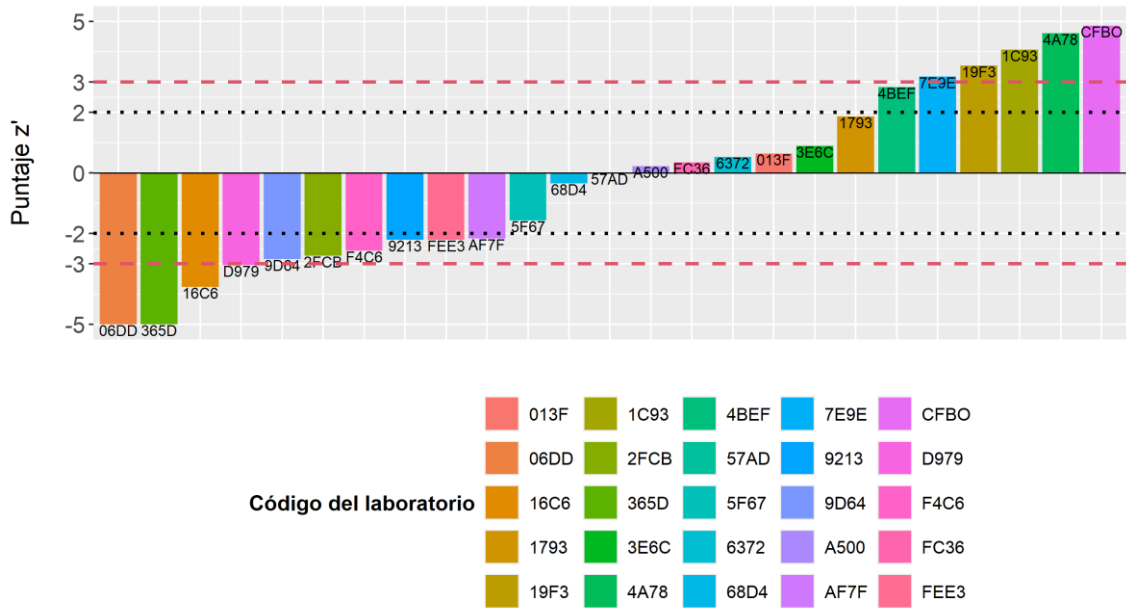


Gráfico 8. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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
365D*	21,000	-7,80	Insatisfactorio
06DD*	27,950	-5,33	Insatisfactorio
16C6	32,400	-3,76	Insatisfactorio
D979	34,420	-3,04	Insatisfactorio
9D64	35,000	-2,84	Cuestionable
2FCB	35,310	-2,73	Cuestionable
F4C6	35,750	-2,57	Cuestionable
9213	36,750	-2,21	Cuestionable
FEE3	36,775	-2,21	Cuestionable
AF7F	36,900	-2,16	Cuestionable
5F67	38,600	-1,56	Satisfactorio
68D4	42,000	-0,35	Satisfactorio
57AD	43,000	0,00	Satisfactorio
A500	43,610	0,22	Satisfactorio
FC36	44,000	0,35	Satisfactorio
6372	44,500	0,53	Satisfactorio
013F	44,800	0,64	Satisfactorio
3E6C	45,500	0,89	Satisfactorio

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 19 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 015/2026

Participante	Resultado reportado, mg/L	Puntaje z	Resultado de evaluación
1793	48,250	1,86	Satisfactorio
4BEF	51,000	2,84	Cuestionable
7E9E	52,000	3,19	Insatisfactorio
19F3	53,000	3,54	Insatisfactorio
1C93	54,500	4,08	Insatisfactorio
4A78	56,000	4,61	Insatisfactorio
CFBO	56,700	4,86	Insatisfactorio

Tabla 8. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño * corresponden a valores atípicos, los cuales no fueron considerados en el análisis estadístico.

