

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA IBMETRO



INFORME FINAL

ENSAYO DE APTITUD

EQ-0171

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS
FISICOQUÍMICOS”**

MATRIZ: AGUA SUPERFICIAL

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Gestión 2024

Elaborado por:	Jimena Patricia Torrez Quispe	Fecha:	2024-07-11
Revisado y aprobado por:	José Luis Gonzales Quino	Fecha:	2024-07-12
Información actualizada en:		Fecha:	2024-07-19

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.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 2 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	ORGANIZACIÓN	3
3.	UNIDAD DE COORDINACIÓN.....	3
4.	OBJETIVOS	4
5.	DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO	4
6.	VALOR ASIGNADO	5
7.	CONFIDENCIALIDAD	6
8.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	6
9.	RESULTADOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	8
9.1.1	pH.....	8
9.1.2	Conductividad.....	10
9.1.3	Turbidez	13
9.1.4	Solidos disueltos totales.....	15
9.1.5	Solidos suspendidos totales.....	17
10.	LABORATORIOS PARTICIPANTES	19
11.	OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS..	20
12.	CONCLUSIONES	20
13.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	21

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 3 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

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
 Unidad de Metrología Química
 Instituto Boliviano de Metrología - IBMETRO
 Achocalla, Av. Illimani, Zona Valle Hermoso
 Celulares: (+591) 71543136, 72015382
www.ibmetro.gob.bo/ea-quimica

3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

Lic. Jimena Patricia Torrez Quispe – Coordinador 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. María Eugenia Marcelo Choqueticlla - Colaborador Técnico

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 4 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

4. OBJETIVOS

- Presentar los resultados de la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud EQ-0163 "DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS" que contempla los parámetros de pH, Conductividad, Turbidez, Solidos Totales Disueltos y Solidos Totales Suspendidos en agua superficial siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma ISO/IEC 17043:2023.
- Proveer una herramienta objetiva para que los laboratorios participantes demuestren su competencia técnica ante organismos de acreditación y demás partes interesadas.
- 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 la infraestructura nacional de la calidad y la confianza de los usuarios de esta infraestructura.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Matriz	Cantidad de muestra	Parámetros:	Lugar de muestreo	Fecha de muestreo
Agua Superficial	Una 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	25 de abril Horas 11h00

Tabla 1. Descripción de los ítems de ensayo

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 5 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024



Imagen 1. Toma de muestra.

6. VALOR ASIGNADO Y ESTADÍSTICO DE DISPERSIÓN

Los valores asignados y sus incertidumbres para los parámetros fueron determinados por consenso entre los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud. IBMETRO realizó la verificación de los valores asignados para evitar posibles sesgos debido a la variación de los resultados. Se utilizaron métodos robustos para la determinación del valor de consenso y el estimador de la dispersión.

El valor asignado x_{pt} para los estos parámetros se obtuvo a partir de la mediana de los resultados, calculada según la siguiente ecuación:

$$med(x) = \begin{cases} x_{i(\frac{p+1}{2})} & \text{Sí "p" es impar} \quad (1) \\ \frac{x_{i(\frac{p}{2})} + x_{i(\frac{p+1}{2})}}{2} & \text{Sí "p" es par} \quad (2) \end{cases}$$

Siendo x_i el promedio individual de las mediciones de cada muestra, el cual fue calculado según la siguiente ecuación:

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 6 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

$$x_i = \frac{\sum X_i}{2} \quad (3)$$

Siendo $\sum X_i$ la sumatoria de los resultados reportados por los laboratorios.

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

$$\sigma_{pt} = MAD_e(x) = 1,4826 * med | x_i - med(x) | \quad (4)$$

Dónde:

med = valor de la mediana

x_i = resultados de cada participante

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

La incertidumbre estándar de cada uno de los valores asignados ha sido estimada mediante la siguiente expresión:

$$u(x_{pt}) = 1,25 \times \frac{s^*}{\sqrt{p}} \quad (5)$$

Siendo

s^* = desviación estándar robusta $MAD_e(x)$ obtenida mediante la ecuación 4

p = Número de Laboratorios participantes en el parámetro

7. 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.

8. 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.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 7 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}} \quad (6)$$

Donde:

x_{pt} = Valor asignado

x_i = Resultado del participante "i"

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

$$u(x_{pt}) > 0,3 * \sigma_{pt} \quad (7)$$

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

$$z'_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + u^2(x_{pt})}} \quad (8)$$

Donde:

x_{pt} = Valor asignado

x_i = Resultado del participante "i"

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

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

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 8 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

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

$$U(x_{pt}) = k * u(x_{pt}) \quad (9)$$

9. RESULTADOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

9.1.1 pH

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor Unidades de pH	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} Unidades de pH
pH	7,210	0,252	0,104

