



## INFORME B

### ENSAYO DE APTITUD MINERAL SULFURADO DE COBRE

INN – DCH N° C-2103

Noviembre 2021

Instituto Nacional de Normalización  
Codelco Chile – División Chuquicamata

## Índice

Capítulo	Contenido	Nº de Pagina
1	Lista de Participantes	3
2	Antecedentes Generales	4
3	Objetivos	4
4	Material de Ensayo	5
5	Análisis Estadísticos	6
5.1	Resultados Informados	6
5.2	Gráficos por Laboratorio y basados en incertidumbre	10
5.3	Detección de valores anómalos (outliers)	13
5.4	Determinación de valor asignado	14
5.5	Evaluación del desempeño por Laboratorio y gráficos	15
5.5.2	Gráficas del desempeño por Laboratorio	18
6	Información sobre metodologías, masas y volúmenes utilizados en el análisis estadístico	21
7	Resumen del Estudio	26
8	Conclusiones	28
	Bibliografía	30
Anexo N°1	Anexo N° 1 Método de análisis químico por Laboratorio	31
Anexo N°1	Tablas Error Normalizado	39
Anexo N°3	Carta conductora	42

## 1. Lista de Participantes

N°	Empresa
1	[Cesmec]-Iquique - Bureaveritas
2	División Chuquicamata - Codelco Chile
3	S.C. Minera El Abra
4	[Cesmec]-Calama - Bureau veritas laboratorio puerto seco
5	Alfred Knight (Sierra Gorda)
6	SGS Minerals T&S
7	División Salvador - Codelco Chile
8	ENAMI-Laboratorio Fundición H. Videla Lira
9	GEOLAQUIM Ltda.
10	Bureau Veritas (Carrizalillo) Caserones
11	Bureau Veritas (Copiapo)
12	SCM Atacama Kozan
13	[Cesmec]-Santiago- Bureaveritas
14	Cesmec Santiago (Div. Andina)
15	Inspectorate Services Perú
16	Geoassay
17	Geoassay
18	Geoassay
19	Compañía Minera Haldeman S.A
20	Alfred Knight (El Chacaya)
21	Bureau Veritas (Coquimbo)
22	División El teniente - Codelco Chile
23	Bureau Veritas (Antof.)

## 2. Antecedentes Generales:

El presente informe contiene los resultados del Primer Ensayo de Aptitud, del año 2021, en mineral sulfurado de cobre, efectuada en virtud del Convenio de Cooperación suscrito entre el Instituto Nacional de Normalización (INN) y la División Chuquicamata de Codelco Chile. El ensayo se realizó durante los meses de julio - Agosto del año 2021.

Dentro de las actividades analíticas es importante mantener la excelencia, y muchos Laboratorios desarrollan sistemas de aseguramiento de la calidad para los servicios entregados. Como medio de control externo de la calidad se encuentra la participación en los ensayos de Interlaboratorios y que son requeridos por los organismos acreditadores.

Los ensayos de aptitud proporcionan una oportunidad de realizar comparaciones entre Laboratorios Químicos, para evaluar su desempeño con Laboratorios similares con la finalidad de detectar desvíos que les permitan tomar acciones correctivas en sus procesos.

La información generada será tratada confidencialmente, INN entregó a cada Laboratorio participante un código, con el que hicieron llegar sus resultados. Para este ensayo se entregó una muestra de mineral Sulfurado de cobre.

En esta oportunidad los análisis se realizaron según metodología propias de cada laboratorio químico. Siendo condición fundamental para la evaluación estadística el haber determinado la incertidumbre de cada analito informado, ya que el desempeño de cada participante se realizara mediante el cálculo del error normalizado con el valor asignado por el Laboratorio organizador.

Se proporciona el valor asignado de los analitos solicitados que fueron metrologicamente trazable a un material de referencia certificado con una incertidumbre medida y fiable. Esta fue medida por la metodología validada del Laboratorio de referencia nacional designado Codelco.

Los resultados de mediciones individuales obtenidos por los Laboratorios participantes se comparan con el valor asignado. Los ensayos solicitados fueron los siguientes:

Mineral: Cobre, Hierro, Molibdeno, Arsénico y Plata.

## 3. Objetivos

El objetivo es determinar el desempeño de los Laboratorios participantes en el análisis de muestras de mineral sulfurado, además de ser capaces de determinar la incertidumbre de cada analito informado, esto para que cada participante demuestre competencia en su metodología analítica.

Dar a los laboratorios herramientas objetivas para que evalúen y mejoren sus mediciones.

#### 4. Material de Ensayo

- **Mineral:** Es una muestra de material sulfurado de Cobre preparado en el Laboratorio Químico de Codelco – División Chuquicamata.

La muestra es identificada con clave y corresponden a mineral de cobre de los yacimientos de la División Chuquicamata.

Cada Laboratorio recibió las instrucciones para la mantención de la muestra y realización de los análisis requeridos, de acuerdo a carta conductora **Anexo N°3 (Pagina N°42)** del protocolo de Ensayo de Aptitud INN-DCH-2103

#### Test de Homogeneidad:

Resumen Homogeneidad entre frascos (Anova).

Elemento	CM Factor	CM Error	F	P-value	Conclusión
Cu	4,022E-05	2,993E-05	1,34E+00	0,28	Existe Homogeneidad
Fe	1,623E-05	1,363E-05	1,19	0,35	Existe Homogeneidad
Mo	5,096E-06	4,200E-06	1,21	0,34	Existe Homogeneidad
As	2,074E-07	2,000E-07	1,04	0,45	Existe Homogeneidad
Ag	0,152	0,300	0,51	0,85	Existe Homogeneidad

Obs: Como el P-value es mayor a 0.05, se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa en la homogeneidad entre frascos, con un nivel de confianza del 95%

Resumen Homogeneidad dentro de frascos (Anova).

Elem.	CM Factor	CM Error	F	P-value	Conclusión
Cu	8,03E-05	2,62E-05	3,06	0,12	Existe Homogeneidad
Fe	4,33E-06	3,02E-05	0,14	0,87	Existe Homogeneidad
Mo	2,33E-06	2,22E-06	1,05	0,41	Existe Homogeneidad
As	3,33E-07	5,56E-07	0,60	0,58	Existe Homogeneidad
Ag	1,11E-01	3,33E-01	0,33	0,73	Existe Homogeneidad

Obs: Como el P-value es mayor a 0.05, se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa en la homogeneidad dentro de frascos, con un nivel de confianza del 95%

Estudio de estabilidad (regresión lineal).

Tiempo de estudio 16 meses, desde abril del 2020 a agosto 2021

Elem.	CM Factor	CM Error	F	P-value	Conclusión
Cu	0,0000011	0,0000082	0,13	0,739	Existe estabilidad
Fe	0,0000002	0,0000138	0,01	0,926	Existe estabilidad
Mo	0,0000002	0,0000002	1,3	0,372	Existe estabilidad
As	0,0000001	0,0000001	2,34	0,265	Existe estabilidad
Ag	0,052236	0,003882	13,46	0,067	Existe estabilidad

Obs: Como el P-value es mayor a 0.05, se determina que existe estabilidad de las muestras en el tiempo analizado, con un nivel de confianza del 95%.

## 5. Análisis Estadísticos

El tratamiento estadístico de los datos se realizó de acuerdo a la norma ISO/IEC17043:2010, y éste consistió en:

- 5.1 Resultados informados (paginas N° 6, 7, 8 y 9)
- 5.2 Gráficos por Laboratorio y basados en U exp. (Paginas N° 10, 11 y 12)
- 5.3 Detección de valores anómalos (outliers) (paginas N° 13)
- 5.4 Determinación del valor asignado (Página 14)
- 5.5 Evaluación del desempeño por Laboratorio, Error Normalizado (En) (pág. N° 15 y 16)
- 5.6 Gráfico del desempeño por Laboratorio, por En (páginas N° 17 al 19)
- 5.7 Gráfico de metodologías, masas usadas y volúmenes utilizados (páginas del 20 al 24)

Se realizó el análisis de datos anómalos mediante el test de Dixon y Rango intercuartilico. Una vez establecidos los datos anómalos, se procedió a realizar el análisis estadístico, sin ser excluidos los valores anómalos. El desempeño de cada Laboratorio fue evaluado de acuerdo al. En error Normalizado

### 5.1 Resultados Informados

Participan 23 Laboratorios en el ensayo de aptitud. De estos, 18 informaron la incertidumbre

- Evaluación del comportamiento de los participantes que reportaron la incertidumbre en sus resultados

Los resultados informados por los Laboratorios se presentan en las siguientes tablas:

A) Resultados informados por los laboratorios según metodología indicada por el laboratorio organizador.

	Resultados no considerados (no informan incertidumbre)
-	Sin información

	Cu %	Fe %	Mo g/t	As g/t	Ag g/t	
C-2103-10	1	0,853	0,798	1555,2	144,6	5,3
		0,854	0,798	1555,2	139,6	5,4
		0,841	0,806	1584,0	134,6	5,4
		0,850	0,810	1570,0	134,8	5,3
		0,854	0,815	1593,6	139,5	5,2
C-2103-12	2	0,843	0,805	1593,6	139,9	5,4
		0,856	0,810	1503,1	155,5	5,2
		0,864	0,807	1460,6	154,5	5,4
		0,862	0,806	1479,9	147,3	5,4
		0,855	0,798	1459,3	152,4	5,6
		0,857	0,799	1496,8	147,4	5,3
C-2103-17	3	0,859	0,814	1507,6	150,6	5,5
		0,869	0,822	-	-	6,2
		0,863	0,818	-	-	6,2
		0,859	0,843	-	-	6,1
		0,852	0,833	-	-	6,0
		0,832	0,835	-	-	6,1
C-2103-20	4	0,841	0,820	-	-	6,3
		0,846	0,804	1587,3	131,6	5,3
		0,848	0,78	1565,7	134,8	5,6
		0,848	0,794	1581,6	133,8	5,4
		0,846	0,761	1549,1	137,8	5,6
		0,847	0,764	1522	134,9	5,3
C-2103-21	5	0,848	-	1522,5	136,1	5,3
		0,852	0,787	1560,7	134,4	-
		0,859	0,788	1572,8	137,8	-
		0,855	0,786	1563,5	134,7	-
		0,854	0,786	1571,5	135,4	-
		0,851	0,791	1564,8	139,2	-
C-2103-22	6	0,864	0,783	1562,4	139,6	-
		0,854	0,81	-	140,9	5,4
		0,847	0,797	-	136,2	5,4
		0,845	0,798	-	134,9	5,4
		0,84	0,796	-	137,4	5,2
		0,842	0,796	-	129	5,2
C-2103-30	7	0,864	0,807	-	138,5	5,2
		0,847	0,745	1554,3	147,5	5,1
		0,843	0,748	1547,8	145	5,2
		0,85	0,75	1556,8	143,2	5,4
		0,847	0,744	1562,4	145,7	5,3
		0,844	0,753	1548,1	143,8	5,4
C-2103-31	8	0,85	0,746	1555,1	143,7	5,2
		0,835	0,788	1589,1	150,4	5,5
		0,835	0,785	1601,1	148,4	5,3
		0,829	0,789	1606,3	153,7	5,6
		0,829	0,783	1592,4	153,6	5,3
		0,830	0,788	1590,6	152,4	5,4
	0,832	0,783	1604,1	145,3	5,3	