11.5 Sólidos suspendidos totales

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor mg/L	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} mg/L
Sólidos suspendidos totales	3,000	2,669	1,456
Dispersión usada en la evaluación:		$\sigma_{pt}' = 2,669$	

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

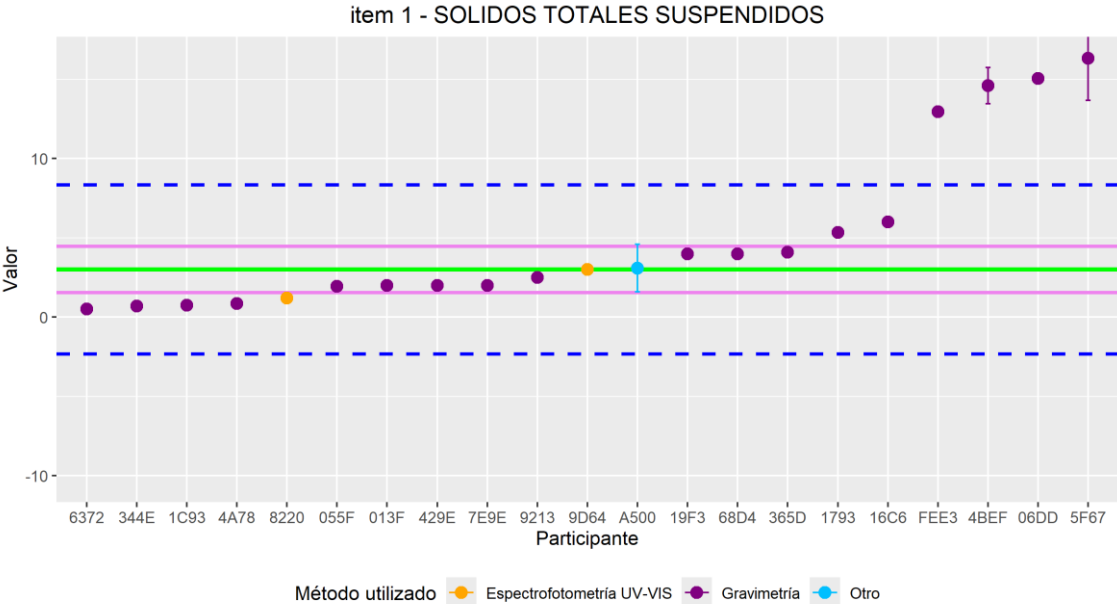


Gráfico 9. Valores reportados por los participantes (puntos naranjas y violetas), incertidumbres asociadas (barras naranjas y violetas), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.02	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 20 de 24	Vigente desde: 2024-10-15	Nº de Registro: 015/2026

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

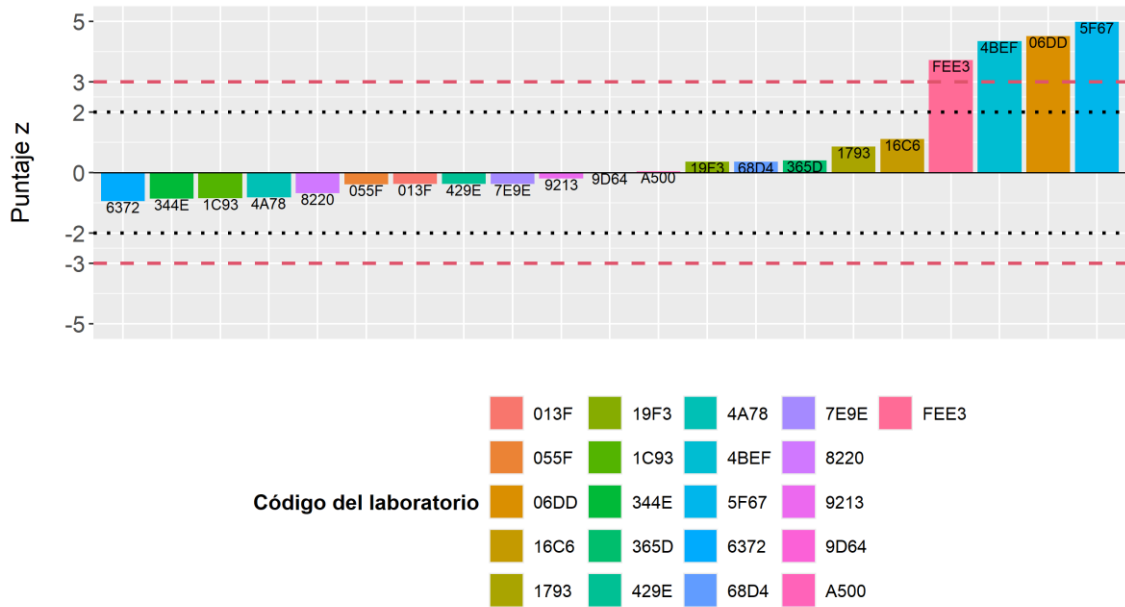


Gráfico 10. Evaluación de desempeño de los participantes (Nota. Los valores insatisfactorios que salen de la escala no son visualizados).

