



**Levantamiento Geológico-Estructural**  
**Túnel de Exploración**  
**Proyecto El Plomo**  
**Segundo Reporte**

Miguel Maldonado Rojo  
Geólogo

Agosto 2020

## **Introducción**

Por solicitud de Compañía Minera Polimet Spa, se efectuó una segunda visita al Proyecto El Plomo, en el contexto de las labores prospectivas relacionadas a la construcción de un túnel de exploración, con la finalidad de continuar el levantamiento geológico-estructural interior mina iniciado en la primera visita.

De acuerdo a los objetivos establecidos para el proyecto, el presente informe expone los resultados obtenidos a partir de las actividades de mapeo y muestreo del túnel, conforme a las nuevas exposiciones brindadas por el avance de la excavación.

## **Objetivos.**

Comprobar la continuidad vertical y longitudinal de los sistemas de vetas reconocidos en superficie.

Establecer patrones litológico-estructurales que controlen la distribución de los cuerpos vetiformes y que en conjunto a la información capturada en superficie, contribuya a orientar el desarrollo del túnel exploración en el mediano-corto plazo.

Identificar y cuantificar las principales asociaciones minerales que caracterizan los distintos cuerpos de vetas en los niveles expuestos a lo largo del túnel.

Determinar leyes de Au, Ag, Cu, Pb, Zn y As, de los diversos cuerpos vetiformes muestreados.

Construir un modelo tridimensional de vetas a partir de los datos recolectados al interior del túnel junto con la información disponible en afloramientos superficiales

## **Generalidades**

De acuerdo a los antecedentes recopilados en campañas exploratorias previas, en el proyecto El Plomo se han reconocido dos estructuras mineralizadas subparalelas de orientación submeridial, que siguen un trend regional de mineralización,

denominado como “Corrida del Plomo”. Estas estructuras se conforman por sets de vetas que poseen patrones estructurales, mineralógicos y geoquímicos bien distintivos, siendo denominadas, según su ubicación respecto al Cerro El Plomo, como El Plomo Central y El Plomo Oeste.

En cuanto a la metalogénesis, los sistemas descritos corresponden a un depósito epigenético polimetálico vetiforme, de sulfidización intermedia, con una edad relativa asignada al Cretácico superior, alojados en rocas intrusivas y secuencias volcanoclásticas.

En base a su potencial exploratorio, gran parte de las labores prospectivas superficiales se han enfocado en caracterizar sistema mineralizado expuesto en el sector Plomo Central. En una segunda etapa y con el propósito de reconocer el sistema en profundidad, se determinó prospectar mediante un túnel longitudinal a la corrida de la estructura, con un portal de ingreso en la cota 1114 m s.n.m.

En este contexto, se efectuó un levantamiento geológico y muestreo de aproximadamente 45 metros de avance que el túnel presentaba al momento de la visita.

## **Metodología.**

Previo al inicio de labores de interior mina, se consulta al ingeniero de proyecto respecto a la condiciones de seguridad y se efectúa un chequeo cuidadoso de la estabilidad de las cajas y techo del túnel, identificando zonas que podrían representar eventuales riesgos a la labor.

Luego, se procedió al mapeo geológico-estructural escala 1:100, sobre una base topográfica entregada por levantamiento interior mina realizado previamente. Se capturaron y registraron datos de litología, alteración y mineralización así como datos estructurales de vetas y fallas (Anexo A).

Según lo anterior, se definen puntos de muestreo de cuerpos de vetas reconocidos en las estocadas laterales y en el frente de avance principal. En esta tarea se obtuvieron 5 muestras con fines geoquímicos, las cuales fueron extraídas mediante una pequeña malla de perforación regular a lo ancho de cada veta o zona de vetas. Las perforaciones se realizaron con un espaciamiento de 15 cm y 10 cm de profundidad, recuperando chips húmedos en una cubeta. Posteriormente todas las muestras fueron secadas al sol, para luego ser empacadas, rotuladas con su

respectivo nombre y enviadas a laboratorio AGS Coquimbo, donde se analizaron por Au, Ag, Cu, Pb y Zn.

Finalmente todos los datos obtenidos fueron ingresados a una base de datos general del proyecto en estudio. La información de mapeo interior mina fue digitalizada e integrada al levantamiento topográfico interior mina, junto con una aerofotogrametría realizada en esta etapa, lo que permitió esbozar un modelo de los principales sistemas de vetas reconocidos hasta el momento. A partir de esto último se proyectan los planos de vetas en la longitudinal y en profundidad para su eventual utilidad en la planificación minera (Anexo B).

