

INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA  
IBMETRO



INFORME FINAL

ENSAYO DE APTITUD

**Código: EQ-0185/2024 - 01**

**“DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS EN MINERAL  
DE ESTAÑO”**

**MATRIZ: MINERAL DE ESTAÑO**


DIRECCIÓN DE METROLOGÍA  
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Fecha de emisión: 2024-11-18

Elaborado por:	Julián Ernesto Morales Alarcón	Fecha:	2024-11-13
Revisado y aprobado por:	Jose Luis Gonzales Quino	Fecha:	2024-11-14

---

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

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 2 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

*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](http://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.*

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 3 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

## Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	ORGANIZACIÓN .....	4
3.	UNIDAD DE COORDINACIÓN.....	4
4.	OBJETIVOS .....	5
5.	ACTIVIDADES SUBCONTRATADAS .....	5
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO .....	5
7.	HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO .....	6
8.	VALORES DE REFERENCIA.....	6
9.	CONFIDENCIALIDAD .....	8
10.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO .....	8
11.	RESULTADOS.....	10
11.1.	Estaño en Mineral de Estaño 1 .....	10
11.2.	Estaño en Mineral de Estaño 2 .....	12
11.3.	Azufre en Mineral de Estaño 2.....	14
11.4.	Zinc en Mineral de Estaño 2.....	15
11.5.	Estaño en Mineral de Estaño 3 .....	17
12.	LABORATORIOS PARTICIPANTES.....	19
13.	OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS..	19
14.	CONCLUSIONES .....	19
15.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	20

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 4 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

## 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 Mineral de Estaño 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  
 La Paz, Municipio de Achocalla, Av. Illimani, Z. Valle Hermoso  
 (+591) 72015382; (+591) 71543136  
[www.ibmetro.gob.bo](http://www.ibmetro.gob.bo)

## 3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

### COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

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

Lic. Jose Luis Gonzales – 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. Jimena Torrez – Colaborador técnico

Lic. Gilda Cruz Ochoa - Colaborador Técnico

Lic. María Eugenia Marcelo Choqueticlla - Colaborador Técnico

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 5 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

#### 4. OBJETIVOS

- Presentar los resultados de la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes en el ensayo de aptitud EQ-0185 "DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS EN MINERAL DE ESTAÑO" que contempla los parámetros de: Estaño, Zinc y Azufre 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 entes acreditadores 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. ACTIVIDADES SUBCONTRATADAS

Ninguna de las actividades necesarias para el desarrollo del presente Ensayo de Aptitud fue subcontratada por el proveedor.

#### 6. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

<b>Identificación</b>	<b>Matriz</b>	<b>Cantidad de Muestra</b>	<b>Parámetros</b>
EQ-0185 Mineral de Estaño 1	Mineral de Estaño	Aprox. 25 g	Sn (10 g/100g a 20 g/100g)
EQ-0185 Mineral de Estaño 2	Mineral de Estaño	Aprox. 25 g	Sn (40 g/100g a 50 g/100g) S (1 g/100g a 10 g/100g) Zn (0,5 g/100g a 5 g/100g)
EQ-0185 Mineral de Estaño 3	Mineral de Estaño	Aprox. 25 g	Sn (50 g/100g a 60 g/100g)

**Tabla 1.** Descripción de los ítems de ensayo

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 6 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

## 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  $\sigma_{pt}$ .

Cuando la desviación estándar para la evaluación de aptitud  $\sigma_{pt}$  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 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:

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 7 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

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

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:


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

Siendo

$s^*$  = desviación estándar robusta (obtenida por Algoritmo A)

$p$  = 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.

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 8 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

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 ( $\sigma_{pt}$ ).

El estimador de dispersión se obtuvo del modelo general de Horwitz el cual es independiente del número de participantes.

$$\sigma_{pt} = \begin{cases} 0,22c & \text{cuando } c < 1,2 * 10^{-7} \\ 0,02c^{0,8495} & \text{cuando } 1,2 * 10^{-7} \leq c \leq 0,138 \\ 0,01c^{0,5} & \text{cuando } c > 0,138 \end{cases} \quad (9)$$

Dónde:

$c$  = Fracción en masa

## 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.

## 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

$x_i$   $y_i$  = Resultado del participante "i"

$\sigma_{pt}$  = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud



<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 9 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

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 considerara 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:

$x_{pt}$  = Valor asignado


$x_i$  = Resultado del participante "i"

$\sigma_{pt}$  = 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.