Tabla 2. Asignación de Valor en pH

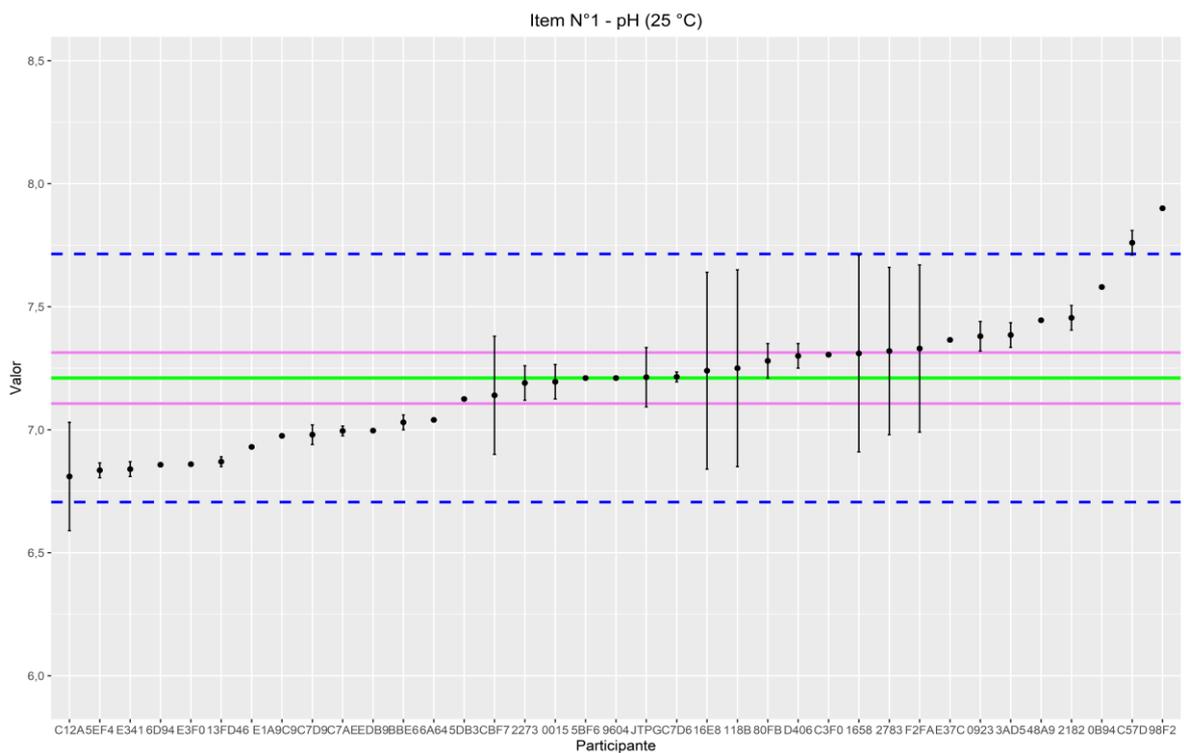


Gráfico 1. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 9 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

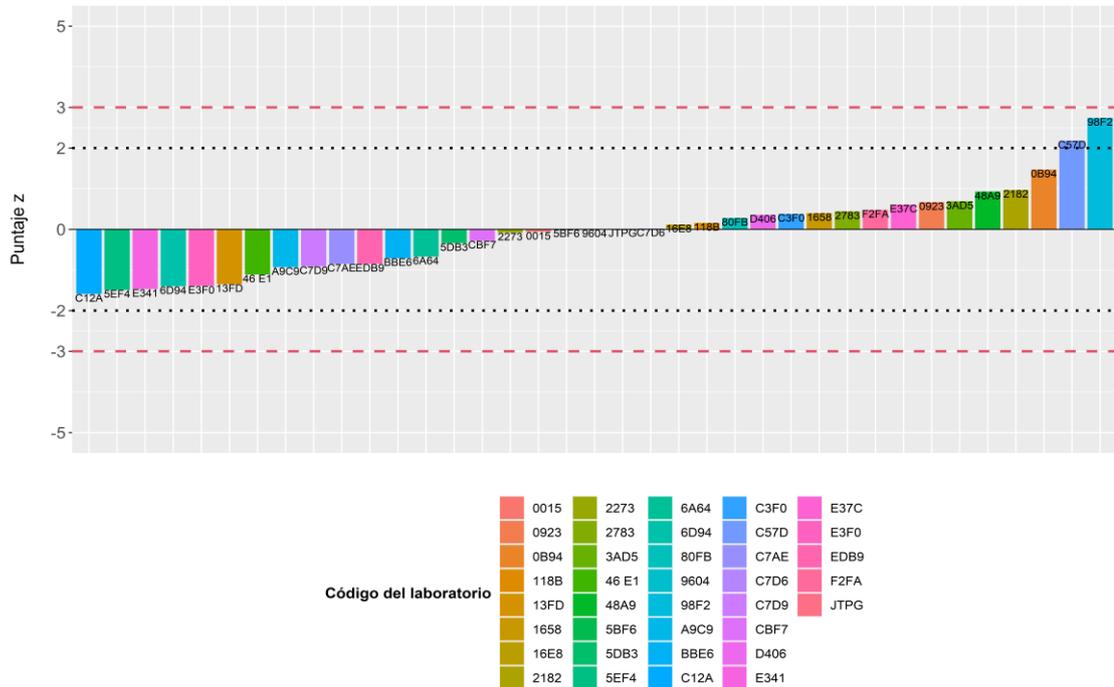


Gráfico 2: Puntaje z de los participantes en pH

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
C12A	6,810	-1,59	Satisfactorio
5EF4	6,835	-1,49	Satisfactorio
E341	6,840	-1,47	Satisfactorio
6D94	6,858	-1,40	Satisfactorio
E3F0	6,860	-1,39	Satisfactorio
13FD	6,870	-1,35	Satisfactorio
46 E1	6,930	-1,11	Satisfactorio
A9C9	6,975	-0,93	Satisfactorio
C7D9	6,980	-0,91	Satisfactorio
C7AE	6,995	-0,85	Satisfactorio
EDB9	6,996	-0,85	Satisfactorio
BBE6	7,030	-0,71	Satisfactorio
6A64	7,040	-0,67	Satisfactorio
5DB3	7,125	-0,34	Satisfactorio
CBF7	7,140	-0,28	Satisfactorio