### **Características técnicas del túnel.**

En la visita anterior, la construcción del túnel completaba un avance 45 m desde el portal al nivel 1114 m, con dos tramos de orientación general NS y una estocada de enlace entre ambos de rumbo NNE.

Al momento de la segunda visita, el túnel registraba un avance aproximado de 80 m en dirección NS, con leves giros tanto al W como al E, manteniendo una pendiente promedio de  $-8^{\circ}$ . En este último tramo también se construyeron dos estocadas subperpendiculares al rumbo general del túnel, una orientada a reconocer el sector oeste y mientras otra se desarrolló hacia el sector este, ambas con longitudes aproximadas de 8 y 10 m, respectivamente.

### **Levantamiento Geológico.**

Los primeros 45 metros de túnel descritos anteriormente, exponían un sistema de vetas subparalelas conformado por al menos dos ramas principales y vetas secundarias transversales entre ambas, mostrando anchos centimétricos a decimétricos, con contenidos minerales muy variables, en roca de caja intrusiva subvolcánica débil a moderadamente alterada. Estas manifestaciones minerales se debilitan con el avance del túnel hasta desaparecer y dar paso a una extensa zona estructural representada por brechas de falla e intenso fracturamiento asociado en ambos bloques. Luego, atravesando esta zona estructural hacia el norte, en estocada de reconocimiento al oeste, se identifica un cuerpo mineralizado de

aspecto brechoso y zonas de vetillas subparalelas de orientación general NS, con escaso contenido mineral. El cuerpo de brecha se proyecta al frente de avance del túnel principal restringiéndose fundamentalmente a la caja oeste. Por su parte la estocada construida al este del túnel principal exhibe zonas de vetillas estériles y una veta menor de orientación NNE con moderados volúmenes de mineralización económica (Anexo A).

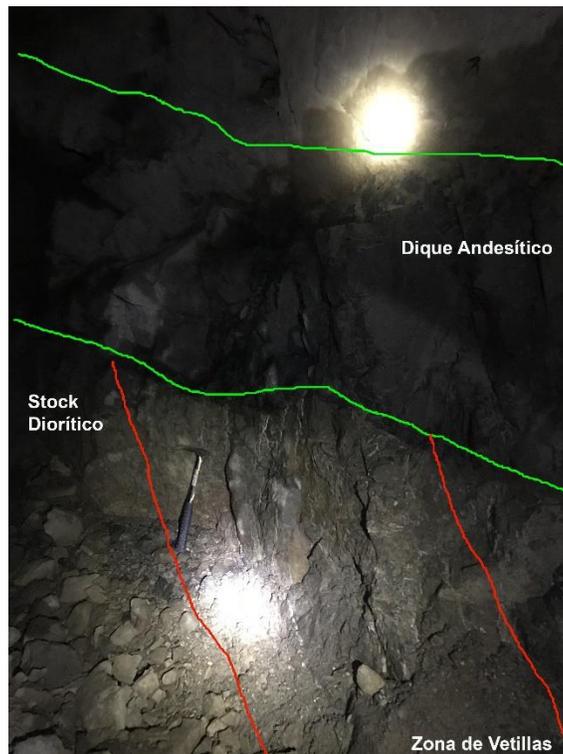


**Fotografía 1.** Vista al norte. Estructura mineralizada principal interceptada por estocada oeste. Textura brechosa cockade con cuarzo bandeado en matriz y englobando fragmentos centimétricos a métricos. Es cortada por falla sinistral.

## **Litología.**

En cuanto a los tipos litológicos reconocidos al interior de la labor, se advierte cierta monotonía dominada por una roca huésped de carácter hipabisal, designada como Stock Diorítico en estudios geológicos previos. Esta roca alberga cuerpos vetiformes mineralizados, los que a la vez son intruidos por diques polidireccionales métricos de composición andesítica (Foto 2). Todo este conjunto está afectado por

estructuras con orientaciones preferenciales bien definidas, cuya mayor manifestación está representada por una brecha de falla de ancho métrico de orientación general E-W y manteo al sur. En otras zonas de intersección estructural la roca se aprecia con un daño importante desarrollándose brechas de falla y fracturamiento asociado.



**Fotografía 2.** Vista al Este. Zona de vetillas presente en estocada oeste, cortada por dique andesítico.

### **Alteración.**

El rasgo de alteración predominante corresponde a la asociación epidota-clorita de variada intensidad, acompañada permanentemente por silicificación moderada a intensa. En las cajas de los cuerpos de vetas se desarrolla asociación sílice-sericita-arcillas intensa a moderada ocurriendo como halos simétricos de anchos decimétricos a métricos alrededor de cada cuerpo de veta, obliterando la textura de la roca, la cual también está asociada a una fina y débil diseminación de pirita con recubrimiento de calcosina secundaria.

