



PROGRAMA DE EVALUACIÓN EXTERNA DE LA CALIDAD PEEC | QUÍMICA AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS

PROGRAMA METALES EN AGUAS: SUBPROGRAMA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS POTABLES

INFORME FINAL ENSAYO DE APTITUD | DEPARTAMENTO NACIONAL Y DE REFERENCIA EN SALUD AMBIENTAL | CÓDIGO RONDA-AÑO: SP3 - 2023 |
VERSIÓN: 01



RG-03-IT-754.00-002.
Versión 7.
Fecha 27/07/2023

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.

www.ispch.cl

Coordinador PEEC:

QF. María Natalia Gutiérrez Vargas

Autorizado por:

Jefe (S) Departamento Nacional y de Referencia en Salud Ambiental
MV. Claudia López Gómez

Informe Ronda - Año: SP3 - 2023

Fecha: 13 / 12 / 2023

Versión N°: 01

Contacto:

Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (SIAC-OIRS)

Lunes a Viernes de 08:30 a 13:00 horas

Fono: +56 2 25755600 - +56 2 25755601

<https://siac.ispch.gob.cl/ES/AtencionCiudadana/OIRS>



PROGRAMA DE EVALUACIÓN EXTERNA DE LA CALIDAD

SUBPROGRAMA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS

EN AGUAS POTABLES

CONTENIDO

1.	LISTADO DE PARTICIPANTES.....	04
2.	RESPONSABLES.....	04
3.	INTRODUCCIÓN.....	05
4.	MATERIAL DE ENSAYO.....	05
5.	CRONOGRAMA.....	07
6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	07
7.	RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES.....	08
8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS INFORMADOS.....	09
9.	EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO.....	10
10.	COMENTARIOS Y SUGERENCIAS.....	11
11.	REFERENCIAS.....	12
12.	ANEXOS.....	12

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
LABORATORIO AGROENOLÓGICO UCM LTDA.	MOLINA
LABORATORIO AMBIENTAL DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	ARICA
LABORATORIO AMBIENTAL DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	TEMUCO
LABORATORIO AMBIENTAL DE LLANQUIHUE DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS	PUERTO MONTT
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL CONCEPCIÓN DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO	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 BÍO BÍO	CHILLÁN
LABORATORIO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO WSS S.A.	CONCEPCIÓN
LABORATORIO SALUD AMBIENTAL DE ANTOFAGASTA DE LA SEREMI DE SALUD DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA
LABORATORIO SANITARIO AMBIENTAL DE LA SEREMI SALUD DE LA REGIÓN METROPOLITANA	SANTIAGO
QUALIFIED SPA.	SANTIAGO

2. RESPONSABLES

2.1. Personal responsable en la organización y desarrollo de esta ronda:

- QF. María Natalia Gutiérrez Vargas.
- Dra. Francis Alarcón Rodríguez.

2.2. Colaboradores:

- Ms. Javier Vera Maldonado (Elaboración del Material de Referencia del ensayo de aptitud)
- Ing. Claudia Núñez Cepeda (Elaboración del Material de Referencia del ensayo de aptitud)
- Ms. Soraya Sandoval Riquelme (Revisión Informe)

3. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la evaluación del ensayo de intercomparación del Subprograma "Determinación de metales pesados en aguas potables". Este ensayo para la cuantificación de metales pesados en aguas potables, 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 requieren realizar control o vigilancia de acuerdo a el "Reglamento de servicios de agua destinados al consumo humano" (Decreto Supremo N° 735 del MINSAL).

4. MATERIAL DE ENSAYO

El ítem de ensayo enviado contiene aproximadamente 200 mL de agua potable para la determinación cuantitativa de los analitos Arsénico, Cadmio, Plomo, Cromo, Cobre y Zinc, envasado en botella de polietileno de alta densidad (HDPE), color ámbar, boca estrecha, tapa rosca de polipropileno, previamente acondicionado, sellado, etiquetado y codificado.

El material de ensayo para análisis de metales pesados en aguas potables correspondió a un material preparado y caracterizado por la Sección de Metrología Científica en Química y Biomediciones del ISP.

La evaluación de homogeneidad del ítem de ensayo preparado fue analizada utilizando la metodología indicada en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1
Métodología de análisis.

Componente/analito	Método
Arsénico	Método de estándar interno con adición gravimétrica de estándar (ISM-SAM) y cuantificación por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) en matriz de agua para consumo humano.
Cadmio	
Plomo	
Cromo	
Cobre	
Zinc	

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

"Este material se ha elaborado de acuerdo con el Sistema de Gestión de Calidad de la Sección de Metrología Científica en Química y Biomediciones, Laboratorio Designado del Instituto de Salud Pública de Chile, servicio de medición basado en la norma ISO/IEC 17025. La evaluación de la homogeneidad y estabilidad del material de referencia fue realizada conforme a los requisitos de la norma ISO/IEC 17034 y de la ISO Guide 35, cumpliendo con los criterios establecidos para el fin previsto del material. Además, el Sistema de Gestión de Calidad Metrológica que respalda las capacidades de medición y calibración ha sido revisado y aprobado por el Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y de acuerdo al CIPM-MRA."

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

Tabla N°2:

Valor asignado para la evaluación de desempeño de la ronda, establecido según valor de referencia del material.

Componente/Analito	Valor Asignado (mg/L)	Incertidumbre expandida del valor asignado ($U_{(k=2)}$) (mg/L)	Trazabilidad
Arsénico	0,01396	0,00092	Trazable a SRM 3103a NIST
Cadmio	0,01090	0,00060	Trazable a SRM 3108 NIST
Plomo	0,0505	0,0037	Trazable a SRM 3128 NIST
Cromo	0,0506	0,0045	Trazable a SRM 3112a NIST
Cobre	0,0623	0,0059	Trazable a SRM 3114 NIST
Zinc	0,159	0,011	Trazable a SRM 3168a NIST

Respecto a la incertidumbre el proveedor del material indica lo siguiente:

“La incertidumbre estándar combinada, resultó de la raíz cuadrada de la suma de cuadrados de los componentes de las incertidumbres asociados a valores obtenidos en las mediciones cuantitativas de la caracterización por el método de ensayo, prueba de homogeneidad y prueba de estabilidad”.

Cada laboratorio recibió las instrucciones para manipulación e indicaciones prácticas de seguridad a tomar en cuenta durante el desarrollo del ensayo. Se recomendó a los participantes el uso de métodos y técnicas analíticas rutinarias del laboratorio.