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

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 10 de 20	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 025/2024

## 11. RESULTADOS

### 11.1. Estaño en Mineral de Estaño 1

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Estaño	15,99	0,400	0,11

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

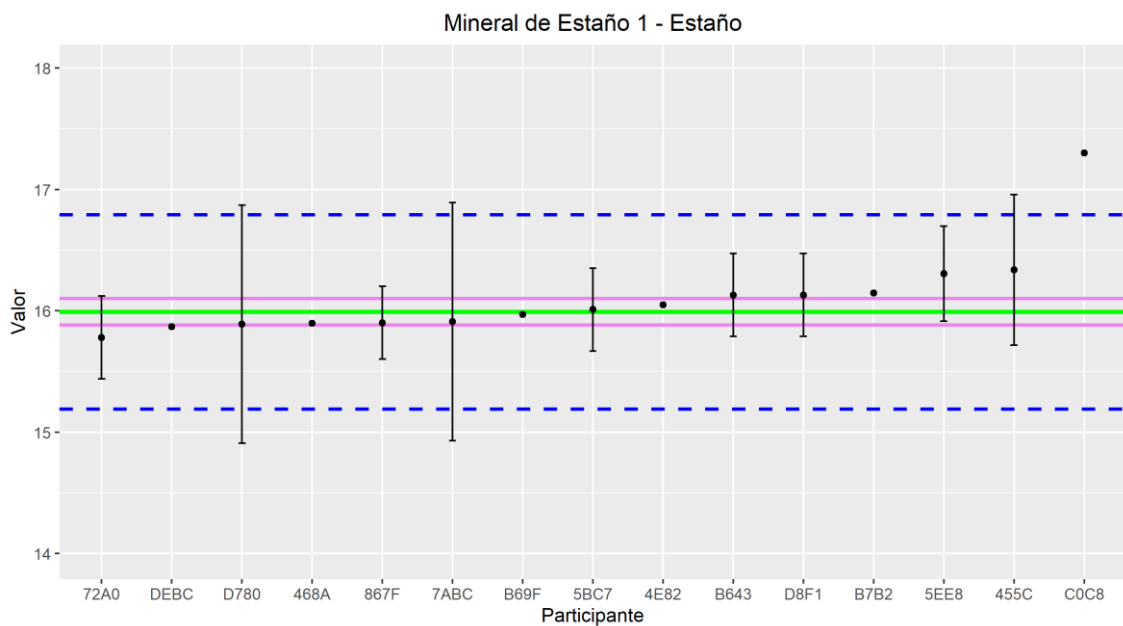

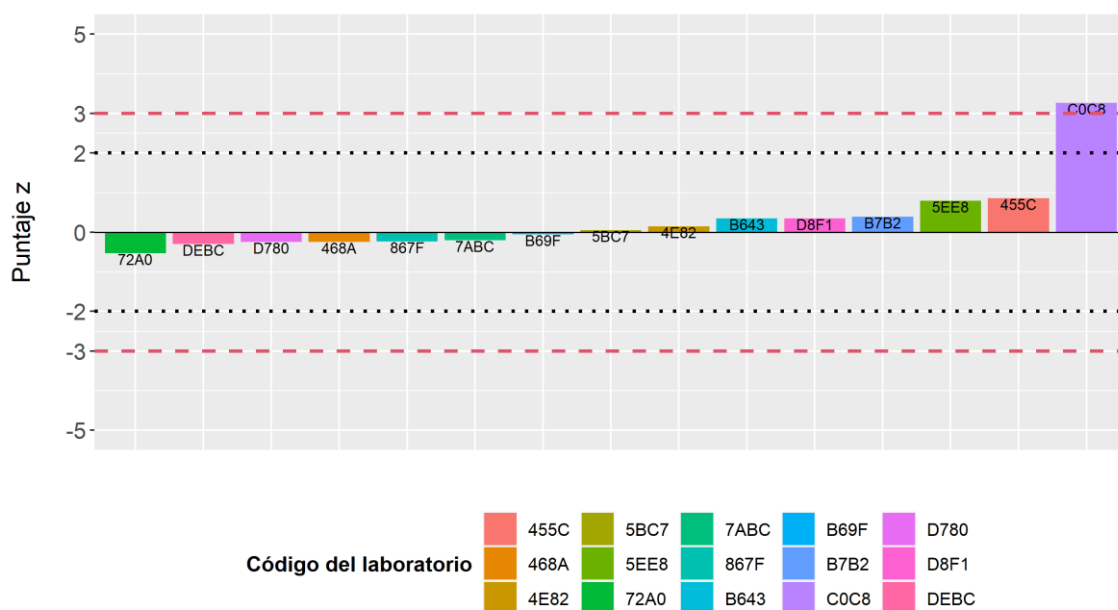


Gráfico 1. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 11 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>