## **Mineralización.**

Las principales manifestaciones minerales reconocidas al interior del túnel están vinculadas a un sistema discreto de estructuras mineralizadas y cuerpos vetiformes menores de orientación general NS y manteos variables al W, los que en conjunto describen un arreglo tipo “rosario”, evidenciando, hasta el momento, pequeños clavos mineralizados con volúmenes moderados de mineralización polimetálica, observados en los primeros 20 m de túnel. Estos cuerpos mineralizados reflejan concordancia con las evidencias de mineralización que pueden ser observadas en afloramientos superficiales.

Con el consecuente avance de la excavación hacia el norte, se verifica un quiebre en los patrones de mineralización descritos en los primeros metros, interrupción marcada por una prominente zona de falla de orientación EW. Desde esta estructura mayor al norte, el rasgo de mineralización más importante consiste en una estructura mineralizada de orientación N5-10E, de aproximadamente 2 m de potencia, la cual fue interceptada en una estocada de reconocimiento al W así como también en el frente del túnel principal. La estructura exhibe una morfología tabular de rumbo definido y bordes irregulares, caracterizada fundamentalmente por textura brechosa cockade con abundante cuarzo lechoso bandeado en matriz, englobando fragmentos de cuarzo gris y líticos angulosos a subangulosos heterométricos (2 cm-1m). La escasa mineralización visible está vinculada a fragmentos y cúmulos mineralizados centimétricos ocurriendo de forma aislada, presentando finos granos de calcosina, esfalerita y argentita?, en directa asociación con bandas milimétricas de cuarzo gris. En este sentido, es preciso señalar que se ha notado un aumento relativo de bandas de cuarzo gris en las exposiciones observadas en el frente del túnel principal, observándose también un ligero aumento de los volúmenes de sulfuros y oxidados derivados. Al oeste de la estructura mineralizada y de forma paralela se advierte una zona decimétrica de vetas poco desarrollada, conformada por al menos dos vetas bandeadas menores de 10-15 cm de ancho, acompañadas por vetilleo subparalelo anastomosado, con trazas milimétricas de sulfuros. Del mismo modo, en una estocada construida hacia el Este del túnel principal se advierte un vetilleo débil de cuarzo-carbonato-baritina y donde también se pudo interceptar un pequeño cuerpo de veta de 10 cm de espesor con rumbo N10E, que presenta moderados contenidos de calcosina –Argentita?- Malaquita.



**Fotografía 3.** Muestra textura brechosa de la estructura mineralizada principal, en la que se pueden apreciar cúmulos aislados con mineralización de oxidados de cobre y calcosina. También se aprecia bandas finas grises.

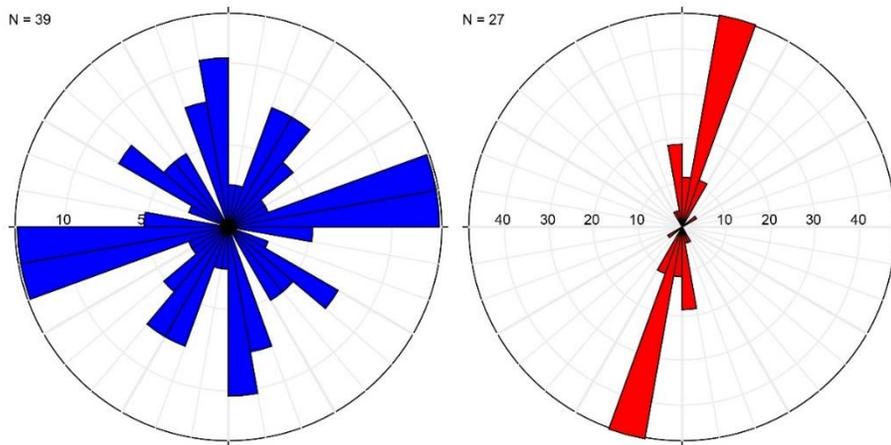
### **Estructuras.**

De acuerdo a las mediciones realizadas a lo largo del túnel, se han ratificado ciertas tendencias de patrones estructurales reconocidos en los primeros metros de la excavación y en exposiciones superficiales. En cuanto a fallas, el set de mayor expresión y persistencia posee orientación EW-ENE, en un rango de rumbos N70-90E, con manteos generales predominantes de alto ángulo al S y en menor medida al N, con una cinemática indeterminada hasta el momento. Las fallas presentan relleno de salbanda de color pardo rojizo con humedad moderada. También a este sistema pertenecen importantes zonas de fallas interceptadas por el túnel, las cuales se manifiestan como prominentes estructuras conformadas por brechas de falla con abundante salbanda en matriz. Estas estructuras cortan y desplazan los cuerpos de vetas.