5. CRONOGRAMA

- 5.1. Fecha de envío de encomiendas.
06 / 06 / 2023
- 5.2. Fecha de recepción de resultados.
05 / 07 / 2023
- 5.3. Fecha de publicación de Informe parcial en Portal PEEC.
03 / 08 / 2023

6. 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 ± 50 % de mediana según el Protocolo Internacional Armonizado IUPAC. Una vez establecidos éstos, no fueron excluidos por tratarse de valor asignado de referencia y se procedió a realizar el análisis estadístico. En los anexos de este informe se encuentran identificados aquellos resultados anómalos y/o extremos.

El análisis estadístico se basó en el valor de referencia del material con desviación estándar para la evaluación de la aptitud por Horwitz.

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

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

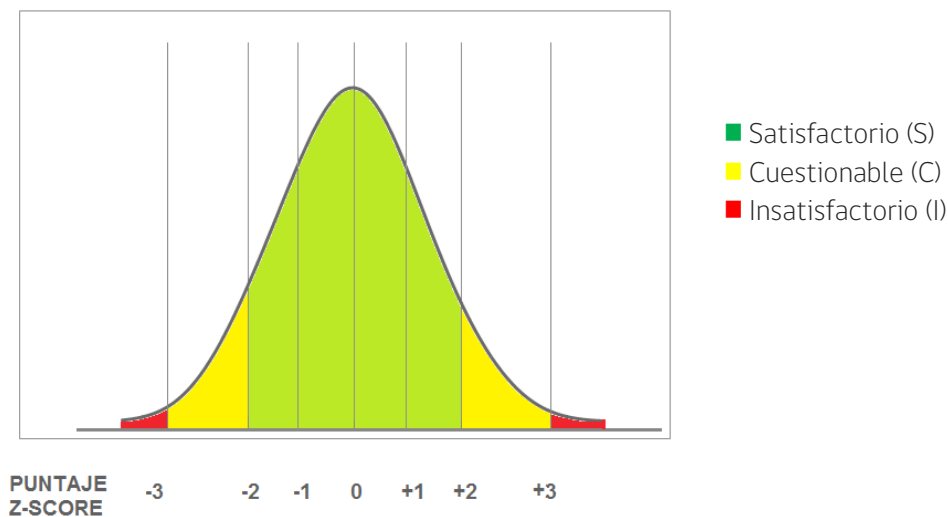
dónde;

- z_i = Valor z_i z-score.
- x_i = Resultado del participante.
- x_{pt} = Valor asignado.
- σ_{pt} = Desviación estándar para la evaluación de la aptitud.

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

En las tablas N°4 a N° 9 y gráficos N° 1 a N° 6 se destacan los desempeños "Satisfactorios" en color verde e "Insatisfactorios" en color rojo. Los resultados no reportados se identifican con fondo de celda en color gris.

Figura 1.
Valor de 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**.

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.

7. RESULTADOS INFORMADOS POR LOS PARTICIPANTES

7.1.- Datos

Los resultados enviados por los participantes para arsénico, cadmio, plomo, cromo, cobre y zinc se presentan desde la Tabla N° 4 a la Tabla N° 9 de los anexos de este informe. De los 15 laboratorios adscritos, el 100% envió resultados de al menos un parámetro (analito).

Se solicitó a los laboratorios reportar sus resultados con las cifras decimales descritas en el Protocolo de la ronda para cada analito.

7.2.- Técnicas y métodos

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

- a) Para determinación de arsénico utilizan los métodos Manual SISS ME-12-2007 y Método "*In House*" asociado a la técnica de absorción atómica con generación de hidruros y método SMEW&W 3113B con la técnica de absorción atómica con horno de grafito.
- b) Para determinación de cadmio utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), SMEW&W 3120 asociado a la técnica de espectrometría de emisión óptica con plasma asociado inductivamente (ICP-OES), Manual SISS ME-13-2007, Método "*In House*" y SMEW&W 3111 asociados a técnica de absorción atómica de llama, método SMEW&W 3113B y Método "*In House*" asociados a absorción atómica con horno de grafito.
- c) Para determinación de plomo utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica ICP-MS, SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES, Manual SISS ME-18-2007 y SMEW&W 3111 asociado a técnica de absorción atómica de llama y finalmente se informa la utilización del método SMEW&W 3113B y Método "*In House*" asociado a absorción atómica con horno de grafito.
- d) Para determinación de cromo utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica ICP-MS, SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES, Manual SISS ME-05-2007 y SMEW&W 3111 asociado a técnica de absorción atómica de llama y finalmente se informa la utilización del método SMEW&W 3113B asociado a absorción atómica con horno de grafito.
- e) Para determinación de cobre utilizan los métodos EPA 200.8 asociado a la técnica ICP-MS, SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES, Manual SISS ME-04-2007, Método "*In House*" y SMEW&W 3111 asociado a técnica de absorción atómica de llama
- f) Para determinación de zinc utilizan los métodos Manual SISS ME-11-2007, Manual SISS ME-18-2007, Método "*In House*" y SMEW&W 3111 asociado a técnica de absorción atómica de llama y método SMEW&W 3120 asociado a la técnica ICP-OES.

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS INFORMADOS

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

Tabla N° 3:
Resumen de análisis estadístico para la evaluación de desempeño

Parámetros	Arsénico	Cadmio	Plomo	Cromo	Cobre	Zinc
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
N° datos reportados (n)	11	14	13	8	15	13
Valor asignado (x_{pi})	0,014	0,0109	0,0505	0,0506	0,0623	0,1590
Desviación estándar para la evaluación de la aptitud (σ_{pi})	0,00423	0,00344	0,01266	0,01269	0,01514	0,03355
Incertidumbre estándar del valor asignado ($u(x_{pi})$)	0,00046	0,0003	0,00185	0,00225	0,00295	0,0055
N° valores anómalos	0	2	4	2	3	1
N° valores extremos	1	3	4	N/A	3	1

N/A: No aplica porque no existen datos mínimos para el análisis.

En relación a los datos de la Tabla N° 3, para fines de la evaluación de desempeño para los analitos, el valor asignado fue establecido por referencia del material y la desviación estándar para la evaluación de la aptitud por Horwitz.

En las tablas, desde la N° 4 a la N° 9 de los anexos de este informe, se resumen los resultados reportados por cada participante y los z-score alcanzados para cada analito, respectivamente. Además, a modo informativo se presenta el análisis estadístico robusto de la ronda en la Tabla N° 10, ubicada en el apartado Información Adicional en los Anexos de este informe.

9. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

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 la Tabla N° 3 del presente informe.