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

Participante	Resultado reportado, mg/L	Puntaje z	Resultado de evaluación
6372	0,50	-0,94	Satisfactorio
344E	0,70	-0,86	Satisfactorio
1C93	0,75	-0,84	Satisfactorio
4A78	0,85	-0,81	Satisfactorio
8220	1,20	-0,67	Satisfactorio
055F	1,95	-0,39	Satisfactorio
7E9E	2,00	-0,37	Satisfactorio
013F	2,00	-0,37	Satisfactorio
429E	2,00	-0,37	Satisfactorio
9213	2,50	-0,19	Satisfactorio
9D64	3,00	0,00	Satisfactorio
A500	3,10	0,04	Satisfactorio
68D4	4,00	0,37	Satisfactorio
19F3	4,00	0,37	Satisfactorio
365D	4,10	0,41	Satisfactorio

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: 015/2026

Participante	Resultado reportado, mg/L	Puntaje z	Resultado de evaluación
1793	5,33	0,87	Satisfactorio
16C6	6,00	1,12	Satisfactorio
FEE3	12,95	3,73	Insatisfactorio
4BEF	14,60	4,35	Insatisfactorio
06DD	15,05	4,52	Insatisfactorio
5F67	16,33	4,99	Insatisfactorio

Tabla 9. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño

12. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 22 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
ALQUIMIYALAB	LA PAZ
CEANID-UAJMS	TARIJA
CENTRO DE AGUAS Y SANEAMIENTO AMBIENTAL	COCHABAMBA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL AGUA (CIAGUA U.A.J.M.S.)	TARIJA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN MINERO AMBIENTAL - UNIVERSIDAD AUTÓNOMA TOMÁS FRÍAS (CIMA - UATF)	POTOSÍ
CIALAB	LA PAZ
DIVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD EL ROLLO - ELAPAS	CHUQUISACA
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPAS	COCHABAMBA
EQUIPETROL S.A.	SANTA CRUZ
FLASH SRL	LA PAZ
FUNDACION CETABOL	SANTA CRUZ
INGENIALAB S.R.L	LA PAZ
INSPECCIÓN Y LABORATORIO DE CALIDAD SGLAB S.R.L.	LA PAZ
INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL	LA PAZ
LABORATORIO AMBIENTAL 3RIOS LTDA	LA PAZ
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE - UAGRM	SANTA CRUZ
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE- MINERA SAN CRISTOBAL	POTOSÍ
LIMASOL S.R.L.	ORURO
SERVICE & OIL LABORATORIES SERVOLAB S.R.L (1390-2026)	SANTA CRUZ
SPECTROLAB	ORURO
WELLSER WATER LAB (WWL)	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: 015/2026

INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
WET CHEMICAL BOLIVIA SRL	SANTA CRUZ

Tabla 10. Participantes del Ensayo de Aptitud EEQ-001-2026 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUA SUPERFICIAL.

13. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

- Ningún laboratorio participante reportó algún inconveniente con el estado de los ítems de ensayo una vez que llegaron a sus instalaciones.
- 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.
- Los resultados correspondientes a los parámetros de pH y conductividad fueron asignados por IBMETRO. Para la evaluación de los resultados, la dispersión considerada se basó en la desviación estándar establecida por el método de ensayo, de acuerdo con lo especificado en el libro Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater.
- De los resultados reportados en los parámetros de turbidez, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales los valores de referencia 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.

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: 015/2026

- Se recomienda, cuando sea posible, el uso de materiales de referencia certificados, uso de materiales de control de calidad, entre otros, según lo 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: 015/2026

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 24th ed. APHA, AWWA, and WEF, Washington, DC, USA.