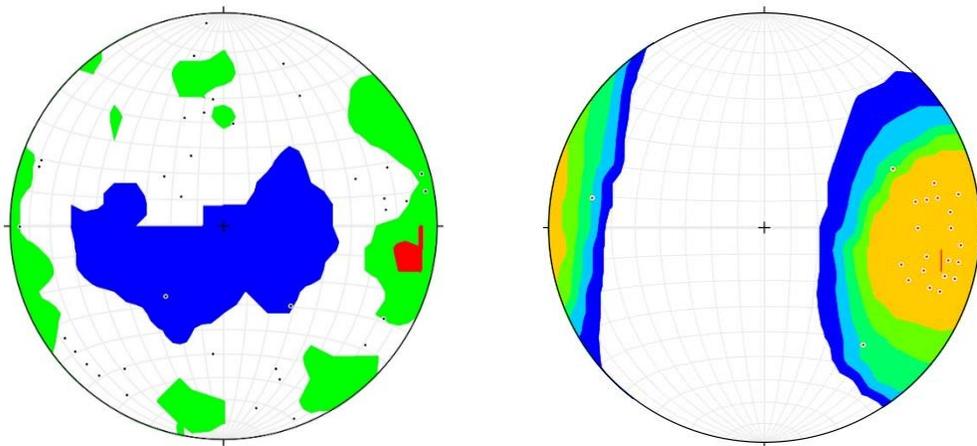
Sistemas de fallas de relativo menor desarrollo pero no menos importantes, se agrupan en orientaciones NS, NE y NW, siendo el sistema NS el que presenta mayor relevancia por ejercer un control en las vetas y estructuras mineralizadas, cortando y desplazándolas, mostrando manteos al E y W, con cinemática normal.

Fallas de menor desarrollo con orientación NE y manteos subverticales al SE, desplazan estructura mineralizada mayor, describiendo cinemática sinistral.

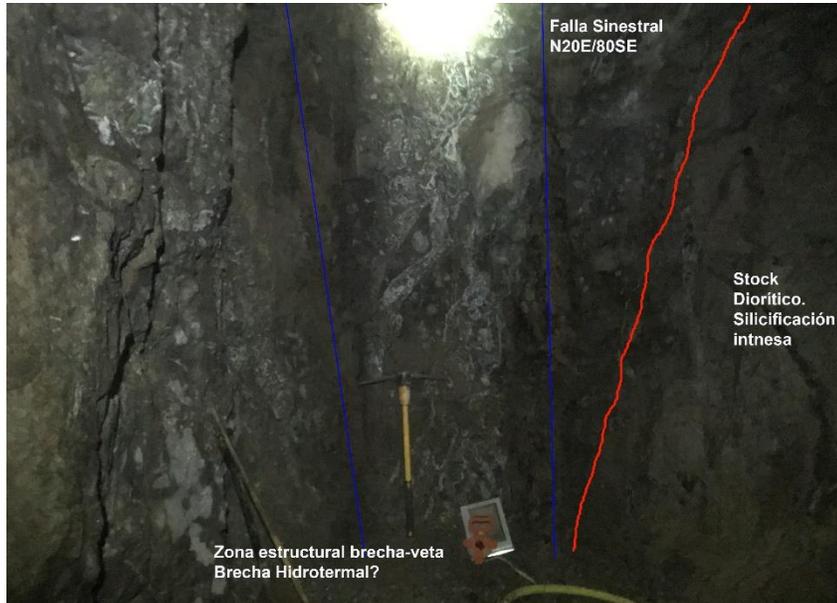
En cuanto a vetas y estructuras mineralizadas, éstas siguen un patrón de orientación NS-NNE con manteos generales al NE (Figura 1 y 2).



**Figura 1.** Diagrama de rosa para fallas (azul) y vetas (rojo). Muestra las orientaciones preferenciales de las estructuras medidas.



**Figura 2.** Diagramas de polos estructurales exhibiendo rumbos y manteos preferentes de fallas (Izquierda) y Vetas (Derecha).