La calificación de z -score alcanzada y evaluación de desempeño respecto de la evaluación de análisis de metales pesados en agua, se puede observar en las tablas desde la N°4 a la N° 9 de los anexos de este informe.

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 y dispersión de datos se presentan en los Anexos de este informe, numerados desde Gráfica N° 1 a la Gráfica N° 24.

10. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

- a) De un total de 15 laboratorios adscrito para esta ronda, el 100 % envió resultados al menos para un parámetro.
- b) El 100 % de los laboratorios participantes que reportaron resultados envió sus resultados para el analito cobre, mientras que el 93 % para el analito cadmio. Por otro lado, el 87 % de los participantes reportó resultados para los analitos plomo y zinc, el 73 % para arsénico y el 53 % para el analito cromo.
- c) En el análisis estadístico del analito arsénico no se detectaron datos extremos y solo 1 valor anómalo. Para el analito cadmio se detectaron 2 valores anómalos y 3 extremos, mientras que para el analito plomo se detectaron 4 datos anómalos y 4 extremos. En el caso del analito cromo, se detectó 1 valor anómalo y por no tener el valor mínimo de datos para el análisis, no se pudo establecer la presencia de datos extremos. Para el analito cobre, se detectó igual cantidad de valores anómalos y extremos, siendo 3 cada uno. Finalmente, para el analito zinc, se detectó un valor anómalo y un valor extremo.
- d) Se observa que, respecto del año anterior, todos los analitos disminuyeron en su porcentaje de desempeño satisfactorios. En el caso de arsénico el porcentaje disminuyó del 100 % en el año 2022 al 90,9% para el año 2023, mientras que plomo disminuyó del 100 % al 78,6 %. El analito plomo disminuyó de un 94,1 % de satisfactoriedad el año 2022 a solo un 61,5 % de satisfactoriedad el año 2023. Por otro lado, el analito cromo disminuyó de un 93,8 % de satisfactoriedad a un 87,5 % y los analitos cobre y zinc disminuyeron del 94,7 % al 66,7 % y de un 89,5 % a un 84,6 % de satisfactoriedad, respectivamente.
- e) Se sugiere revisar datos, cálculos y unidades, como posible causa de desviación de resultados para laboratorios que cuenten con un z-score cuestionable o insatisfactorio, así como también cuando se observen tendencias por defecto o exceso para determinados analitos.
- f) La versión 1 de este informe anula y reemplaza la versión 0, por cambios en las tablas N° 8, N° 9 y N°10 de los anexos.
- g) La versión autorizada del informe final se encuentra publicada en página Web institucional: www.ispch.cl

11. REFERENCIAS

1. *ISO 13528:2022 (E). Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.*
2. ISO/IEC 17043:2010 (es), Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
3. *The International Harmonized Protocol for Proficiency testing of analytical chemistry laboratories (IUPAC) (2006). Pure Appl. Chem. Vol78, pp. 145-196.*
4. *Robust Statistics: a Method of Coping with Outliers". Royal Society of Chemistry, Analytical Methods Committe, N° 6, 2001.*

12. ANEXOS

Tabla N° 4

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

CIL	Resultados Unidades mg/L	z-score	Evaluación de desempeño
QAMA2304			
QAMA2307			
QAMA2309	0,011	-0,7	Satisfactorio
QAMA2311	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2330	0,014	0,0	Satisfactorio
QAMA2335	0,011	-0,7	Satisfactorio
QAMA2346	0,014	0,0	Satisfactorio
QAMA2356	0,015	0,3	Satisfactorio
QAMA2357	0,007	-1,6	Satisfactorio
QAMA2358	0,014	0,0	Satisfactorio
QAMA2359	0,018	1,0	Satisfactorio
QAMA2369			
QAMA2382	0,014	0,0	Satisfactorio
QAMA2383			
QAMA2389	0,015	0,3	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

Tabla N° 5

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

CIL	Resultados Unidades mg/L	z-score	Evaluación de desempeño
QAMA2304	0,011	0,0	Satisfactorio
QAMA2307	0,025	4,1	Insatisfactorio
QAMA2309	0,011	0,0	Satisfactorio
QAMA2311	0,347	97,7	Insatisfactorio
QAMA2330	0,010	-0,3	Satisfactorio
QAMA2335	0,009	-0,6	Satisfactorio
QAMA2346	0,013	0,6	Satisfactorio
QAMA2356	0,008	-0,8	Satisfactorio
QAMA2357	0,005	-1,7	Satisfactorio
QAMA2358	0,016	1,5	Satisfactorio
QAMA2359	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2369	0,011	0,0	Satisfactorio
QAMA2382			
QAMA2383	0,012	0,3	Satisfactorio
QAMA2389	0,010	-0,3	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

Tabla N° 6

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

CIL	Resultados Unidades mg/L	z-score	Evaluación de desempeño
QAMA2304	0,055	0,4	Satisfactorio
QAMA2307	0,308	20,3	Insatisfactorio
QAMA2309	0,058	0,6	Satisfactorio
QAMA2311			
QAMA2330	0,052	0,1	Satisfactorio
QAMA2335	0,057	0,5	Satisfactorio
QAMA2346	0,133	6,5	Insatisfactorio
QAMA2356	0,052	0,1	Satisfactorio
QAMA2357	0,400	27,6	Insatisfactorio
QAMA2358	0,105	4,3	Insatisfactorio
QAMA2359	ND	No aplica	Insatisfactorio

QAMA2369	0,066	1,2	Satisfactorio
QAMA2382			
QAMA2383	0,061	0,8	Satisfactorio
QAMA2389	0,054	0,3	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

Tabla N° 7

Resultados de cromo reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados Unidades mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2304			
QAMA2307	0,103	4,1	Insatisfactorio
QAMA2309			
QAMA2311			
QAMA2330	0,049	-0,1	Satisfactorio
QAMA2335	0,048	-0,2	Satisfactorio
QAMA2346			
QAMA2356	0,044	-0,5	Satisfactorio
QAMA2357			
QAMA2358	0,051	0,0	Satisfactorio
QAMA2359	0,030	-1,6	Satisfactorio
QAMA2369	0,048	-0,2	Satisfactorio
QAMA2382			
QAMA2383	0,048	-0,2	Satisfactorio
QAMA2389			

Celda gris: No reporta resultados

Tabla N° 8

Resultados de cobre reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

CIL	Resultados Unidades mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2304	0,613	36,4	Insatisfactorio
QAMA2307	0,045	-1,1	Satisfactorio
QAMA2309	0,061	-0,1	Satisfactorio
QAMA2311	0,376	20,7	Insatisfactorio
QAMA2330	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2335	0,058	-0,3	Satisfactorio
QAMA2346	0,057	-0,4	Satisfactorio