**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 (g/100 g)	Puntaje z	Resultado de evaluación
72A0	15,780	-0,53	Satisfactorio
DEBC	15,870	-0,30	Satisfactorio
D780	15,890	-0,25	Satisfactorio
468A	15,895	-0,24	Satisfactorio
867F	15,900	-0,23	Satisfactorio
7ABC	15,910	-0,20	Satisfactorio
B69F	15,970	-0,05	Satisfactorio
5BC7	16,010	0,05	Satisfactorio
4E82	16,050	0,15	Satisfactorio
B643	16,130	0,35	Satisfactorio
D8F1	16,130	0,35	Satisfactorio
B7B2	16,145	0,39	Satisfactorio
5EE8	16,305	0,79	Satisfactorio
455C	16,335	0,86	Satisfactorio
C0C8	17,300*	3,27	Insatisfactorio

**Tabla 3. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (valores marcados con \* fueron considerados atípicos y no fueron considerados en el cálculo de valores por consenso).**

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 12 de 20	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 025/2024

## 11.2. Estaño en Mineral de Estaño 2

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Estaño	45,88	0,677	0,19

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

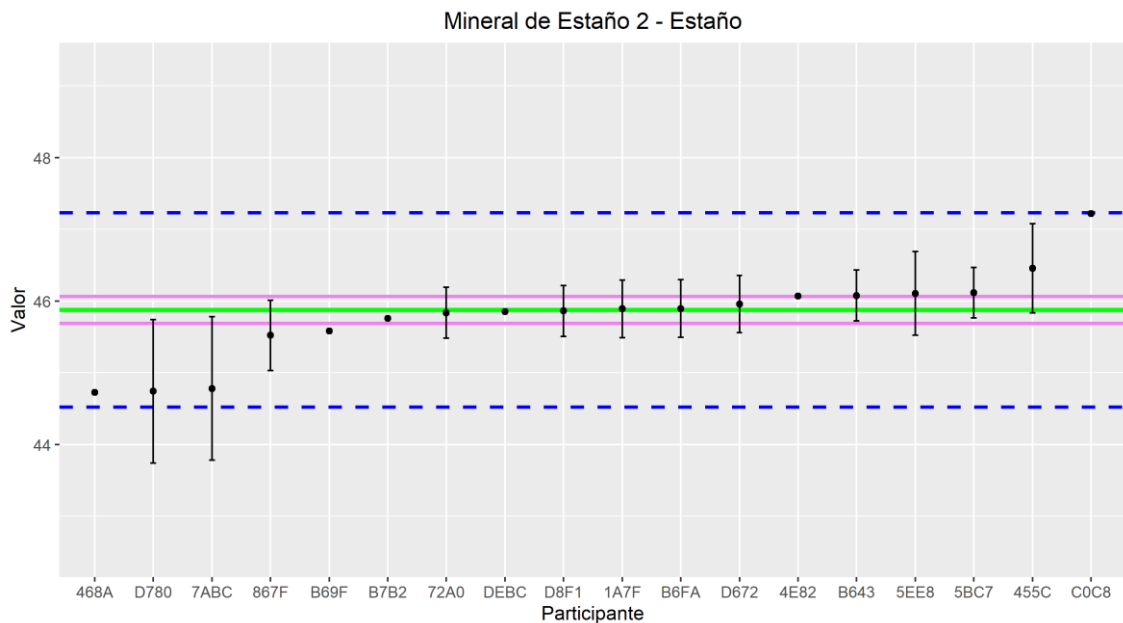

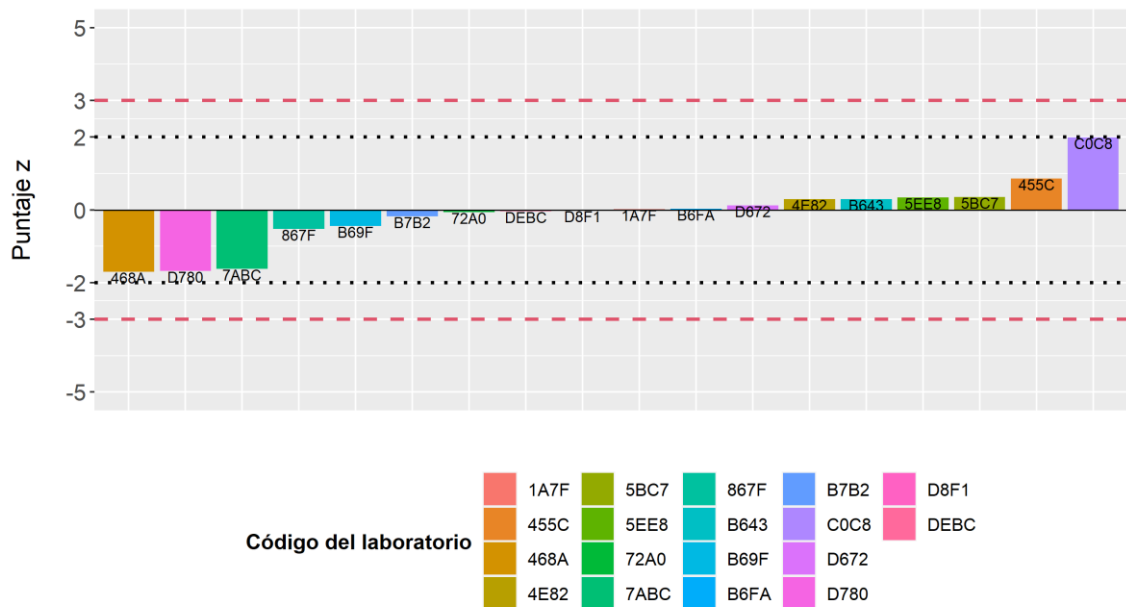


