



DEPARTAMENTO NACIONAL Y DE REFERENCIA EN SALUD  
AMBIENTAL  
**ID: 1117599**

**INFORME FINAL DE ENSAYO DE APTITUD**  
**PROGRAMA DE EVALUACIÓN EXTERNA DE LA**  
**CALIDAD PEEC**  
**QUÍMICA AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS**

**PROGRAMA FISICOQUÍMICO DE AGUA:**  
**SUBPROGRAMA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS**  
**POTABLES**

**RONDA SP3 – 2025**  
**Versión 00**

**ID INFORME: INF-SP3-2025-00**



Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N° 19.799.

Para verificar la integridad y autenticidad de este documento ingrese al siguiente link:

<https://doc.digital.gob.cl/validador/GXZSJZ-572>

CONTENIDO

1.	LISTADO DE PARTICIPANTES.....	03
2.	INTRODUCCIÓN .....	04
3.	ORGANIZACIÓN Y RESPONSABLES .....	04
4.	CRONOGRAMA .....	04
5.	CONFIDENCIALIDAD.....	05
6.	ÍTEM DE ENSAYO DE APTITUD .....	05
7.	RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES.....	07
8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	09
9.	RESUMEN ESTADÍSTICO.....	09
10.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS.....	11
11.	COMENTARIOS.....	13
12.	REFERENCIAS.....	14
13.	ANEXOS.....	15
14.	CONTACTO.....	52
15.	EMISIÓN Y AUTORIZACIÓN DEL INFORME.....	52



1. LISTADO DE PARTICIPANTES

ALS LIFE SCIENCES CHILE S.A.	SANTIAGO
CENTRO DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PROCESO DE MINERALES	ANTOFAGASTA
CESMEC S.A. SEDE CONCEPCIÓN	CONCEPCIÓN
CORTHORN QUALITY CHILE S.A.	SANTIAGO
INNOVOSAFE SpA.	CASTRO
LABORATORIO AMBIENTAL DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN ARICA Y PARINACOTA	ARICA
LABORATORIO AMBIENTAL DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	TEMUCO
LABORATORIO AMBIENTAL DEL MAULE DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DEL MAULE	TALCA
LABORATORIO AMBIENTAL DE LLANQUIHUE DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS	PUERTO MONTT
LABORATORIO AMBIENTAL DE O'HIGGINS DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS	RANCAGUA
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL DE CONCEPCIÓN DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO	CONCEPCIÓN
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA, AMBIENTAL Y LABORAL DE CHILLÁN DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE ÑUBLE	CHILLÁN
LABORATORIO DEL AMBIENTE DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE COQUIMBO	LA SERENA
LABORATORIO LECYCA DE LA UNIVERSIDAD DEL BIOBÍO	CHILLÁN
LABORATORIO QUÍMICO DE CODELCO	CALAMA
LABORATORIO SANITARIO AMBIENTAL DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN METROPOLITANA	SANTIAGO
QUALIFIED SpA. SEDE CONCEPCIÓN	SAN PEDRO DE LA PAZ
QUALIFIED SpA. SEDE SANTIAGO	SANTIAGO
QUALITY LAB SpA.	ROMERAL
QUALITY TRUST LABS SpA.	SANTIAGO
SERVICIOS DE INSPECCIÓN AMBIENTAL AIRTESTLAB SpA.	SANTIAGO



## 2. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la evaluación del ensayo de intercomparación del Subprograma “Determinación de Metales Pesados en Aguas Potables”. Este ensayo corresponde a la cuantificación de metales pesados en aguas potables, de un material elaborado por la Sección Metrología Científica en Química y Biomediciones, y corresponde a una herramienta utilizada para evaluar la calidad de las prestaciones analíticas en laboratorios de ensayos que realizan análisis de aguas. Esta ronda de ensayo de aptitud de tipo interlaboratorio de participación simultánea es realizada por el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), desde el año 2013 para satisfacer los requerimientos de laboratorios que realizan control o vigilancia de acuerdo al “Reglamento de servicios de agua destinados al consumo humano” (Decreto Supremo N° 735 del MINSAL).

## 3. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABLES

Proveedor y responsable de la organización del ensayo de aptitud:



Instituto de Salud Pública de Chile  
Departamento Nacional y de Referencia en Salud Ambiental  
Subdepartamento de Metrología  
Sección Coordinación de Programas de Ensayos de Aptitud y Evaluación Externa de la Calidad  
Av. Marathon 1000, Ñuñoa.  
Santiago, Chile.  
Código Postal 7780050.  
<https://ispch.gob.cl/>

Responsables de las actividades del ensayo de aptitud:

Coordinación de la ronda de ensayo de aptitud: QF. María Natalia Gutiérrez Vargas- Jefa Sección Coordinación de Programas de Ensayos de Aptitud y Evaluación Externa de la Calidad.

Desarrollo de la ronda de ensayo de aptitud: QF. María Natalia Gutiérrez Vargas- Jefa Sección Coordinación de Programas de Ensayos de Aptitud y Evaluación Externa de la Calidad, Francis Alarcón Rodríguez – Profesional Sección Coordinación de Programas de Ensayos de Aptitud y Evaluación Externa de la Calidad y Jorge Tello Muñoz – Profesional Sección Coordinación de Programas de Ensayos de Aptitud y Evaluación Externa de la Calidad.

Revisión de informe: QF. Jorge Tello Muñoz – Profesional Sección Coordinación de Programas de Ensayos de Aptitud y Evaluación Externa de la Calidad.

Aprobación de informe: Ms. Soraya Sandoval Riquelme – Jefa Subdepartamento de Metrología.

Autorización de informe: QF. MSc. Boris Duffau Garrido – Jefe (S) Departamento Nacional y de Referencia en Salud Ambiental.

## 4. CRONOGRAMA

Fecha de envío de encomienda de ítem de ensayo	19 - 08 - 2025
Fecha plazo de cierre para recepción de resultados	17 - 09 - 2025
Fecha de publicación informe individual preliminar	23 - 10 - 2025



5. CONFIDENCIALIDAD

Para fines de conservar la confidencialidad de los resultados y la evaluación de desempeño de los participantes, estos son reportados en el informe con el código CIL (Código de Identificación del Laboratorio), por lo cual el participante deberá ubicarse en las tablas y gráficas de acuerdo al código CIL asignado a su laboratorio para el año correspondiente de la presente ronda.

Toda excepción respecto a la confidencialidad, sigue las directrices del Protocolo de Organización de Ensayos de Aptitud Programa de Evaluación Externa de la Calidad PEEC (PT-01-PR-754.00-001) disponible para todos los participantes y clientes en <https://ispch.gob.cl/>.

6. ÍTEM DE ENSAYO DE APTITUD

Los ítems de ensayo enviados corresponden a:

- a) Ítem A, para el análisis de metales: consiste en 200 mL aproximadamente de una solución de metales pesados en agua, acidificada con ácido nítrico al 2% v/v, para determinación cuantitativa de los analitos arsénico, cadmio, calcio, cobre, cromo, hierro, magnesio, níquel, plomo, potasio, sodio y zinc, envasada en un recipiente de plástico de polietileno de alta densidad (HDPE), con boca angosta y tapa rosca, previamente acondicionado, sellado, etiquetado y codificado.
- b) Ítem B, para el análisis de conductividad y pH: consiste en 200 mL aproximadamente de simulación de agua potable en un envase plástico ámbar de polietileno tereftalato PET de 200 mL, con boca angosta y tapa rosca, previamente acondicionado, sellado, etiquetado y codificado.
- c) Ítem C, para el análisis de turbiedad: consiste en 200 mL aproximadamente de simulación de agua potable en un envase plástico ámbar de polietileno tereftalato PET de 200 mL, con boca angosta y tapa rosca, previamente acondicionado, sellado, etiquetado y codificado.
- d) Ítem D, para el análisis piloto de aniones y amoniaco: consiste en 100 mL aproximadamente de una solución que simula agua potable para determinación cuantitativa de los analitos amoniaco, cloruro, nitrato y sulfato, envasada en un recipiente de plástico de polietileno de alta densidad (HDPE), con boca angosta y tapa rosca, previamente acondicionado, sellado, etiquetado y codificado.

Los materiales de ensayo correspondieron a materiales preparados y caracterizados por la Sección Metrología Científica en Química y Biomediciones del Instituto de Salud Pública de Chile.

Las técnicas analíticas utilizadas para asignación de valor se encuentran indicadas en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Técnicas analíticas

Analito	Técnica analíticas
Metales	Espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
Conductividad	Conductivímetro.
pH	pHmetro.
Turbiedad	Nefelométrico.
Aniones / Amoniaco	Cromatografía iónica y Espectrometría UV-Visible.

Respecto a la homogeneidad y estabilidad, el proveedor del material indica lo siguiente:

*"Este material de referencia (MR) ha sido diseñado y elaborado conforme a los requisitos de la norma ISO 17034. Las mediciones y la evaluación del material, así como su homogeneidad y estabilidad se realizaron conforme a las normas ISO/IEC 17025 e ISO 33405, cumpliendo con los criterios establecidos para el fin previsto del material. La documentación del material fue elaborada en conformidad con ISO 33401".*

La Tabla N° 2a indica el valor asignado de los analitos, establecido por referencia, junto con su incertidumbre y trazabilidad.



**Tabla N°2a. Valor asignado para la evaluación de desempeño de la ronda, establecido según el valor de referencia del material.**

Muestra	Componente Analito	Valor Certificado	Incertidumbre expandida del valor asignado ( $U_{(k=2)}$ )	Trazabilidad metrológica
SP32025A	Arsénico	0,315 mg/L	0,024 mg/L	SRM 3103a NIST
	Cadmio	0,1657 mg/L	0,0046 mg/L	SRM 3108a NIST
	Calcio	3,085 mg/L	0,087 mg/L	SRM 3109a NIST
	Cobre	0,1278 mg/L	0,0038 mg/L	SRM 3114a NIST
	Cromo	0,151 mg/L	0,028 mg/L	SRM 3112a NIST
	Hierro	0,402 mg/L	0,096 mg/L	SRM 3126a NIST
	Magnesio	0,342 mg/L	0,014 mg/L	SRM 3131a NIST
	Níquel	0,224 mg/L	0,014 mg/L	SRM 3136a NIST
	Plomo	0,1019 mg/L	0,0084 mg/L	SRM 3128a NIST
	Potasio	1,13 mg/L	0,10 mg/L	SRM 3141a NIST
	Sodio	0,667 mg/L	0,062 mg/L	SRM 3152a NIST
	Zinc	0,540 mg/L	0,031 mg/L	SRM 3168a NIST
SP32025B	Conductividad	150,2 $\mu$ S/cm	3,1 $\mu$ S/cm	Hanna Instruments HI6033
	pH	5,75 (a 20°C)	0,16 (a 20°C)	PanReac AppliChem
SP32025C	Turbiedad	4,76 NTU	0,16 NTU	Standard Methods 2130-B
SP32025D*	Cloruro	195,7 mg/L	8,3 mg/L	SRM NIST 2201
	Nitrato	6,64 mg/L	0,42 mg/L	Merck 1.046130
	Sulfato	142,0 mg/L	8,8 mg/L	Merck 1.01209

\*Muestra de carácter piloto.

Los analitos arsénico, cadmio y cobre, cuentan con trazabilidad directa al ISP a través de CMC (Calibración and Measurement Capabilities) declaradas, disponibles en la base de datos KCDB2.0 (Key Comparison Database) de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), según se detallan en la Tabla N°2b ([www.bipm.org/kcdb](http://www.bipm.org/kcdb)).

**Tabla N°2b. CMC declaradas.**

Componente Analito	Trazabilidad metrológica
Arsénico	ISP CMC ID:SIM-QM-CL-00000PLA-1
Cadmio	ISP CMC ID:SIM-QM-CL-00000QKD-1
Cobre	ISP CMC ID:SIM-QM-CL-00000PL5-1



La Tabla N° 3 indica el valor asignado del analito amoniaco (piloto), establecido por consenso de los participantes, referencia, junto con su incertidumbre.

**Tabla N°3. Valor asignado para la evaluación de desempeño de la ronda, establecido según el valor de consenso de los participantes.**

Muestra	Componente Analito	Valor Consenso	Incertidumbre estándar del valor asignado (u (x <sub>pt</sub> ))
SP32025D	Amoniaco	55,8 mg/L	1,5 mg/L

La incertidumbre estándar del valor asignado ( $\mu (x_{pt})$ ), fue obtenida a través de:

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

Siendo  $s^*$  la desviación estándar robusta de los resultados de los participantes y  $p$  el número de resultados.

Cada laboratorio participante de acuerdo al protocolo del ensayo de aptitud publicado en el Portal PEEC, recibió instrucciones detalladas para la manipulación y almacenamiento del ítem de ensayo de aptitud, como también indicaciones prácticas de seguridad a tomar en cuenta durante el desarrollo del ensayo a través de la ficha de información de seguridad disponible en el Portal PEEC.

Se recomendó a los participantes el uso de los métodos de ensayo rutinarios del laboratorio.

7. RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES

7.1.- Datos

Los resultados enviados por los laboratorios participantes se presentan desde la Tabla N° 8 a la Tabla N° 26 de los anexos de este informe. De los 21 laboratorios adscritos, el 91% envió resultados para al menos un parámetro.

Se solicitó a los laboratorios reportar sus resultados con la cantidad de cifras decimales indicadas en el protocolo de esta ronda según analito.

7.2.- Técnicas y métodos

Respecto de los métodos informados por los laboratorios que fueron utilizados para la determinación de los analitos se puede comentar que:

- a) Para la determinación de arsénico, se emplean los métodos Manual SISS ME-12-2007, SMEWW 3113B, SMEWW 3500-As y método "In House" asociados a la técnica de absorción atómica con generación de hidruros (HGAAS). Además, se utilizan el método EPA 200.8 asociado a la técnica de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y la Norma NCh 2313/25:1997 asociada a la técnica de espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).
- b) Para la determinación de cadmio, se aplican los métodos Manual SISS ME-13-2007, SMEWW 3111 y SMEWW 3113B asociados a la técnica de absorción atómica de llama (AAS). También, se emplean los métodos SMEWW 3120, SMEWW 3113B y método "In House" relacionados con la técnica de absorción atómica con horno de grafito (GFAAS). A ello se suman el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y el método SMEWW 3120 asociado a ICP-OES.
- c) Para la determinación de cobre, se utilizan los métodos Manual SISS ME-04-2007, SMEWW 3111, SMEWW 3113B y método "In House" asociados a AAS. Asimismo, se emplean el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y el método SMEWW 3120 asociado a ICP-OES.
- d) Para la determinación de cromo, se consideran los métodos Manual SISS ME-05-2007,



SMEWW 3111, SMEWW 3113B y SMEWW 3120 asociados a AAS y GFAAS. Además, se utiliza el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y el método SMEWW 3120 asociado a ICP-OES.

- e) Para la determinación de hierro, se emplean los métodos Manual SISS ME-13-2007, SMEWW 3111B y método "In House" asociados a AAS. También, se aplican el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y la Norma NCh 2313/25:1997 asociada a ICP-OES.
- f) Para la determinación de magnesio, se utilizan los métodos SMEWW 3113B, Manual SISS ME-12-2007 y método "In House" asociados a AAS. Además, se emplean el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y la Norma NCh 2313/25:1997 asociada a ICP-OES.
- g) Para la determinación de níquel, se aplican los métodos SMEWW 3113B y método "In House" asociados a AAS, además del método EPA 200.8 asociado a ICP-MS.
- h) Para la determinación de plomo, se consideran los métodos Manual SISS ME-18-2007, SMEWW 3111, SMEWW 3113B y SMEWW 3120 junto con método "In House", todos ellos asociados a AAS y GFAAS. Asimismo, se emplea el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y el método SMEWW 3120 asociado a ICP-OES.
- i) Para la determinación de potasio, se utilizan los métodos Manual SISS ME-12-2007, SMEWW 3113B y método "In House" asociados a AAS. También se aplican el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y la Norma NCh 2313/25:1997 asociada a ICP-OES.
- j) Para la determinación de sodio, se emplean los métodos Manual SISS ME-12-2007, SMEWW 3113B y método "In House" asociados a AAS; además del método EPA 200.8 asociado a ICP-MS, la Norma NCh 2313/25:1997 asociada a ICP-OES y otro método interno con fundamento no especificado.
- k) Para la determinación de zinc, se utilizan los métodos Manual SISS ME-11-2007, SMEWW 3111, SMEWW 3113B y método "In House" asociados a AAS. Se complementan con el método EPA 200.8 asociado a ICP-MS y el método SMEWW 3120 asociado a ICP-OES.
- l) La conductividad se mide mediante la técnica de conductimetría (CON), utilizando un método "In House", la Norma NCh 417 Of.63 y el método SMEWW 2510B. También, se aplican las técnicas de electrometría (EM) y potenciometría (PM), a través del método SMEWW 2510B y método "In House".
- m) El pH se determina mediante EM y PM, utilizando los métodos Manual SISS ME-29-2004, SMEWW 4500-H+B y método "In House".
- n) La turbiedad se analiza mediante la técnica de nefelometría (NEP), con los métodos Manual SISS ME-03-2007, Manual SISS ME-03-2024, SMEWW 2130, SMEWW 2130B y método "In House".
- o) El cloruro se determina mediante cromatografía iónica (CI), volumetría (VOL), fotometría (FTM) y argentometría (ARG). Los métodos aplicados son: Manual SISS ME-28-2007, SMEWW 4110B-2023, EPA 300.1, SMEWW 4500-CI, EPA 325, Métodos normalizados APHA-AWWA-WPCF, método "In House" y Manual SISS ME-28-2024.
- p) El amoníaco se analiza mediante CI, PM, FTM y VOL, empleando los métodos Manual SISS ME-27-2007, Manual SISS ME-27-2024, SMEWW 4500-NH3, EPA 350.1 y método "In House".
- q) El nitrato se determina por CI, PM, FTM y absorción molecular ultravioleta-visible (UV-VIS). Los métodos aplicados son: Manual SISS ME-16-2007, Manual SISS ME-16-2024, Manual SISS ME-17-2024, SMEWW 4110B-2023, SMEWW 4500-NO3, EPA 300.1 y método "In House".
- r) Por último, el sulfato se analiza mediante CI, gravimetría (GRV) y turbidimetría (TUR). Se emplean los métodos Manual SISS ME-30-2007, Manual SISS ME-30-2024, Manual SISS ME-31-2007, SMEWW 4110B-2023, SMEWW 4500-SO4, EPA 300.1 y método "In House".