QAMA2356	0,055	-0,5	Satisfactorio
QAMA2357	0,132	4,6	Insatisfactorio
QAMA2358	0,068	0,4	Satisfactorio
QAMA2359	0,04	-1,5	Satisfactorio
QAMA2369	0,055	-0,5	Satisfactorio
QAMA2382	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2383	0,051	-0,8	Satisfactorio
QAMA2389	0,06	-0,2	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

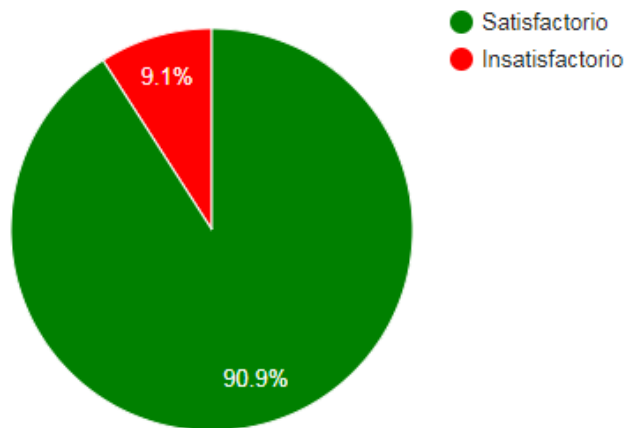
Tabla N° 9

Resultados de zinc reportados, valores de *z-score* y evaluación de desempeño.

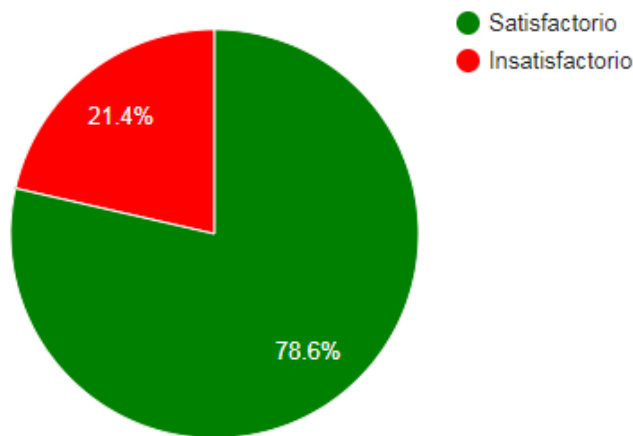
CIL	Resultados Unidades mg/L	<i>z-score</i>	Evaluación de desempeño
QAMA2304	0,133	-0,8	Satisfactorio
QAMA2307			
QAMA2309	0,141	-0,5	Satisfactorio
QAMA2311	2,380	66,2	Insatisfactorio
QAMA2330	ND	No aplica	Insatisfactorio
QAMA2335	0,15	-0,3	Satisfactorio
QAMA2346	0,17	0,3	Satisfactorio
QAMA2356	0,153	-0,2	Satisfactorio
QAMA2357	0,144	-0,5	Satisfactorio
QAMA2358	0,174	0,5	Satisfactorio
QAMA2359	0,150	-0,3	Satisfactorio
QAMA2369			
QAMA2382	0,166	0,2	Satisfactorio
QAMA2383	0,142	-0,5	Satisfactorio
QAMA2389	0,152	-0,2	Satisfactorio

Celda gris: No reporta resultados

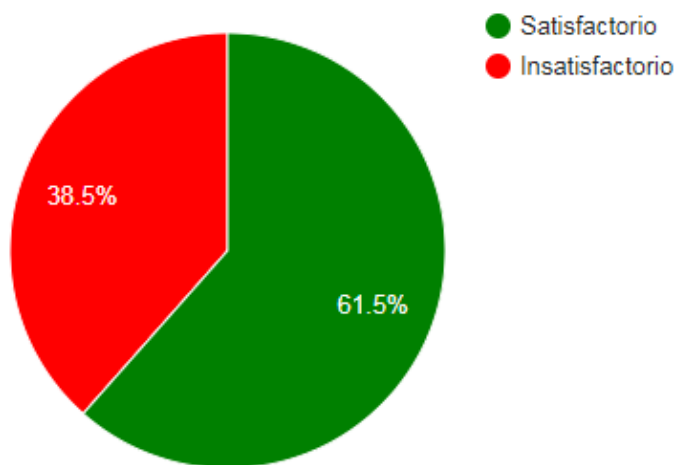
GRÁFICA N° 1.
Evaluación de desempeño de arsénico.



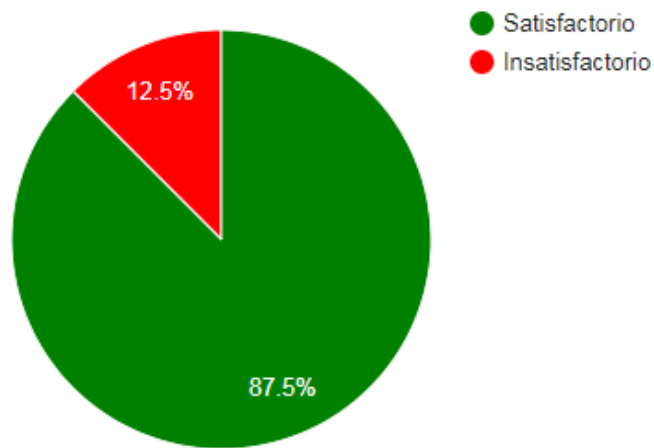
GRÁFICA N° 2.
Evaluación de desempeño de cadmio.



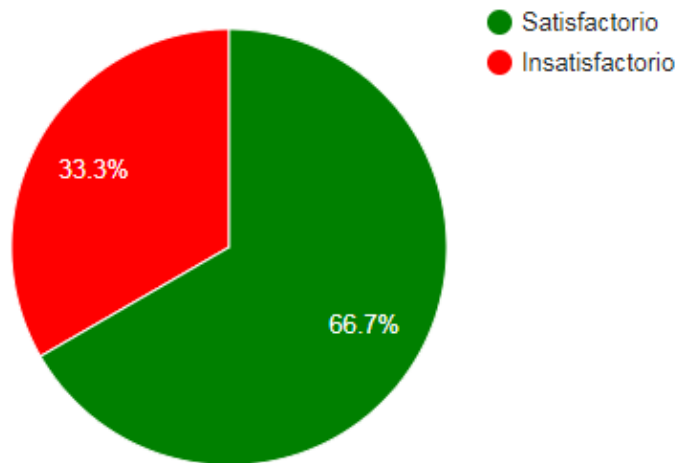
GRÁFICA N° 3.
Evaluación de desempeño de plomo.