Cu %	U exp.	Fe %	U exp.	Mo g/t	U exp.	As g/t	U exp.	Ag g/t	U exp.
0,849	0,021	0,805	0,029	1575,3	99,2	138,9	13,8	5,3	0,7
0,859	0,020	0,806	-	1484,6	2,5	151,3	0,0	5,4	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,847	0,020	0,781	0,025	1554,7	35,0	134,8	8,0	5,4	4,4
0,856	0,017	0,787	0,025	1566,0	35,8	136,9	10,0	-	-
0,849	0,017	0,800	0,025	-	-	136,2	10,0	5,3	0,0
0,847	0,003	0,748	0,003	1554,1	5,5	144,8	1,6	5,3	0,1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Cu %	Fe %	Mo g/t	As g/t	Ag g/t
9 C-2103-32	0,846	0,795	1430,2	152,6	5,1
	0,839	0,783	1421,9	155,5	5,3
	0,843	0,796	1433,3	154,8	5,2
	0,846	0,786	1428,9	156,3	5,3
	0,839	0,791	1439,9	153,1	5,2
	0,843	0,779	1437,5	155,9	5,2
10 C-2103-33	0,872	0,786	1540,0	130,3	5,2
	0,861	0,776	1520,0	130,7	5,2
	0,868	0,781	1520,0	130,8	5,1
	0,879	0,778	1510,0	131,7	5,2
	0,883	0,783	1540,0	131,5	5,3
	0,871	0,781	1530,0	130,9	5,2
11 C-2103-39	0,858	0,771	1593,7	128,9	5,5
	0,868	0,785	1545,5	134,4	5,4
	0,859	0,769	1593,2	131,2	5,5
	0,857	0,783	1592,3	130,2	5,5
	0,869	0,783	1551,3	130,9	5,5
	0,858	0,782	1585,6	130,5	5,5
12 C-2103-40	0,850	0,821	1585,6	122,1	3,9
	0,852	0,822	1588,8	122,1	3,9
	0,864	0,826	1589,8	124,3	3,9
	0,865	0,845	1595,4	126,0	3,9
	0,868	0,847	1596,1	126,9	4,1
	0,868	0,856	1598,5	128,2	4,2
13 C-2103-47	0,862	0,775	1582,9	130,6	5,5
	0,858	0,772	1585,6	130,2	5,5
	0,857	0,779	1581,2	131,1	5,5
	0,864	0,781	1580,8	130,8	5,5
	0,859	0,777	1576,3	129,7	5,5
	0,86	0,779	1572,5	132,5	5,5
14 C-2103-50	0,855	-	-	-	-
	0,853	-	-	-	-
	0,850	-	-	-	-
	0,848	-	-	-	-
	0,853	-	-	-	-
	0,846	-	-	-	-
15 C-2103-51	0,849	0,782	1509,8	-	-
	0,844	0,783	1507,2	-	-
	0,837	0,782	1495,2	-	-
	0,851	0,790	1493,8	-	-
	0,838	0,785	1467,3	-	-
	0,846	0,789	1498,5	-	-
16 C-2103-55	0,853	0,773	1557,0	132,1	-
	0,864	0,767	1561,6	129,5	-
	0,870	0,785	1570,2	129,9	-
	0,850	0,780	1610,0	130,5	-
	0,844	0,770	1595,0	131,4	-
	0,859	0,788	1632,2	130,8	-

Cu %	U exp.	Fe %	U exp.	Mo g/t	U exp.	As g/t	U exp.	Ag g/t	U exp.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,872	0,040	0,781	0,090	1530,0	7,0	131,0	20,0	5,2	0,5
0,862	0,010	0,779	0,140	1576,9	6,0	131,0	45,0	5,5	0,4
0,861	0,020	0,836	0,020	1592,4	8,0	124,9	10,0	4,0	0,2
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,851	0,021	-	-	-	-	-	-	-	-
0,844	0,013	0,785	0,150	1495,3	0,0	-	-	-	-
0,857	0,150	0,777	0,250	1587,7	54,0	130,7	48,0	-	-



	Cu %	Fe %	Mo g/t	As g/t	Ag g/t
17 C-2103-60	0,802	-	-	-	-
	0,804	-	-	-	-
	0,804	-	-	-	-
	0,802	-	-	-	-
	0,803	-	-	-	-
	0,804	-	-	-	-
18 C-2103-65	0,900	-	-	150	-
	0,880	-	-	160	-
	0,880	-	-	160	-
	0,890	-	-	160	-
	0,880	-	-	170	-
19 C-2103-66	0,815	0,782	1736,4	-	-
	0,814	0,782	1717,6	-	-
	0,813	0,783	1739,9	-	-
	0,816	0,786	1726,9	-	-
	0,816	0,786	1747,1	-	-
	0,818	0,782	1725,1	-	-
20 C-2103-70	0,870	0,770	1590,0	120,0	5,8
	0,857	0,760	1589,0	120,0	5,7
	0,835	0,770	1557,0	110,0	5,9
	0,846	0,770	1582,0	110,0	5,7
	0,864	0,770	1543,0	115,0	5,7
	0,854	0,760	1543,0	120,0	5,8
21 C-2103-77A	0,861	0,782	1533,7	-	-
	0,855	0,786	1537,0	-	-
	0,848	0,780	1539,1	-	-
	0,852	0,779	1529,1	-	-
	0,853	0,771	1532,4	-	-
	0,851	0,768	1543,6	-	-
22 C-2103-77B	0,850	0,827	1565,4	-	-
	0,857	0,814	1566,6	-	-
	0,856	0,803	1582,5	-	-
	0,859	0,807	1583,8	-	-
	0,846	0,811	1580,9	-	-
	0,852	0,830	1598,4	-	-
23 C-2103-86	0,851	0,780	1470,0	124,0	4,9
	0,870	0,750	1533,0	130,0	4,9
	0,863	0,750	1512,0	128,0	4,8
	0,848	0,740	1470,0	124,0	4,8
	0,851	0,760	1481,0	130,0	5,0
	0,866	0,800	1512,0	127,0	5,0
24 C-2103-99	0,902	0,827	1639,4	125,6	7,5
	0,895	0,842	1630,7	128,2	7,1
	0,903	0,835	1620,8	125,5	7,3
	0,902	0,845	1647,9	127,3	7,3
	0,904	0,834	1638,4	124,6	7,5
	0,898	0,837	1626,8	128,4	7,4

Cu %	U exp.	Fe %	U exp.	Mo g/t	U exp.	As g/t	U exp.	Ag g/t	U exp.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,887	0,030	-	-	-	-	161,7	0,0	-	-
0,815	0,004	0,784	0,004	1732,2	21,8	-	-	-	-
0,854	0,030	0,767	0,060	1567,3	30,0	115,8	20,0	5,8	0,4
0,853	0,025	0,778	0,065	1535,8	50,0	-	-	-	-
0,853	0,025	0,815	0,065	1579,6	50,0	-	-	-	-
0,858	0,022	0,760	0,403	1496,3	64,8	127,2	10,8	4,9	0,6
0,901	0,006	0,837	0,012	1634,0	19,6	126,6	3,2	7,4	0,4

## 5.2 Gráficos por Laboratorio y basados en incertidumbre

Los siguientes gráficos presentan el valor medio informado y su incertidumbre por cada laboratorio, representados con un cuadrado y línea azul respectivamente. Además se incorporaron los valores individuales (6 valores) informados por cada laboratorio, para mostrar la dispersión v/s incertidumbre de cada uno.

La línea sólida de color rojo, indica el valor asignado por el "laboratorio químico designado" y las líneas puntuadas en rojo representan el rango de incertidumbre asociado al valor asignado.