8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Luego del cierre de la ronda, los resultados fueron recolectados a través del Portal PEEC.

Se evaluó la existencia de datos anómalos, en base al método estadístico de Grubbs, sin ser excluidos de los análisis.

Además, se evaluó la existencia de datos extremos en base al criterio de  $\pm 50 \%$  de mediana según el Protocolo Internacional Armonizado IUPAC. Una vez establecidos éstos, fueron excluidos sólo para el análisis del parámetro amoniaco y se procedió a realizar el análisis estadístico.

Para el caso de los analitos níquel y calcio no se pudo establecer datos anómalos ni datos extremos por no contar con la cantidad de valores suficiente ( $n < 10$ ).

El análisis estadístico se basó en el valor asignado ( $x_{pt}$ ) definido por el valor de referencia del material para todos los analitos, a excepción de amoniaco que fue definido por el valor de consenso a través de la mediana de los participantes.

La desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( $\sigma_{pt}$ ) fue establecida a través del modelo estadístico de Horwitz-Thompson, el cual es aplicado de acuerdo a los niveles de concentración de todos los analitos a excepción de pH, conductividad y turbiedad que fue establecido por la desviación absoluta de la mediana escalada (MADe).

9. RESUMEN ESTADÍSTICO

En relación a la recopilación y al análisis de datos, la evaluación estadística reportó los siguientes resultados:

Tabla N° 4: Resumen de análisis estadístico analitos arsénico cadmio, calcio cobre y cromo.

Parámetros	Arsénico	Cadmio	Calcio	Cobre	Cromo
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Número de datos reportados ( $n$ )	16	15	9	17	13
Valor asignado ( $x_{pt}$ )	0,315	0,1657	3,085	0,1278	0,151
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( $\sigma_{pt}$ )	0,060	0,0348	0,417	0,0279	0,0321
Incertidumbre estándar del valor asignado ( $u(x_{pt})$ )	0,012	0,0023	0,044	0,0019	0,014
Número de valores anómalos	0	0	0	0	1
Número de valores extremos	3	0	NA*	0	1

NA: No aplica.  
\*Número de datos insuficientes.



Tabla N° 5: Resumen de análisis estadístico analitos hierro, magnesio, níquel, plomo y potasio.

Parámetros	Hierro	Magnesio	Níquel	Plomo	Potasio
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Número de datos reportados ( <i>n</i> )	17	14	5	17	10
Valor asignado ( <i>x<sub>pt</sub></i> )	0,402	0,342	0,2240	0,1019	1,130
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( <i>σ<sub>pt</sub></i> )	0,074	0,0643	0,0449	0,0230	0,178
Incertidumbre estándar del valor asignado ( <i>u</i> ( <i>x<sub>pt</sub></i> ))	0,048	0,070	0,0070	0,0042	0,050
Número de valores anómalos	2	1	NA*	1	1
Número de valores extremos	1	1	NA*	1	0

NA: No aplica.  
\*Número de datos insuficientes.

Tabla N° 6: Resumen de análisis estadístico analitos sodio, zinc, conductividad, pH y turbiedad.

Parámetros	Sodio	Zinc	Conductividad	pH	Turbiedad
	(mg/L)	(mg/L)	(μS/cm)	(a 20°C)	(NTU)
Número de datos reportados ( <i>n</i> )	10	17	18	19	16
Valor asignado ( <i>x<sub>pt</sub></i> )	0,667	0,540	150,2	5,75	4,76
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( <i>σ<sub>pt</sub></i> )	0,178	0,095	8,9	0,22	0,48
Incertidumbre estándar del valor asignado ( <i>u</i> ( <i>x<sub>pt</sub></i> ))	0,031	0,016	1,6	0,08	0,08
Número de valores anómalos	0	2	1	1	3
Número de valores extremos	2	0	0	0	2



Tabla N° 7: Resumen de análisis estadístico analitos muestra piloto cloruro, nitrato, sulfato y amoniaco.

Parámetros	Cloruro	Nitrato	Sulfato	Amoniaco
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Número de datos reportados ( <i>n</i> )	17	16	15	13
Valor asignado ( <i>x<sub>pt</sub></i> )	195,7	6,64	142,0	55,8
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud ( <i>σ<sub>pt</sub></i> )	14,2	0,80	10,8	4,9
Incertidumbre estándar del valor asignado ( <i>u</i> ( <i>x<sub>pt</sub></i> ))	4,2	0,21	4,4	1,5
Número de valores anómalos	0	0	0	0
Número de valores extremos	0	3	0	0

En relación a los datos de las Tablas N° 4, N° 5, N° 6 y N° 7, para fines de la evaluación de desempeño para los analitos, el valor asignado fue establecido por valor de referencia del material para todos los analitos a excepción de amoniaco definido por el valor de consenso a través de la mediana de los participantes. La desviación estándar para la evaluación de la aptitud fue establecida a través del modelo estadístico de Horwitz-Thompson, el cual es aplicado de acuerdo a los niveles de concentración de todos los analitos, exceptuando conductividad, pH y turbiedad donde la desviación estándar para la evaluación de la aptitud fue establecida a través de la desviación absoluta de la mediana escalada (MADe).

Desde la Tabla N° 8 a la Tabla N° 26 de los anexos de este informe, se resumen los resultados reportados por los laboratorios participantes y la evaluación de desempeño alcanzada para cada analito, respectivamente.

10. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

Para los analitos, arsénico, cadmio, calcio, cobre, magnesio, níquel, plomo, sodio, zinc, conductividad, turbiedad, cloruro y nitrato, la evaluación de desempeño se estableció a través del modelo estadístico z-score, calculado con el valor asignado y la desviación estándar para la evaluación de la aptitud, indicada en las tablas del punto 9 de este informe.

Para los analitos cromo, hierro, pH, sulfato y amoniaco, la incertidumbre del valor asignado resultó ser superior a 0,3 veces la desviación estándar para la evaluación de la aptitud, por lo tanto, los resultados de los análisis cuantitativos obtenidos por los laboratorios son transformados a valores estándares z'-score (conocido como z-score prima), considerando la incertidumbre del valor asignado, señaladas en las tablas del punto 9 del presente informe.

La calificación z-score y z'-score alcanzadas y la evaluación de desempeño respecto al análisis de los analitos, se puede observar en las tablas desde la N° 8 a la N° 26, de los Anexos de este informe.

Los resultados de los análisis cuantitativos obtenidos por los laboratorios son transformados a valores estándares (z-score), utilizando la siguiente ecuación:

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}}$$

dónde;

- z<sub>i</sub>* = Valor *z*, z-score.
- x<sub>i</sub>* = Resultado del participante.
- x<sub>pt</sub>* = Valor asignado.
- σ<sub>pt</sub>* = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud.



Y en valores z'-score, utilizando la siguiente ecuación:

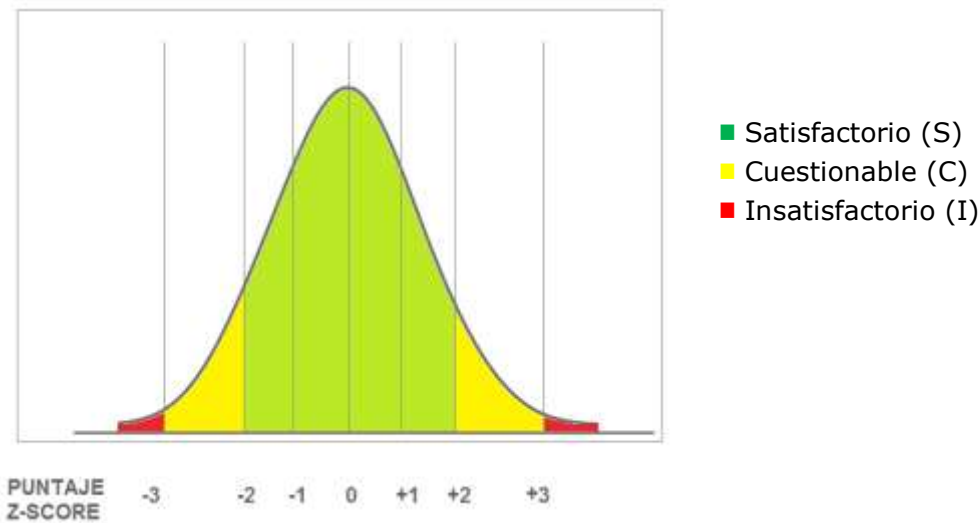
$$z_i' = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + \mu_{(x_{pt})}^2}}$$

dónde;

- $z_i'$  = Valor  $z_i'$ , z-score prima.
- $x_i$  = Resultado del participante.
- $x_{pt}$  = Valor asignado.
- $\sigma_{pt}$  = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud.
- $\mu(x_{pt})$ =Incertidumbre estándar del valor asignado.

Para el desempeño de los resultados de los participantes, los criterios de aceptabilidad son clasificados de acuerdo con z-score o z'-score como se indica en la Figura 1.

**Figura 1.** Valor de z-score o z'-score y criterios de aceptabilidad.



- $|z| \leq 2,0$ : el desempeño es **SATISFACTORIO**.
  - $2,0 < |z| < 3,0$ : el desempeño es **CUESTIONABLE**.
  - $|z| \geq 3,0$ : el resultado del laboratorio es **INSATISFACTORIO**.
- En donde  $|z|$  puede ser z-score o z'-score.

Los gráficos circulares de la evaluación de desempeño global por cada analito, la evaluación de desempeño de cada analito versus método de referencia informado por los participantes, distribución de z-score o z'-score y dispersión de datos se presentan en los Anexos de este informe, numerados desde Gráfica N° 1 a la Gráfica N° 76.



## 11. COMENTARIOS

- a) De un total de 21 laboratorios adscritos para esta ronda, el 91 % envió resultados al menos para un parámetro.
- b) Para el análisis estadístico de los analitos calcio y níquel, no se pudo determinar valores anómalos ni valores extremos por no contar con el número mínimo de datos.
- c) En esta ronda se incluyó, por primera vez, una muestra piloto destinada al análisis de aniones y amoníaco.
- d) En el año 2025 se observó una mejora general en los niveles de satisfactoriedad para los elementos inorgánicos evaluados en años anteriores. En comparación con el año 2024, los resultados de satisfactoriedad aumentaron en los siguientes parámetros: arsénico, de 75 % a 81 %; cadmio, de 83 % a 100 %; cobre, de 86 % a 100 %; cromo, de 82 % a 92 %; plomo, de 75 % a 94 %; y zinc, de 87 % a 100 %.
- e) En esta ronda se incorporaron por primera vez nuevas determinaciones, las cuales presentaron en general altos niveles de satisfactoriedad. Estos fueron: níquel con 100 %, hierro con 94 %, magnesio con 93 %, potasio con 90 %, cloruro con 82 %, calcio con 78 % y conductividad con 89 %. Por otro lado, algunos parámetros mostraron resultados moderados, tales como sodio con 70 %, nitrato con 69 %, pH con 68 %, sulfato con 67 %, amoníaco con 64 % y turbiedad con 63 %.
- f) Se observa que, para la mayoría de los analitos, se siguen utilizando los métodos del Manual SISS del año 2007, a pesar de que actualmente se encuentra vigente la versión actualizada del año 2024.
- g) Se sugiere revisar datos, cálculos y unidades, como posible causa de desviación de resultados para laboratorios que cuenten con un z-score o z'-score dentro del rango cuestionable o insatisfactorio, así como también cuando se observen tendencias por defecto o por exceso para el analito.
- h) Este informe entrega los resultados de la evaluación de desempeño de los laboratorios participantes, para fines de una herramienta del aseguramiento de calidad de los laboratorios participantes y clientes, y puede ser consultado para los fines correspondientes por organismos de acreditación (nacionales o internacionales) y/o autoridades chilenas de acuerdo a lo establecido por la ley.
- i) Este informe no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación del ISP. Este trabajo está protegido por derechos de autor. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse en ninguna forma, transmitirse o almacenarse en ningún repositorio (por ejemplo, mecánico, digital, electrónico o fotográfico) sin el permiso previo por escrito del ISP. Comuníquese con el ISP si desea reproducir cualquier parte de este informe, o si desea utilizar la información del desempeño de los participantes para fines de generar una publicación o trabajo científico.
- j) Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo a la Ley N° 19.799 sobre documentos electrónicos, firma electrónica y servicios de certificación de dicha firma.
- k) La versión autorizada y vigente del informe final se encuentra publicada en página Web: <https://ispch.gob.cl/> y Portal PEEC.



## 12. REFERENCIAS

---

- ISO 13528:2022 (E). *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons*.
- UNE-EN ISO/IEC 17043:2023. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para la competencia de los proveedores de ensayos de aptitud (ISO/IEC 17043:2023).
- *The International Harmonized Protocol for Proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC) (2006). Pure Appl. Chem. Vol 78, pp. 145-196.*
- *Robust Statistics: a Method of Coping with Outliers". Royal Society of Chemistry, Analytical Methods Committee, N° 6, 2001.*



a) Anexo 1.

Tabla 8. Resultados de arsénico, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,289	-0,4	Satisfactorio
QAMA2524	0,320	0,1	Satisfactorio
QAMA2525	0,305	-0,2	Satisfactorio
QAMA2540	0,324	0,2	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,205	-1,8	Satisfactorio
QAMA2550	0,315	0,0	Satisfactorio
QAMA2553	No reporta resultados		
QAMA2557	0,339	0,4	Satisfactorio
QAMA2564	0,318	0,1	Satisfactorio
QAMA2566	0,318	0,1	Satisfactorio
QAMA2567	0,388	1,2	Satisfactorio
QAMA2570	0,079	-3,9	Insatisfactorio
QAMA2571	0,074	-4,0	Insatisfactorio
QAMA2577	0,005	-5,2	Insatisfactorio
QAMA2586	0,357	0,7	Satisfactorio
QAMA2588	0,334	0,3	Satisfactorio
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	0,334	0,3	Satisfactorio

Tabla 9. Resultados de cadmio, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,154	-0,3	Satisfactorio
QAMA2524	0,170	0,1	Satisfactorio
QAMA2525	0,154	-0,3	Satisfactorio
QAMA2540	0,141	-0,7	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,116	-1,4	Satisfactorio
QAMA2550	0,163	-0,1	Satisfactorio
QAMA2553	0,128	-1,1	Satisfactorio
QAMA2557	0,162	-0,1	Satisfactorio
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	0,156	-0,3	Satisfactorio



QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	0,156	-0,3	Satisfactorio
QAMA2571	0,154	-0,3	Satisfactorio
QAMA2577	0,169	0,1	Satisfactorio
QAMA2586	0,141	-0,7	Satisfactorio
QAMA2588	0,154	-0,3	Satisfactorio
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	0,15900	-0,2	Satisfactorio

Tabla 10. Resultados de calcio, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	2,833	-0,6	Satisfactorio
QAMA2524	3,110	0,1	Satisfactorio
QAMA2525	2,899	-0,5	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	3,583	1,2	Satisfactorio
QAMA2550	2,907	-0,4	Satisfactorio
QAMA2553	2,170	-2,2	Cuestionable
QAMA2557	No reporta resultados		
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	No reporta resultados		
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	2,786	-0,7	Satisfactorio
QAMA2571	2,727	-0,9	Satisfactorio
QAMA2577	1,933	-2,8	Cuestionable
QAMA2586	No reporta resultados		
QAMA2588	No reporta resultados		
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

Tabla 11. Resultados de cobre, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,131	0,1	Satisfactorio
QAMA2524	0,140	0,4	Satisfactorio
QAMA2525	0,131	0,1	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		





QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,102	-0,9	Satisfactorio
QAMA2550	0,135	0,3	Satisfactorio
QAMA2553	0,073	-2,0	Satisfactorio
QAMA2557	0,134	0,2	Satisfactorio
QAMA2564	0,153	0,9	Satisfactorio
QAMA2566	0,110	-0,6	Satisfactorio
QAMA2567	0,128	0,0	Satisfactorio
QAMA2570	0,125	-0,1	Satisfactorio
QAMA2571	0,121	-0,2	Satisfactorio
QAMA2577	0,117	-0,4	Satisfactorio
QAMA2586	0,125	-0,1	Satisfactorio
QAMA2588	0,127	0,0	Satisfactorio
QAMA2601	0,113	-0,5	Satisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	0,107	-0,8	Satisfactorio

Tabla 12. Resultados de cromo, valores de z'-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z'-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,150	0,0	Satisfactorio
QAMA2524	0,160	0,3	Satisfactorio
QAMA2525	0,149	-0,1	Satisfactorio
QAMA2540	0,152	0,0	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,384	6,7	Insatisfactorio
QAMA2550	0,152	0,0	Satisfactorio
QAMA2553	No reporta resultados		
QAMA2557	No reporta resultados		
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	0,138	-0,4	Satisfactorio
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	0,118	-0,9	Satisfactorio
QAMA2571	0,117	-1,0	Satisfactorio
QAMA2577	0,158	0,2	Satisfactorio
QAMA2586	0,166	0,4	Satisfactorio
QAMA2588	0,161	0,3	Satisfactorio
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	0,183	0,9	Satisfactorio



Tabla 13. Resultados de hierro, valores de z'-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z'-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,385	-0,2	Satisfactorio
QAMA2524	0,560	1,8	Satisfactorio
QAMA2525	0,379	-0,3	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,324	-0,9	Satisfactorio
QAMA2550	0,410	0,1	Satisfactorio
QAMA2553	0,086	-3,6	Insatisfactorio
QAMA2557	0,345	-0,7	Satisfactorio
QAMA2564	0,371	-0,4	Satisfactorio
QAMA2566	0,380	-0,3	Satisfactorio
QAMA2567	0,440	0,4	Satisfactorio
QAMA2570	0,438	0,4	Satisfactorio
QAMA2571	0,449	0,5	Satisfactorio
QAMA2577	0,374	-0,3	Satisfactorio
QAMA2586	0,357	-0,5	Satisfactorio
QAMA2588	0,408	0,1	Satisfactorio
QAMA2601	0,410	0,1	Satisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	0,414	0,1	Satisfactorio