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 10 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

Participante	Resultado reportado, Unidades de pH	Puntaje z	Resultado de evaluación
2273	7,190	-0,08	Satisfactorio
0015	7,195	-0,06	Satisfactorio
5BF6	7,210	0,00	Satisfactorio
9604	7,210	0,00	Satisfactorio
JTPG	7,213	0,01	Satisfactorio
C7D6	7,215	0,02	Satisfactorio
16E8	7,240	0,12	Satisfactorio
118B	7,250	0,16	Satisfactorio
80FB	7,280	0,28	Satisfactorio
D406	7,300	0,36	Satisfactorio
C3F0	7,305	0,38	Satisfactorio
1658	7,310	0,40	Satisfactorio
2783	7,320	0,44	Satisfactorio
F2FA	7,330	0,48	Satisfactorio
E37C	7,365	0,61	Satisfactorio
0923	7,380	0,67	Satisfactorio
3AD5	7,385	0,69	Satisfactorio
48A9	7,445	0,93	Satisfactorio
2182	7,455	0,97	Satisfactorio
0B94	7,580	1,47	Satisfactorio
C57D	7,760	2,18	Cuestionable
98F2	7,900	2,74	Cuestionable

Tabla 3: Evaluación del desempeño en el parámetro de pH

9.1.2 Conductividad

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor $\mu\text{S/cm}$	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} $\mu\text{S/cm}$
cunductividad	68,550	1,816	0,767

Tabla 4. Asignación de Valor en Conductividad

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 11 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