### 5.2.1 Mineral Sulfurado

Gráfico N° 5.2.1.-

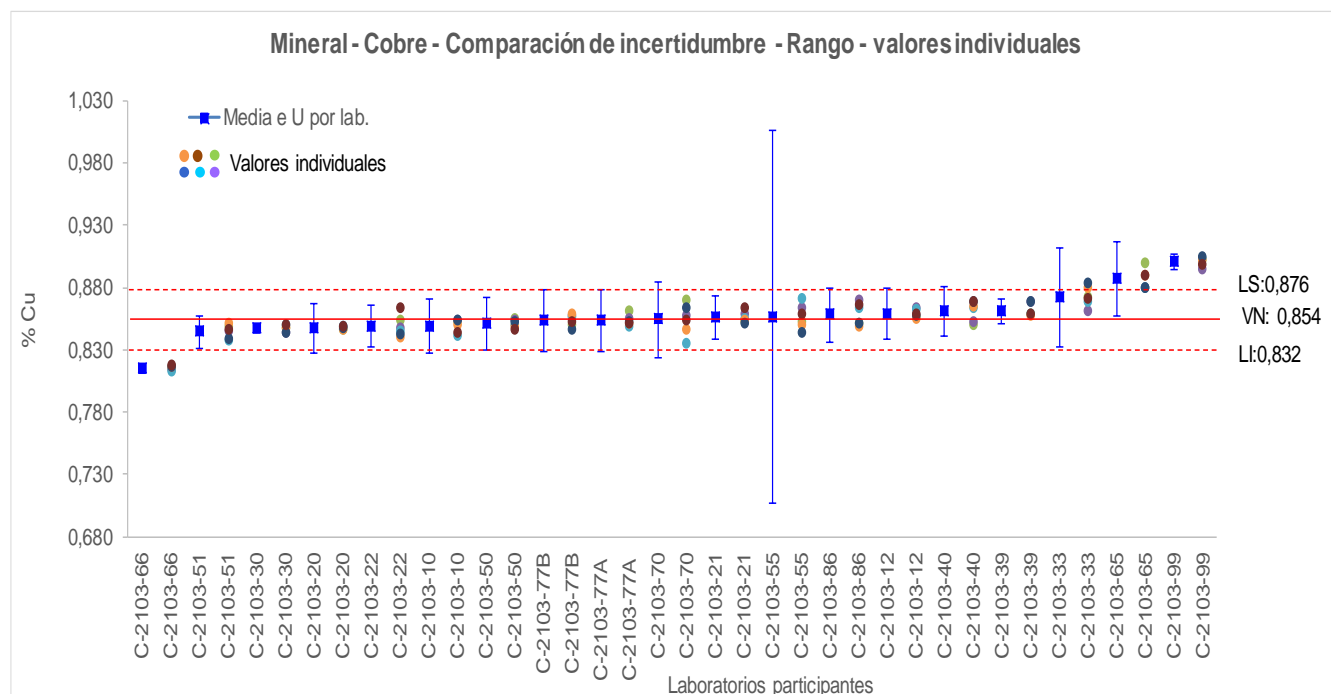


Gráfico N° 5.2.1.b.-

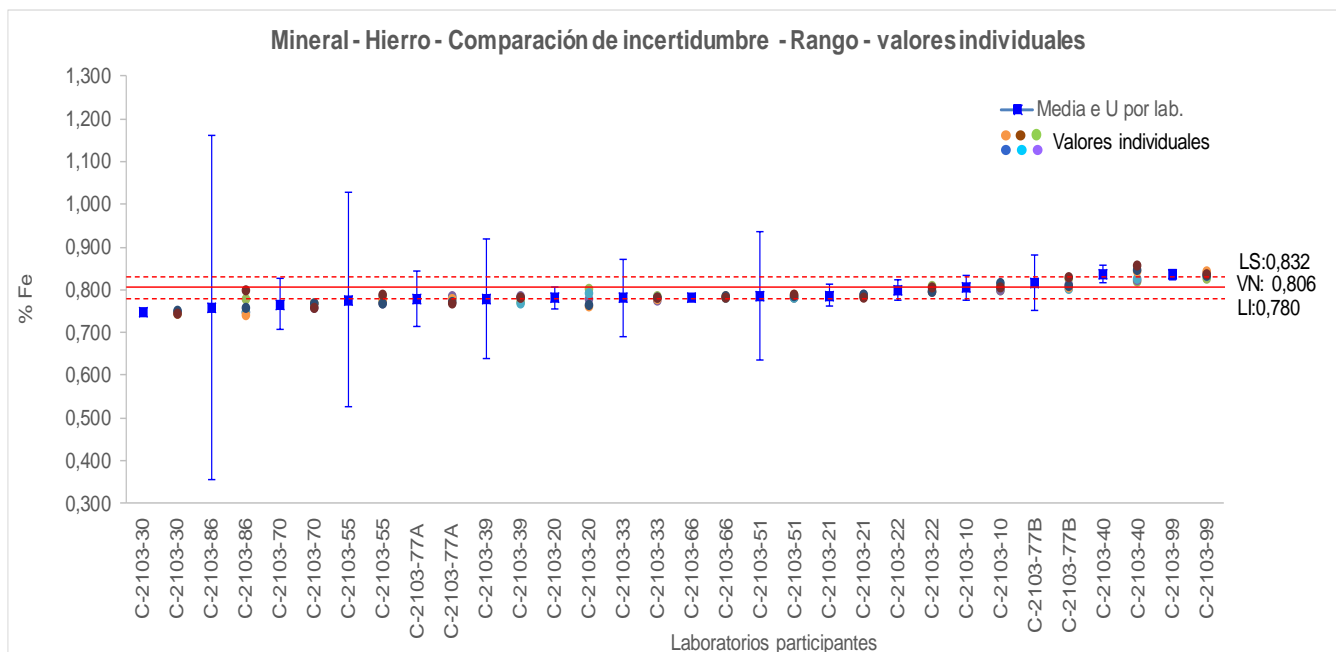


Gráfico N° 5.2.1.c.-

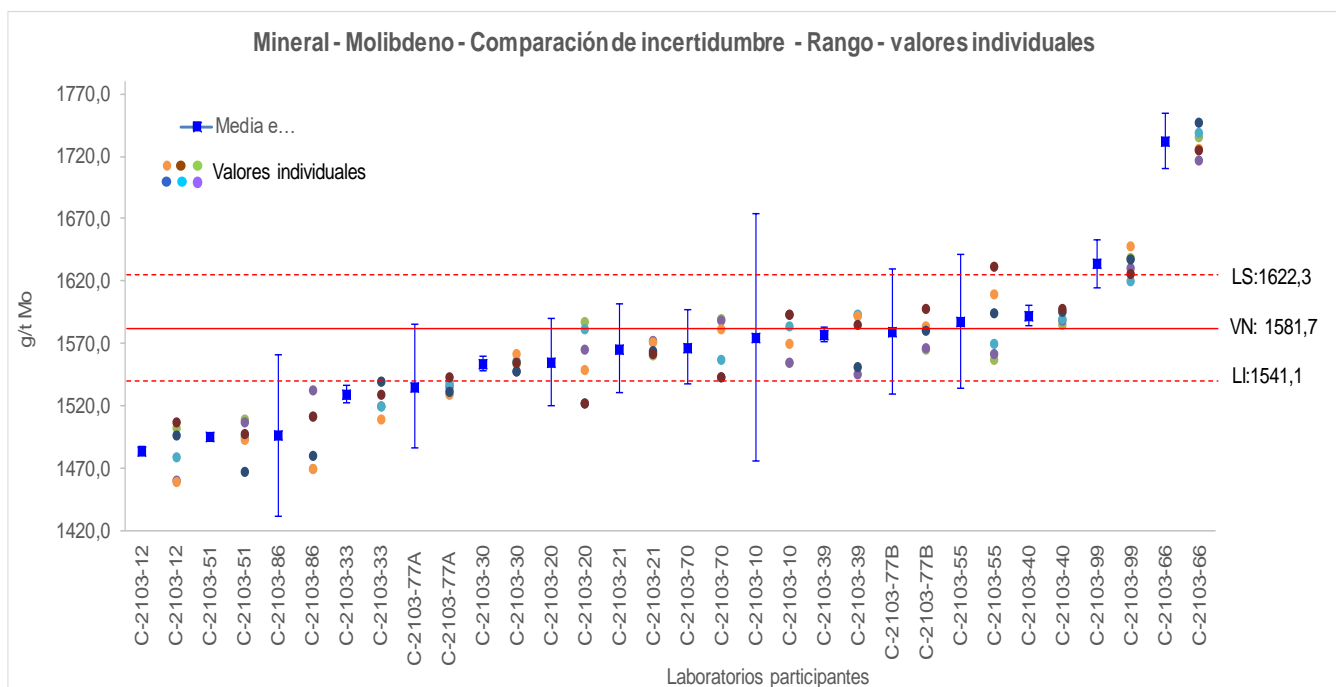


Gráfico N° 5.2.1.d.-

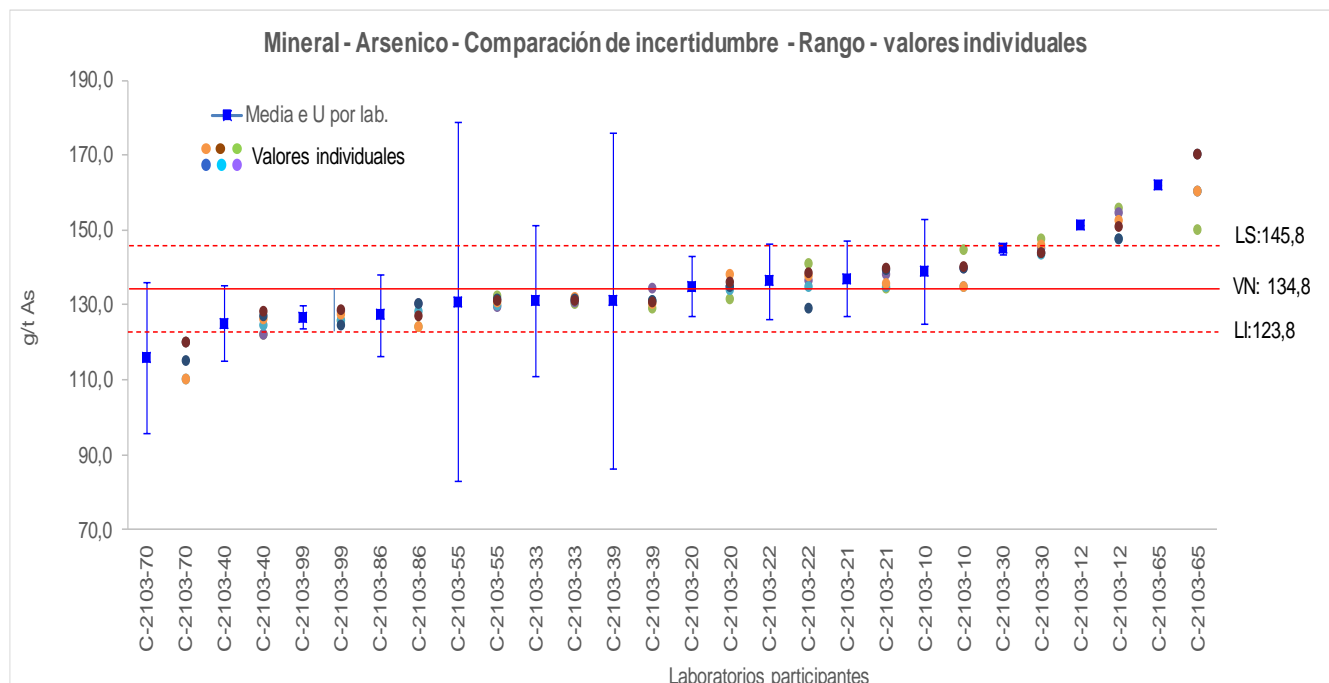
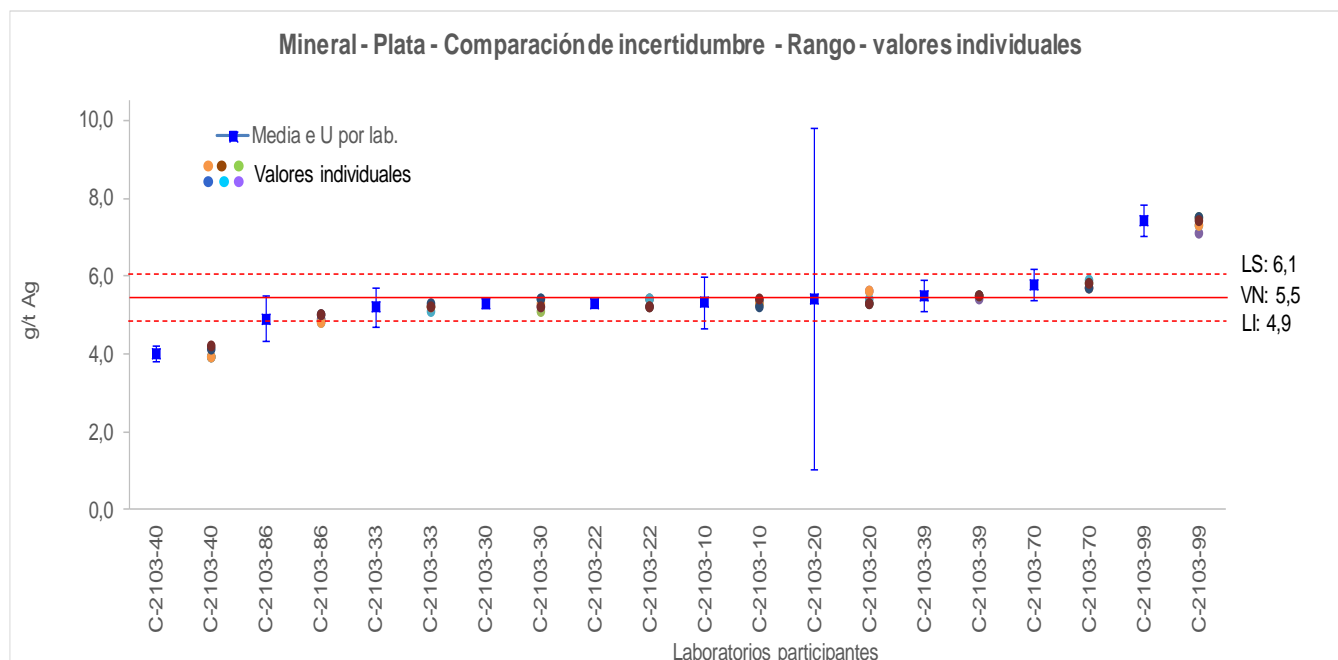


Gráfico N° 5.2.1.e.-



### 5.3 Detección de valores anómalos (outliers).

Las mediciones individuales fueron promediadas y a los resultados promedios se les aplicó el test de Dixon y test intercuartílico para la identificación de outliers. Los valores anómalos están marcados en color, junto a la identificación del Laboratorio.

En tabla 5.3.1 para la evaluación de la muestra mineral, se indican los promedios de los resultados de los distintos laboratorios, ordenados en forma ascendente y marcados los datos evaluados como anómalos según los test estadísticos indicados anteriormente.

Este análisis es solamente para mostrar los laboratorios que presenten valores anómalos. Para el análisis de error relativo participan todos los laboratorios incluidos los outsiders.

**Tabla 5.3.1.- Metodología indicada por el laboratorio organizador.**

#### Mineral de Cobre

Lab.	Cu %	U exp	Lab.	Fe %	U exp	Lab.	Mo g/t	U exp	Lab.	As g/t	U exp	Lab.	Ag g/t	U exp
C-2103-66	<b>0,815</b>	0,004	C-2103-30	0,748	0,003	C-2103-12	1484,6	2,5	C-2103-70	115,8	20,0	C-2103-40	<b>4,0</b>	0,2
C-2103-51	0,844	0,013	C-2103-86	0,760	0,403	C-2103-51	1495,3	0,0	C-2103-40	124,9	10,0	C-2103-86	4,9	0,6
C-2103-30	0,847	0,003	C-2103-70	0,767	0,060	C-2103-86	1496,3	64,8	C-2103-99	126,6	3,2	C-2103-33	5,2	0,5
C-2103-20	0,847	0,020	C-2103-55	0,777	0,250	C-2103-33	1530,0	7,0	C-2103-86	127,2	10,8	C-2103-30	5,3	0,1
C-2103-22	0,849	0,017	C-2103-77A	0,778	0,065	C-2103-77A	1535,8	50,0	C-2103-55	130,7	48,0	C-2103-22	5,3	0,0
C-2103-10	0,849	0,021	C-2103-39	0,779	0,140	C-2103-30	1554,1	5,5	C-2103-33	131,0	20,0	C-2103-10	5,3	0,7
C-2103-50	0,851	0,021	C-2103-20	0,781	0,025	C-2103-20	1554,7	35,0	C-2103-39	131,0	45,0	C-2103-20	5,4	4,4
C-2103-77B	0,853	0,025	C-2103-33	0,781	0,090	C-2103-21	1566,0	35,8	C-2103-20	134,8	8,0	C-2103-39	5,5	0,4
C-2103-77A	0,853	0,025	C-2103-66	0,784	0,004	C-2103-70	1567,3	30,0	C-2103-22	136,2	10,0	C-2103-70	5,8	0,4
C-2103-70	0,854	0,030	C-2103-51	0,785	0,150	C-2103-10	1575,3	99,2	C-2103-21	136,9	10,0	C-2103-99	<b>7,4</b>	0,4
C-2103-21	0,856	0,017	C-2103-21	0,787	0,025	C-2103-39	1576,9	6,0	C-2103-10	138,9	13,8			
C-2103-55	0,857	0,150	C-2103-22	0,800	0,025	C-2103-77B	1579,6	50,0	C-2103-30	144,8	1,6			
C-2103-86	0,858	0,022	C-2103-10	0,805	0,029	C-2103-55	1587,7	54,0	C-2103-12	151,3	0,0			
C-2103-12	0,859	0,020	C-2103-77B	0,815	0,065	C-2103-40	1592,4	8,0	C-2103-65	<b>161,7</b>	0,0			
C-2103-40	0,861	0,020	C-2103-40	<b>0,836</b>	0,020	C-2103-99	1634,0	19,6						
C-2103-39	0,862	0,010	C-2103-99	<b>0,837</b>	0,012	C-2103-66	<b>1732,2</b>	21,8						
C-2103-33	0,872	0,040												
C-2103-65	<b>0,887</b>	0,030												
C-2103-99	<b>0,901</b>	0,006												

#### Test de Dixon

Qi cal	0,403
Qs Cal	0,209
N	19
Q Tabla	0,305

0,135
0,007
16
0,329

0,043
0,397
16
0,329

0,198
0,227
14
0,349

0,268
0,478
10
0,412

#### Test Intercuartílico

	RI	Q1	Q3	LS	LI
Cu	0,01	0,849	0,861	0,873	0,837
Fe	0,03	0,777	0,804	0,831	0,751
Mo	54,10	1531,5	1585,6	1639,7	1477,4
As	13,3	127,0	140,3	153,7	113,7
Ag	0,4	5,1	5,6	6,0	4,7

DATOS ELIMINADOS POR TEST DE DIXON

DATOS ELIMINADOS POR TEST INTERQUARTILICO

#### 5.4.- Determinación del valor asignado:

Para el caso de este material de mineral sulfurado, los valores asignados se realizaron mediante una digestión vía clásica, con ácidos oxidante, posteriormente un acondicionamiento de las muestras en un medio final de ácido clorhídrico, luego las muestras son medidas por la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, con una calibración externa de patrones de cobre, hierro, molibdeno, arsénico y plata.