Tabla 14. Resultados de magnesio, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,322	-0,3	Satisfactorio
QAMA2524	0,380	0,6	Satisfactorio
QAMA2525	0,329	-0,2	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,348	0,1	Satisfactorio
QAMA2550	0,346	0,1	Satisfactorio
QAMA2553	0,420	1,2	Satisfactorio
QAMA2557	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	0,421	1,2	Satisfactorio
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	0,395	0,8	Satisfactorio



QAMA2571	0,392	0,8	Satisfactorio
QAMA2577	0,352	0,2	Satisfactorio
QAMA2586	0,396	0,8	Satisfactorio
QAMA2588	0,363	0,3	Satisfactorio
QAMA2601	0,343	0,0	Satisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

Tabla 15. Resultados de níquel, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,214	-0,2	Satisfactorio
QAMA2524	No reporta resultados		
QAMA2525	0,206	-0,4	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	No reporta resultados		
QAMA2550	0,226	0,0	Satisfactorio
QAMA2553	0,229	0,1	Satisfactorio
QAMA2557	No reporta resultados		
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	No reporta resultados		
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	No reporta resultados		
QAMA2571	No reporta resultados		
QAMA2577	0,231	0,2	Satisfactorio
QAMA2586	No reporta resultados		
QAMA2588	No reporta resultados		
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

Tabla 16. Resultados de plomo, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,092	-0,4	Satisfactorio
QAMA2524	0,130	1,2	Satisfactorio
QAMA2525	0,098	-0,2	Satisfactorio
QAMA2540	0,102	0,0	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,117	0,7	Satisfactorio



QAMA2550	0,117	0,7	Satisfactorio
QAMA2553	0,073	-1,3	Satisfactorio
QAMA2557	0,106	0,2	Satisfactorio
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	0,101	0,0	Satisfactorio
QAMA2567	0,096	-0,3	Satisfactorio
QAMA2570	0,092	-0,4	Satisfactorio
QAMA2571	0,091	-0,5	Satisfactorio
QAMA2577	0,119	0,7	Satisfactorio
QAMA2586	0,093	-0,4	Satisfactorio
QAMA2588	0,094	-0,3	Satisfactorio
QAMA2601	0,384	12,3	Insatisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	0,100	-0,1	Satisfactorio

Tabla 17. Resultados de potasio, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	1,198	0,4	Satisfactorio
QAMA2524	1,050	-0,5	Satisfactorio
QAMA2525	1,100	-0,2	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	1,123	0,0	Satisfactorio
QAMA2550	1,177	0,3	Satisfactorio
QAMA2553	1,082	-0,3	Satisfactorio
QAMA2557	No reporta resultados		
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	No reporta resultados		
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	1,104	-0,2	Satisfactorio
QAMA2571	1,090	-0,2	Satisfactorio
QAMA2577	1,160	0,2	Satisfactorio
QAMA2586	No reporta resultados		
QAMA2588	No reporta resultados		
QAMA2601	0,761	-2,1	Cuestionable
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		



Tabla 18. Resultados de sodio, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,604	-0,6	Satisfactorio
QAMA2524	0,750	0,7	Satisfactorio
QAMA2525	0,587	-0,7	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,619	-0,4	Satisfactorio
QAMA2550	0,679	0,1	Satisfactorio
QAMA2553	1,113	3,9	Insatisfactorio
QAMA2557	No reporta resultados		
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	No reporta resultados		
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	1,057	3,4	Insatisfactorio
QAMA2571	0,946	2,5	Cuestionable
QAMA2577	0,541	-1,1	Satisfactorio
QAMA2586	No reporta resultados		
QAMA2588	No reporta resultados		
QAMA2601	0,445	-2,0	Satisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

Tabla 19. Resultados de zinc, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	0,550	0,1	Satisfactorio
QAMA2524	0,620	0,8	Satisfactorio
QAMA2525	0,535	-0,1	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,499	-0,4	Satisfactorio
QAMA2550	0,552	0,1	Satisfactorio
QAMA2553	0,570	0,3	Satisfactorio
QAMA2557	0,523	-0,2	Satisfactorio
QAMA2564	0,490	-0,5	Satisfactorio
QAMA2566	0,521	-0,2	Satisfactorio
QAMA2567	0,544	0,0	Satisfactorio
QAMA2570	0,668	1,4	Satisfactorio



QAMA2571	0,690	1,6	Satisfactorio
QAMA2577	0,552	0,1	Satisfactorio
QAMA2586	0,533	-0,1	Satisfactorio
QAMA2588	0,523	-0,2	Satisfactorio
QAMA2601	0,482	-0,6	Satisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	0,555	0,2	Satisfactorio

Tabla 20. Resultados de conductividad, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado µS/cm	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	148,8	-0,2	Satisfactorio
QAMA2514	137,6	-1,4	Satisfactorio
QAMA2524	152,7	0,3	Satisfactorio
QAMA2525	100,2	-5,6	Insatisfactorio
QAMA2540	142,8	-0,8	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	160,0	1,1	Satisfactorio
QAMA2550	151,8	0,2	Satisfactorio
QAMA2553	158,5	0,9	Satisfactorio
QAMA2557	147,8	-0,3	Satisfactorio
QAMA2564	154,8	0,5	Satisfactorio
QAMA2566	146,5	-0,4	Satisfactorio
QAMA2567	158,0	0,9	Satisfactorio
QAMA2570	140,2	-1,1	Satisfactorio
QAMA2571	140,6	-1,1	Satisfactorio
QAMA2577	150,6	0,0	Satisfactorio
QAMA2586	No reporta resultados		
QAMA2588	149,8	0,0	Satisfactorio
QAMA2601	145,7	-0,5	Satisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	125,9	-2,7	Cuestionable

Tabla 21. Resultados de pH, valores de z'-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado a 20°C	z'-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	5,6	-0,6	Satisfactorio
QAMA2514	5,7	0,0	Satisfactorio
QAMA2524	6,2	1,8	Satisfactorio
QAMA2525	5,7	-0,2	Satisfactorio
QAMA2540	5,9	0,9	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	6,4	2,8	Cuestionable



QAMA2550	5,9	0,6	Satisfactorio
QAMA2553	6,7	4,3	Insatisfactorio
QAMA2557	5,8	0,2	Satisfactorio
QAMA2564	5,7	-0,2	Satisfactorio
QAMA2566	5,1	-3,1	Insatisfactorio
QAMA2567	5,7	-0,5	Satisfactorio
QAMA2570	5,7	-0,2	Satisfactorio
QAMA2571	5,7	-0,2	Satisfactorio
QAMA2577	5,3	-2,0	Cuestionable
QAMA2586	5,8	0,3	Satisfactorio
QAMA2588	5,2	-2,5	Cuestionable
QAMA2601	6,5	3,3	Insatisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	8,3	11,4	Insatisfactorio

Tabla 22. Resultados de turbiedad, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado NTU	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	3,9	-1,8	Satisfactorio
QAMA2514	5,0	0,4	Satisfactorio
QAMA2524	5,1	0,8	Satisfactorio
QAMA2525	5,8	2,1	Cuestionable
QAMA2540	5,3	1,1	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	5,4	1,3	Satisfactorio
QAMA2550	No reporta resultados		
QAMA2553	4,8	0,1	Satisfactorio
QAMA2557	6,4	3,4	Insatisfactorio
QAMA2564	4,4	-0,8	Satisfactorio
QAMA2566	5,0	0,6	Satisfactorio
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	6,4	3,4	Insatisfactorio
QAMA2571	6,4	3,4	Insatisfactorio
QAMA2577	5,0	0,5	Satisfactorio
QAMA2586	No reporta resultados		
QAMA2588	9,1	9,0	Insatisfactorio
QAMA2601	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	5,3	1,1	Satisfactorio



Tabla 23. Resultados de cloruro, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	212,5	1,2	Satisfactorio
QAMA2524	210,2	1,0	Satisfactorio
QAMA2525	232,0	2,6	Cuestionable
QAMA2540	203,0	0,5	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	186,0	-0,7	Satisfactorio
QAMA2550	238,1	3,0	Cuestionable
QAMA2553	198,0	0,2	Satisfactorio
QAMA2557	235,9	2,8	Cuestionable
QAMA2564	222,5	1,9	Satisfactorio
QAMA2566	218,2	1,6	Satisfactorio
QAMA2567	208,0	0,9	Satisfactorio
QAMA2570	219,9	1,7	Satisfactorio
QAMA2571	216,8	1,5	Satisfactorio
QAMA2577	199,6	0,3	Satisfactorio
QAMA2586	207,0	0,8	Satisfactorio
QAMA2588	213,5	1,3	Satisfactorio
QAMA2601	182,8	-0,9	Satisfactorio
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

Tabla 24. Resultados de nitrato, valores de z-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	6,3	-0,4	Satisfactorio
QAMA2524	2,5	-5,2	Insatisfactorio
QAMA2525	9,8	3,9	Insatisfactorio
QAMA2540	5,4	-1,6	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	0,5	-7,6	Insatisfactorio
QAMA2550	5,3	-1,6	Satisfactorio
QAMA2553	5,5	-1,4	Satisfactorio
QAMA2557	4,9	-2,2	Cuestionable
QAMA2564	3,6	-3,8	Insatisfactorio
QAMA2566	6,0	-0,8	Satisfactorio
QAMA2567	5,5	-1,4	Satisfactorio
QAMA2570	6,6	0,0	Satisfactorio





QAMA2571	6,7	0,1	Satisfactorio
QAMA2577	6,5	-0,2	Satisfactorio
QAMA2586	5,4	-1,6	Satisfactorio
QAMA2588	5,3	-1,7	Satisfactorio
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

Tabla 25. Resultados de sulfato, valores de z´-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z´-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	157,0	1,3	Satisfactorio
QAMA2524	158,8	1,4	Satisfactorio
QAMA2525	107,0	-3,0	Insatisfactorio
QAMA2540	148,2	0,5	Satisfactorio
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	98,8	-3,7	Insatisfactorio
QAMA2550	144,9	0,2	Satisfactorio
QAMA2553	123,0	-1,6	Satisfactorio
QAMA2557	140,2	-0,2	Satisfactorio
QAMA2564	No reporta resultados		
QAMA2566	151,4	0,8	Satisfactorio
QAMA2567	152,0	0,9	Satisfactorio
QAMA2570	176,9	3,0	Cuestionable
QAMA2571	172,9	2,7	Cuestionable
QAMA2577	78,2	-5,5	Insatisfactorio
QAMA2586	141,0	-0,1	Satisfactorio
QAMA2588	153,4	1,0	Satisfactorio
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

Tabla 26. Resultados de amoniaco, valores de z´-score y evaluación de desempeño.

CIL	Resultado mg/L	z´-score	Evaluación de Desempeño
QAMA2511	No reporta resultados		
QAMA2514	58,8	0,6	Satisfactorio
QAMA2524	35,5	-4,0	Insatisfactorio
QAMA2525	54,2	-0,3	Satisfactorio
QAMA2540	No reporta resultados		
QAMA2544	No reporta resultados		
QAMA2548	40,8	-2,9	Cuestionable

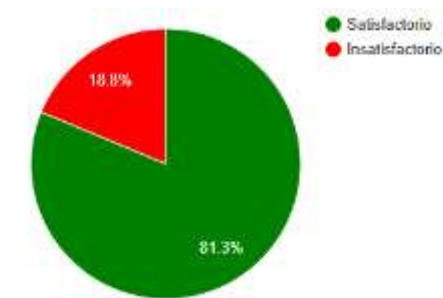


QAMA2550	58,8	0,6	Satisfactorio
QAMA2553	50,8	-1,0	Satisfactorio
QAMA2557	76,1	4,0	Insatisfactorio
QAMA2564	53,2	-0,5	Satisfactorio
QAMA2566	56,9	0,2	Satisfactorio
QAMA2567	No reporta resultados		
QAMA2570	67,8	2,3	Cuestionable
QAMA2571	68,7	2,5	Cuestionable
QAMA2577	54,3	-0,3	Satisfactorio
QAMA2586	No reporta resultados		
QAMA2588	55,8	0,0	Satisfactorio
QAMA2601	No reporta resultados		
QAMA2602	No reporta resultados		
QAMA2612	No reporta resultados		

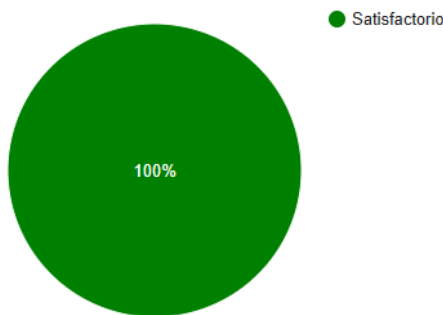


b) Anexo 2.

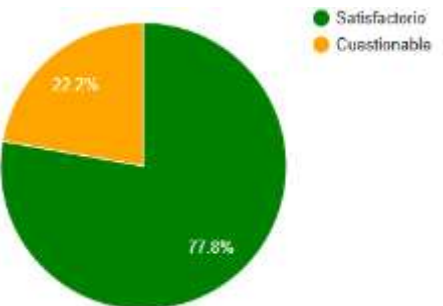
GRÁFICA N° 1. Evaluación de desempeño de arsénico.



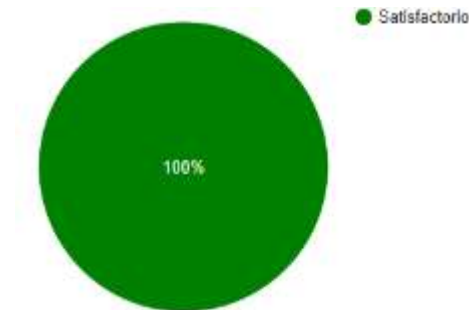
GRÁFICA N° 2. Evaluación de desempeño de cadmio.



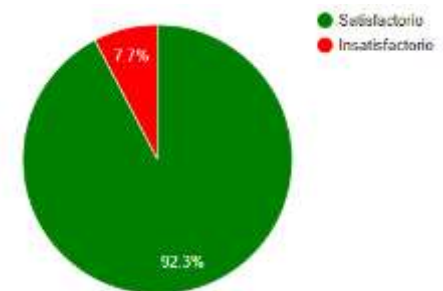
GRÁFICA N° 3. Evaluación de desempeño de calcio.



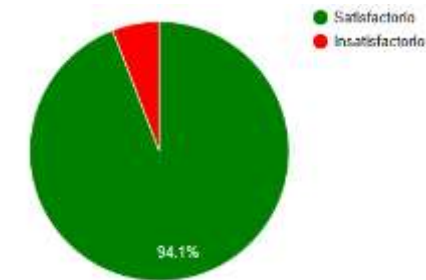
GRÁFICA N° 4. Evaluación de desempeño de cobre.



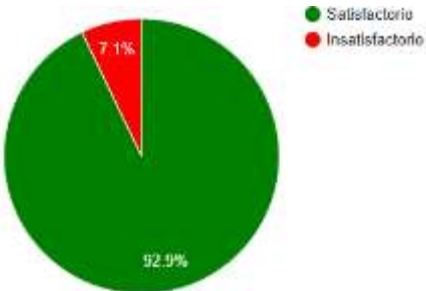
GRÁFICA N° 5. Evaluación de desempeño de cromo.



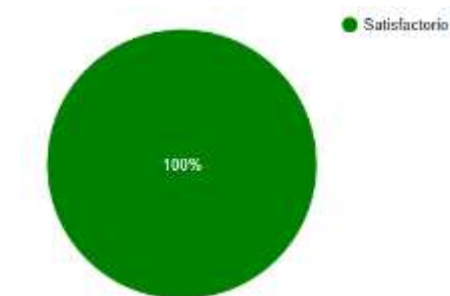
GRÁFICA N° 6. Evaluación de desempeño de hierro.



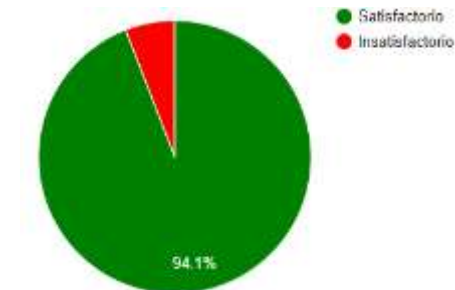
GRÁFICA N° 7. Evaluación de desempeño de magnesio.



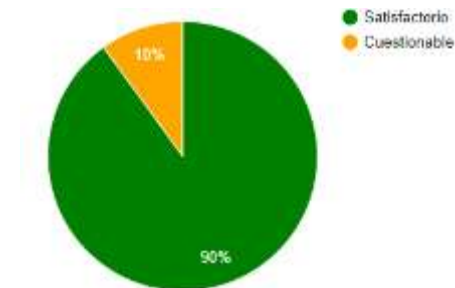
GRÁFICA N° 8. Evaluación de desempeño de níquel.



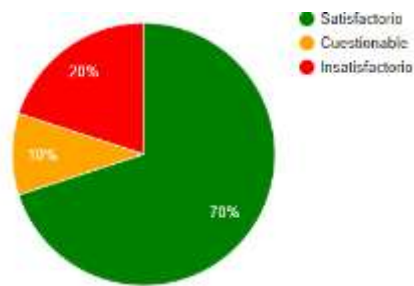
GRÁFICA N° 9. Evaluación de desempeño de plomo.



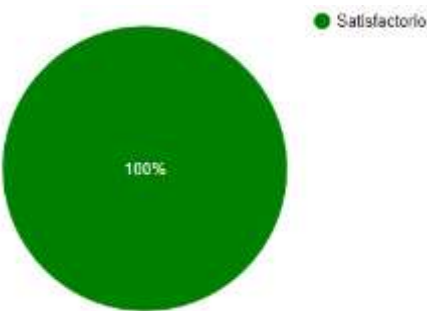
GRÁFICA N° 10. Evaluación de desempeño de potasio.



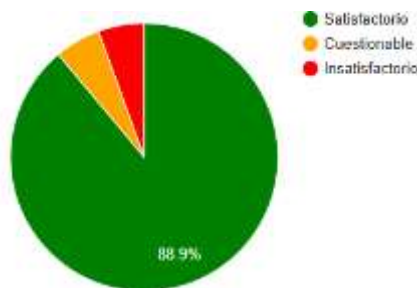
GRÁFICA N° 11. Evaluación de desempeño de sodio.