Gráfico 3. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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


<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 13 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>



**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.

Participante	Resultado reportado (g/100 g)	Puntaje z	Resultado de evaluación
468A	44,725	-1,70	Satisfactorio
D780	44,740	-1,68	Satisfactorio
7ABC	44,780	-1,62	Satisfactorio
867F	45,520	-0,52	Satisfactorio
B69F	45,580	-0,44	Satisfactorio
B7B2	45,755	-0,18	Satisfactorio
72A0	45,835	-0,06	Satisfactorio
DEBC	45,850	-0,04	Satisfactorio
D8F1	45,860	-0,02	Satisfactorio
1A7F	45,890	0,02	Satisfactorio
B6FA	45,895	0,03	Satisfactorio
D672	45,955	0,12	Satisfactorio
4E82	46,070	0,29	Satisfactorio
B643	46,075	0,30	Satisfactorio
5EE8	46,105	0,34	Satisfactorio
5BC7	46,115	0,35	Satisfactorio
455C	46,455	0,86	Satisfactorio

DMIC-EA-PE-001/F06	FORMULARIO	
V.01	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD	
Página 14 de 20	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 025/2024

Participante	Resultado reportado (g/100 g)	Puntaje z	Resultado de evaluación
COC8	47,220	1,99	Satisfactorio