Los patrones de calibración certificados utilizados para las mediciones instrumentales son:

- Patrón certificado NIST 3114      Cobre (Cu)              Standard Solution
- Patrón certificado NIST 3126a    Hierro (Fe)              Standard Solution
- Patrón certificado NIST 3151    Plata (Ag)                Standard Solution
- Patrón certificado NIST 3134    Molibdeno (Mo)        Standard Solution
- Patrón certificado NIST 3134    Arsénico (As)            Standard Solution

La metodología de análisis químico para asignar los valores de los analitos solicitados son metrologicamente trazable a un Material de Referencia Certificado con una incertidumbre de medida, NIST Certificado 330a Copper Ore Mill Heads.

Para los análisis químicos se utilizaron equipos calibrados e insumos con trazabilidad comprobada como balanza con precisión de 0,01 mg y masas patrones calibrados por el laboratorio custodio de los patrones nacionales de masa CESMEC, Material volumétrico clase A, los ácidos utilizados son categoría ultrapur y agua ultra purificada grado I

Los resultados de los valores asignados obtenidos por el Laboratorio Químico Organizador y correspondiente al mineral enviado es:

**Tabla 5.4.1:**

Elemento	Valor Nominal	U exp.
% Cu	0,854	0,022
% Fe	0,806	0,054
g/t Mo	1581,7	40,6
g/t As	134,8	11
g/t Ag	5,5	0,6

## 5.5.- Evaluación del desempeño por Laboratorio (Mediante Error Normalizado) y Gráficas

$$E_n = \frac{(x - X)}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

$x$ : Resultado del laboratorio participante

$X$ : Valor asignado.

$U_{lab}$ : Incertidumbre expandida del resultado del participante

$U_{ref}$ : Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

### Interpretación de los resultados según ISO 13528:2015:

$|E_n| \leq 1,0$  : Desempeño "satisfactorio" y no genera ninguna señal.

$|E_n| > 1,0$  : Desempeño "insatisfactorio" y genera una señal de acción.

### Adicionalmente se puede mostrar el siguiente criterio de $E_n$

$0 \leq E_n \leq 0,3$ , excelente, sin acciones correctivas

$0,3 < E_n \leq 0,7$ , bueno, con posibilidad de mejorar

$0,7 < E_n \leq 1$ , aceptable y requiere mejora

$E_n > 1$ , Requiere acción correctiva

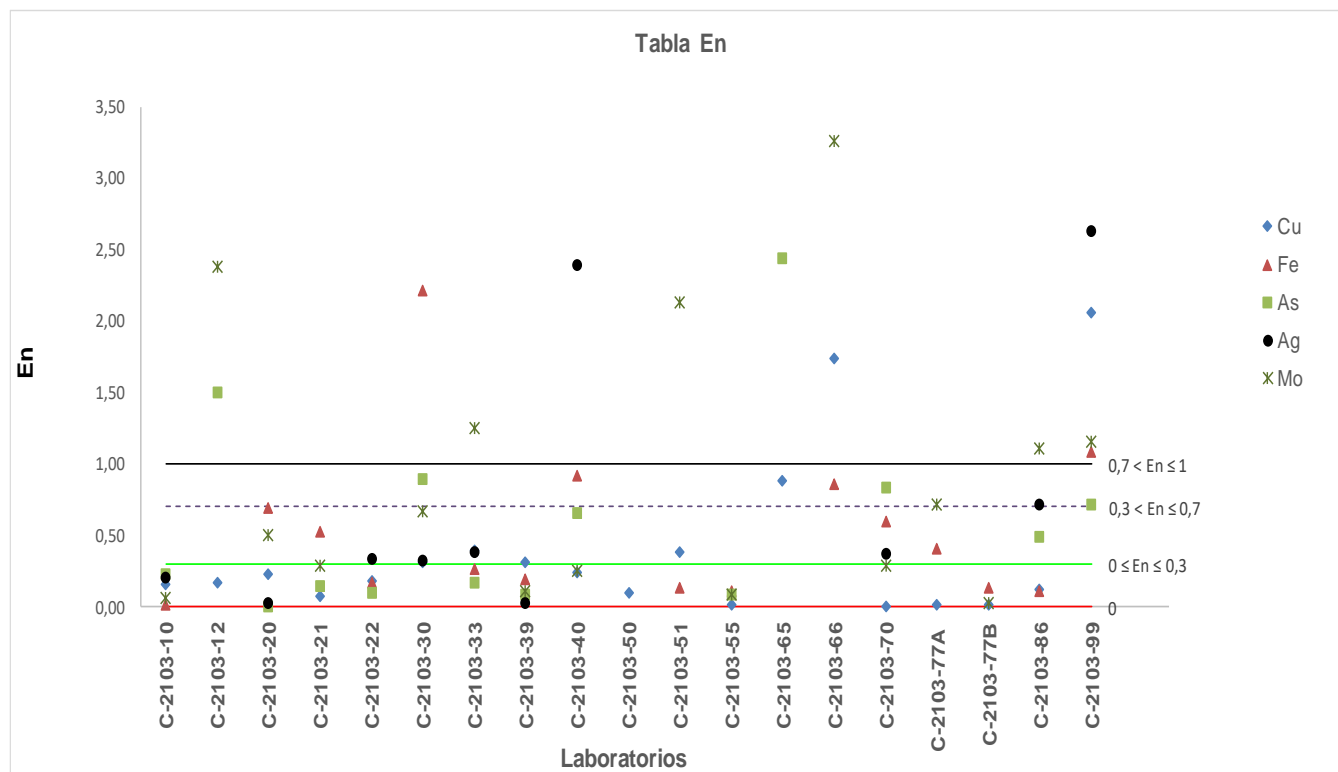
**Tabla resumen de Error Normalizado (En):**

**Tabla 5.5.1:**

	Error Normalizado				
	Cu	Fe	Mo	As	Ag
C-2103-10	0,16	0,02	0,06	0,23	0,20
C-2103-12	0,17	-	<b>2,39</b>	<b>1,50</b>	-
C-2103-20	0,24	0,69	0,50	0,00	0,02
C-2103-21	0,07	0,53	0,29	0,14	-
C-2103-22	0,18	0,17	-	0,09	0,33
C-2103-30	0,32	<b>2,22</b>	0,67	0,90	0,33
C-2103-33	0,39	0,27	<b>1,25</b>	0,17	0,38
C-2103-39	0,31	0,19	0,12	0,08	0,02
C-2103-40	0,24	0,92	0,26	0,66	<b>2,40</b>
C-2103-50	0,10	-	-	-	-
C-2103-51	0,38	0,14	<b>2,13</b>	-	-
C-2103-55	0,02	0,11	0,09	0,08	
C-2103-65	0,89	-	-	<b>2,45</b>	-
C-2103-66	<b>1,74</b>	0,86	<b>3,26</b>	-	-
C-2103-70	0,01	0,60	0,28	0,83	0,37
C-2103-77A	0,02	0,40	0,71	-	-
C-2103-77B	0,02	0,13	0,03	-	-
C-2103-86	0,13	0,11	<b>1,12</b>	0,50	0,72
C-2103-99	<b>2,06</b>	<b>1,08</b>	<b>1,16</b>	0,72	<b>2,63</b>



Gráfico N° 5.5.1- Gráfico resumen de desempeño “Error Normalizado” En por laboratorio.



### 5.5.2.- Gráficas del desempeño por Laboratorio.

- Los siguientes gráficos presentan los indicadores de rendimiento a través del Error Normalizado, adicionándole sub divisiones para una mejor comprensión.