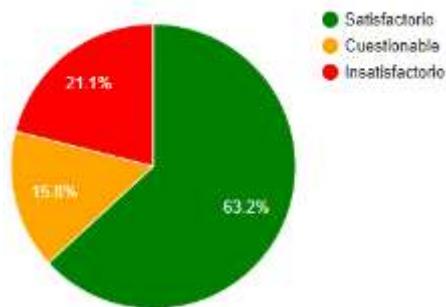
GRÁFICA N° 12. Evaluación de desempeño de zinc.



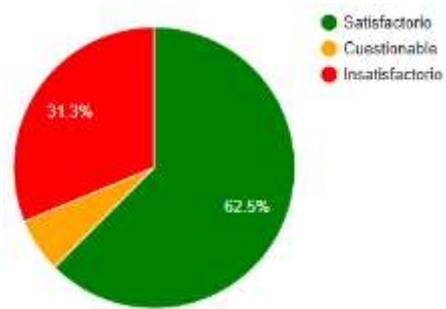
GRÁFICA N° 13. Evaluación de desempeño de conductividad.



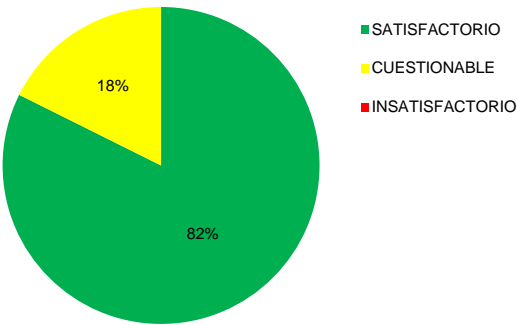
GRÁFICA N° 14. Evaluación de desempeño de pH.



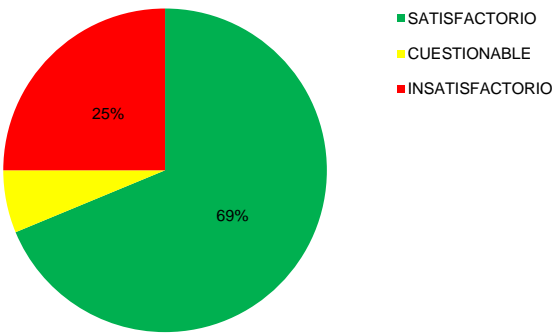
GRÁFICA N° 15. Evaluación de desempeño de turbiedad.



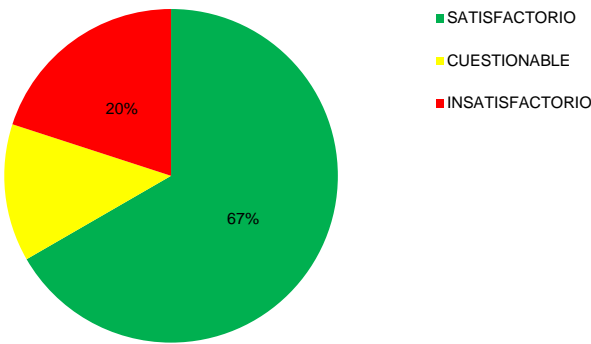
GRÁFICA N° 16. Evaluación de desempeño de cloruro.



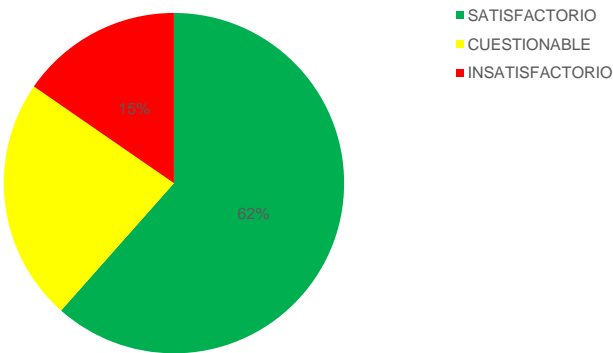
GRÁFICA N° 17. Evaluación de desempeño de nitrato.



GRÁFICA N° 18. Evaluación de desempeño de sulfato.

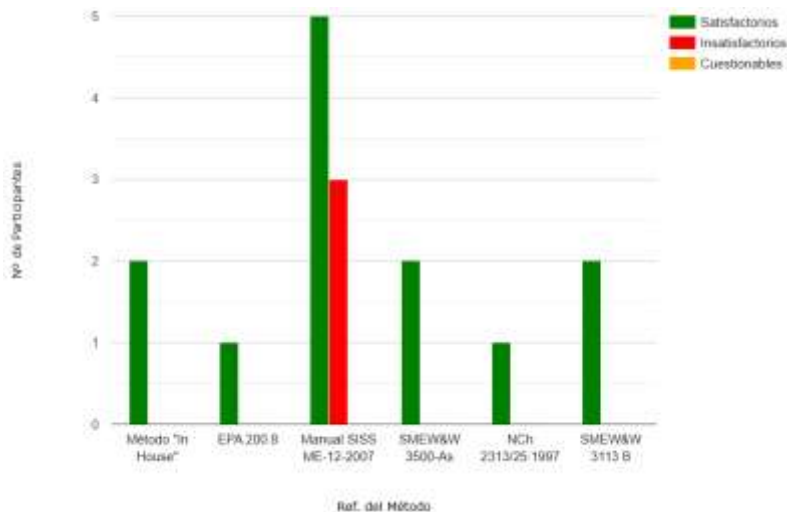


GRÁFICA N° 19. Evaluación de desempeño de amoníaco.

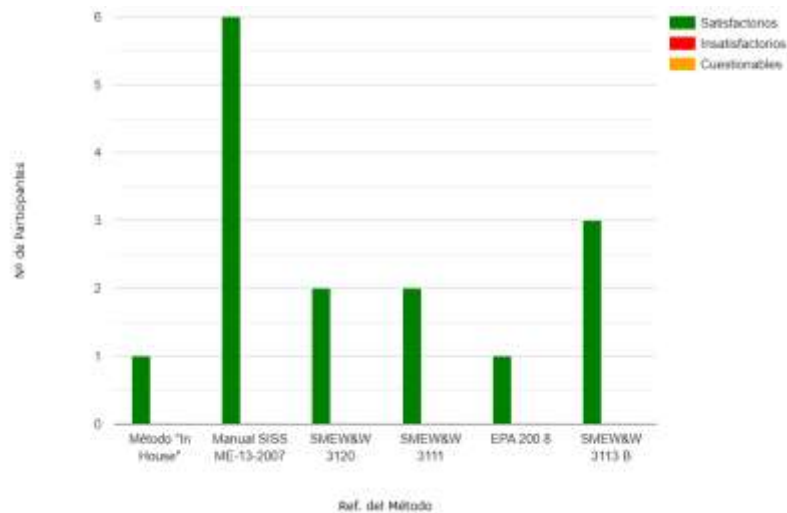


c) Anexo 3.

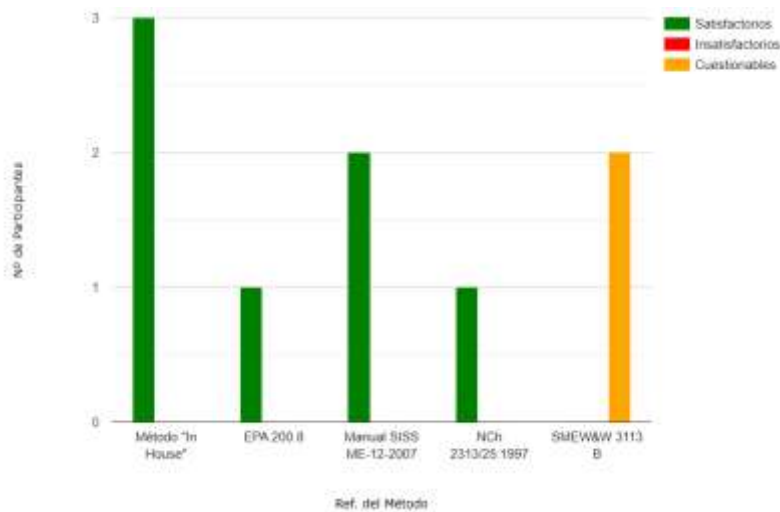
GRÁFICA N° 20. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de arsénico.



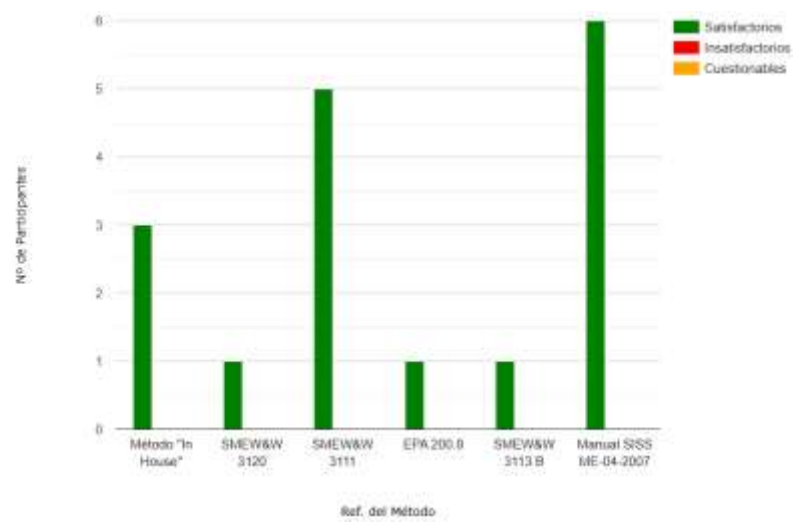
GRÁFICA N° 21. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cadmio.



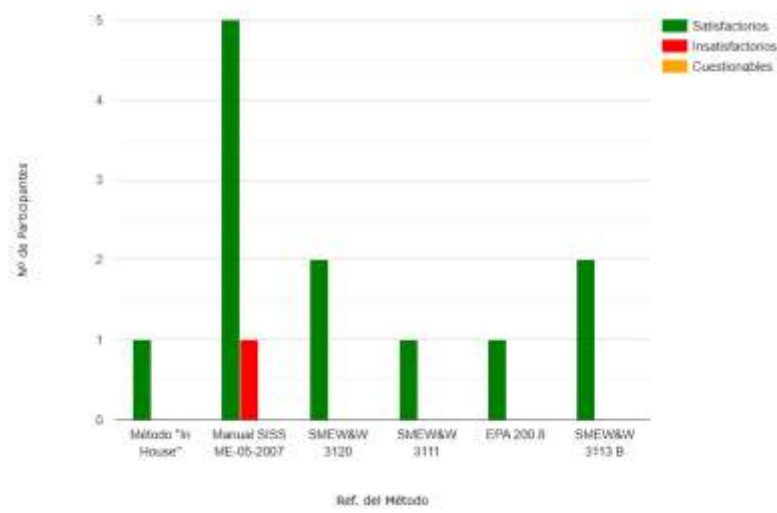
GRÁFICA N° 22. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de calcio.



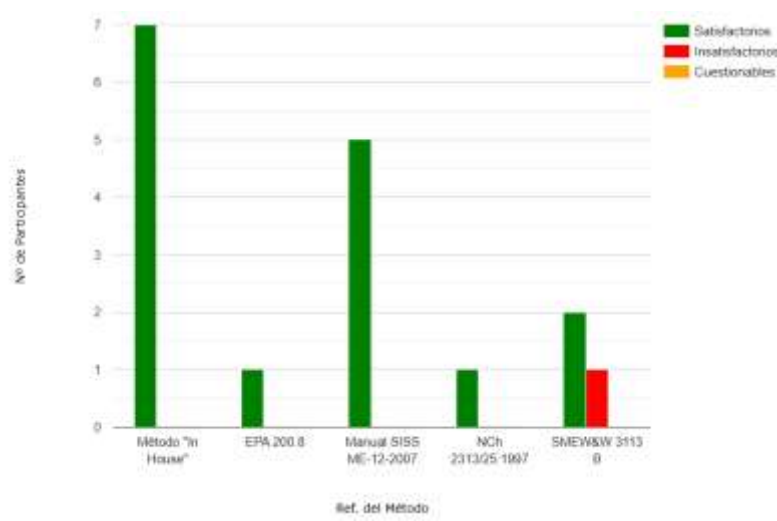
GRÁFICA N° 23. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cobre.



GRÁFICA N° 24. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cromo.

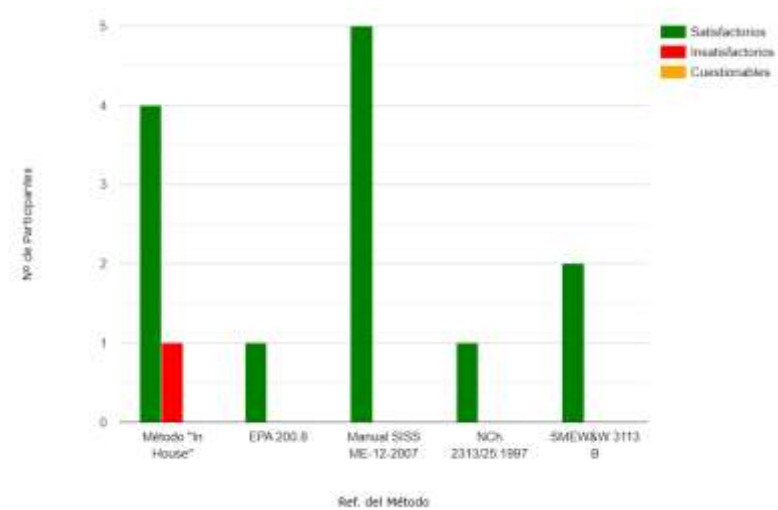


GRÁFICA N° 25. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de hierro.

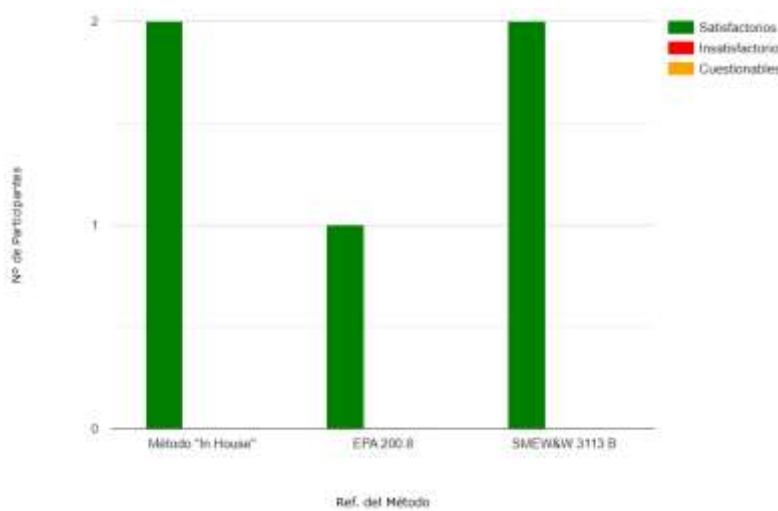




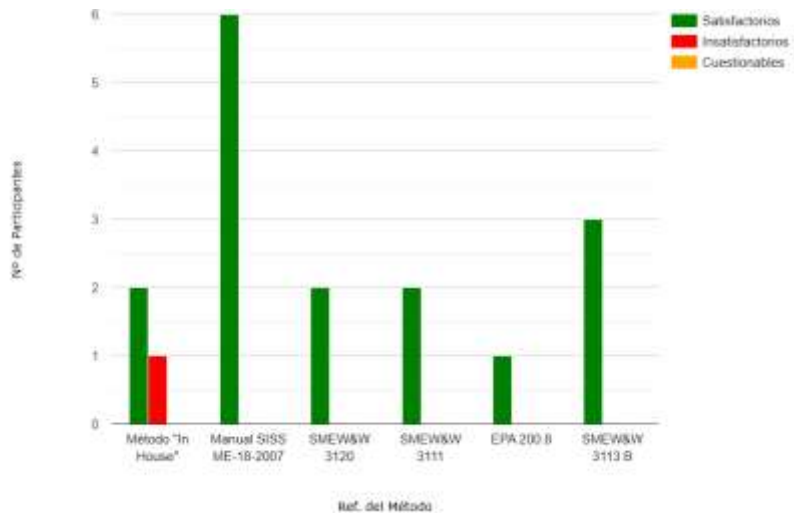
GRÁFICA N° 26. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de magnesio.



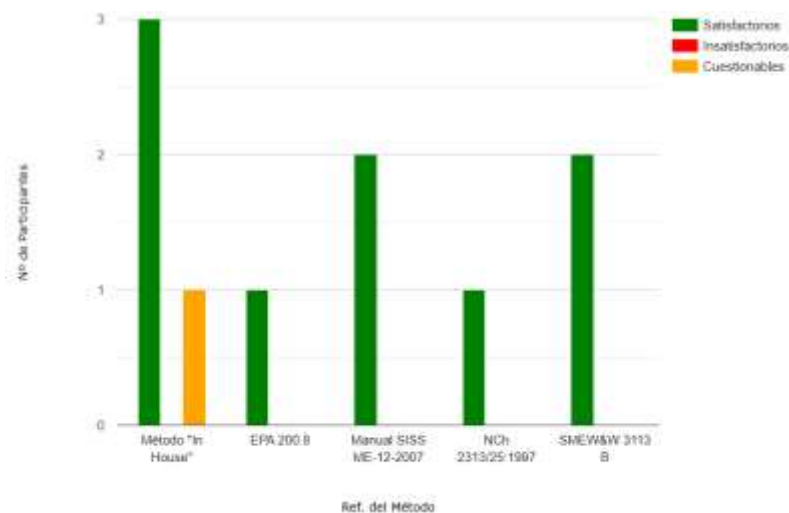
GRÁFICA N° 27. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de níquel.