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

### 11.3. Azufre en Mineral de Estaño 2

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Azufre	7,46	0,220	0,29

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

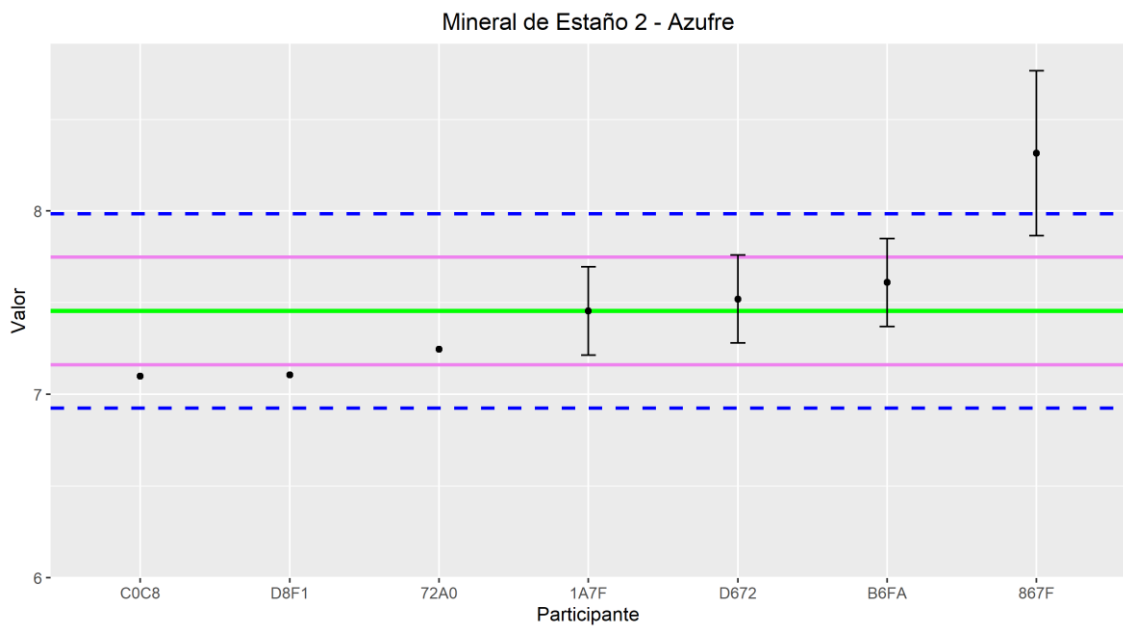

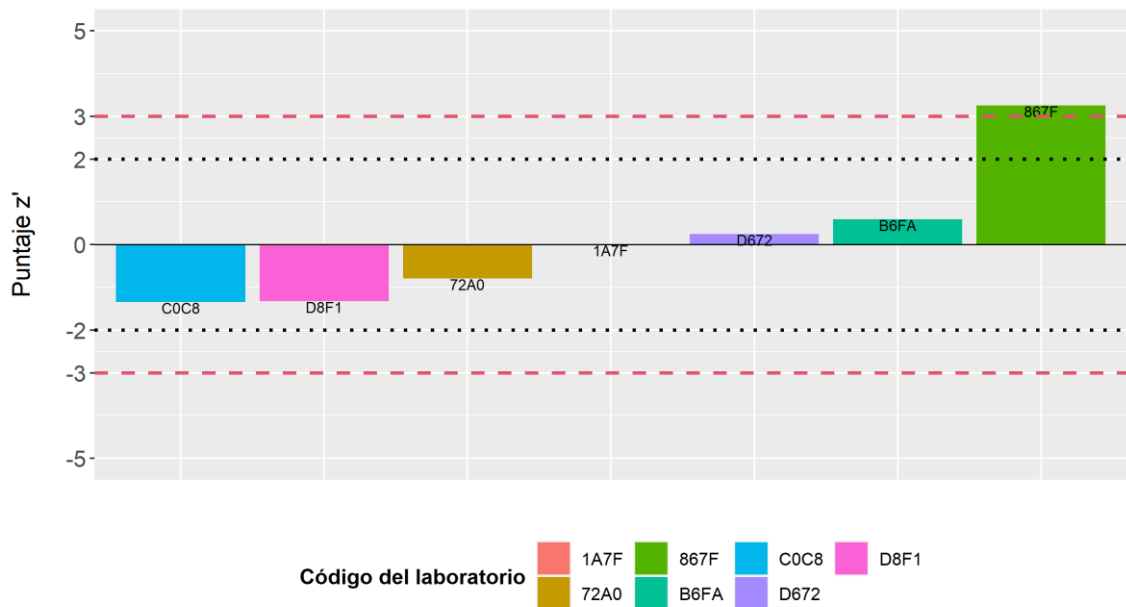


Gráfico 5. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 15 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>



**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 (g/100 g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
COC8	7,100	-1,34	Satisfactorio
D8F1	7,105	-1,32	Satisfactorio
72A0	7,245	-0,79	Satisfactorio
1A7F	7,455	0,00	Satisfactorio
D672	7,520	0,25	Satisfactorio
B6FA	7,610	0,59	Satisfactorio
867F	8,315	3,25	Insatisfactorio