Gráfico N°5.5.2.a.-

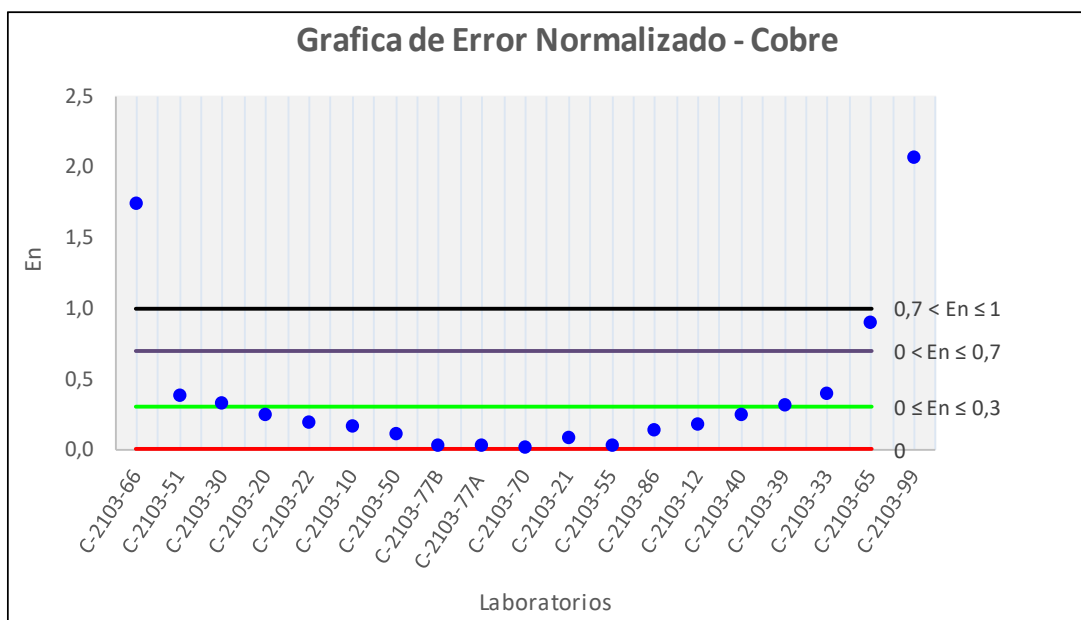


Gráfico N° 5.5.2.b.-

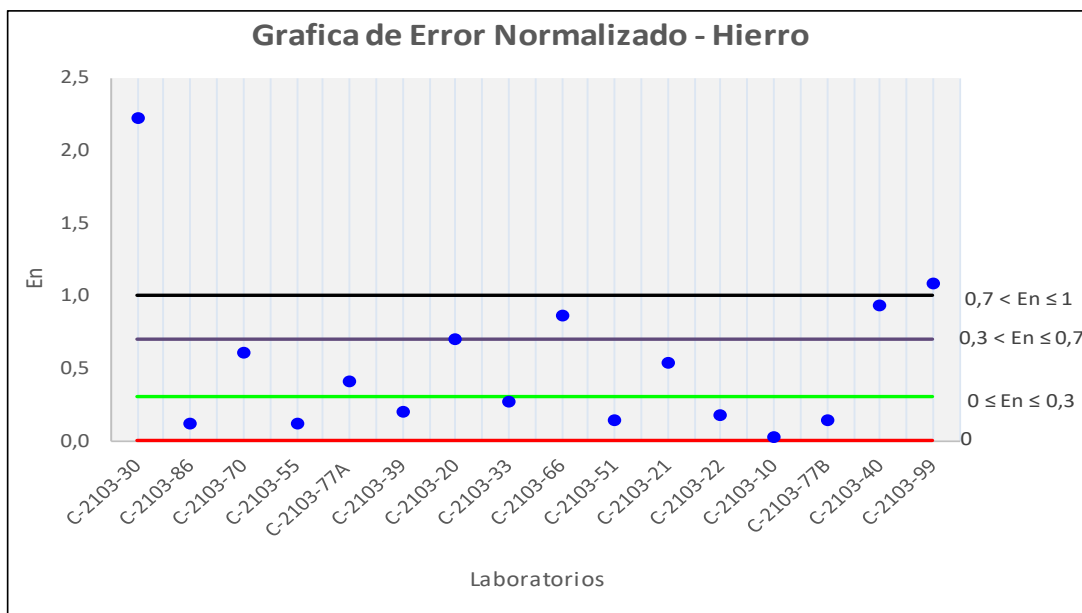


Gráfico Nº 5.5.2.c.-

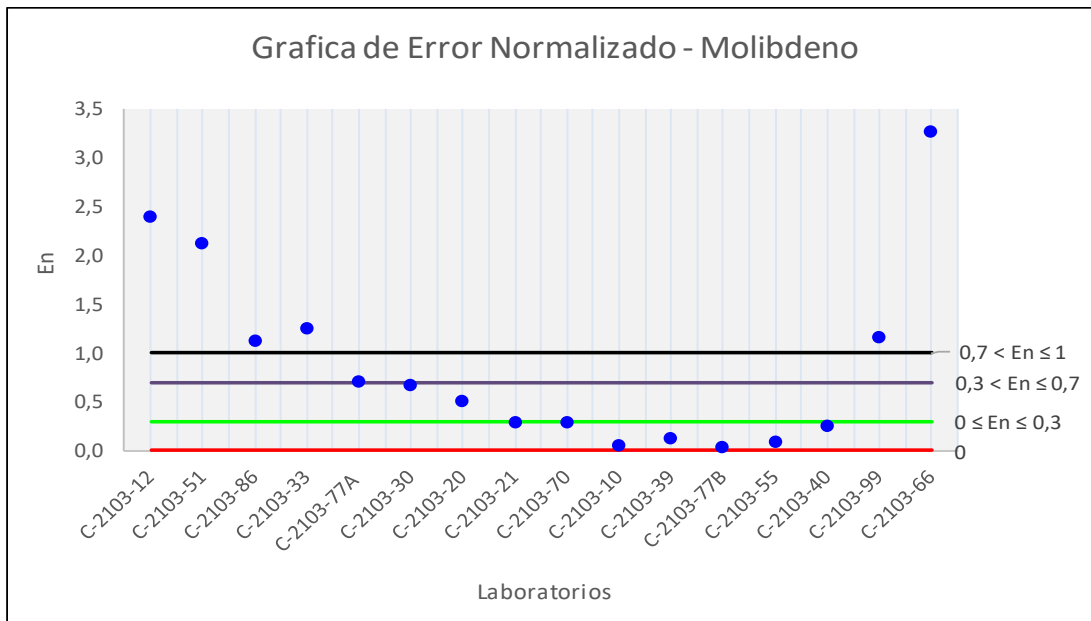


Gráfico Nº 5.5.2.d.-

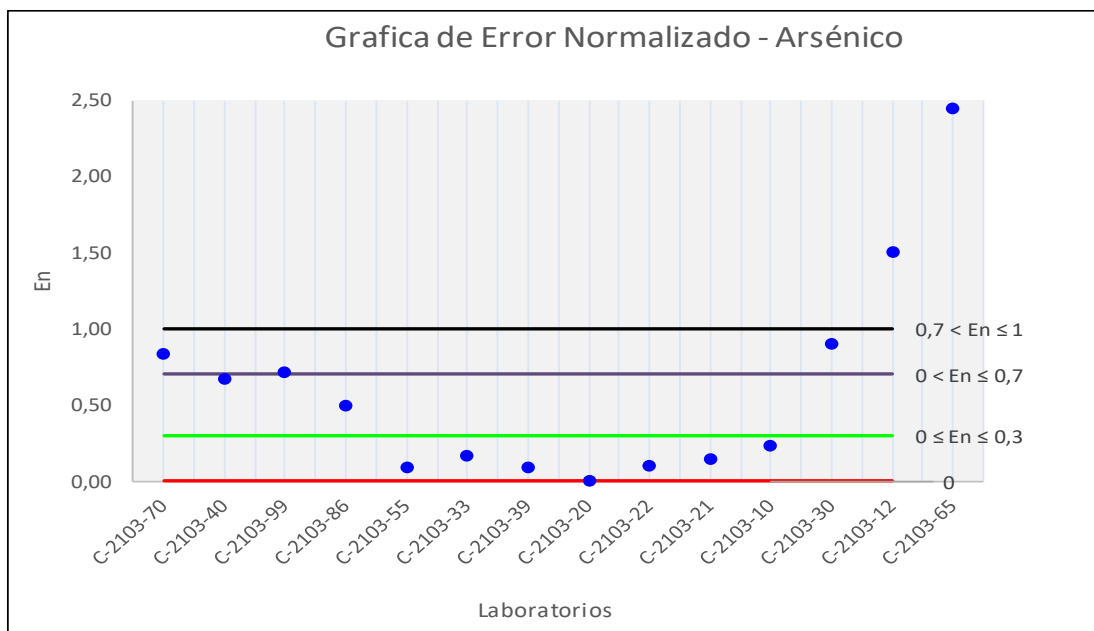
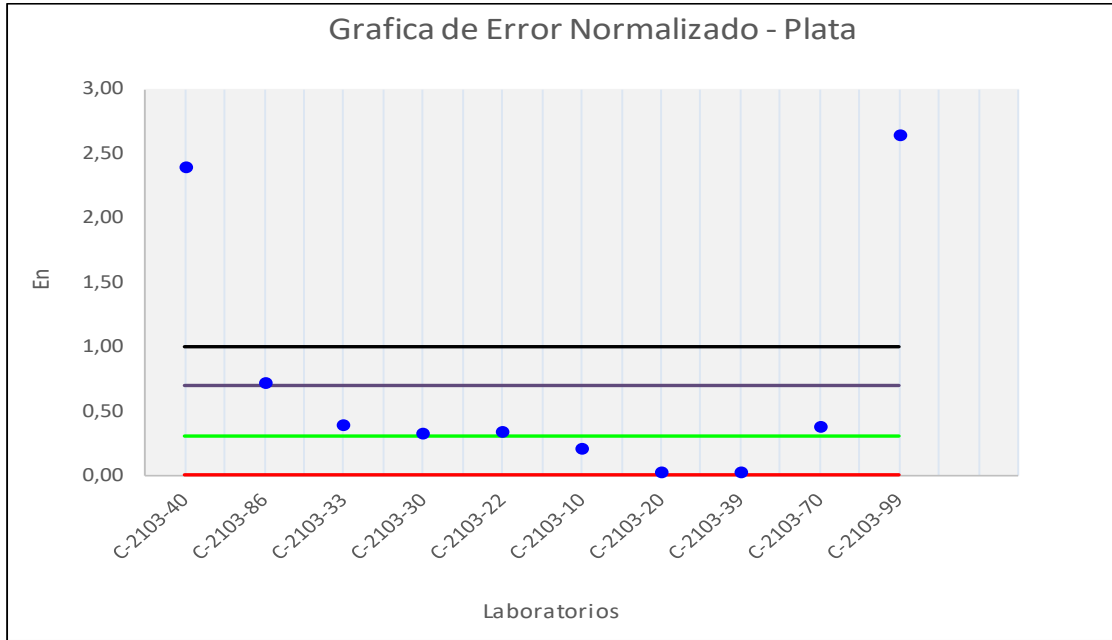