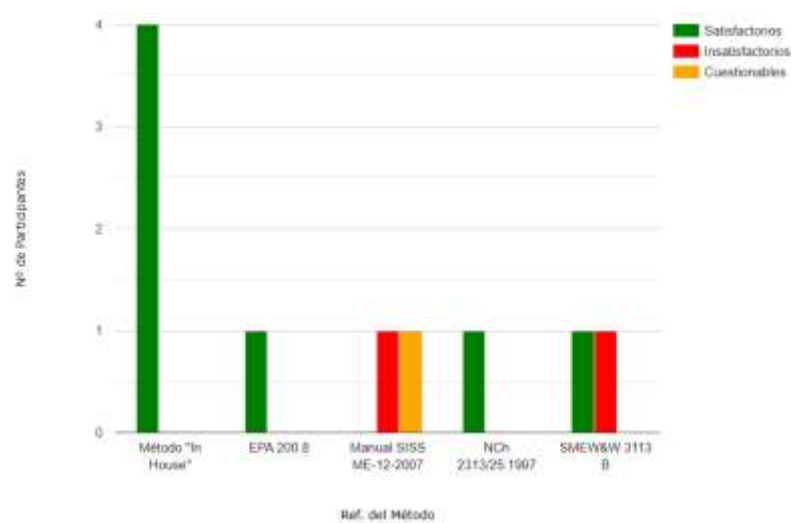
GRÁFICA N° 28. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de plomo.



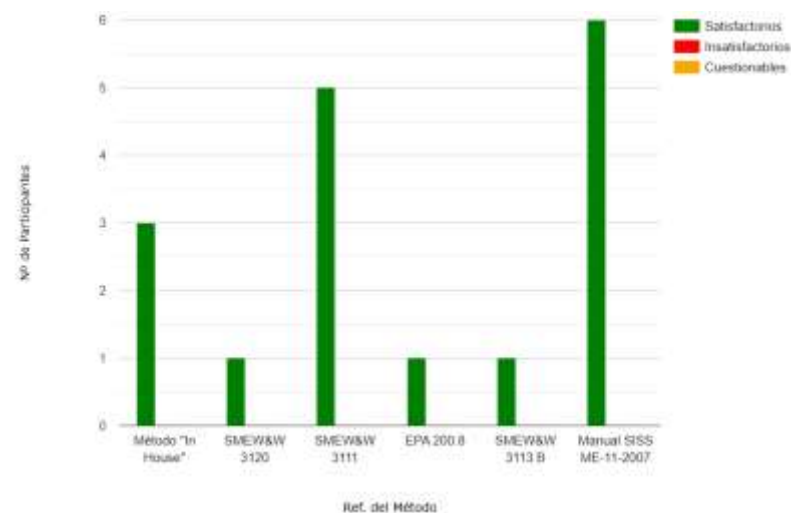
GRÁFICA N° 29. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de potasio.



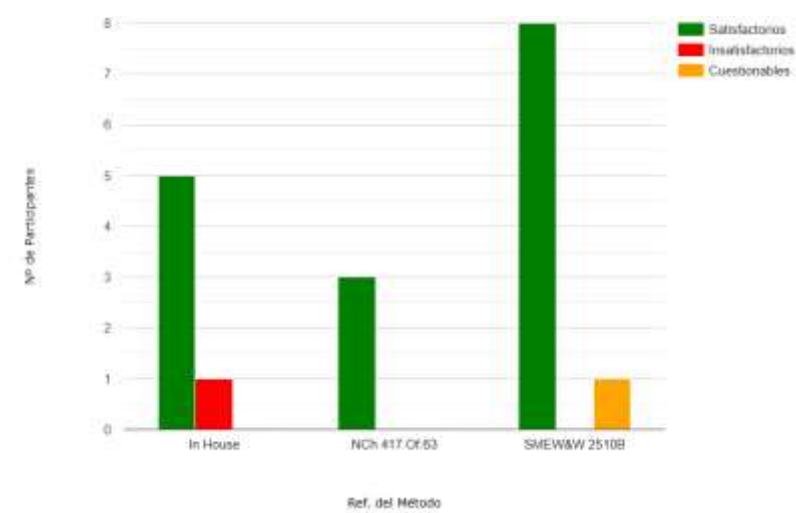
GRÁFICA N° 30. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de sodio.



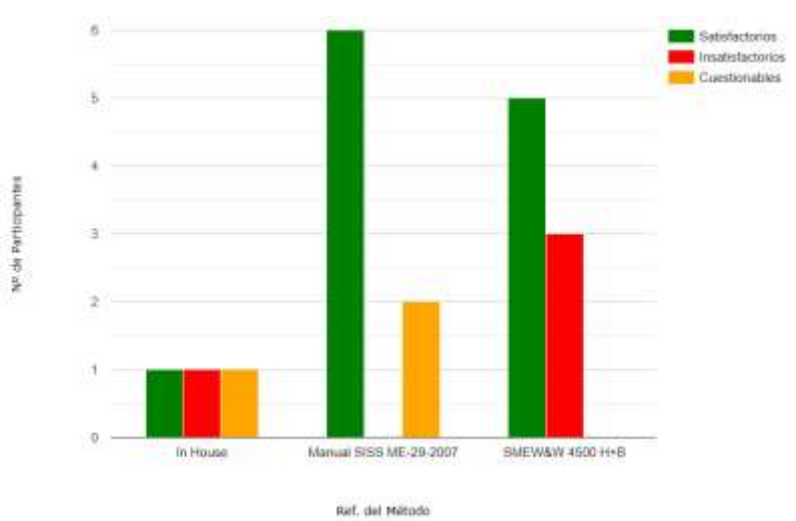
GRÁFICA N° 31. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de zinc.



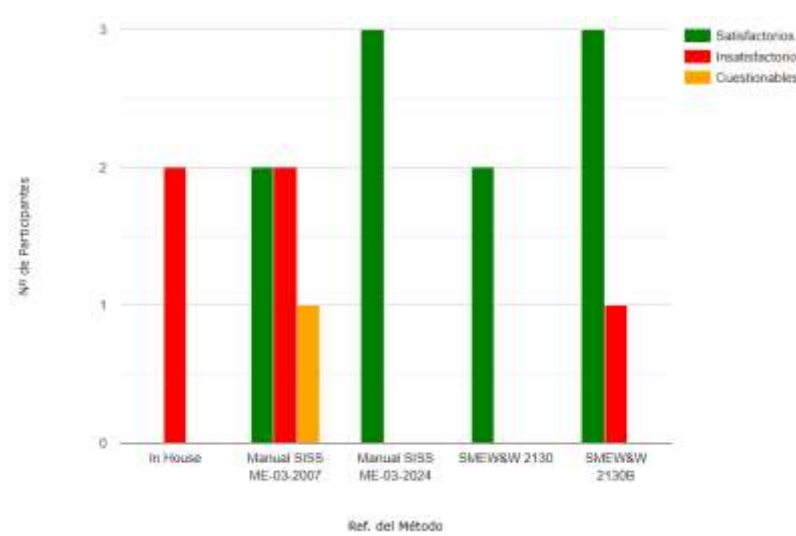
GRÁFICA N° 32. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de conductividad.



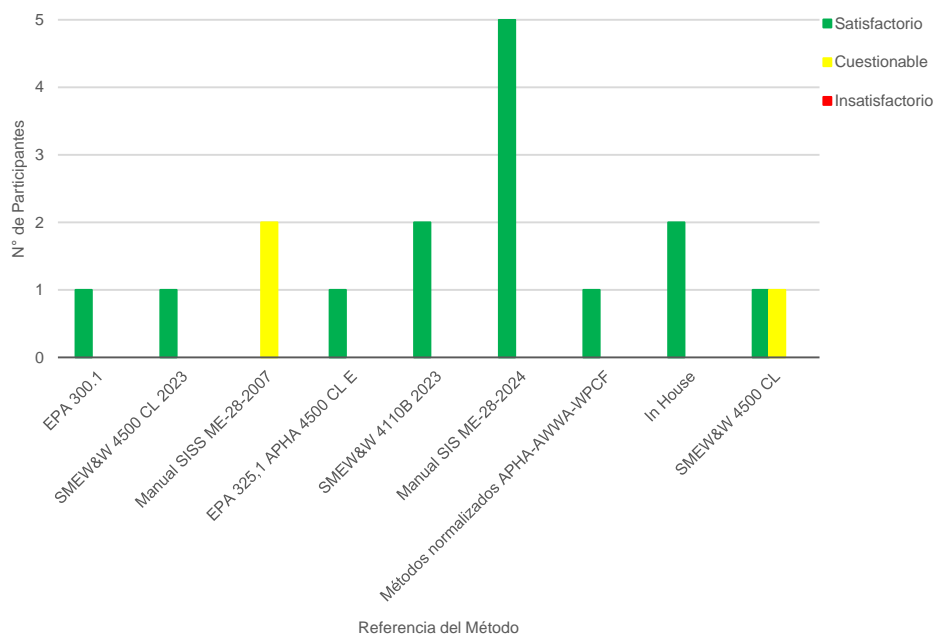
GRÁFICA N° 33. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de pH.



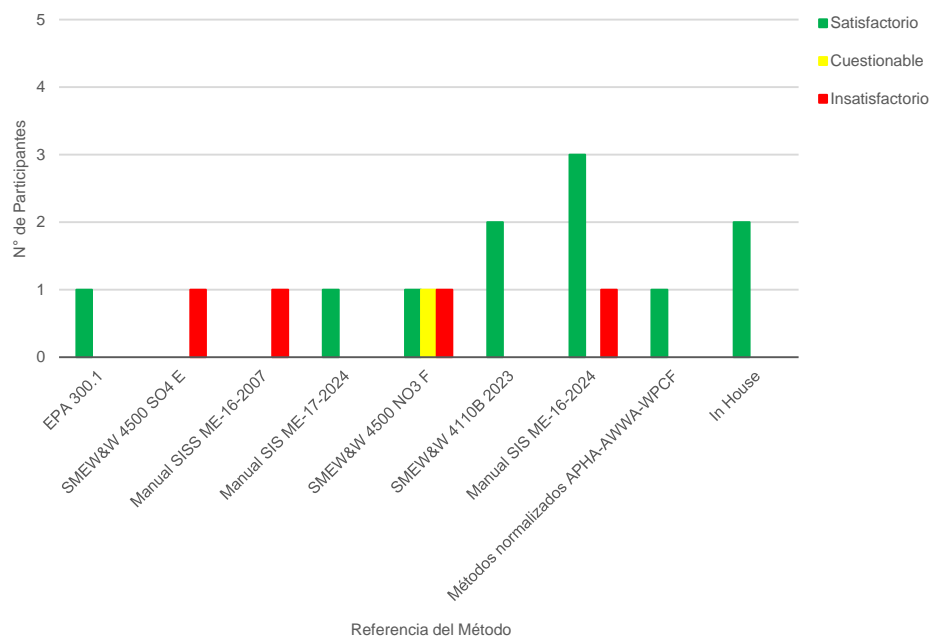
GRÁFICA N° 34. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de turbiedad.



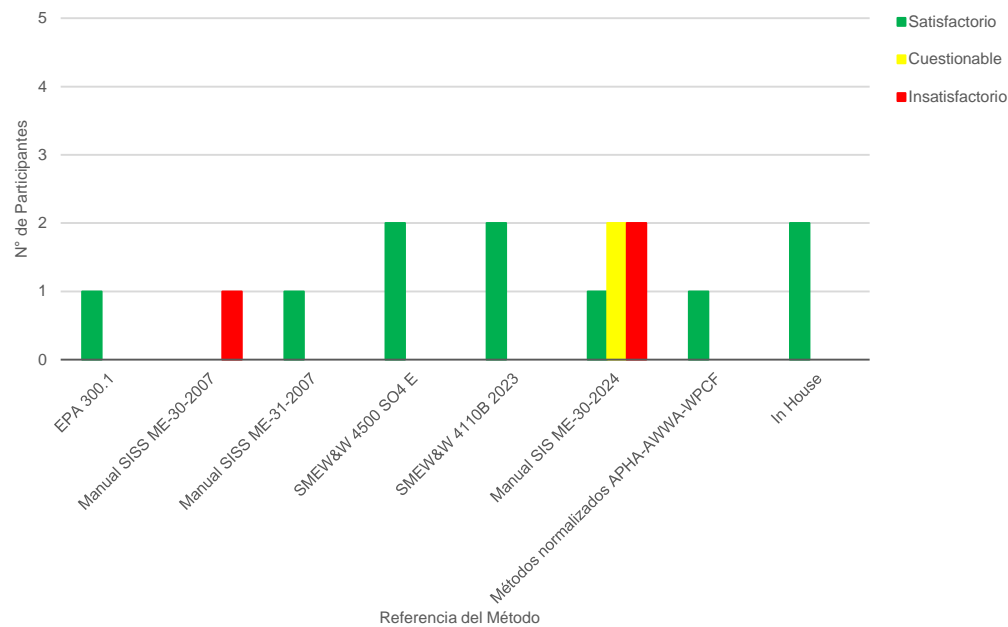
GRÁFICA N° 35. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cloruro.



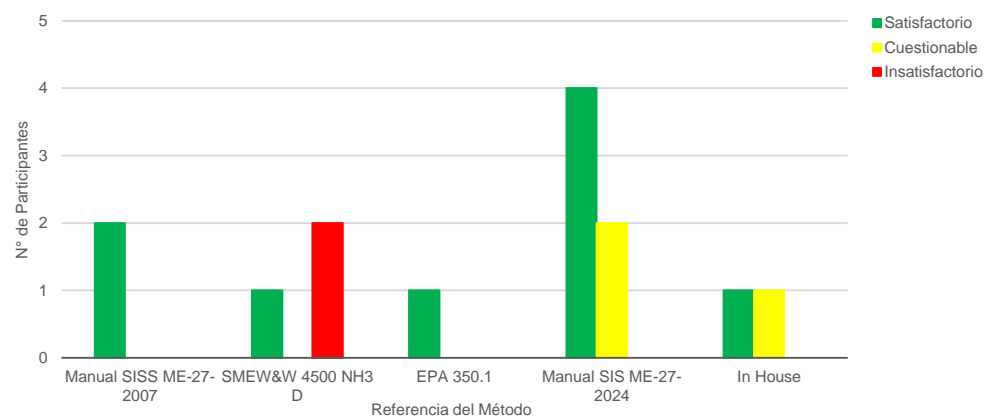
GRÁFICA N° 36. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de nitrato.



GRÁFICA N° 37. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de sulfato.

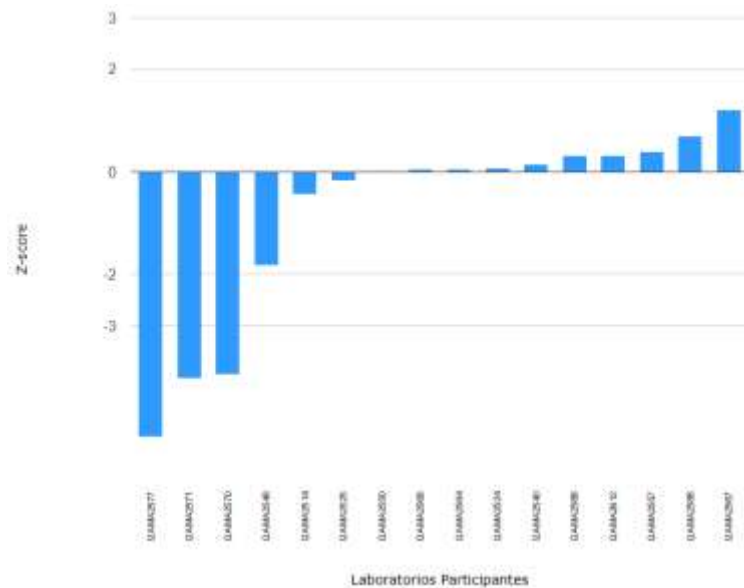


GRÁFICA N° 38. Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de amoniaco.

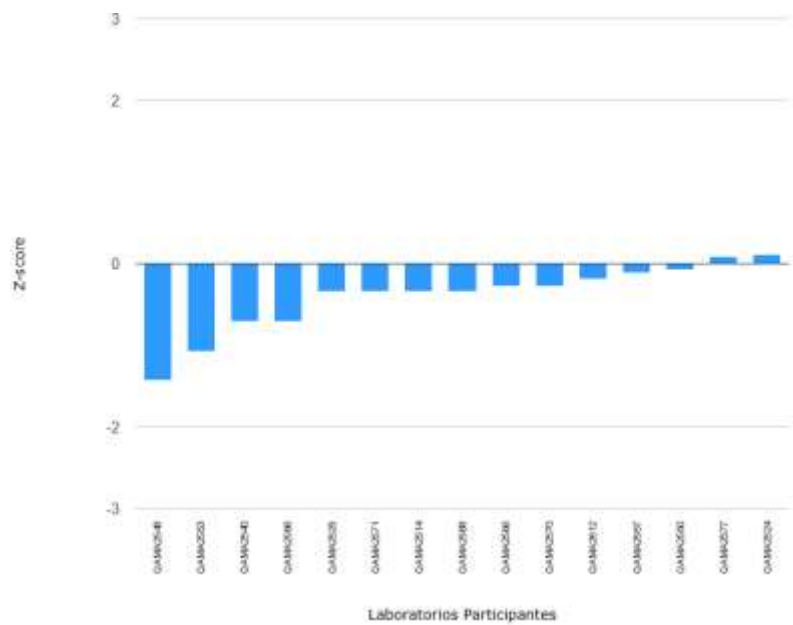


d) Anexo 4.

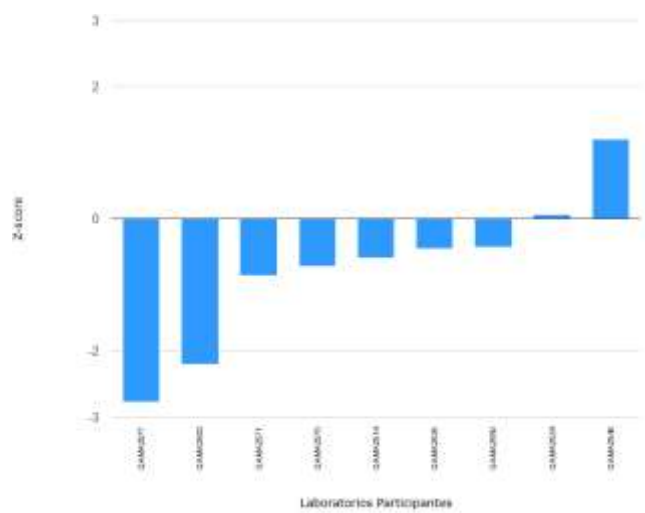
GRÁFICA N° 39. Distribución de z-score para determinación de arsénico.