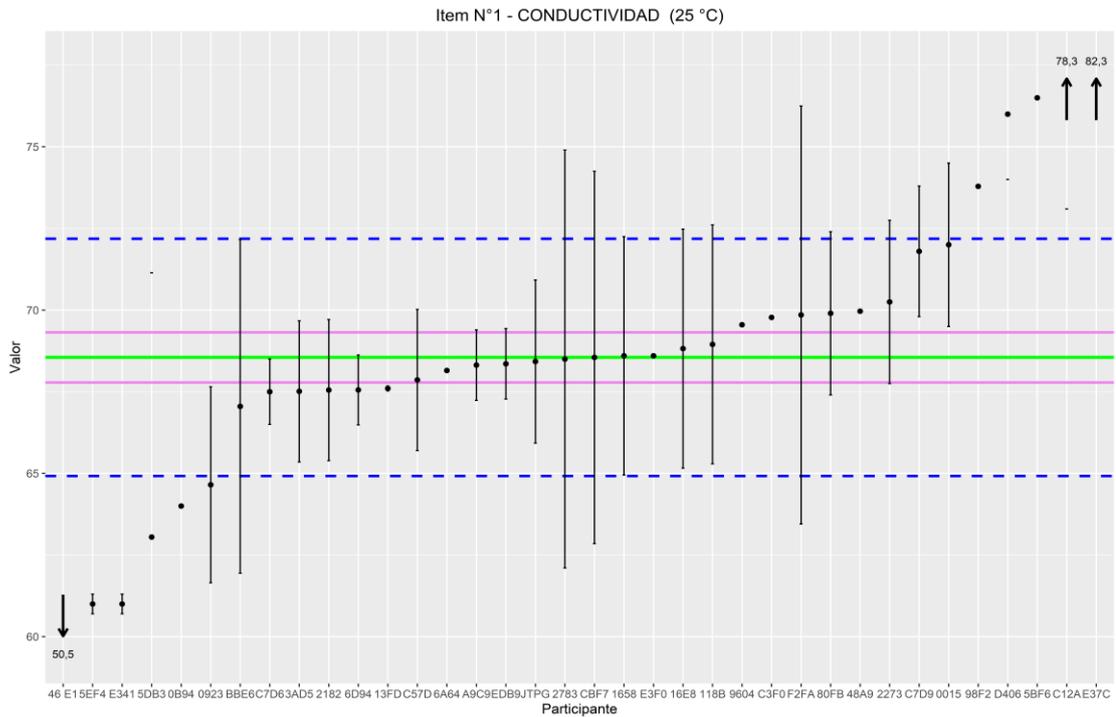


Gráfico 3. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

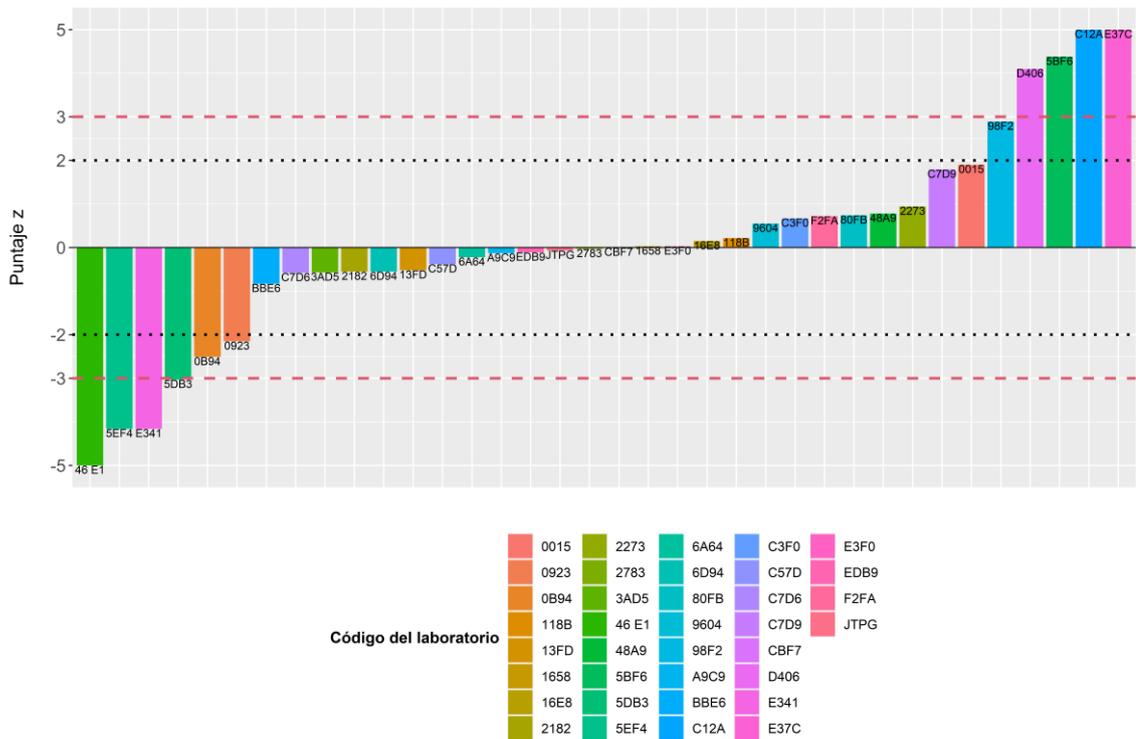


Gráfico 4: Puntaje z de los participantes en Conductividad

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 12 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

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
46E1	50,500	-9,94	Insatisfactorio
5EF4	61,000	-4,16	Insatisfactorio
E341	61,000	-4,16	Insatisfactorio
5DB3	63,050	-3,03	Insatisfactorio
0B94	64,000	-2,51	Cuestionable
0923	64,650	-2,15	Cuestionable
BBE6	67,050	-0,83	Satisfactorio
C7D6	67,500	-0,58	Satisfactorio
3AD5	67,510	-0,57	Satisfactorio
2182	67,550	-0,55	Satisfactorio
6D94	67,555	-0,55	Satisfactorio
13FD	67,600	-0,52	Satisfactorio
C57D	67,860	-0,38	Satisfactorio
6A64	68,150	-0,22	Satisfactorio
A9C9	68,315	-0,13	Satisfactorio
EDB9	68,355	-0,11	Satisfactorio
JTPG	68,425	-0,07	Satisfactorio
2783	68,500	-0,03	Satisfactorio
CBF7	68,550	0,00	Satisfactorio
1658	68,600	0,03	Satisfactorio
E3F0	68,600	0,03	Satisfactorio
16E8	68,820	0,15	Satisfactorio
118B	68,950	0,22	Satisfactorio
9604	69,550	0,55	Satisfactorio
C3F0	69,775	0,67	Satisfactorio
F2FA	69,850	0,72	Satisfactorio
80FB	69,900	0,74	Satisfactorio
48A9	69,965	0,78	Satisfactorio
2273	70,250	0,94	Satisfactorio
C7D9	71,800	1,79	Satisfactorio

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 13 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

Participante	Resultado reportado, $\mu\text{S/cm}$	Puntaje z	Resultado de evaluación
0015	72,000	1,90	Satisfactorio
98F2	73,790	2,89	Cuestionable
D406	76,000	4,10	Insatisfactorio
5BF6	76,500	4,38	Insatisfactorio
C12A	78,300	5,37	Insatisfactorio
E37C	82,300	7,57	Insatisfactorio

Tabla 5: Evaluación del desempeño en el parámetro de Conductividad

9.1.3 Turbidez

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor NTU	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} NTU
Turbidez	0,570	0,130	0,061