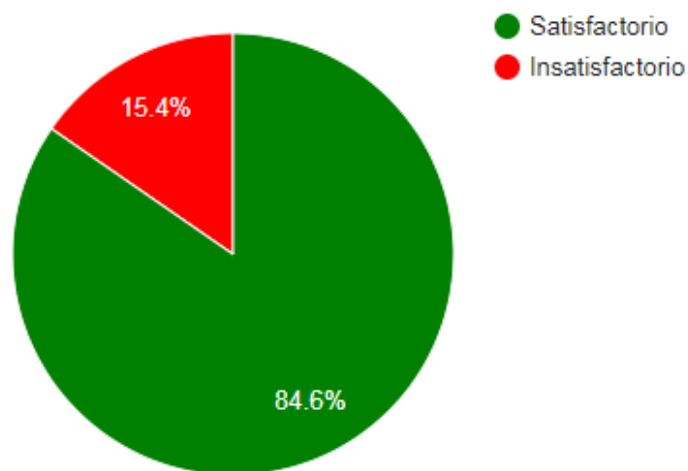
GRÁFICA N° 4.
Evaluación de desempeño de cromo.



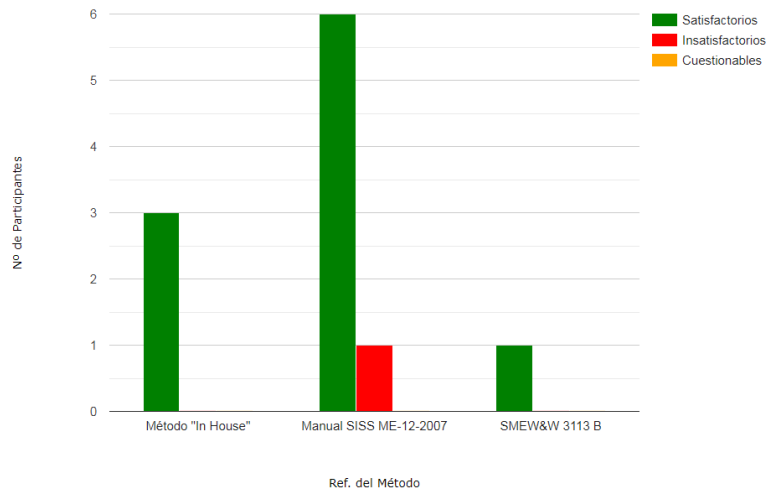
GRÁFICA N° 5.
Evaluación de desempeño de cobre.



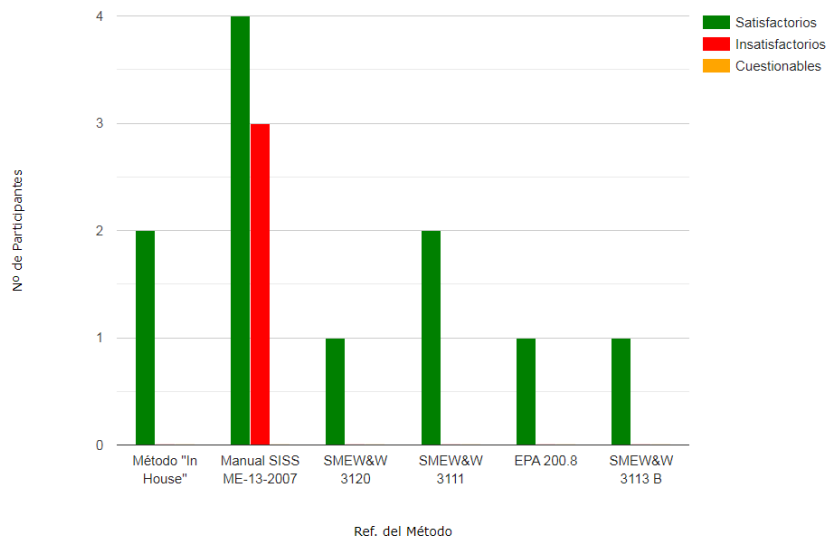
GRÁFICA N° 6.
Evaluación de desempeño de zinc.



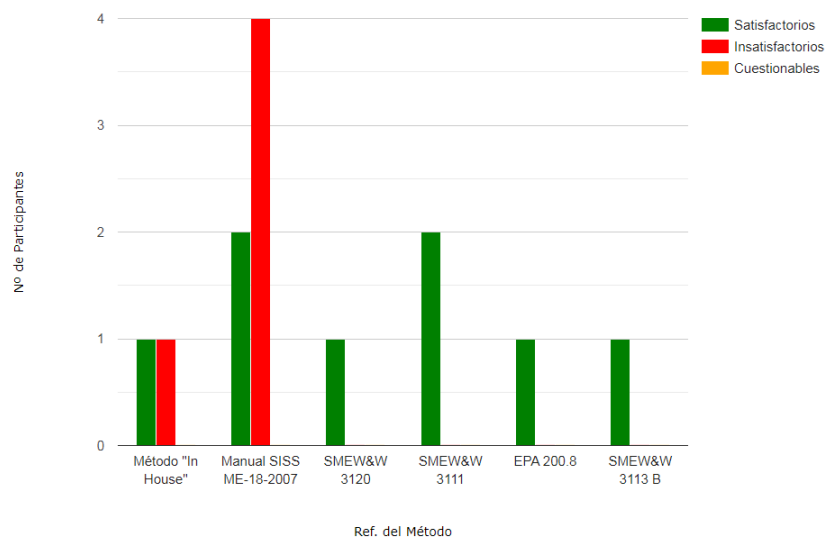
GRÁFICA N° 7.
Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de arsénico.



GRÁFICA N° 8.
Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cadmio.

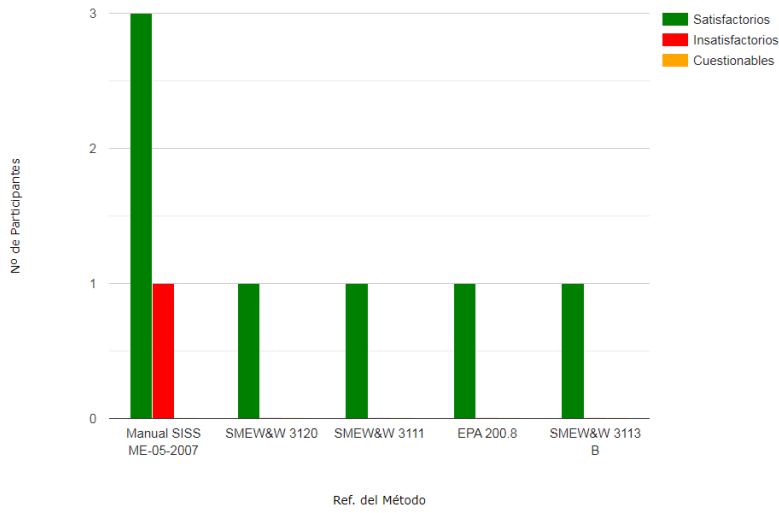


GRÁFICA N° 9.
Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de plomo.