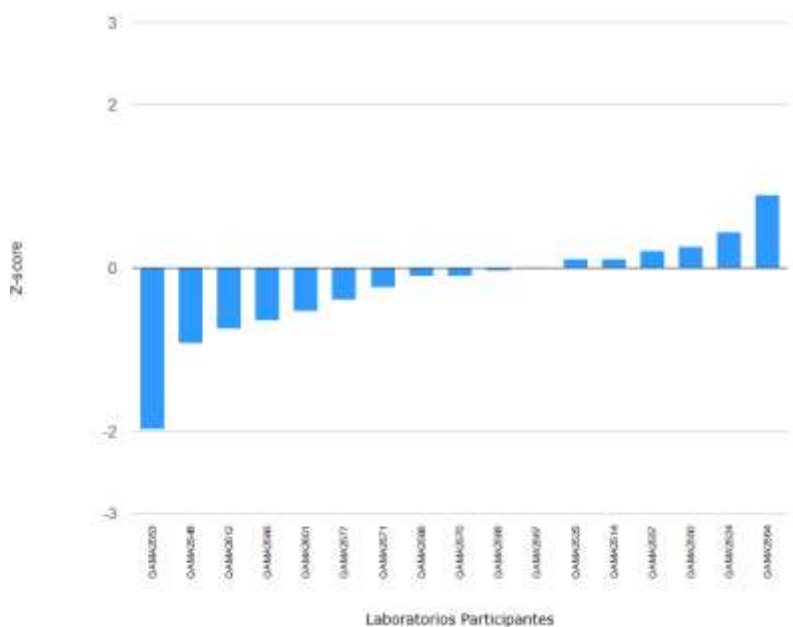
GRÁFICA N° 40. Distribución de z-score para determinación de cadmio.



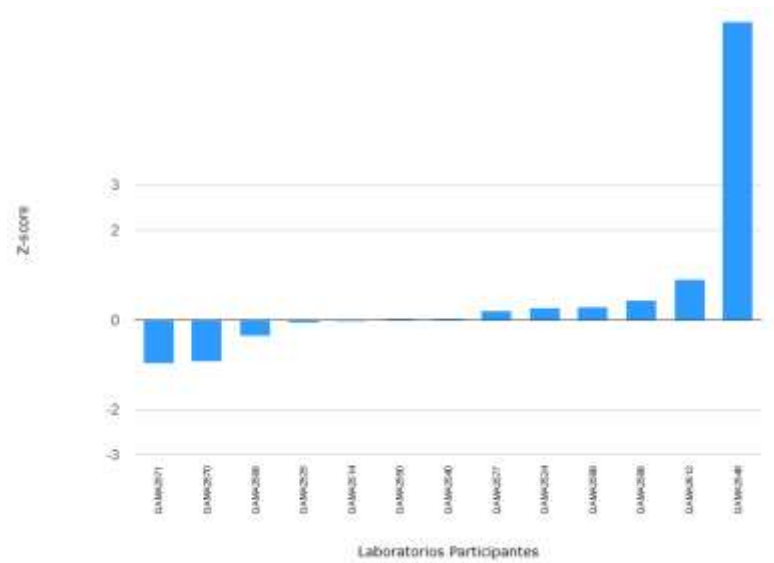
GRÁFICA N° 41. Distribución de z-score para determinación de calcio.



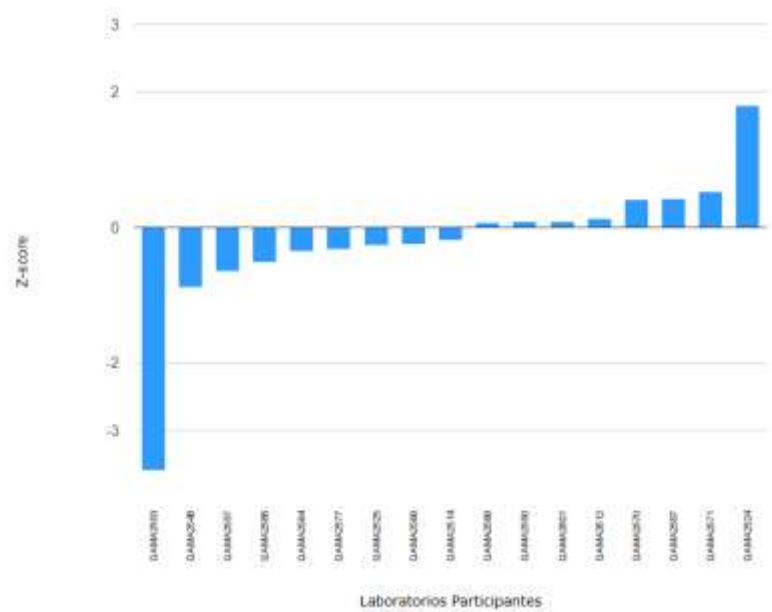
GRÁFICA N° 42. Distribución de z-score para determinación de cobre.



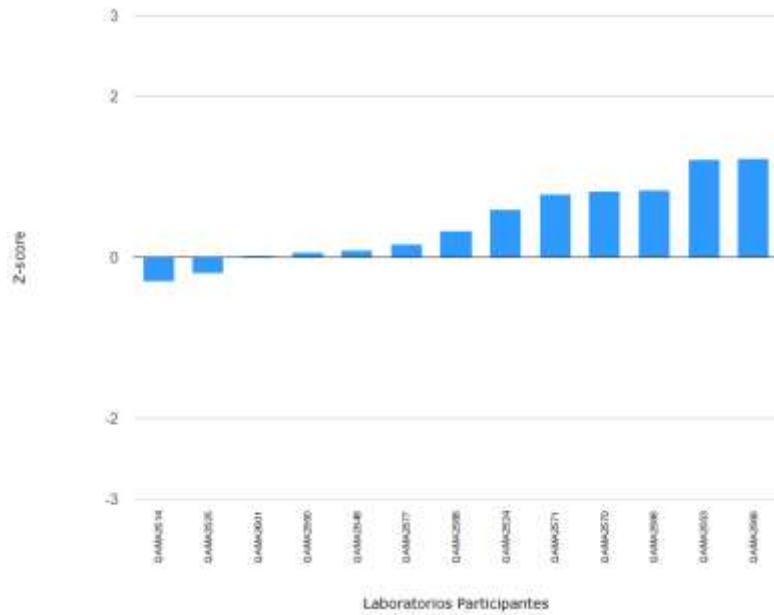
GRÁFICA N° 43. Distribución de z-score para determinación de cromo.



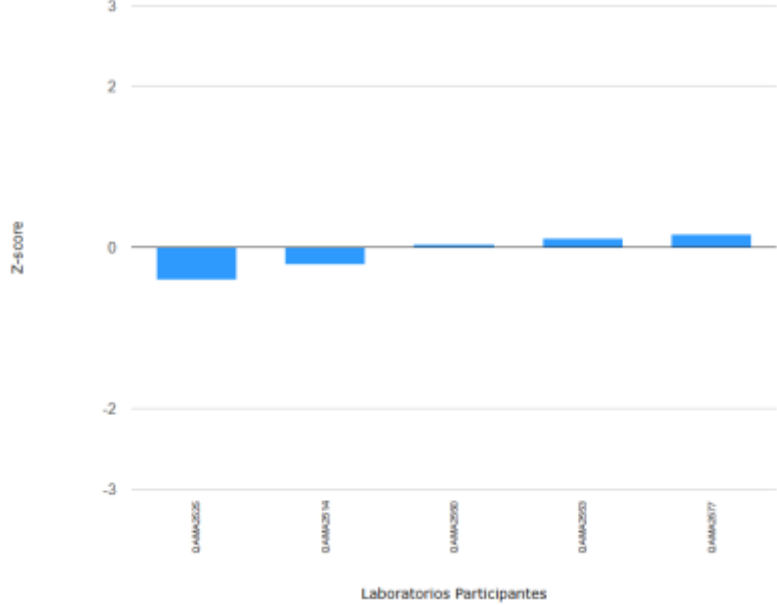
GRÁFICA N° 44. Distribución de z-score para determinación de hierro.



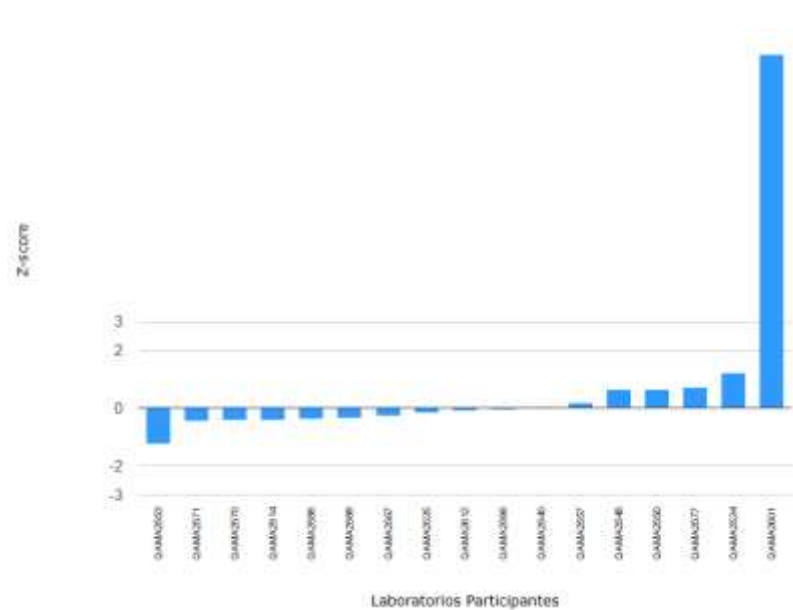
GRÁFICA N° 45. Distribución de z-score para determinación de magnesio.



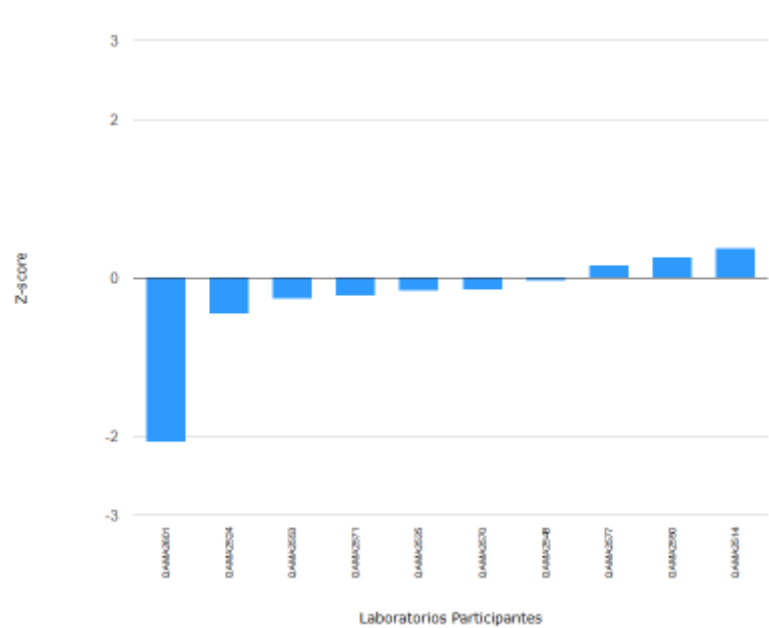
GRÁFICA N° 46. Distribución de z-score para determinación de níquel.



GRÁFICA N° 47. Distribución de z-score para determinación de plomo.

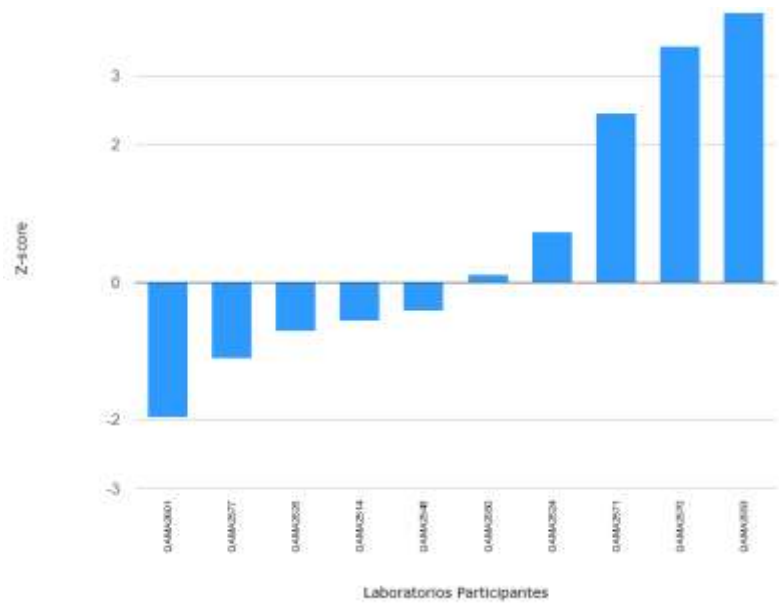


GRÁFICA N° 48. Distribución de z-score para determinación de potasio.

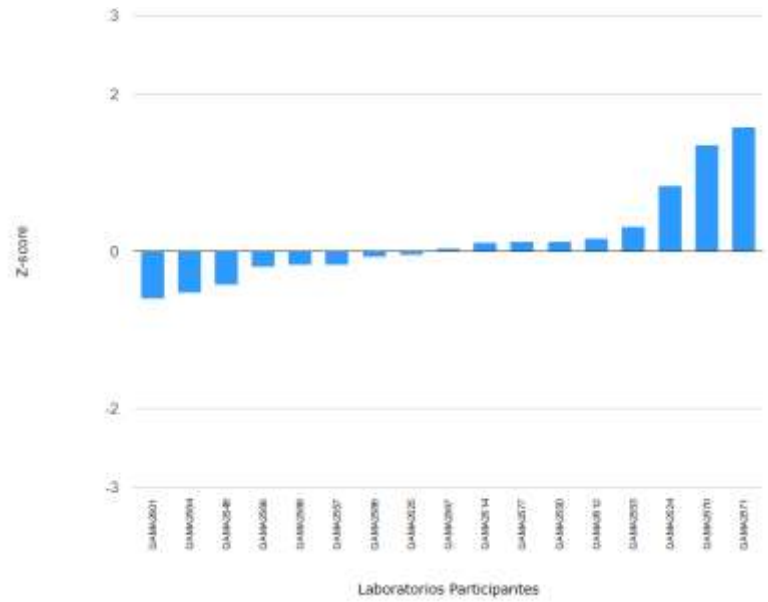




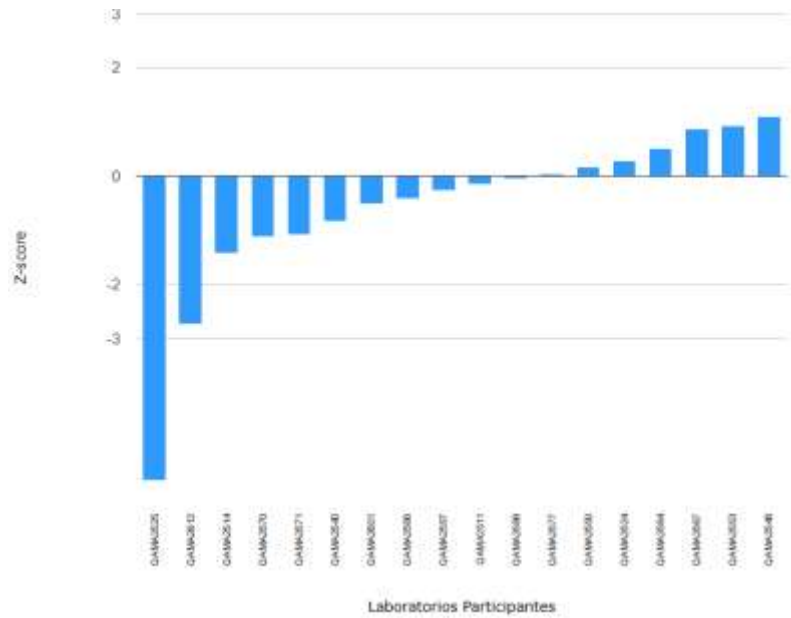
GRÁFICA N° 49. Distribución de z-score para determinación de sodio.



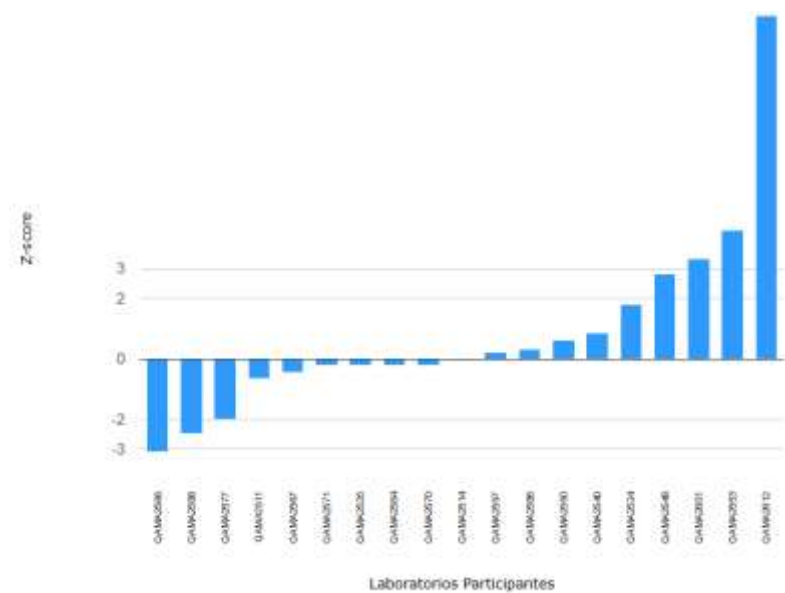
GRÁFICA N° 50. Distribución de z-score para determinación de zinc.