Gráfico N° 5.5.2.e.-



## 6. Información sobre metodologías, masas y volúmenes utilizados en el análisis estadístico.

### 6.1. Grafica de valores individuales para Mineral.

Gráfico N° 6.1.1.- Cobre

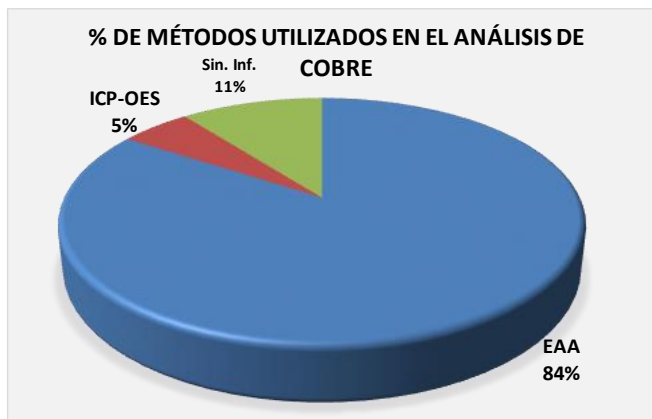


Gráfico N° 6.1.2.- Cobre

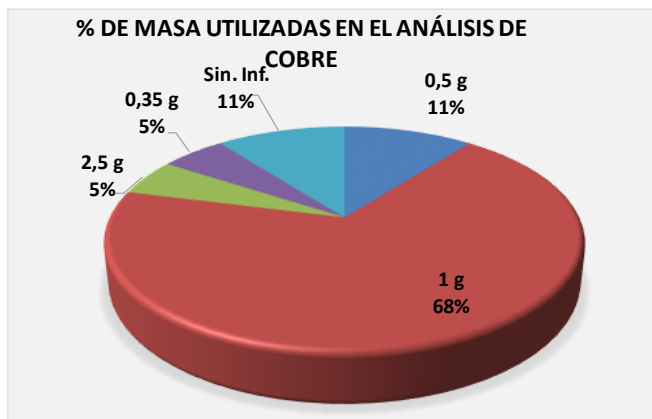


Gráfico N° 6.1.3.- Cobre

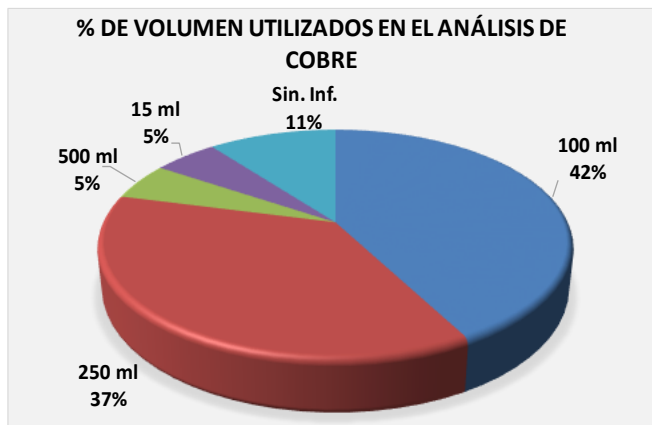


Gráfico N° 6.1.4.- Hierro



Gráfico N° 6.1.5.- Hierro

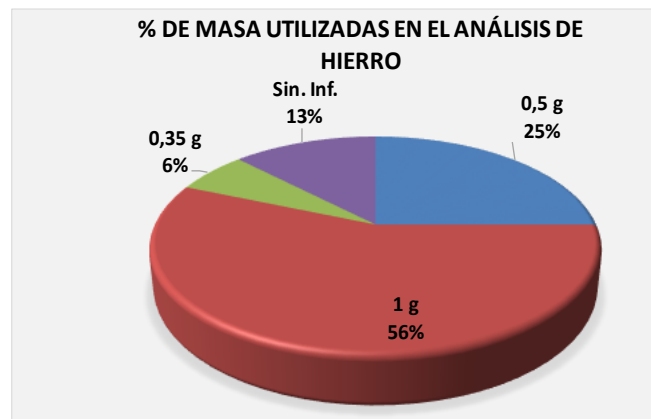


Gráfico N° 6.1.6.- Hierro

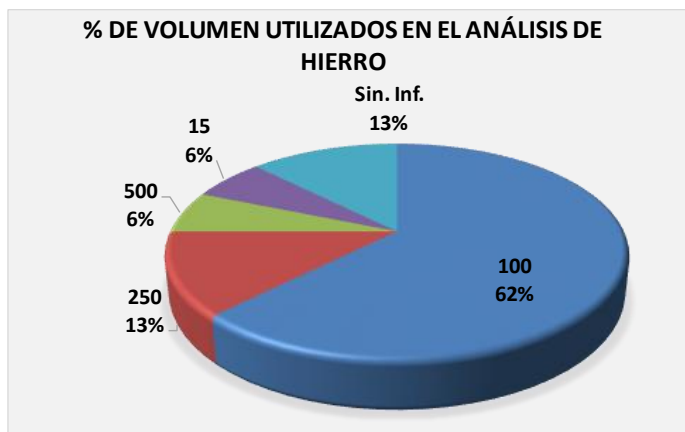


Gráfico N° 6.1.7.- Molibdeno

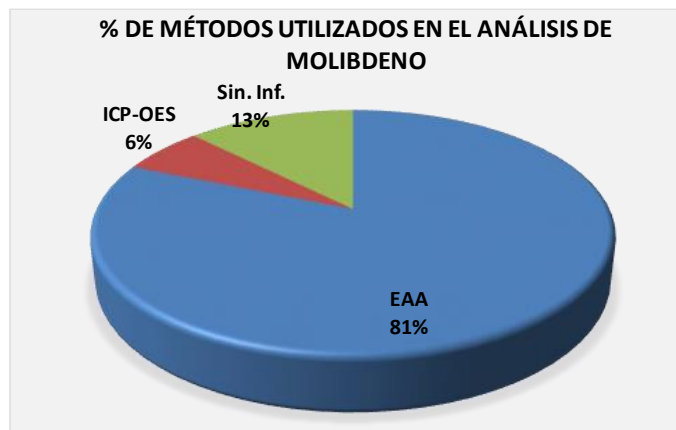


Gráfico N° 6.1.8.- Molibdeno

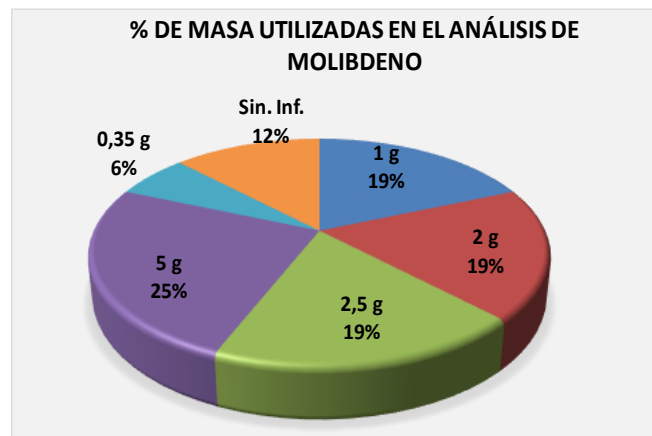


Gráfico N° 6.1.9.- Molibdeno

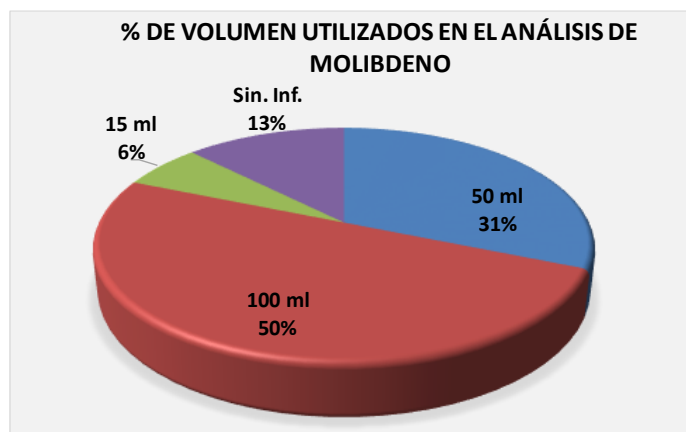


Gráfico N° 6.1.10.- Arsénico



Gráfico N° 6.1.11.- Arsénico

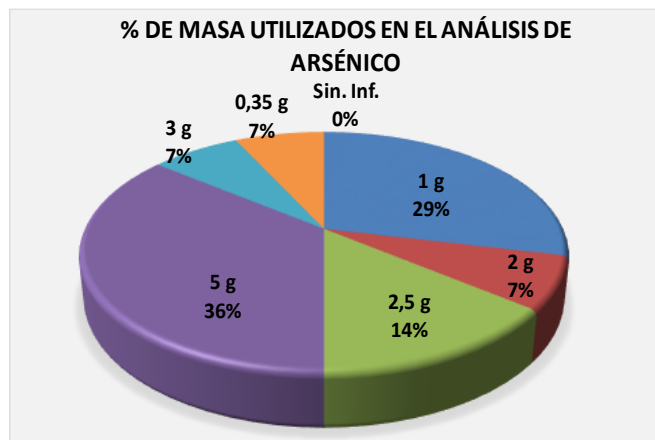


Gráfico N° 6.1.12- Arsénico

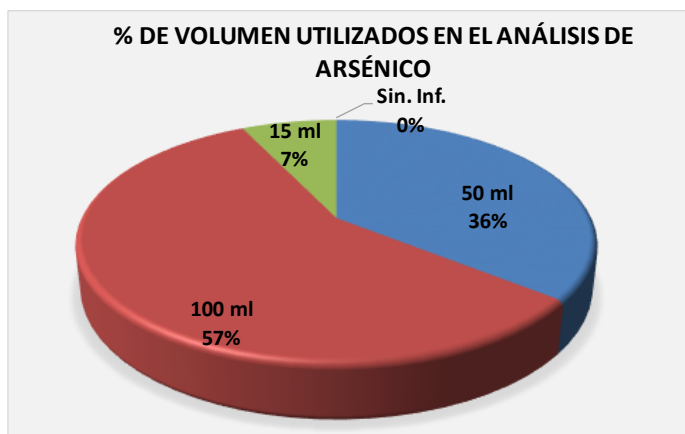




Gráfico N° 6.1.13.- Plata



Gráfico N° 6.1.14.- Plata

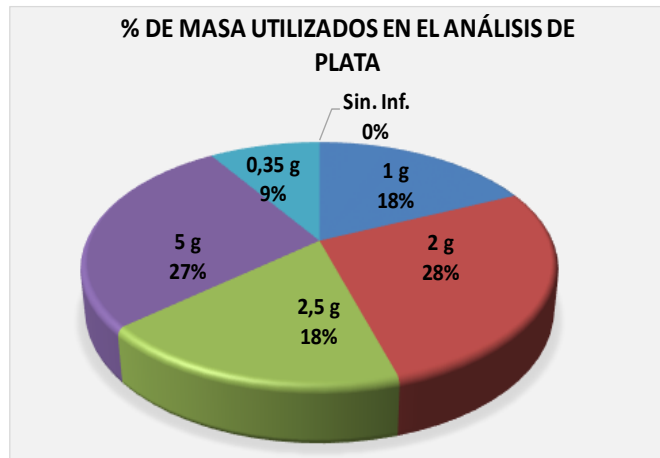
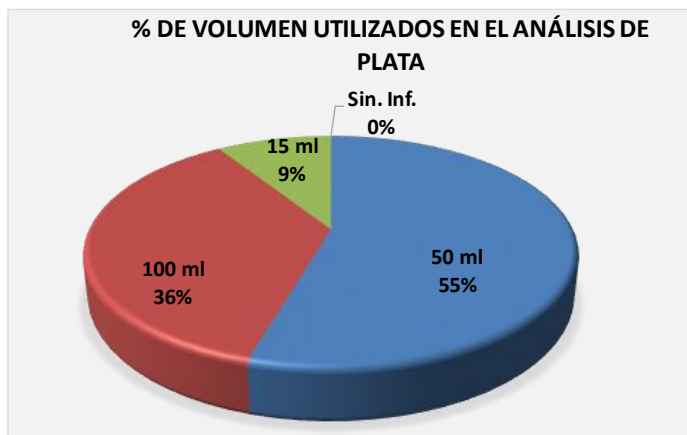


Gráfico N° 6.1.15.- Plata



## 7.- Resumen del Estudio

7.a.- Para el EA de mineral de cobre, la participación de los Laboratorios se resume en:

Participación /Cumplimiento:

	Cantidad	%
Total Laboratorios participantes	23	100
Total Laboratorios considerados	18	78,3
Total Laboratorios no considerados	5	21,7

Reporte por elementos de los Laboratorios considerados en la evaluación

Elemento	% Participación
Cu	100
Fe	88,9
Mo	83,3
As	77,8
Ag	55,6

7.c.- Desempeño:

- a. La evaluación global del desempeño de los laboratorios por cada elemento, después de realizar la identificación de outlier, medidos a través del En se puede observar en la siguientes tablas:

Evaluación de desempeño de participantes.

	Cu	Fe	Mo	As	Ag
C-2103-10	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-12	Satisfactorio	-	<b>Insatisfactorio</b>	<b>Insatisfactorio</b>	-
C-2103-20	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-21	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	-
C-2103-22	Satisfactorio	Satisfactorio	-	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-30	Satisfactorio	<b>Insatisfactorio</b>	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-33	Satisfactorio	Satisfactorio	<b>Insatisfactorio</b>	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-39	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-40	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	<b>Insatisfactorio</b>
C-2103-50	Satisfactorio	-	-	-	-
C-2103-51	Satisfactorio	Satisfactorio	<b>Insatisfactorio</b>	-	-
C-2103-55	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	-
C-2103-65	Satisfactorio	-	-	<b>Insatisfactorio</b>	-
C-2103-66	<b>Insatisfactorio</b>	Satisfactorio	<b>Insatisfactorio</b>	-	-
C-2103-70	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-77A	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	-	-
C-2103-77B	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	-	-
C-2103-86	Satisfactorio	Satisfactorio	<b>Insatisfactorio</b>	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2103-99	<b>Insatisfactorio</b>	<b>Insatisfactorio</b>	<b>Insatisfactorio</b>	Satisfactorio	<b>Insatisfactorio</b>

## 8.- Conclusiones

- El presente informe de ensayo de aptitud, fue realizado con la participación de 23 Laboratorios. De estos solo 18 de los Laboratorios participantes cumplen con el protocolo de reportar resultados con declaración de incertidumbre, por lo cual los reportes de los 5 laboratorios restantes no se consideran para la evaluación de este informe.
- De acuerdo a los test realizados para detectar valores anómalos (outliers), se detectaron 8 (estos fueron igual considerados en el análisis de ER) , que corresponde a:

Elemento	VN	N° Lab.	Valor por lab.
% Cu	0,854	66	0,815
% Cu	0,854	65	0,887
% Cu	0,854	99	0,901
% Fe	0,806	40	0,836
% Fe	0,806	99	0,837
g/t Mo	1581,7	66	1732,2
g/t As	134,8	65	161,7
g/t Ag	5,5	99	4,0
g/t Ag	5,5	99	7,4

- La evaluación de desempeño del presente Ensayo de Aptitud, se realizó mediante una evaluación estadística del Error Normalizado, donde se compara los resultados de las pruebas de aptitud entre los participantes y el laboratorio de referencia, en este tipo de evaluación se incluye la incertidumbre en el resultado de la medición informada por los participantes.
- Los resultados de la evaluación de desempeño de cada Laboratorio participante se muestran en el ítem 8. C (pág 29)
- En los gráficos del ítem 5.2 se realiza la comparación entre incertidumbres y la distribución de los valores individuales de cada laboratorio. De esta comparación se puede concluir lo siguiente:
  - a) Para el caso de los reportes de cobre (%), las incertidumbres declaradas por los participantes son similares entre ellos, excepto el laboratorio N°55 que informa una incertidumbre más alta que el resto de los participantes y que se encuentra sobre estimada de acuerdo a la desviación de sus resultados, además en 3 casos el rango de los resultados informados (diferencia entre el mayor y menor de los 6 resultados informados) se encuentran sobre el valor de la incertidumbre

declarada por dichos laboratorios, lo que se esperaba es que la diferencia entre los resultados reportados se encuentren siempre dentro o igual a la incertidumbre declarada, estos son los laboratorios N°30, 66 y 99.

- b) En el caso de los reportes de Hierro (%), el laboratorio N°86 informa la incertidumbre más alta en comparación con el resto de los participantes, la que posiblemente este sobreestimada, también en el caso del Hierro existen dos laboratorios en que el rango de los resultados informados se encuentran sobre la incertidumbre declarada por dichos laboratorios
  - c) Para los análisis de Molibdeno (%), las incertidumbres informadas son similares entre todos los participantes, en este caso 4 laboratorios informan un rango de resultados por sobre la incertidumbre declarada por los propios laboratorios, por lo que posiblemente se encuentren subestimadas y específicamente el laboratorio N°51 informa una incertidumbre de 0,0 por lo que debe revisar sus cálculos.
  - d) Para los resultados de Arsénico (g/t), las incertidumbres informadas son similares entre todos los participantes, en dos casos se puede apreciar una incertidumbre sobre estimada y a la vez, 3 laboratorios informan un rango de resultados por sobre la incertidumbre declarada por los propios laboratorios
  - e) Para los resultados de Plata (g/t), las incertidumbres informadas son similares entre todos los participantes, excepto el laboratorio N°20 que informa una incertidumbre muy alta, similar al resultado  $5,4 \text{ g/t} \pm 5,4$  ( se presume que existe un error de cálculo)
- En general se puede concluir que el ensayo de aptitud INN-DCH N°C-2103, se realizó con éxito, donde se puede evaluar de forma positiva, la participación de los Laboratorios. Para este ensayo solo 4 laboratorios participantes no reportaron el valor de la incertidumbre, correspondiente a un 16% del grupo, por lo que no fueron considerados en la elaboración del informe del Ensayo de Aptitud  
Con el presente informe los laboratorios participantes pueden evaluar su propio comportamiento estadístico y usarlo como herramientas para detectar mejoras y oportunidades con los resultados informados.