Tabla 6. Asignación de Valor en Turbidez

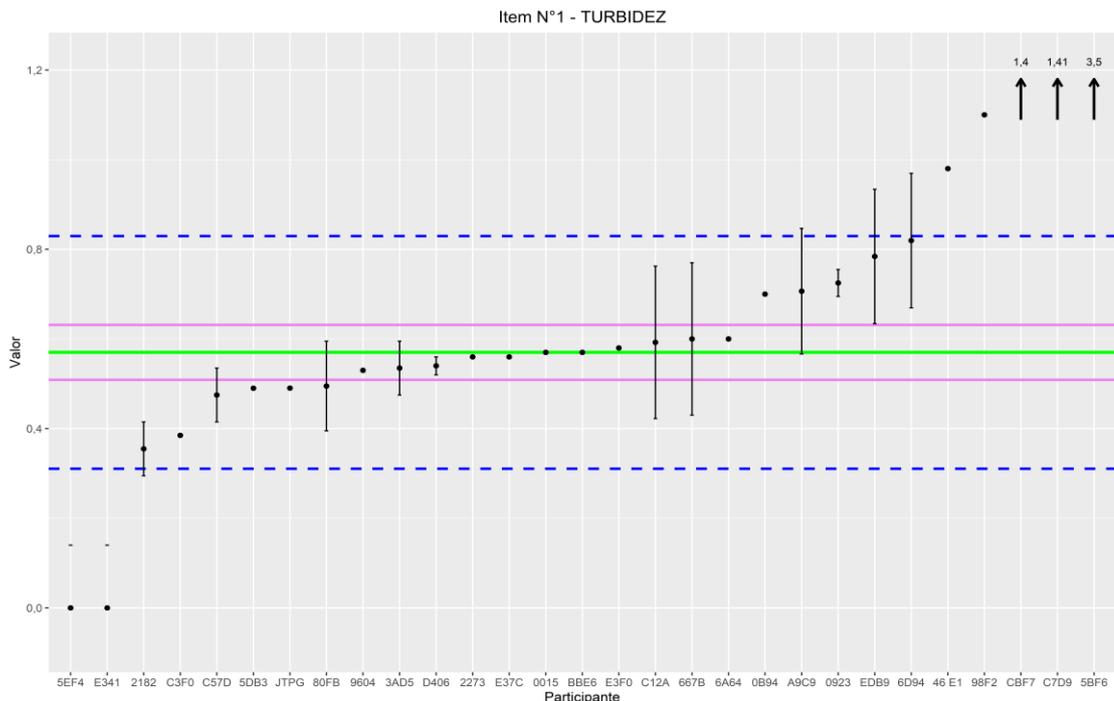


Gráfico 5. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde). En la siguiente figura se muestra la evaluación del desempeño de los participantes, de forma gráfica.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 14 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

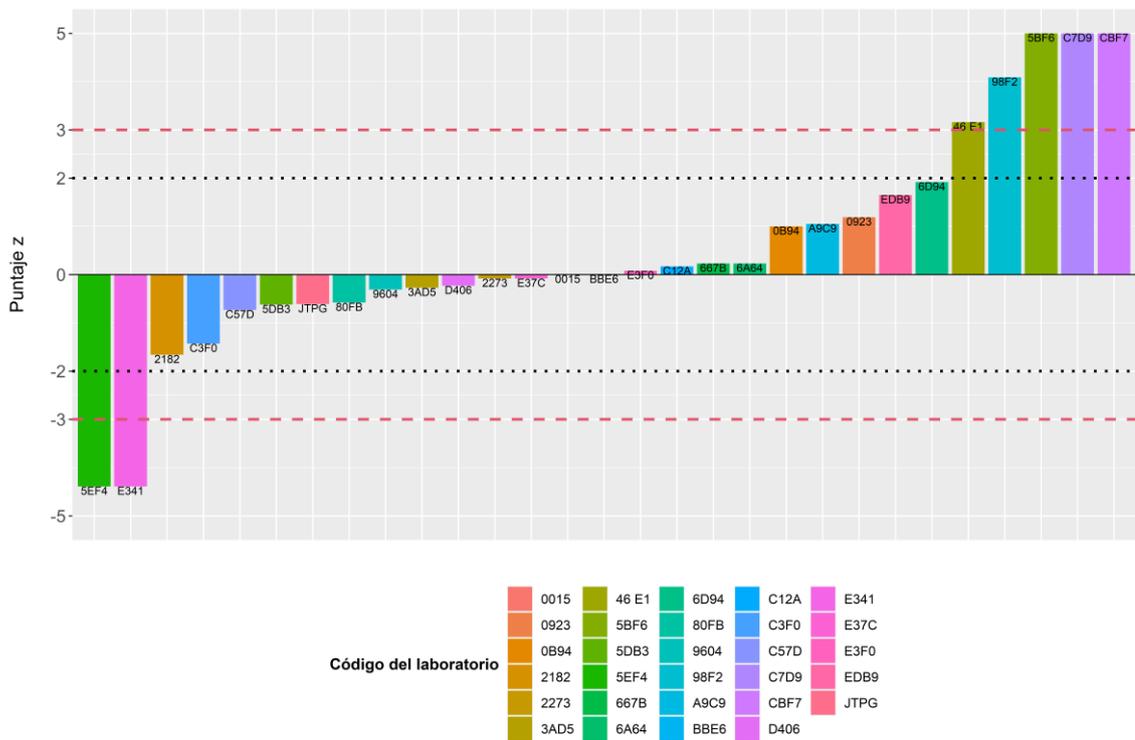


Gráfico 6: Puntaje z de los participantes en Turbidez

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
5EF4	0,000	-4,39	Insatisfactorio
E341	0,000	-4,39	Insatisfactorio
2182	0,355	-1,66	Satisfactorio
C3F0	0,385	-1,43	Satisfactorio
C57D	0,475	-0,73	Satisfactorio
5DB3	0,490	-0,62	Satisfactorio
JTPG	0,490	-0,61	Satisfactorio
80FB	0,495	-0,58	Satisfactorio
9604	0,530	-0,31	Satisfactorio
3AD5	0,535	-0,27	Satisfactorio
D406	0,540	-0,23	Satisfactorio
E37C	0,560	-0,08	Satisfactorio
2273	0,560	-0,08	Satisfactorio
BBE6	0,570	0,00	Satisfactorio