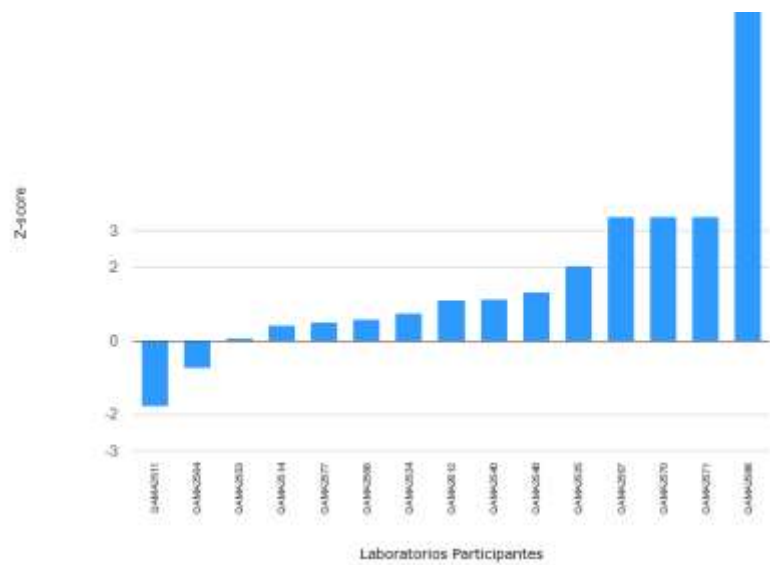
GRÁFICA N° 51. Distribución de z-score para determinación de conductividad.



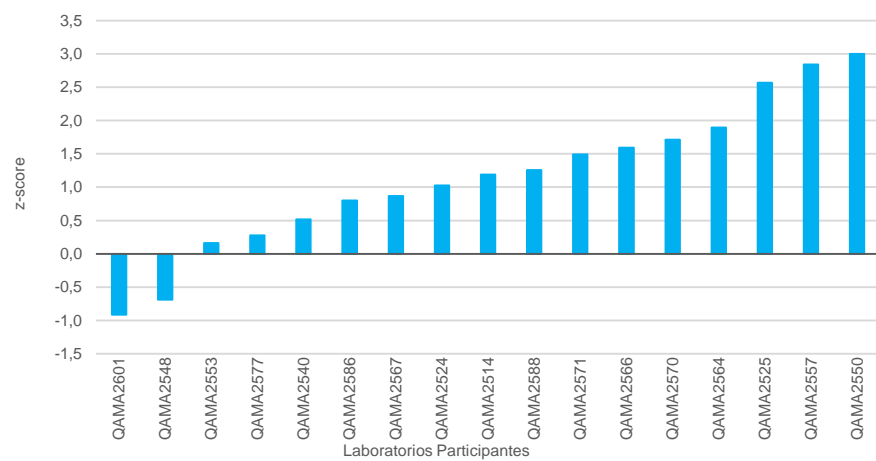
GRÁFICA N° 52. Distribución de z-score para determinación de pH.



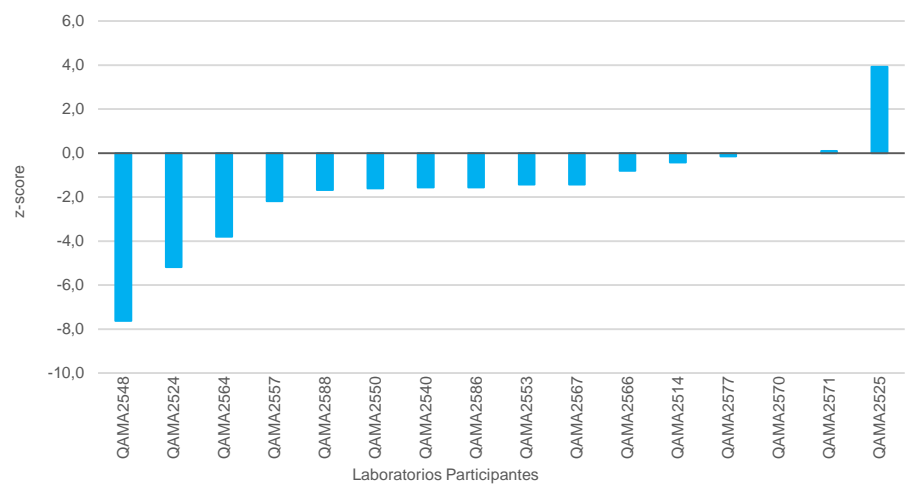
GRÁFICA N° 53. Distribución de z-score para determinación de turbiedad.



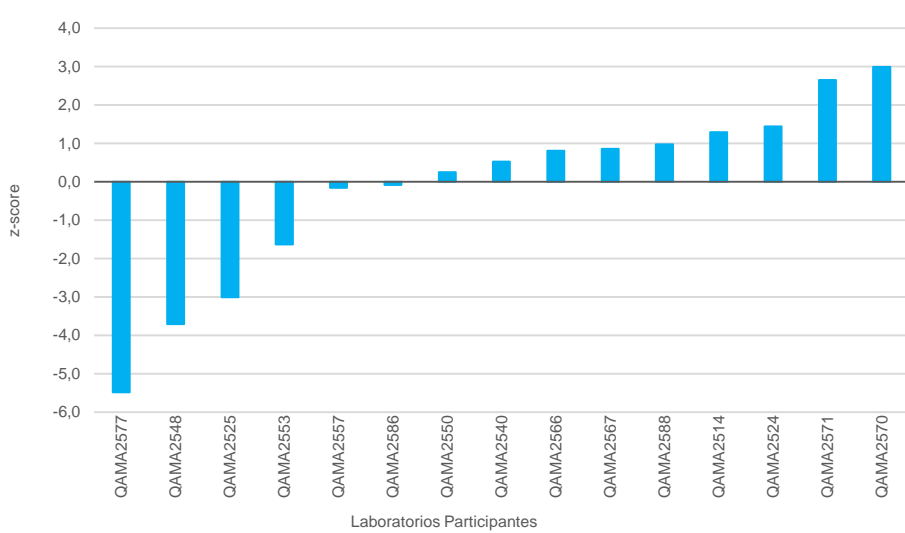
GRÁFICA N° 54. Distribución de z-score para determinación de cloruro.



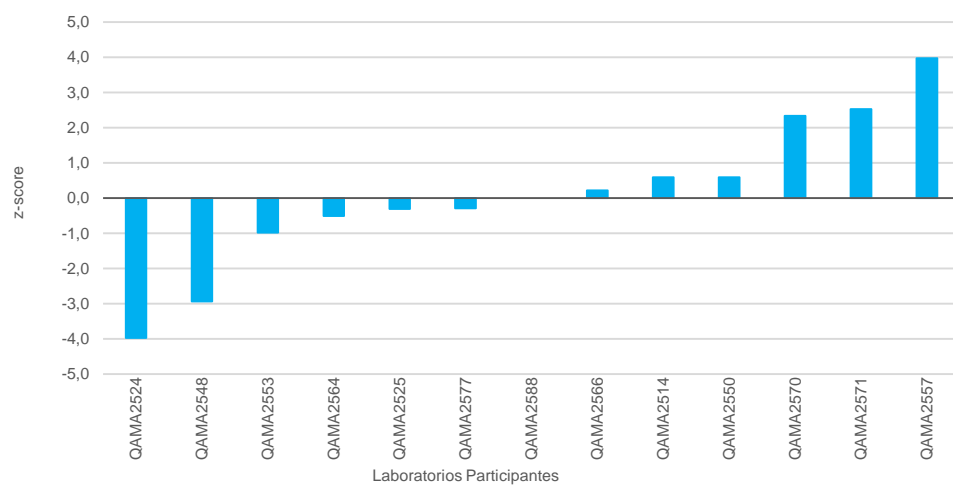
GRÁFICA N° 55. Distribución de z-score para determinación de nitrato.



GRÁFICA N° 56. Distribución de z-score para determinación de sulfato.

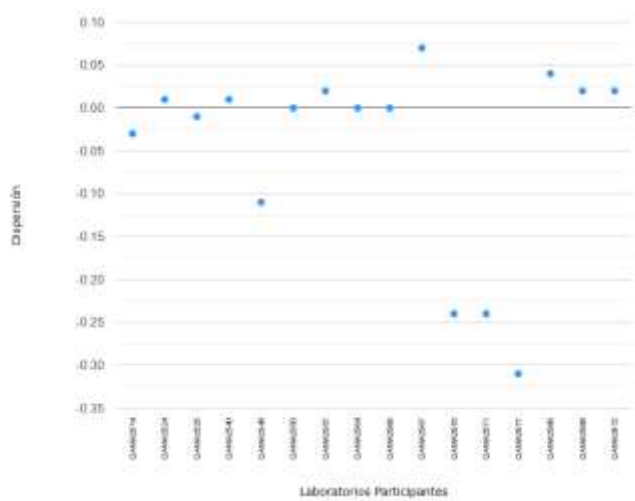


GRÁFICA N° 57. Distribución de z-score para determinación de amoniaco.

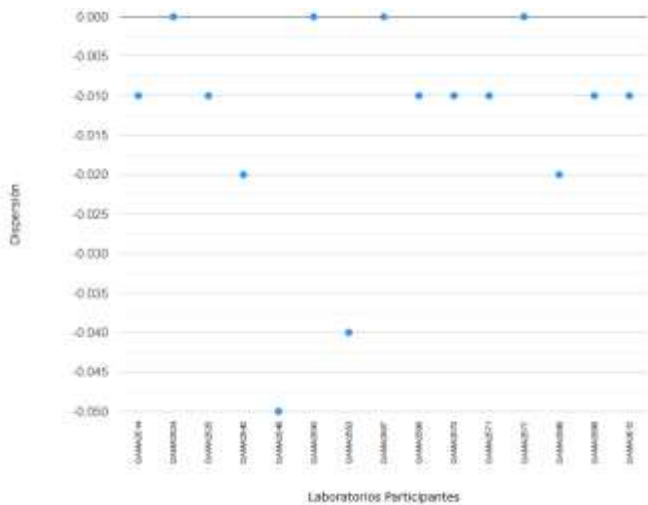


e) Anexo 5.

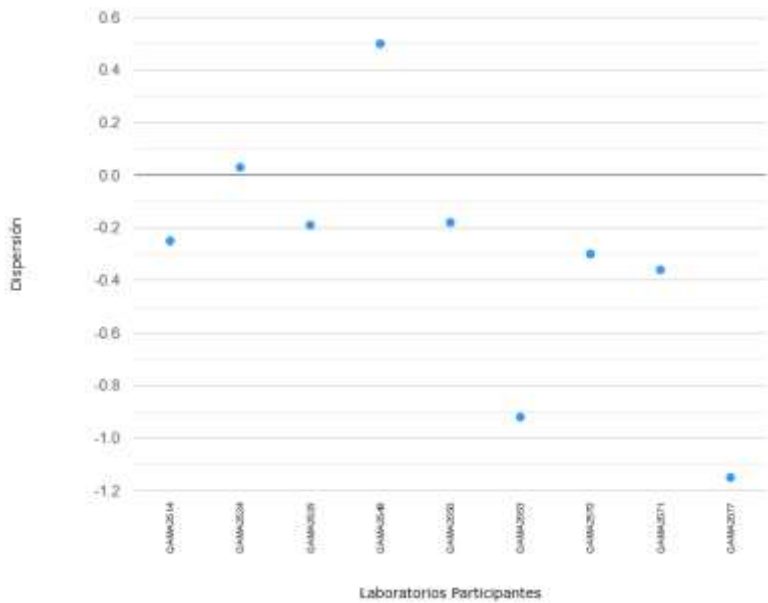
GRÁFICA N° 58. Dispersión de datos para determinación de arsénico.



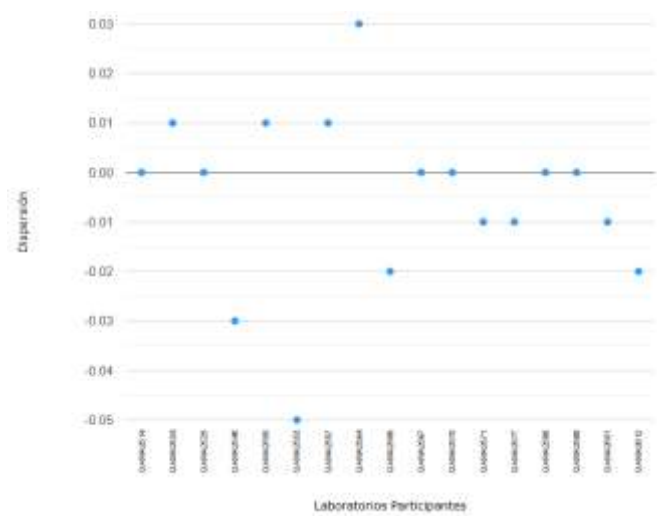
GRÁFICA N° 59. Dispersión de datos para determinación de cadmio.



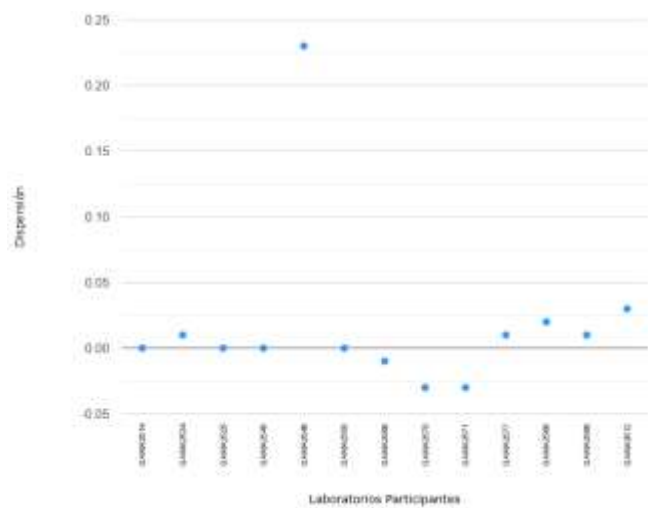
GRÁFICA N° 60. Dispersión de datos para determinación de calcio.



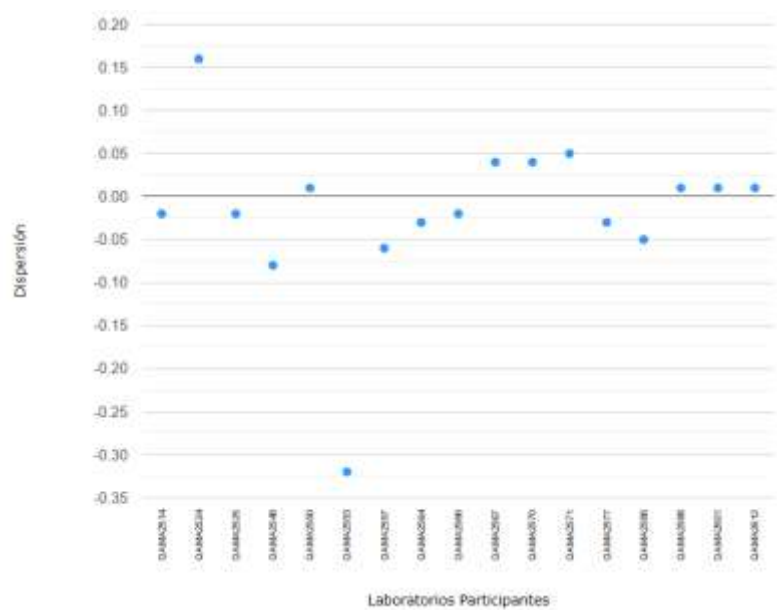
GRÁFICA N° 61. Dispersión de datos para determinación de cobre.



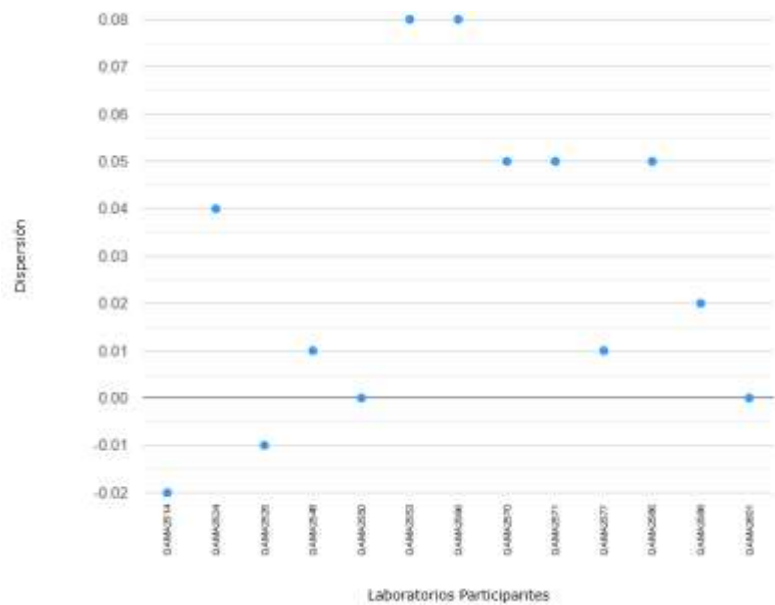
GRÁFICA N° 62. Dispersión de datos para determinación de cromo.



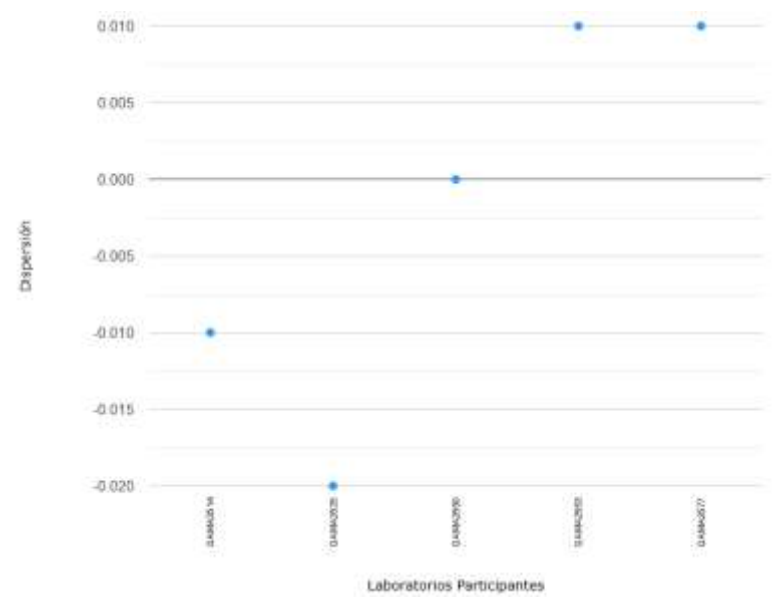
GRÁFICA N° 63. Dispersión de datos para determinación de hierro.