## Bibliografía

1. NCh-ISO 17043- Evaluación de la conformidad — Requisitos generales para los ensayos de aptitud
2. ISO 13528:2005(E) - Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons
3. ISO Guía 35:2006(E) – Reference materials – General and statistical principles for certification
4. IUPAC 2006 – The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories.



## ANEXO Nº 1

## ANEXO N°1: METODO DE ANALISIS POR LABORATORIO

Laboratorio Código : C-2103- 10									
Mineral									
Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1.0	500	HNO <sub>3</sub> + HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +HF	10% HCL	327.4	0 - 50	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Aire	Agilent 240 AA
Fe	EAA	1.0	500	HNO <sub>3</sub> + HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + HF	10% HCL	248.3	0 - 100	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> O	Agilent 240 AA
Mo	EAA	2.0	100	HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + HF	10% HCL + 1%Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	313.3	0 - 60	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> O	Agilent 240 AA
As	EAA	2.0	100	HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +HF	10% HCL + 1%Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	193.7	0 - 60	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Aire	Agilent 240 AA
Ag	EAA	2	100	HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +H F+HCl	10 % HCl	328,1	0-5	Aire- C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Agilent 240 AA

Laboratorio Código : C-2103- 12									
Mineral									
Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	E.A.A	1	100	5 HNO <sub>3</sub> , 15 HCL, 2 HClO <sub>4</sub>	10% HCL	327,4	50-100-200	Aire- Acetileno	Perkin Elmer A.A 400
Fe	E.A.A	0,5	250	10 HN03 , 3 HClO <sub>4</sub> y 5 HF	5% HCL	373,71	100-300-500	Acetileno- Nitroso	Perkin Elmer A.A 400
Ag	E.A.A	2,5	50	7 HN03, 21 HCL , 1 HClO <sub>4</sub> , 5 HF	25% HCL	327,4	0,5-1-2	Aire- Acetileno	Perkin Elmer A.A 400
Mo	E.A.A	2,5	50	7 HN03, 21 HCL , 1 HClO <sub>4</sub> , 5 HF	25% HCL	313,3	5-10-30-60	Acetileno- Nitroso	Perkin Elmer A.A 400
As	E.A.A	2,5	50	7 HN03, 21 HCL , 1 HClO <sub>4</sub> , 5 HF	25% HCL	193,7	5-10-30-60	Aire- Acetileno	Perkin Elmer A.A 400



**Laboratorio Código : C-2103- 20**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1.0 g	250	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl	327,4	0.0- 20.0- 50.0-100.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 244
Fe	EAA	0.5g	100	HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + HF	10% HCl	372,0	0.0-50.0- 100.0- 200.0- 300.0-400.0	Nitroso- Acetileno	VARIAN- 244
As	EAA	5.0 g	100	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl + 1% NaSO <sub>4</sub>	193,7	0.0-1.0-2.0- 5.0-10.0- 20.0-40.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 244
Mo	EAA	5.0 g	100	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl + 1% NaSO <sub>4</sub>	313,3	0.0-1.0-2.0- 5.0-10.0- 20.0-40.0	Nitroso- Acetileno	VARIAN- 244
Ag	EAA	5.0 g	50	HNO <sub>3</sub> +HCl	10% HCl + 1% NaSO <sub>4</sub>	338,3	0.0-1.0-2.5- 5.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 244

**Laboratorio Código : C-2103- 21**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1.0 g	250	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl	327,4	0.0- 20.0- 50.0-100.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 240
Fe	EAA	0.5g	100	HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + HF	10% HCl	372,0	0.0-50.0- 100.0- 200.0- 300.0-400.0	Nitroso- Acetileno	VARIAN- 240
As	EAA	5.0 g	100	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl + 1% NaSO <sub>4</sub>	193,7	0.0-1.0-2.0- 5.0-10.0- 20.0-40.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 240
Mo	EAA	5.0 g	100	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl + 1% NaSO <sub>4</sub>	313,3	0.0-1.0-2.0- 5.0-10.0- 20.0-40.0	Nitroso- Acetileno	VARIAN- 240

**Laboratorio Código : C-2103- 22**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1.0 g	250	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl	327,4	0.0- 20.0- 50.0-100.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 240
Fe	EAA	0.5g	100	HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + HF	10% HCl	372,0	0.0-50.0- 100.0- 200.0- 300.0-400.0	Nitroso- Acetileno	VARIAN- 240
As	EAA	5.0 g	100	HNO <sub>3</sub> +HClO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10% HCl + 1% NaSO <sub>4</sub>	193,7	0.0-1.0-2.0- 5.0-10.0- 20.0-40.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 240
Ag	EAA	5.0 g	50	HNO <sub>3</sub> +HCl	10% HCl + 1% NaSO <sub>4</sub>	338,3	0.0-1.0-2.5- 5.0	Aire- Acetileno	VARIAN- 240

**Laboratorio Código : C-2103- 30**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
No se puede rescatar la información, Esta bloqueado Excel									

**Laboratorio Código : C-2103- 33**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
<b>Cu</b>	EAA	1 g	100	10 ml HNO <sub>3</sub> + 5 ml HClO <sub>4</sub>	10 % HCl	327,4	0 - 100 - 200 - 300	Aire-Acetileno	VARIAN-240
<b>Fe</b>	EAA	1 g	100	10 ml HNO <sub>3</sub> + 5ml HClO <sub>4</sub>	10%HCl - 1% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	372	0 - 100 - 250 - 500	Oxido nitroso-Acetileno	VARIAN-240
<b>Mo</b>	EAA	1 g	100	10 ml HNO <sub>3</sub> + 5ml HClO <sub>4</sub>	10%HCl - 1% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	313,3	0 - 5 - 10 - 25	Oxido nitroso-Acetileno	VARIAN-240
<b>As</b>	EAA	3 g	100	10ml HNO <sub>3</sub> + 5ml HClO <sub>4</sub> + 3ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	193,7	0-2-5-10-30-50	Aire-Acetileno	VARIAN-240
<b>Ag</b>	EAA	2 g	50	10ml HNO <sub>3</sub> + 5ml HClO <sub>4</sub> + 10ml HF	25 % HCl	328,1	0-0,25-0,5-1,0-2,5	Aire-Acetileno	VARIAN-240

**Laboratorio Código : C-2103- 39**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1,000	100	HNO <sub>3</sub> - Agua Regia	10% HCl + 0,1% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	327,4	10 - 25 - 50 - 100 - 250 - 500	Aire/Acetileno	VARIAN 240
Fe	EAA	1,000	100	HNO <sub>3</sub> - Agua Regia	10% HCl + 0,1% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	373,7	100 - 250 - 500	Nitroso/Acetileno	VARIAN 240
As	EAA	5,000	50	HNO <sub>3</sub> - Agua Regia	25% HCl + 0,1% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	193,7	10 - 25 - 50 - 100 - 200	Nitroso/Acetileno	VARIAN 240
Mo	EAA	5,000	50	HNO <sub>3</sub> - Agua Regia	25% HCl + 0,1% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	313,3	5 - 10 - 25 - 50 - 100 - 200	Nitroso/Acetileno	VARIAN 240
Ag	EAA	5,000	50	HNO <sub>3</sub> - Agua Regia	25% HCl	328,1	0,5 - 1 - 2,5 - 5 - 10	Aire/Acetileno	VARIAN 240

**Laboratorio Código : C-2103- 40**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cobre	EAA	2,5 gr	100	10 mL HNO3 + 3 mL HClO4	sequedad	327,4	50 – 200 – 400 mg/l	C2H2-Aire	Thermo S-Series
Hierro	EAA	1,0 gr	100	5 mL HF+ 10 mL HNO3 + 4 mL HClO4	sequedad	373,7	50- 200-400 mg/l	C2H2-N2O	Thermo S-Series
Molibdeno	EAA	2,5 gr	100	10 mL HNO3 + 3 mL HClO4	sequedad	313,3	0.5 – 1 - 5 mg/l	C2H2-N2O	Thermo S-Series
Arsenico	EAA	2,5 gr	100	10 mL HNO3 + 3 mL HClO4	sequedad	193,7	2 – 5 – 10 mg/l	C2H2-N2O	Thermo S-Series
Plata	EAA	1,0 gr	100	10 mL HNO3 + 3 mL HClO4	sequedad	328,1	0.5 – 1 - 2 mg/l	C2H2-Aire	Thermo S-Series

**Laboratorio Código : C-2103- 50**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1	100	HNO3-HClO4	10% HCl	327,4	25-50-100/ 100-200-300	Aire-C2H2	Agilent 240FS AA

**Laboratorio Código : C-2103- 51**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1	100	HNO3-HClO4	10% HCl	327,4	25-50-100/ 100-200-300	Aire-C2H2	Agilent 240FS AA
Fe	EAA	1	100	HNO3-HClO4	10% HCl- 0,1% Na2SO4	372,0	50-100-200/ 200-300-400	Aire-C2H2	Agilent 240FS AA
Mo	EAA	2,5	50	HNO3-HClO4- HF-HCL	10% HCl- 0,1% Na2SO4	313,3	2.5-5-10/ 10-25-50	N2O-C2H2	Agilent 240FS AA

**Laboratorio Código : C-2103- 55**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1	250	10% HCl	327,4	10-25-50-100	Aire - Acetileno	EAA	Cu
Fe	EAA	1	250	10% HCl	372	50-100-250-500	Nitroso - Acetileno	EAA	Fe
As	EAA	5	50	10% HCl	193,7	5-10-25-50	Nitroso - Acetileno	EAA	As
Mo	EAA	5	50	10% HCl	313	5-10-25-50	Nitroso - Acetileno	EAA	Mo

**Laboratorio Código : C-2103- 65**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cobre mineral 1	EAA	1,00	250	HCl , HNO3 ,H2SO4,HF	HCL 10%	327,4	0-10-25-50 ppm	aire acetileno	PinAAcle500
As	EAA	1,00	100	HNO3, HF,HCl	Siruposo	193,7	5-10-30-60 ppm	aire acetileno	PinAAcle500

**Laboratorio Código : C-2103- 66**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	0,50g	250	3 ácidos	Solución	327,4	2,5-5,0-10,0	AIRE-ACETILENO	EAA Varian 220
Fe	EAA	0,50g	250	3 ácidos	Solución	372	30-50-100-200	ACETILENO. OX. NITROSO	EAA Varian 220
Mo	EAA	2,00g	100	3 ácidos	Solución	313,3	1,0-2,5-5,0	ACETILENO. OX. NITROSO	EAA Varian 220

**Laboratorio Código : C-2103- 70**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1	100	HNO3-HClO4-HCl	10% HCl	327,4	25-50-100	Aire-C2H2	Agilent 240FS AA
Fe	EAA	1	100	HNO3-HClO4-HCl	10% HCl	372,0	100-250-500	N2O-C2H2	Agilent 240FS AA
Mo	EAA	2	50	HNO3-HClO4-HF-HCl	25% HCl-0,1% Na2SO4	313,3	25-50-100	N2O-C2H2	Agilent 240FS AA
Ag	EAA	1	100	HNO3-HClO4-HF-HCl	25% HCl	328,1	0,5-1,0-2,5	Aire-C2H2	Agilent 240FS AA
As	EAA	1	50	HNO3-HClO4-H2SO4	1% H2SO4	193,7	0,0 / 2,5 / 5,0 /10,0	Aire-C2H2	Agilent 240FS AA

**Laboratorio Código : C-2103- 77**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Sin información									

**Laboratorio Código : C-2103- 86**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	ICP-OES	0,35	15	4 ácidos					
Fe	ICP-OES	0,35	15	4 ácidos					
Mo	ICP-OES	0,35	15	4 ácidos					
Ag	ICP-OES	0,35	15	4 ácidos					
As	ICP-OES	0,35	15	4 ácidos					