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 15 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

Participante	Resultado reportado, NTU	Puntaje z	Resultado de evaluación
0015	0,570	0,00	Satisfactorio
E3F0	0,580	0,08	Satisfactorio
C12A	0,593	0,17	Satisfactorio
6A64	0,600	0,23	Satisfactorio
667B	0,600	0,23	Satisfactorio
0B94	0,700	1,00	Satisfactorio
A9C9	0,707	1,05	Satisfactorio
0923	0,725	1,19	Satisfactorio
EDB9	0,784	1,65	Satisfactorio
6D94	0,820	1,92	Satisfactorio
46 E1	0,980	3,16	Insatisfactorio
98F2	1,100	4,09	Insatisfactorio
CBF7	1,400	6,40	Insatisfactorio
C7D9	1,410	6,48	Insatisfactorio
5BF6	3,500	22,59	Insatisfactorio

Tabla 7: Evaluación del desempeño en el parámetro de Turbidez

9.1.4 Solidos disueltos totales

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor mg/L	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} mg/L
Solidos disueltos totales	36,350	15,172	8,481

Tabla 8. Asignación de Valor en Solidos disueltos totales

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 16 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

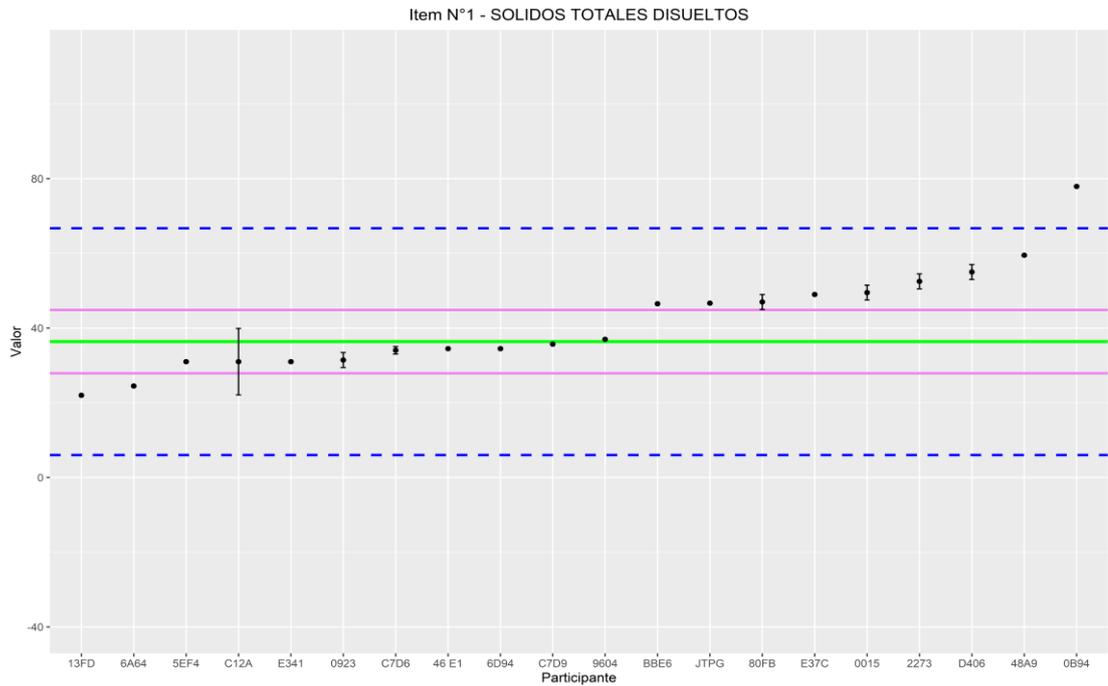


Gráfico 7. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

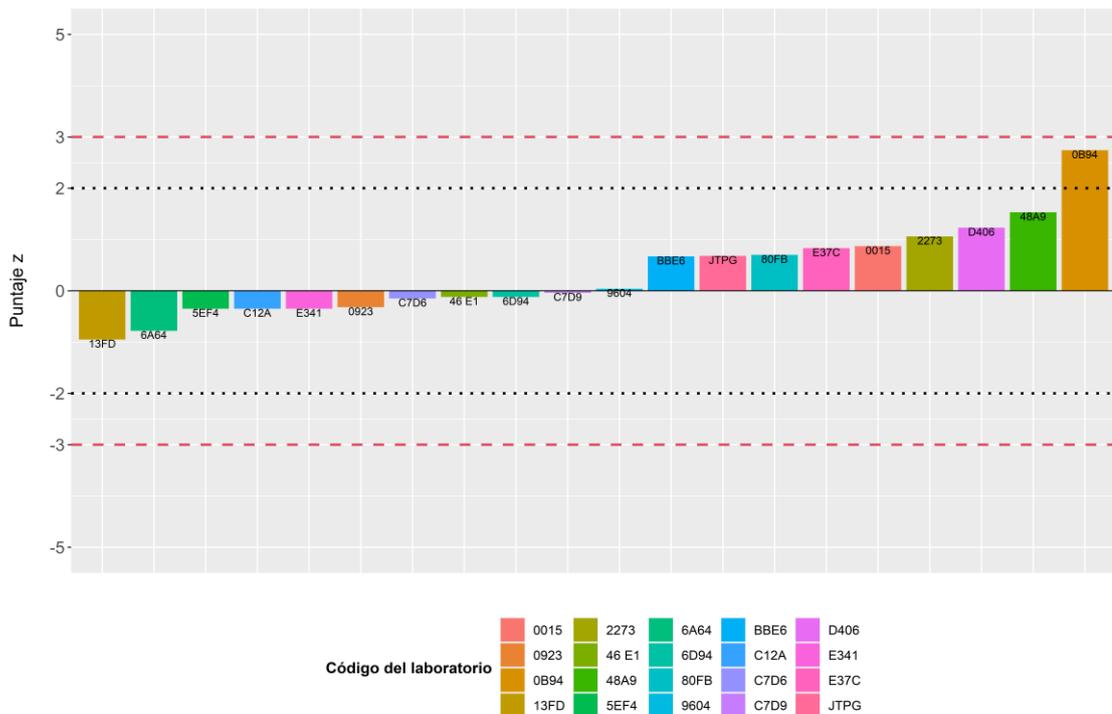


Gráfico 8: Puntaje z de los participantes en Solidos disueltos totales