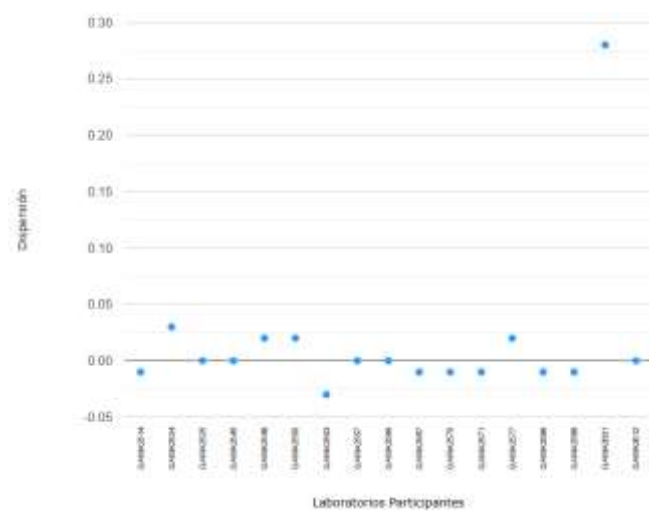
GRÁFICA N° 64. Dispersión de datos para determinación de magnesio.



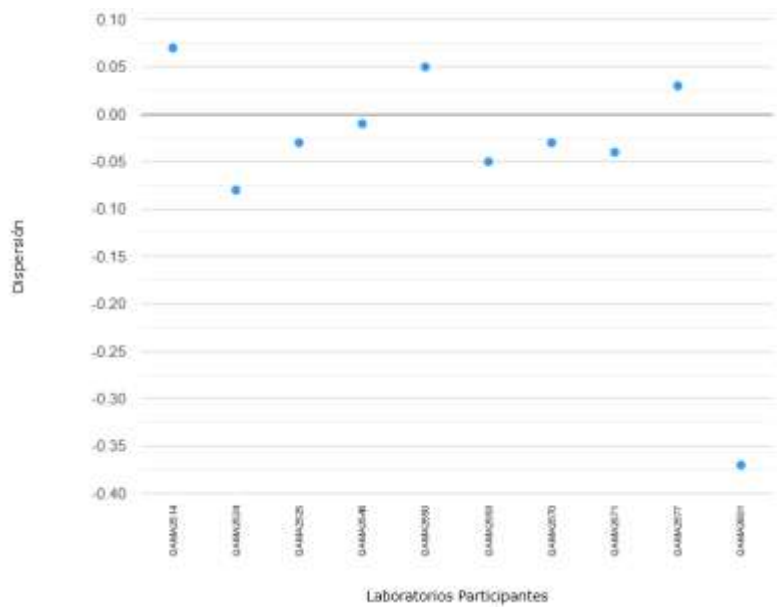
GRÁFICA N° 65. Dispersión de datos para determinación de níquel.



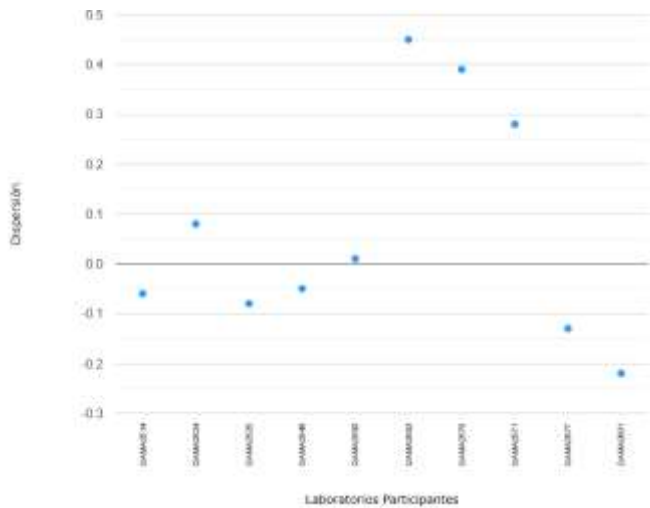
GRÁFICA N° 66. Dispersión de datos para determinación de plomo.



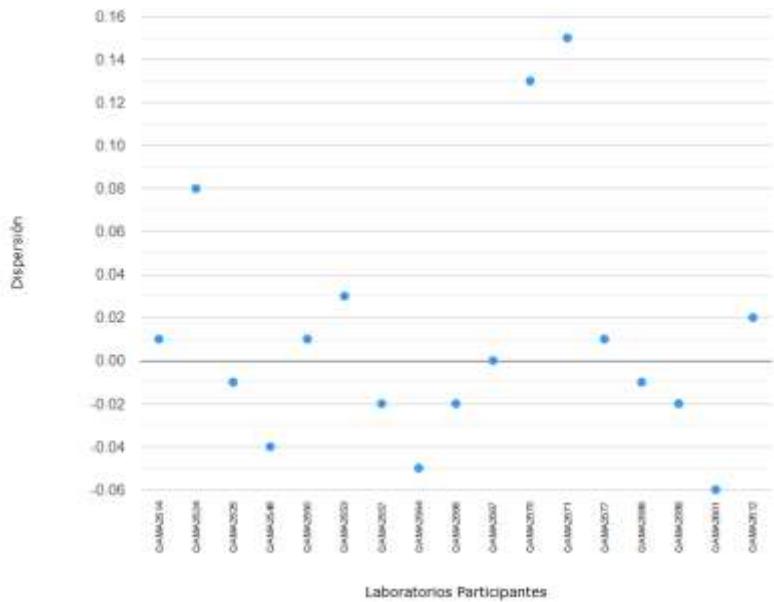
GRÁFICA N° 67. Dispersión de datos para determinación de potasio.



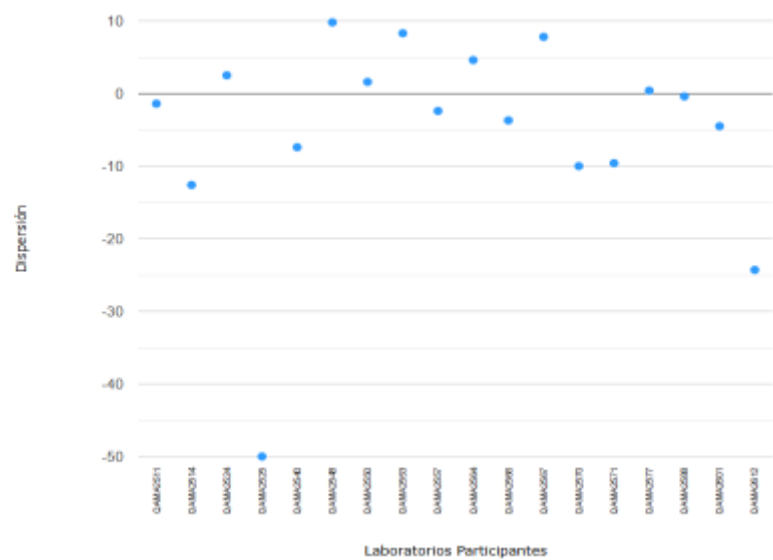
GRÁFICA N° 68. Dispersión de datos para determinación de sodio.



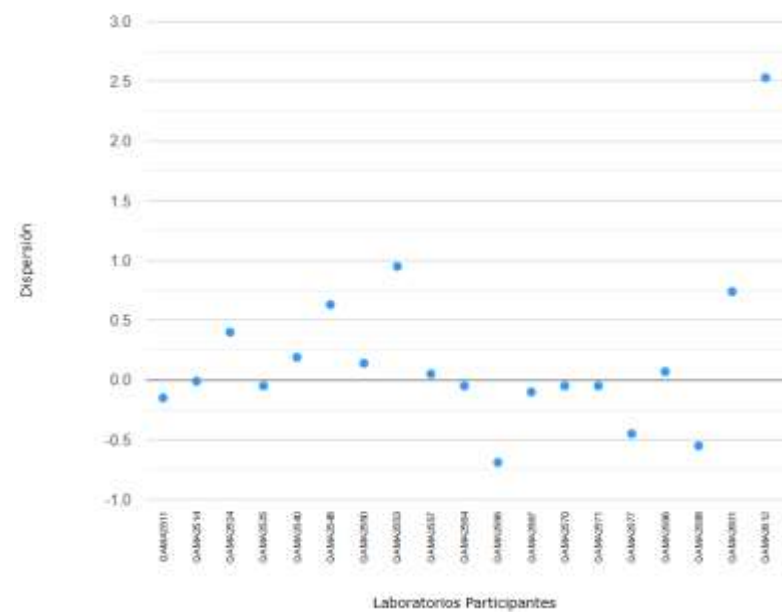
GRÁFICA N° 69. Dispersión de datos para determinación de zinc.



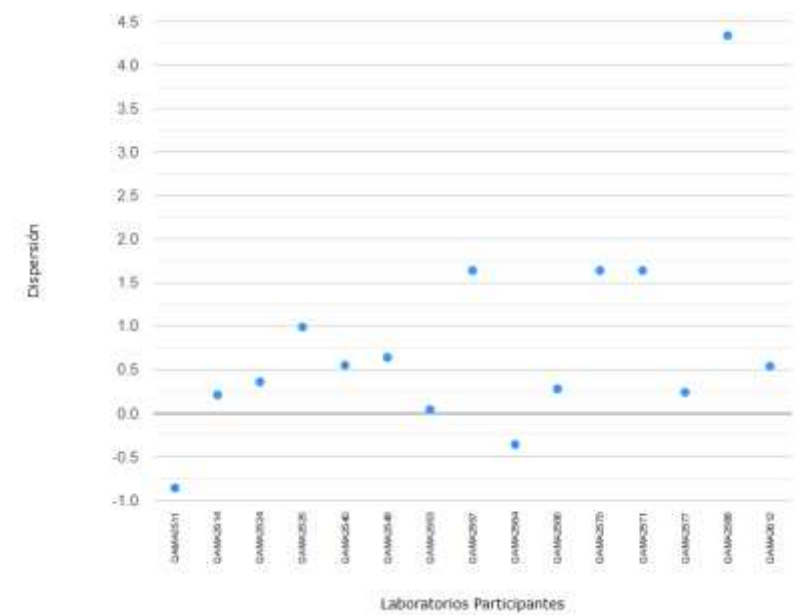
GRÁFICA N° 70. Dispersión de datos para determinación de conductividad.



GRÁFICA N° 71. Dispersión de datos para determinación de pH.

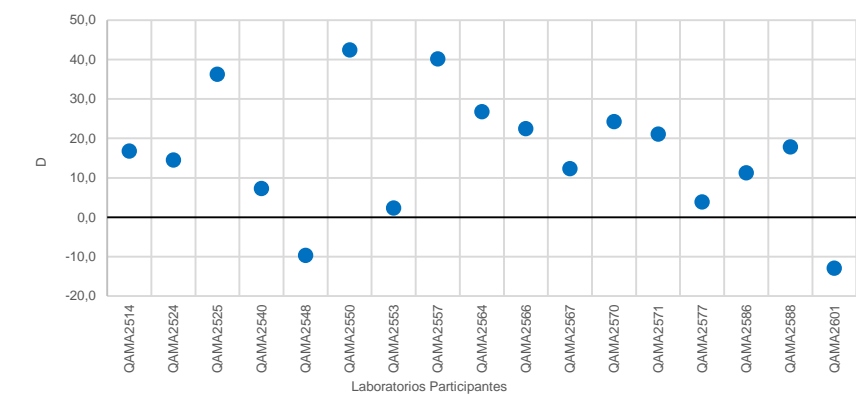


GRÁFICA N° 72. Dispersión de datos para determinación de turbiedad.

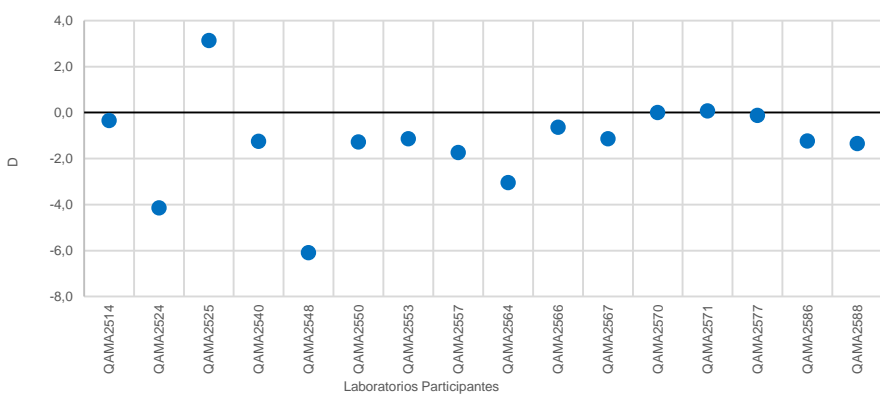




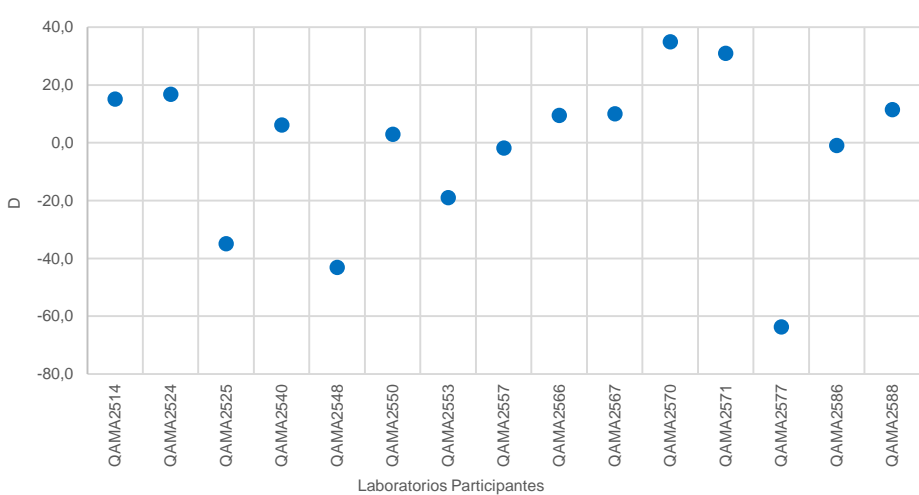
GRÁFICA N° 73. Dispersión de datos para determinación de cloruro.



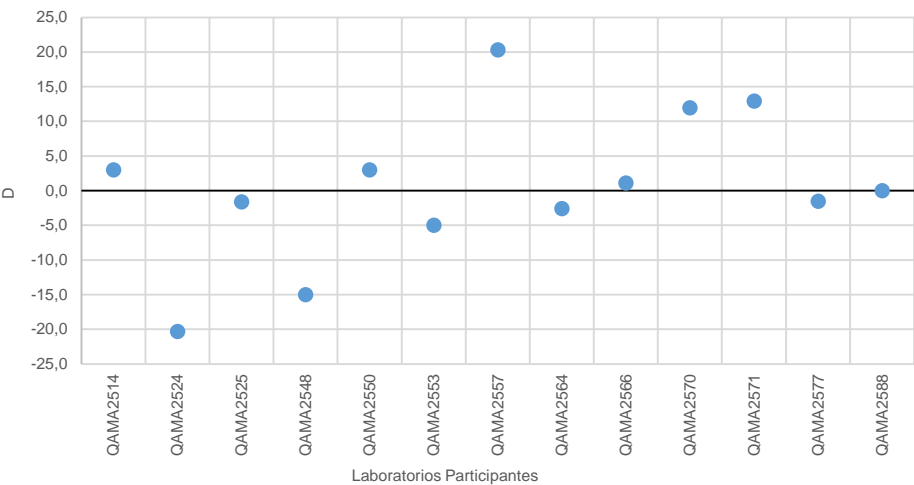
GRÁFICA N° 74. Dispersión de datos para determinación de nitrato.



GRÁFICA N° 75. Dispersión de datos para determinación de sulfato.



GRÁFICA N° 76. Dispersión de datos para determinación de amoniaco.



f) Anexo 6.

Tabla 27. Resumen de análisis estadístico robusto para los analitos de la ronda.

Parámetro	Unidad	Media $\bar{x}$	Mediana $med(x)$	Incertidumbre estándar de consenso $u$	Desviación absoluta de la mediana MAD	Desviación absoluta de la mediana escalada MADe
Arsénico	mg/L	0,3189	0,3200	0,0071	0,0140	0,0208
Cadmio		0,1518	0,1540	0,0038	0,0080	0,0119
Calcio		Datos insuficientes				
Cobre		0,1218	0,1250	0,0040	0,0090	0,0133
Cromo		0,1503	0,1520	0,0045	0,0085	0,0126
Hierro		0,403	0,397	0,011	0,025	0,036
Magnesio		0,3697	0,3630	0,0149	0,0290	0,0499
Níquel		Datos insuficientes				
Plomo		0,1013	0,0990	0,0032	0,0070	0,0104
Potasio		1,0845	1,1020	0,0213	0,0365	0,0541
Sodio		Datos insuficientes				
Zinc		0,5533	0,5440	0,0094	0,0210	0,0311
Conductividad	µS/cm	145,1	148,3	2,6	6,0	8,9
pH	a 20°C	5,937	5,740	0,063	0,150	0,222
Turbiedad	NTU	5,30	5,21	0,16	0,33	0,48
Cloruro	mg/L	212,0	212,5	4,3	9,5	14,1
Nitrato		5,63	5,50	0,26	0,50	0,74
Sulfato		140,2	148,2	4,2	8,9	13,2
Amoniaco		56,3	55,8	1,5	3,0	5,6

$\bar{x}$  : Media de los resultados reportados por los participantes.  
 $med(x)$ : mediana de los resultados reportados por los participantes.  
MAD: Desviación absoluta media. Mediana del valor absoluto de todas las desviaciones o mediana de las diferencias absolutas.  
MADe: Desviación absoluta media estandarizada, también conocida como DMAe.



14. CONTACTO

Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (SIAC-OIRS)  
Lunes a Viernes de 08:30 a 13:00 horas  
<https://ispch.gob.cl/oficina-de-informaciones-reclamos-y-sugerencias-siac-oirs/> ó  
<https://ispch.gob.cl/>



15. EMISIÓN Y AUTORIZACIÓN DEL INFORME

CÓDIGO INFORME: INF-SP3-2025-00

Distribución:  
-Portal PEEC  
-Web ISP

Identificación del Registro: Informe Final Ensayo de Aptitud RG-03-IT-754.00-002. Versión 09 Fecha actualización 20/01/2025
--

INFORME AUTORIZADO POR:

Jefe (S) Departamento Nacional y de Referencia en Salud Ambiental.