**Laboratorio Código : C-2103- 99**

**Mineral**

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	E.AA	0,5	250	HNO <sub>3</sub> :H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ST)*** 15:5	10 % HCl	λ 217,9	0 a 30 mg/l 10 % HCl	Aire- Acetileno oxidante	Agilent 200
Fe	E.AA	1	100	HNO <sub>3</sub> :HClO <sub>4</sub> :H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ST)** 10:2,5:5	10 % HCl	λ 386,0	0 a 800 mg/l 10% HCl	Nitroso- Acetileno oxidante 5 cm 0°	Agilent 200
Mo	E.AA	1	100	HNO <sub>3</sub> :HClO <sub>4</sub> :H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ST)** 10:2,5:5	10 % HCl	λ 313,3	0 a 40 mg/l 10% HCl+Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Nitroso- Acetileno reductora 5 cm 0°	Agilent 200
As	ICP- EOS	1	50	HNO <sub>3</sub> :HF:HCl (S.S)** 10:5:5	2% HNO <sub>3</sub>	λ:197,197	0 a 30 mg/l 2% HNO <sub>3</sub>	**	Optima 8300 P.E.
Ag	E.AA	2	50	HNO <sub>3</sub> :HF:HClO <sub>4</sub> (S.S)** 20:10:10 **	25 % HCl	λ 328,1	0 a 3 mg/l 25 % HCl	Aire- Acetileno oxidante 10 cm 0°	Agilent 200

## ANEXO N°2: Tablas Error Normalizado.

### Mineral - Cu:

	Cu (%)		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2103-66	0,815	0,004	1,7
C-2103-51	0,844	0,013	0,4
C-2103-30	0,847	0,003	0,3
C-2103-20	0,847	0,020	0,2
C-2103-22	0,849	0,017	0,2
C-2103-10	0,849	0,021	0,2
C-2103-50	0,851	0,021	0,1
C-2103-77B	0,853	0,025	0,0
C-2103-77A	0,853	0,025	0,0
C-2103-70	0,854	0,030	0,0
C-2103-21	0,856	0,017	0,1
C-2103-55	0,857	0,150	0,0
C-2103-86	0,858	0,022	0,1
C-2103-12	0,859	0,020	0,2
C-2103-40	0,861	0,020	0,2
C-2103-39	0,862	0,010	0,3
C-2103-33	0,872	0,040	0,4
C-2103-65	0,887	0,030	0,9
C-2103-99	0,901	0,006	2,1

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
EAA	0,5	250	3 ácidos	327,4
EAA	1	100	HNO3, HClO4	327,4
EAA	1	100	HF, HNO3, HClO4, HCl	327,4
EAA	1	250	HNO3, HClO4, H2SO4	327,4
EAA	1	250	HNO3, HClO4, H2SO4	327,4
EAA	1	500	HNO3+ HNO3+ H2SO4 +HF	327,4
EAA	1	100	HNO3, HClO4	327,4
Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.
Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.
EAA	1	100	HNO3, HClO4, HCl	327,4
EAA	1	250	HNO3, HClO4, H2SO4	327,4
EAA	1	250	Sin. Inf.	327,4
ICP-OES	0,35	15	4 ácidos	Sin. Inf.
EAA	1	100	HNO3, HCl, HClO4	327,4
EAA	2,5	100	HNO3, HClO4	327,4
EAA	1	100	HNO3, Agua Regia	327,4
EAA	1	100	HNO3, HClO4	327,4
EAA	1	250	HCl, HNO3, H2SO4, HF	327,4
EAA	0,5	250	HNO3, H2SO4	217,9

### Mineral - Fe:

	Fe (%)		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2103-30	0,748	0,003	1,07
C-2103-86	0,760	0,403	0,11
C-2103-70	0,767	0,060	0,49
C-2103-55	0,777	0,250	0,11
C-2103-77A	0,778	0,065	0,34
C-2103-39	0,779	0,140	0,18
C-2103-20	0,781	0,025	0,42
C-2103-33	0,781	0,090	0,24
C-2103-66	0,784	0,004	0,42
C-2103-51	0,785	0,150	0,13
C-2103-21	0,787	0,025	0,32
C-2103-22	0,800	0,025	0,10
C-2103-10	0,805	0,029	0,01
C-2103-77B	0,815	0,065	0,11
C-2103-40	0,836	0,020	0,53
C-2103-99	0,837	0,012	0,56

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
EAA	1,0	100	HF, HNO3, HClO4, HCl	372
ICP-OES	0,4	15	4 ácidos	Sin. Inf.
EAA	1	100	HNO3, HClO4, HCl	372
EAA	1,0	250	Sin. Inf.	372
Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.
EAA	1,0	100	HNO3, Agua Regia	373,7
EAA	0,5	100	HNO3, H2SO4, HF	372
EAA	1,0	100	HNO3, HClO4	372
EAA	0,5	250	3 ácidos	372
EAA	1,0	100	HNO3, HClO4	372
EAA	0,5	100	HNO3, H2SO4, HF	372
EAA	0,5	100	HNO3, H2SO4, HF	372
EAA	1,0	500	HNO3, HNO3, H2SO4, HF	248.3
Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.
EAA	1	100	HF, HNO3, HClO4	373.7
EAA	1	100	HNO3, HClO4, H2SO4	386

### Mineral - Mo:

	Mo (%)		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2103-12	1484,6	2,5	2,4
C-2103-51	1495,3	0,0	2,1
C-2103-86	1496,3	64,8	1,1
C-2103-33	1530,0	7,0	1,3
C-2103-77A	1535,8	50,0	0,7
C-2103-30	1554,1	5,5	0,7
C-2103-20	1554,7	35,0	0,5
C-2103-21	1566,0	35,8	0,3
C-2103-70	1567,3	30,0	0,3
C-2103-10	1575,3	99,2	0,1
C-2103-39	1576,9	6,0	0,1
C-2103-77B	1579,6	50,0	0,0
C-2103-55	1587,7	54,0	0,1
C-2103-40	1592,4	8,0	0,3
C-2103-99	1634,0	19,6	1,2
C-2103-66	1732,2	21,8	3,3

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
EAA	2,5	50	HNO3, HCl, HClO4, HF	313,3
EAA	2,5	50	HNO3, HClO4, HF-HCl	313,3
ICP-OES	0,35	15	4 ácidos	Sin. Inf.
EAA	1	100	HNO3, HClO4	313,3
Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.
EAA	1	100	HF, HNO3, HClO4, HCl	313,3
EAA	5,0	100	HNO3, HClO4, H2SO4	313,3
EAA	5,0	100	HNO3, HClO4, H2SO4	313,3
EAA	2	50	HNO3, HClO4, HF, HCl	313,3
EAA	2	100	HNO3+ H2SO4 + HF	313,3
EAA	5	50	HNO3, Agua Regia	313,3
Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.	Sin. Inf.
EAA	5	50	Sin. Inf.	313
EAA	2,5	100	HNO3, HClO4	313,3
EAA	1	100	HNO3, HClO4, H2SO4	313,3
EAA	2	100	3 ácidos	313,3



**Mineral - As:**

	As (g/t)		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2103-70	115,8	20,0	0,83
C-2103-40	124,9	10,0	0,66
C-2103-99	126,6	3,2	0,72
C-2103-86	127,2	10,8	0,50
C-2103-55	130,7	48,0	0,08
C-2103-33	131,0	20,0	0,17
C-2103-39	131,0	45,0	0,08
C-2103-20	134,8	8,0	0,00
C-2103-22	136,2	10,0	0,09
C-2103-21	136,9	10,0	0,14
C-2103-10	138,9	13,8	0,23
C-2103-30	144,8	1,6	0,90
C-2103-12	151,3	0,020	1,50
C-2103-65	161,70	0,01	2,45

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
EAA	1	50	HNO3, HClO4, H2SO4	193,7
EAA	2,5	100	HNO3, HClO4	193,7
EAA	1	50	HNO3, HF, HCl	197,197
ICP-OES	0,35	15	4 ácidos	Sin. Inf.
EAA	5	50	Sin. Inf.	193,7
EAA	3	100	HNO3, HClO4, H2SO4	193,7
EAA	5	50	HNO3, Agua Regia	193,7
EAA	5,0	100	HNO3, HClO4, H2SO4	193,7
EAA	5,0	100	HNO3, HClO4, H2SO4	193,7
EAA	5,0	100	HNO3, HClO4, H2SO4	193,7
EAA	2,0	100	HNO3, H2SO4, HF	193,7
EAA	1	100	HF, HNO3, HClO4, HCl	193,7
EAA	2,5	50	HNO3, HCl, HClO4, HF	193,7
EAA	1	100	HNO3, HF, HCl	193,7

**Mineral - Ag:**

	Ag (g/t)		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2103-40	4,0	0,20	2,40
C-2103-86	4,9	0,58	0,72
C-2103-33	5,2	0,50	0,38
C-2103-30	5,3	0,12	0,33
C-2103-22	5,3	0,02	0,33
C-2103-10	5,3	0,66	0,20
C-2103-20	5,4	4,40	0,02
C-2103-39	5,5	0,40	0,02
C-2103-70	5,8	0,40	0,37
C-2103-99	7,4	0,40	2,63

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
EAA	1	100	HNO3, HClO4	328,1
ICP-OES	0,35	15	4 ácidos	Sin. Inf.
EAA	2	50	HNO3, HClO4, HF	328,1
EAA	2,5	100	HF, HNO3, HClO4, HCl	328,1
EAA	5,0	50	HNO3, HCl	338,3
EAA	2	100	HNO3, H2SO4, HF, HCl	328,1
EAA	5,0	50	HNO3, HCl	338,3
EAA	5	50	HNO3, Agua Regia	328,1
EAA	1	100	HNO3, HClO4, HF, HCl	328,1
EAA	2	50	HNO3, HF, HClO4	328,1

**ANEXO Nº 3**  
**CARTA CONDUCTORA**

## Ensayo de Aptitud para Minerales

INN-DCH N° 2103

### 1. Identificación de la muestra

Un frasco de mineral identificado como “**Mineral de Cobre**”

### 2. Identificación de los Laboratorios participantes

El Instituto Nacional de Normalización entregará el código a cada Laboratorio participante.

### 3. Instrucciones para la realización de las mediciones

3.1. Muestra de Mineral.

3.1.1 Se requiere para la muestra identificada como “Mineral de Cobre”, analizar los siguientes elementos: **Cu, Fe, Mo, As y Ag**

Los laboratorios que no tengan implementado todos los elementos, pueden informar solamente aquellos que puedan realizar.

Instrucciones:

- a. Las muestras se deben guardar cerradas, no se requiere ningún tratamiento previo antes del análisis.
- b. Para cada medición se harán 6 replicados en muestras preparadas independientemente y se informaran un resultado promedio con su incertidumbre expandida por analito y como adicional indicar los resultados de las 6 réplicas. Los laboratorios que no informen con la incertidumbre no serán considerados en la evaluación (según lo descrito en 4.2).
- c. Los métodos de análisis serán propios de cada laboratorio químico
- d. Unidades:

**Mineral:**

Los resultados de cobre y hierro se informarán en unidades de porcentaje (%) con tres cifras decimales, los resultados de Arsénico, Molibdeno y Plata se informaran en gramos por tonelada (g/t) con una cifra decimal

**4. Informe de resultados**

4.1. Los resultados deberán ser enviados a:

**William Guin Tovar.**  
**Área Química**  
**División Metrología**  
**Instituto Nacional de Normalización**  
**william.guin@inn.cl**

Los resultados se recibirán hasta el día: **12 de agosto del 2021**

El archivo que contiene los resultados debe incluir: La identificación de la muestra, el código del laboratorio y los resultados, no incluir logos o identificación de la organización.

Observaciones:

Cualquier información considerada relevante para la evaluación de los resultados debe ser incluida.

4.2. El formato de informe debe ser el siguiente:

Código del Laboratorio: \_\_\_\_\_

Replica	Cu %	Fe %	Mo g/t	As g/t	Ag g/t
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Resultado final

Cu %	U exp.	Fe %	U exp.	Mo g/t	U exp.	As g/t	U exp.	Ag g/t	U exp.

Formato de metodología de análisis químico utilizado

<b>Laboratorio C- XX - XX</b>									
<b>Mineral</b>									
<b>Elemento</b>	<b>Método</b>	<b>Masa Muestra</b>	<b>Volumen Aforo ml</b>	<b>Digestión</b>	<b>Condición Final</b>	<b>Línea nm</b>	<b>Rango Cal. ug/ml</b>	<b>Gases</b>	<b>Equipo</b>

**Se solicita enviar la información en planilla Excel en los formatos indicados.**