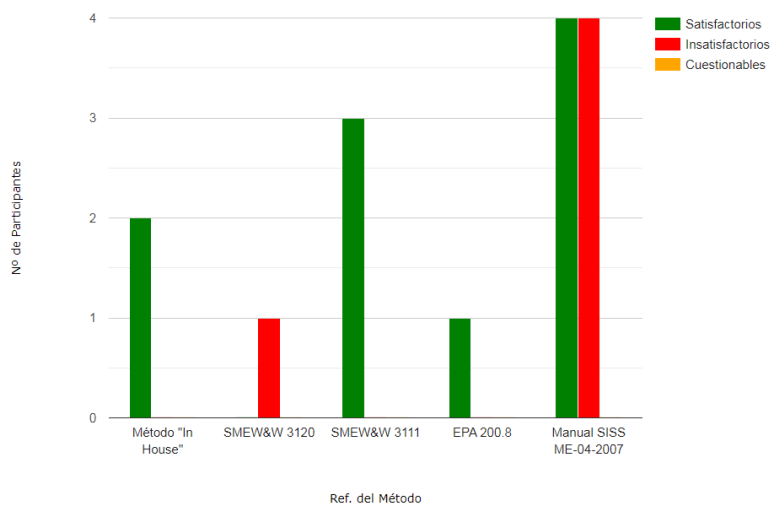
GRÁFICA Nº 10.

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cromo.



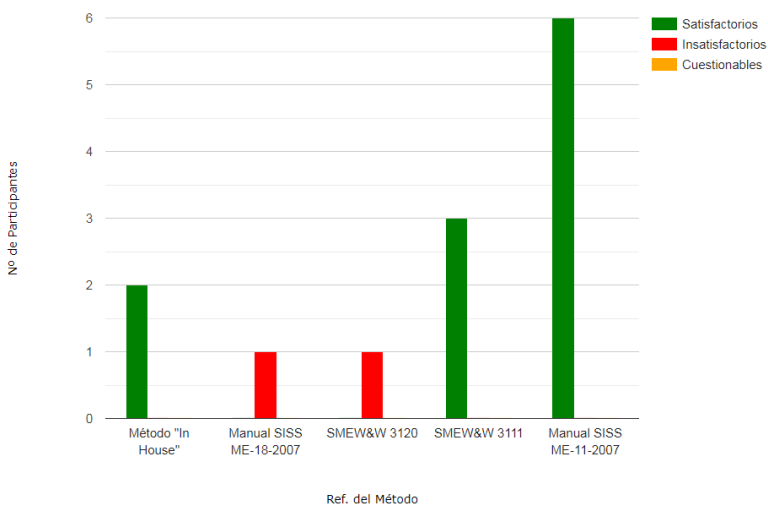
GRÁFICA Nº 11.

Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de cobre.

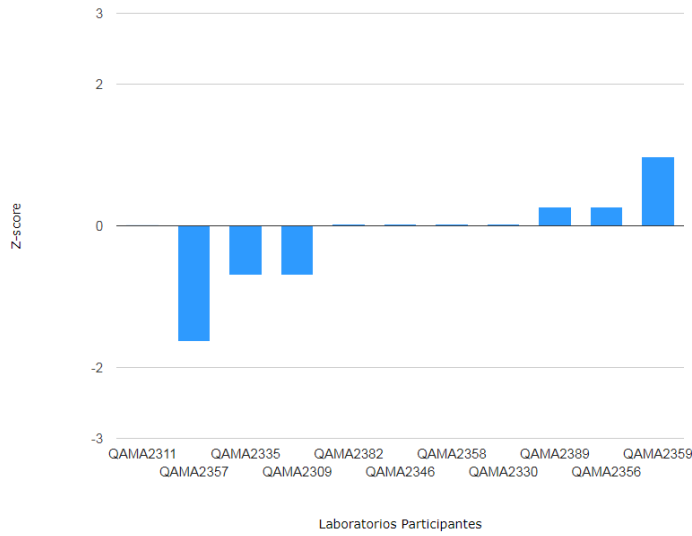


GRÁFICA Nº 12.

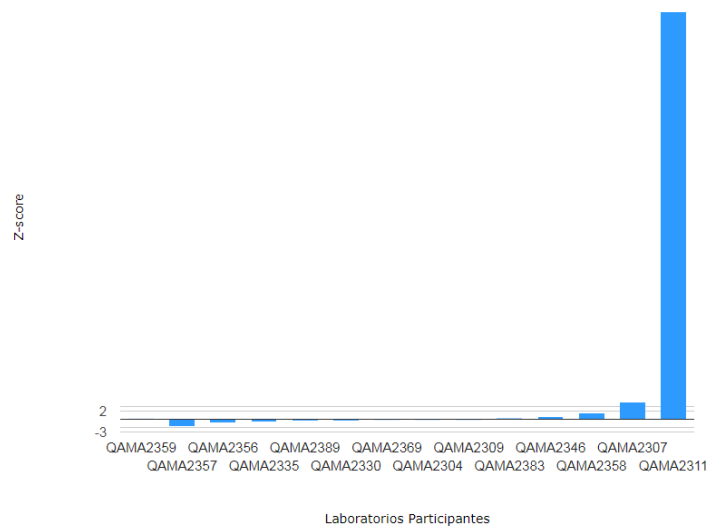
Evaluación de desempeño según método utilizado por los laboratorios para determinación de zinc.



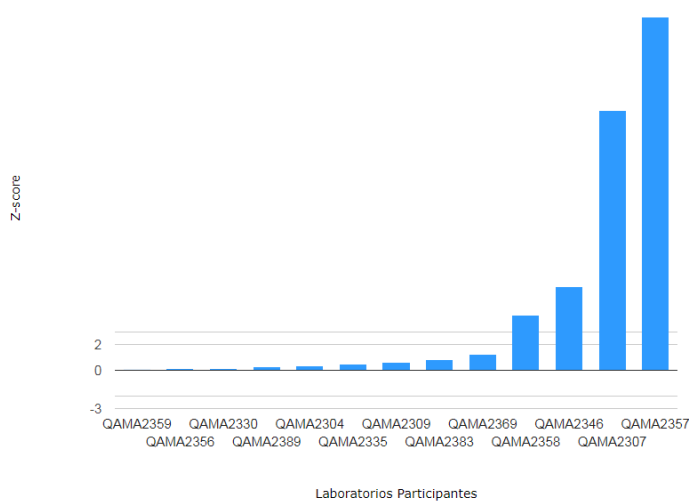
GRÁFICA N° 13.
Distribución de z-score para determinación de arsénico.