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 17 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

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
13FD	22,000	-0,95	Satisfactorio
6A64	24,500	-0,78	Satisfactorio
5EF4	31,000	-0,35	Satisfactorio
E341	31,000	-0,35	Satisfactorio
C12A	31,000	-0,35	Satisfactorio
0923	31,450	-0,32	Satisfactorio
C7D6	34,050	-0,15	Satisfactorio
6D94	34,500	-0,12	Satisfactorio
46E1	34,500	-0,12	Satisfactorio
C7D9	35,700	-0,04	Satisfactorio
9604	37,000	0,04	Satisfactorio
BBE6	46,500	0,67	Satisfactorio
JTPG	46,667	0,68	Satisfactorio
80FB	47,000	0,70	Satisfactorio
E37C	49,000	0,83	Satisfactorio
0015	49,500	0,87	Satisfactorio
2273	52,500	1,06	Satisfactorio
D406	55,000	1,23	Satisfactorio
48A9	59,500	1,53	Satisfactorio
0B94	77,910	2,74	Cuestionable

Tabla 9: Evaluación del desempeño en el parámetro de Sólidos disueltos totales

9.1.5 Sólidos suspendidos totales

Parámetro	Valor asignado por consenso		
	Valor mg/L	Dispersión (σ_{pt})	Incertidumbre U_{pt} mg/L
Sólidos suspendidos totales	1,250	1,853	1,124

Tabla 10. Asignación de Valor en Sólidos suspendidos totales

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 18 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

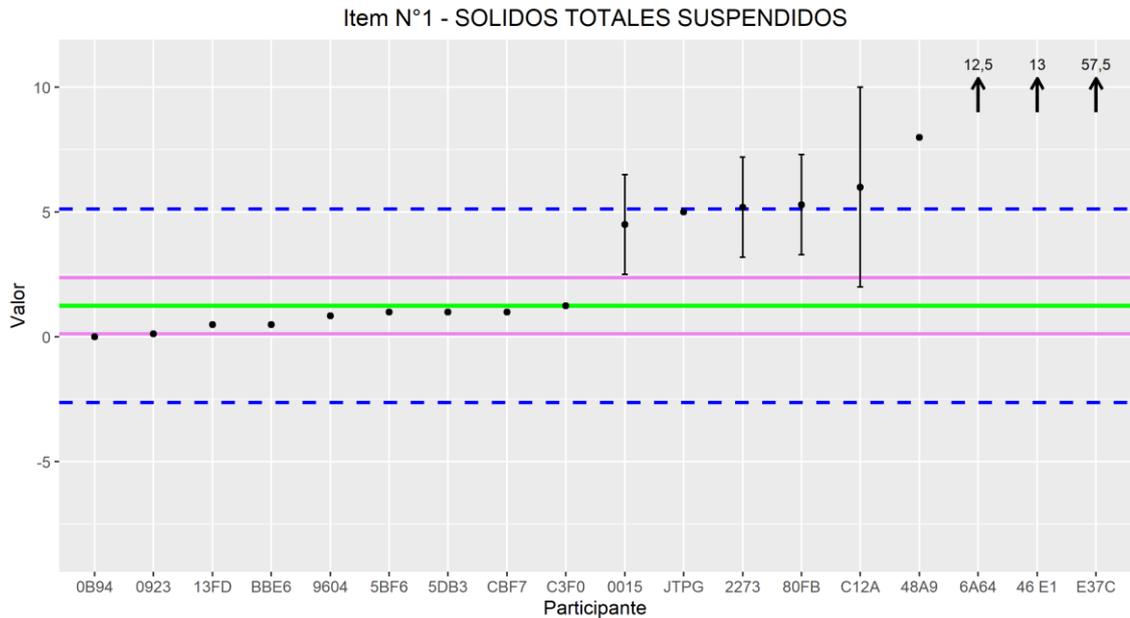


Gráfico 9. Valores reportados por los participantes (puntos negros) y valor asignado (línea verde).