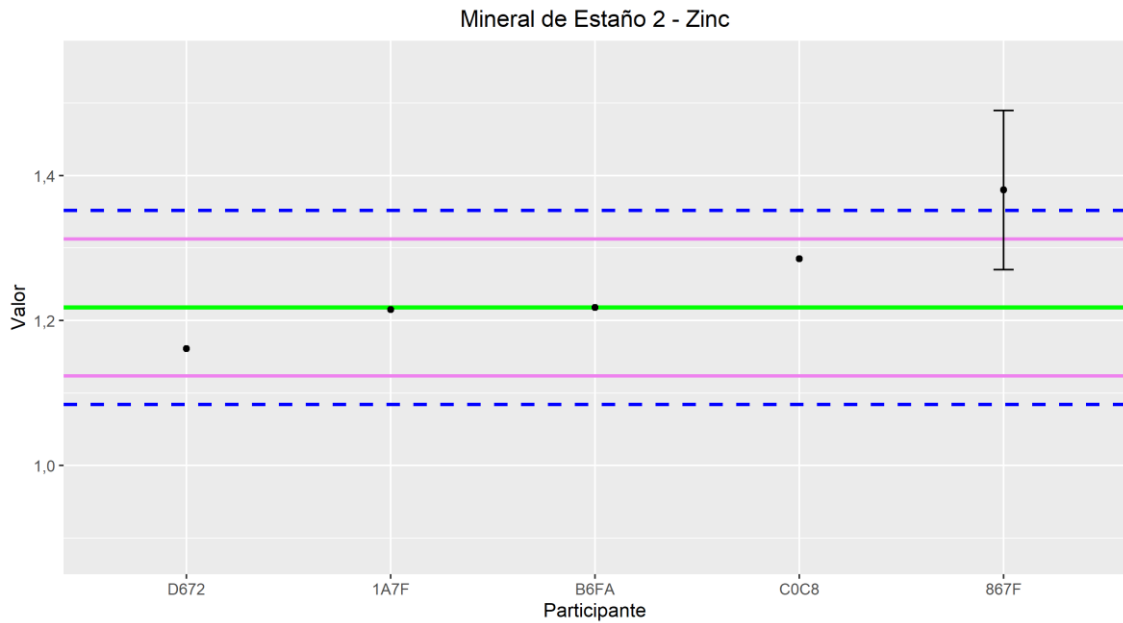
**Tabla 7. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño.**

#### 11.4. Zinc en Mineral de Estaño 2

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Zinc	1,218	0,0473	0,094

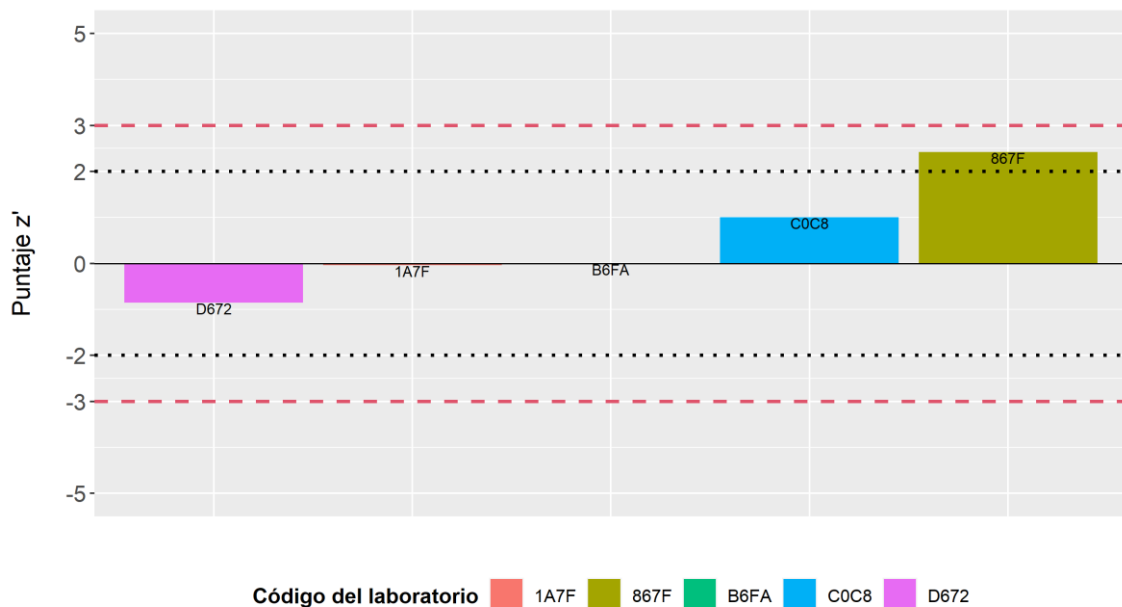
**Tabla 8. Valor asignado, estadístico de dispersión para la evaluación de desempeño e incertidumbre expandida.**