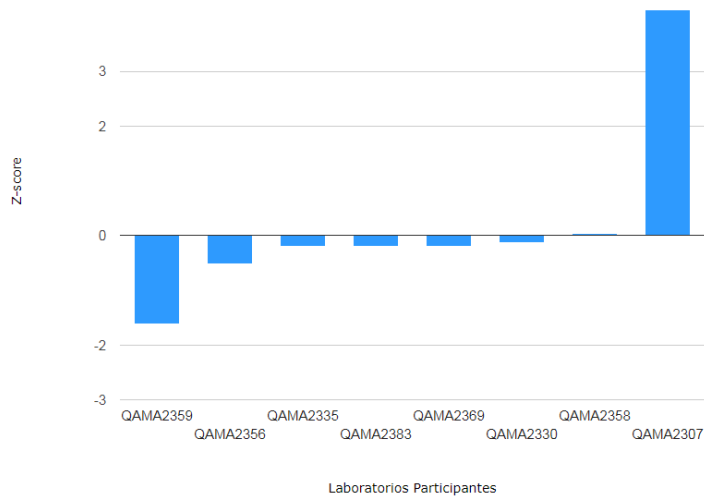
GRÁFICA N° 14.
Distribución de z-score para determinación de cadmio.



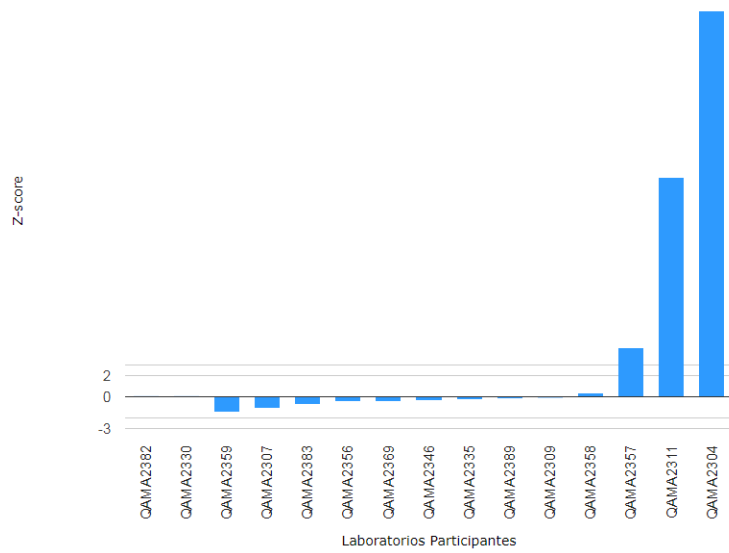
GRÁFICA N° 15.
Distribución de z-score para determinación de plomo.



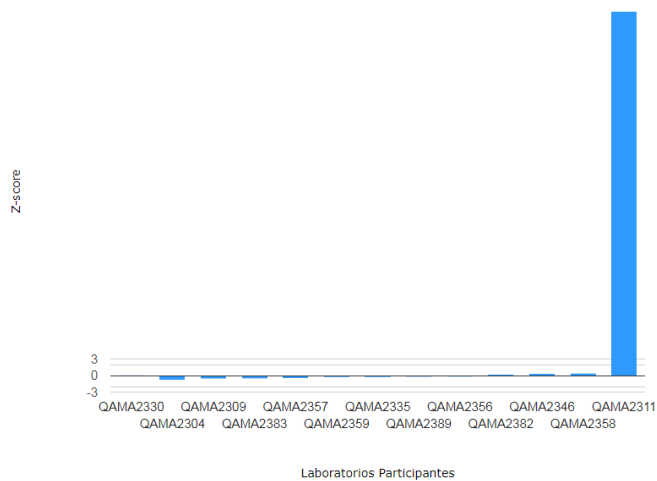
GRÁFICA N° 16.
Distribución de z-score para determinación de cromo.



GRÁFICA N° 17.
Distribución de z-score para determinación de cobre.

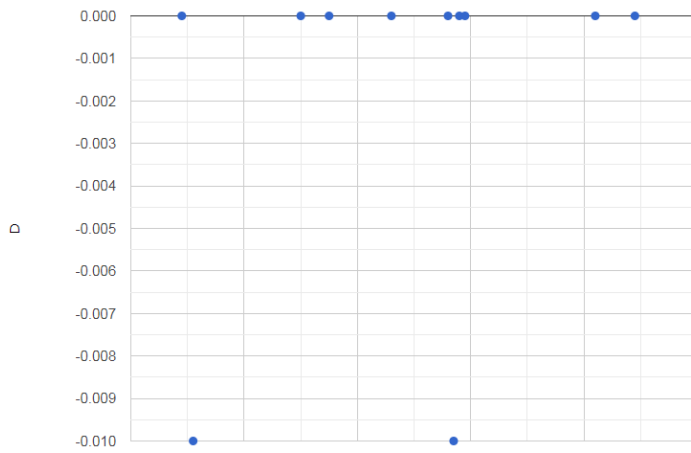


GRÁFICA N° 18.
Distribución de z-score para determinación de zinc.



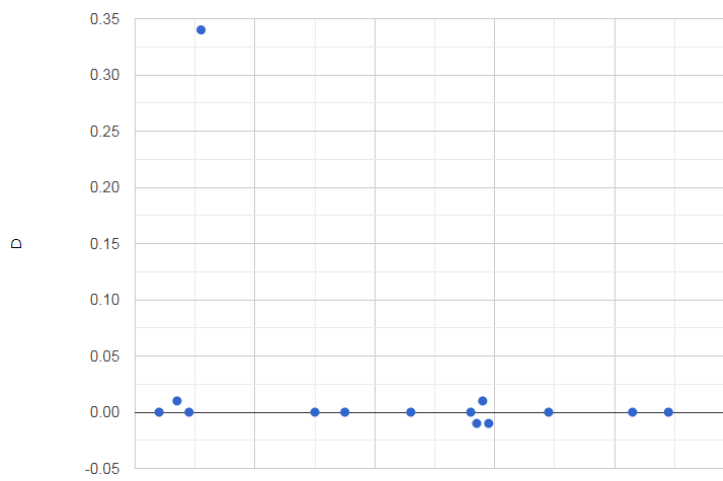
GRÁFICA N° 19.