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

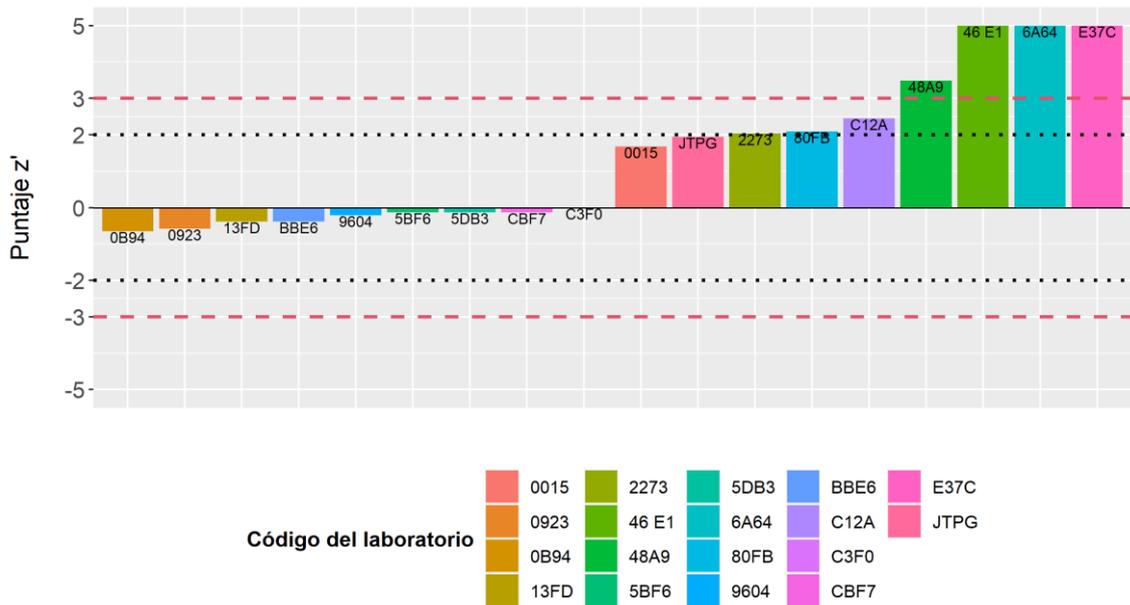


Gráfico 10: Puntaje z de los participantes en Solidos suspendidos totales

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.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 19 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

Participante	Resultado reportado, mg/L	Puntaje z	Resultado de evaluación
0B94	0,000	-0,65	Satisfactorio
0923	0,120	-0,58	Satisfactorio
BBE6	0,500	-0,39	Satisfactorio
13FD	0,500	-0,39	Satisfactorio
9604	0,839	-0,21	Satisfactorio
5BF6	1,000	-0,13	Satisfactorio
CBF7	1,000	-0,13	Satisfactorio
5DB3	1,000	-0,13	Satisfactorio
C3F0	1,250	0,00	Satisfactorio
0015	4,500	1,68	Satisfactorio
JTPG	5,000	1,94	Satisfactorio
2273	5,200	2,04	Cuestionable
80FB	5,300	2,09	Cuestionable
C12A	6,000	2,45	Cuestionable
48A9	8,000	3,49	Insatisfactorio
6A64	12,500	5,81	Insatisfactorio
46 E1	13,000	6,07	Insatisfactorio
E37C	57,500	29,05	Insatisfactorio

Tabla 11: Evaluación del desempeño en el parámetro de Sólidos suspendidos totales

10. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 27 laboratorios de los departamentos de Santa Cruz, La Paz, Cochabamba, Oruro, Tarija, Chuquisaca y Potosí. Es importante resaltar que la numeración de la tabla N° 12 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-UAJMS)	Tarija
CIALAB	La Paz
CIMA - UATF (Centro de Investigación Minero Ambiental)	Potosí
DIVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD "EL ROLLO" – ELAPAS	Chuquisaca
EMDELAB S.R.L.	Santa Cruz
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPAS	Cochabamba
FLASH SRL	La Paz

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 20 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
GABINETE MUNICIPAL DE MONITORIO AMBIENTAL	La Paz
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 ANÁLISIS Y CALIDAD-CNMCPH-YFPB	Tarija
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD AGUAS RESIDUALES - SAGUAPAC	Santa Cruz
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE-SAGUAPAC	Santa Cruz
LABORATORIO DE HIDROQUÍMICA Y QUÍMICA AMBIENTAL	La Paz
LABORATORIO DE MEDIO AMBIENTE (LMA - UAGRM)	Santa Cruz
LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA - IBMETRO	La Paz
LABORATORIO INNOVA	La Paz
LABORATORIO QUÍMICO ALQUIMIYALAB LTDA	La Paz
LABORATORIO DE PROCESOS - SEMAPA	Cochabamba
LIMASOL S.R.L.	Oruro
PCB AMBIENTAL S.R.L.	Cochabamba
QUEBRACHO S.R.L.	Santa Cruz
YACULAB S.R.L.	Santa Cruz
YFPB REFINACIÓN - UNIDAD DE LABORATORIO DE LA PLANTA DE AMONIACO Y UREA	Santa Cruz

Tabla 12. Participantes del Ensayo de Aptitud EQ-0171

11. 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, conductividad, turbidez, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales, los valores fueron asignados por consenso.

12. CONCLUSIONES

- Se utilizó el puntaje z, para la evaluación del desempeño, los cuales se calcularon según lo descrito en el punto 8 "evaluación de desempeño" de este informe.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 21 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

- 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 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.

13. 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.

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 22 de 22	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 012/2024

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