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 16 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>



**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).**

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 17 de 20	Vigente desde: 2024-03-05	N° de Registro: 025/2024

Participante	Resultado reportado (g/100 g)	Puntaje z'	Resultado de evaluación
D672	1,161	-0,85	Satisfactorio
1A7F	1,215	-0,04	Satisfactorio
B6FA	1,218	0,00	Satisfactorio
C0C8	1,285	1,00	Satisfactorio
867F	1,380	2,42	Cuestionable

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

### 11.5. Estaño en Mineral de Estaño 3

Parámetro	Valor asignado		
	Valor (g/100g)	Dispersión ( $\sigma_{pt}$ )	Incertidumbre Expandida (g/100g)
Estaño	61,44	0,784	0,24

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

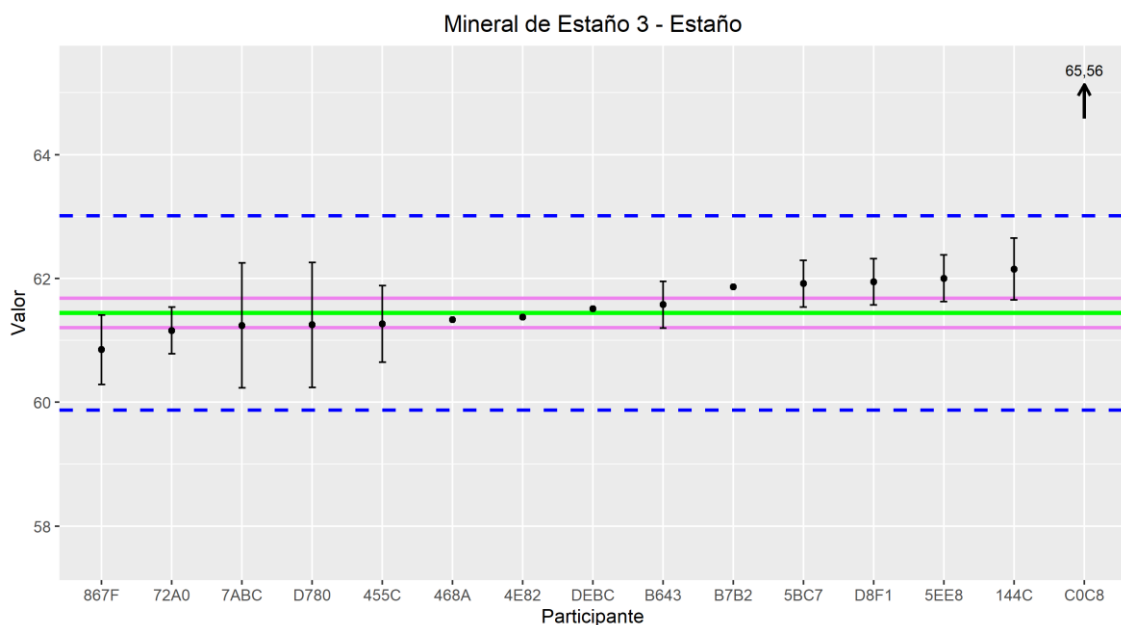

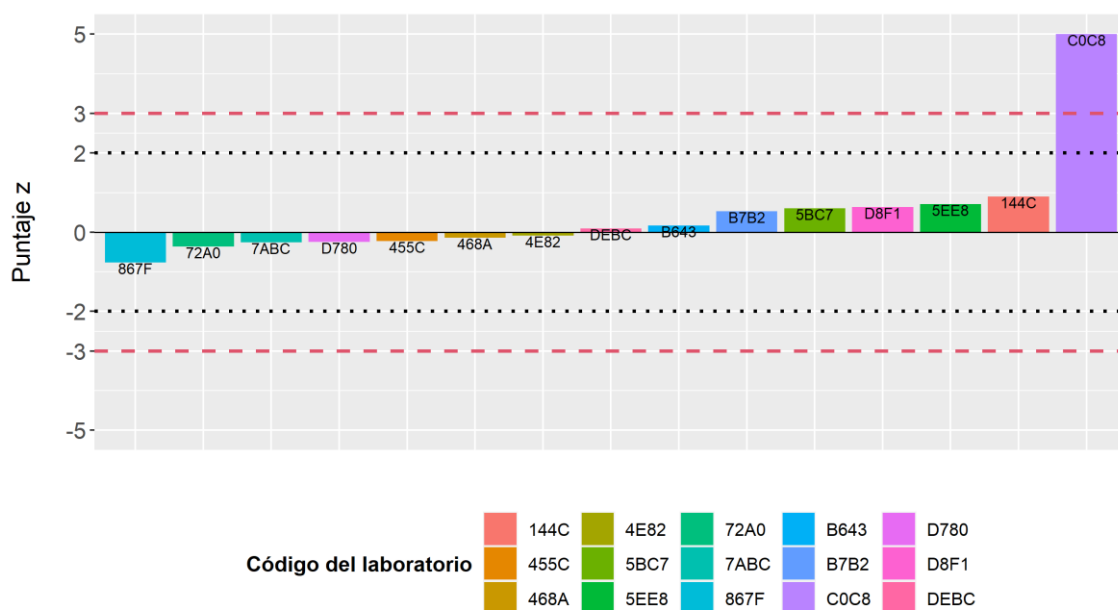


Gráfico 9. Valores reportados por los participantes (puntos negros), incertidumbres asociadas (barras negras), valor asignado (línea verde), estadístico de dispersión multiplicado por 2 (línea segmentada azul) e incertidumbre expandida (línea violeta).

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

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 18 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>




**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.

<b>Participante</b>	<b>Resultado reportado (g/100 g)</b>	<b>Puntaje z</b>	<b>Resultado de evaluación</b>
867F	60,850	-0,76	Satisfactorio
72A0	61,160	-0,36	Satisfactorio
7ABC	61,240	-0,26	Satisfactorio
D780	61,250	-0,25	Satisfactorio
455C	61,267	-0,22	Satisfactorio
468A	61,330	-0,14	Satisfactorio
4E82	61,375	-0,09	Satisfactorio
DEBC	61,510	0,09	Satisfactorio
B643	61,575	0,17	Satisfactorio
B7B2	61,860	0,53	Satisfactorio
5BC7	61,915	0,60	Satisfactorio
D8F1	61,945	0,64	Satisfactorio
5EE8	62,000	0,71	Satisfactorio
144C	62,150	0,90	Satisfactorio
C0C8	65,560*	5,25	Insatisfactorio