Dispersión de datos para determinación de arsénico.



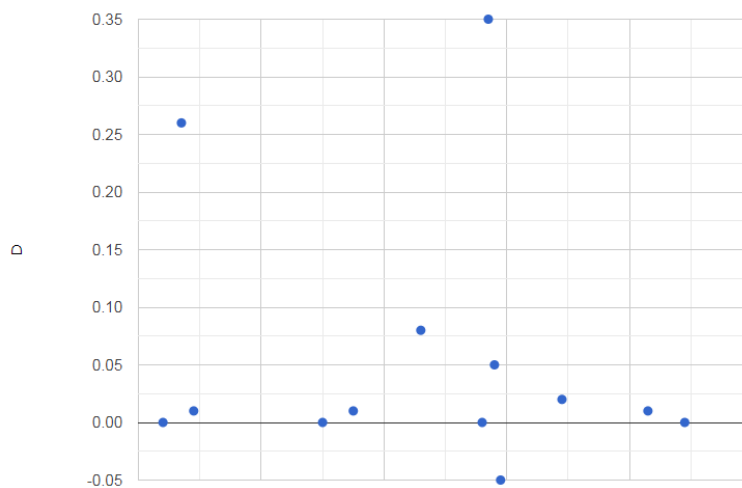
GRÁFICA N° 20

Dispersión de datos para determinación de cadmio,



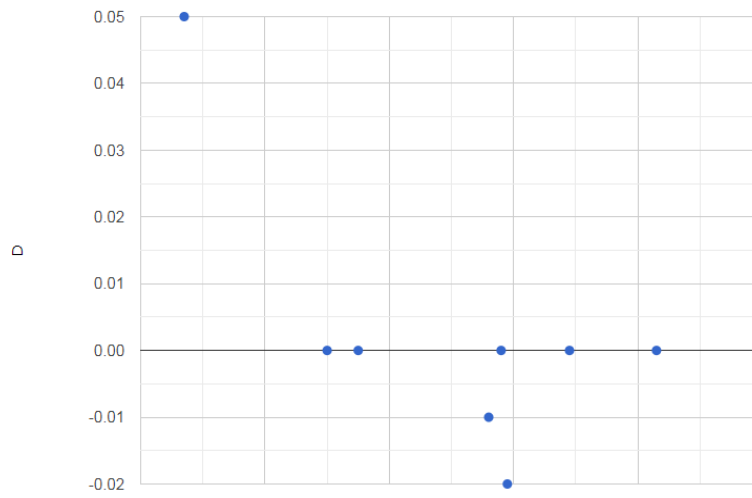
GRÁFICA N° 21.

Dispersión de datos para determinación de plomo.



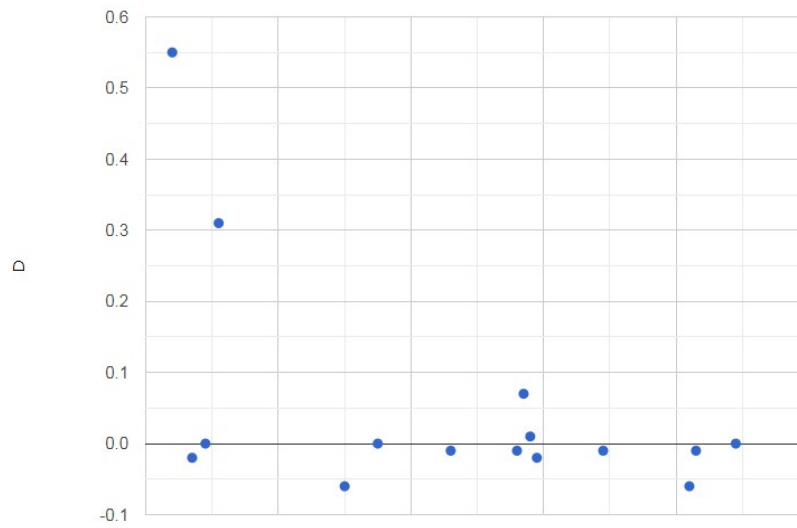
GRÁFICA N° 22.

Dispersión de datos para determinación de cromo.



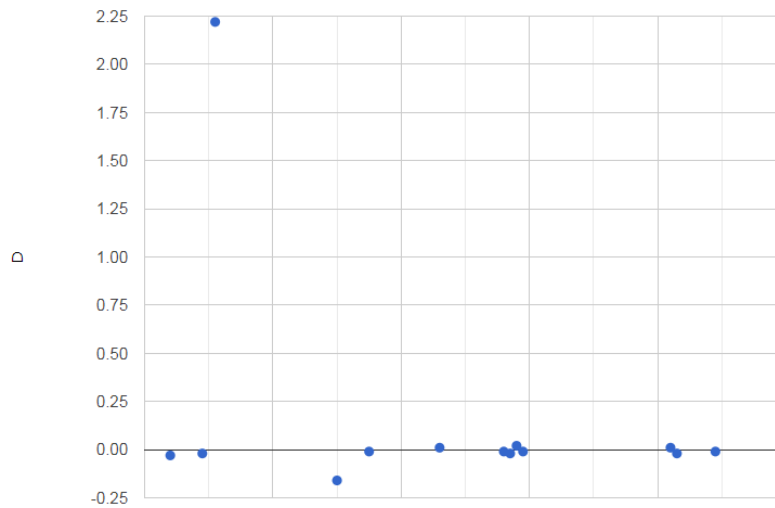
GRÁFICA N° 23.

Dispersión de datos para determinación de cobre.



GRÁFICA N° 24.

Dispersión de datos para determinación de Zinc.



INFORMACIÓN ADICIONAL

A modo informativo, se presenta un resumen del análisis estadístico robusto.

Tabla N° 10:
Resumen de análisis estadístico robusto de la ronda por analito.

Parámetro	\bar{x}	med(x)	Incertidumbre estándar de consenso	MAD	MADe
Analito	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Arsénico	0,0120	0,0140	0,0005	0,00100	0,00148
Cadmio	0,0348	0,0110	0,0009	0,00200	0,00296
Plomo	0,1077	0,0580	0,0030	0,00600	0,00889
Cromo			N/A		
Cobre	0,1114	0,0570	0,0052	0,01100	0,01630
Zinc	0,3119	0,1500	0,0046	0,00900	0,01334

\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.

N/A: No aplica porque no existen datos mínimos para el análisis robusto.