**Tabla 11. Códigos de participantes, resultados reportados, estadístico de evaluación y resultado de la Evaluación de desempeño (valores marcados con \* fueron considerados atípicos y no fueron considerados en el cálculo de valores por consenso).**

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 19 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

## 12. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 9 laboratorios de diferentes departamentos de Bolivia. 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.

N°	INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
1	EMPRESA METALÚRGICA VINTO, LABORATORIO	Oruro
2	IMPALA TERMINALS BOLIVIA SERVICIOS LOGÍSTICOS S. A	Oruro
3	INSPECCIÓN Y LABORATORIO DE CALIDAD SGLAB SRL	La Paz
4	INSPECTORATE SERVICE PERÚ SAC- SEDE PUNO	Melgar (Perú)
5	LABORATORIO OMSA	Oruro
6	LABORATORIO QUÍMICO CASTRO S.R.L.	Potosí
7	LABORATORIO QUÍMICO CONDE MORALES	Oruro
8	LABORATORIO QUÍMICO DE LA EMPRESA MINERA COLQUIRI	La Paz
9	LABORATORIO QUÍMICO DON DIEGO SINCHI WAYRA S.A	Potosí


**Tabla 12. Participantes del Ensayo de Aptitud EQ-0185 Determinación de Elementos en Mineral de Estaño.**

## 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.
- 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.

## 14. CONCLUSIONES

- Se logró brindar a los participantes una herramienta para evaluar su desempeño y demostrar su competencia técnica para realizar los ensayos en la Determinación de elementos en Minerales de Estaño en el presente ensayo de aptitud.
- El diseño estadístico y los criterios de evaluación utilizados por el IBMETRO como proveedor fueron adecuados para el propósito del ensayo de aptitud.
- 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.

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.01</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 20 de 20</b>	<b>Vigente desde: 2024-03-05</b>	<b>N° de Registro: 025/2024</b>

- 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. 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.