**Fotografía 4.** Vista al norte. Estructura brechosa descrita en el frente de avance del túnel principal, cortada y desplazada por estructuras.

### **Modelamiento.**

Con la información registrada por el mapeo geológico-estructural interior mina en concomitancia con el levantamiento aerofotogramétrico efectuado, se realizó un modelo tridimensional de las principales estructuras mineralizadas reconocidas. Se proyectaron los planos de vetas y estructuras mineralizadas hasta los 1000 m s n.m. según la información estructural capturada en superficie y al interior de túnel, a lo largo de toda la corrida del sistema expuesto en superficie. Adicionalmente, de acuerdo a la pendiente general del túnel (8-10%), se esbozó una traza sugerida para el túnel a lo largo de la estructura mineralizada (Anexo B), determinando un desarrollo vertical máximo aproximado de 152 m. y un largo total aproximado de 340 m. de desarrollo longitudinal.

### **Geoquímica**

Se solicitó análisis químico por absorción atómica para Au, Cu, Ag, Pb y Zn, a 5 muestras provenientes de cuerpos mineralizados correspondientes a la brecha

hidrotermal y zonas de vetas expuestas por la estocada oeste (Anexo C). Los resultados no entregaron leyes relevantes para ninguno de los elementos alanzados, salvo algunas anomalías discretas de Cu en torno a las 400 ppm.

En contraste a lo anterior, muestras obtenidas en campañas de reconocimiento preliminar de estructuras mineralizadas en superficie, coincidentes en ubicación espacial con los cuerpos mineralizados expuestos en el túnel, presentan leyes económicas y anomalías importantes de Pb, Zn y Ag, lo que indicaría un alto grado de variabilidad en la distribución vertical de leyes de los cuerpos mineralizados localizados en el extremo sur de la estructura que ha sido reconocida hasta el momento por el túnel.

## **Conclusiones.**

- Se verifica la continuidad vertical de las manifestaciones minerales reconocidas en superficie, ligadas a un sistema de vetas mineralizadas tipo rosario.
- El sistema de vetas evidencia un alto grado de variabilidad en sus espesores y contenido mineral, tanto en su distribución longitudinal como vertical, condición que en algunos casos está controlada por quiebres estructurales mayores.
- El cuerpo mineral más importante reconocido en las nuevas exposiciones del túnel, corresponde a una estructura brechosa tabular con abundante cuarzo lechoso estéril, en parte bandeado, de aproximadamente 2 m de espesor y orientación general NNE-NS.
- Como parte del sistema, se reconocen zonas de vetillas subparalelas tanto al oeste como al este de la estructura brechosa principal.
- La mineralización económica se presenta a niveles trazas, solo en fragmentos de cuarzo gris y cúmulos centimétricos aislados, ocurriendo como granos milimétricos de calcosina y oxidados de cobre y zinc. Una veta menor al este de la estructura principal posee volúmenes moderados de calcosina y oxidados de cobre.

- Se aprecia un aumento relativo de la mineralización en el cuerpo de brecha hacia el norte, vinculada a una mayor presencia de fragmentos y cúmulos mineralizados de cuarzo gris, en el frente de avance en comparación a la exposición descrita en la estocada oeste.
- Sets de Fallas de orientación EW- ENE, cortan y desplazan verticalmente al sistema de vetas en su conjunto, ejerciendo por lo tanto un control importante en la distribución. Fallas N-S desplazan el cuerpo de brecha en sentido sinistral.
- La geoquímica aplicada a los cuerpos mineralizados, confirma que no presentan leyes económicas en ninguno de los elementos analizados, solo anomalías discretas de Cu.

### **Recomendaciones.**

-De acuerdo a las evidencias superficiales de piques, rajos y desmontes dejados por la minería artesanal, junto con lo descrito en el túnel durante la última visita, se infiere que los cuerpos mineralizados con leyes económicas se sitúan en sectores más septentrionales de la misma traza estructural interceptada por el túnel. De este modo se recomienda continuar la excavación del túnel siguiendo un rumbo paralelo longitudinal a la estructura principal, construir estocadas sistemáticas con el fin de cortar la estructura cada 10 m, en la medida que la operación lo permita.

-Según lo anterior y teniendo una topografía actualizada de superficie entregada por la aerofotogrametría, se recomienda que la planificación del túnel tenga como guía directa la traza de la estructura observada en superficie, fundamentalmente en función de sus quiebres en el rumbo.

-Continuar con los muestreos de canales y/o chips en cada una de las manifestaciones minerales expuestas por el túnel.

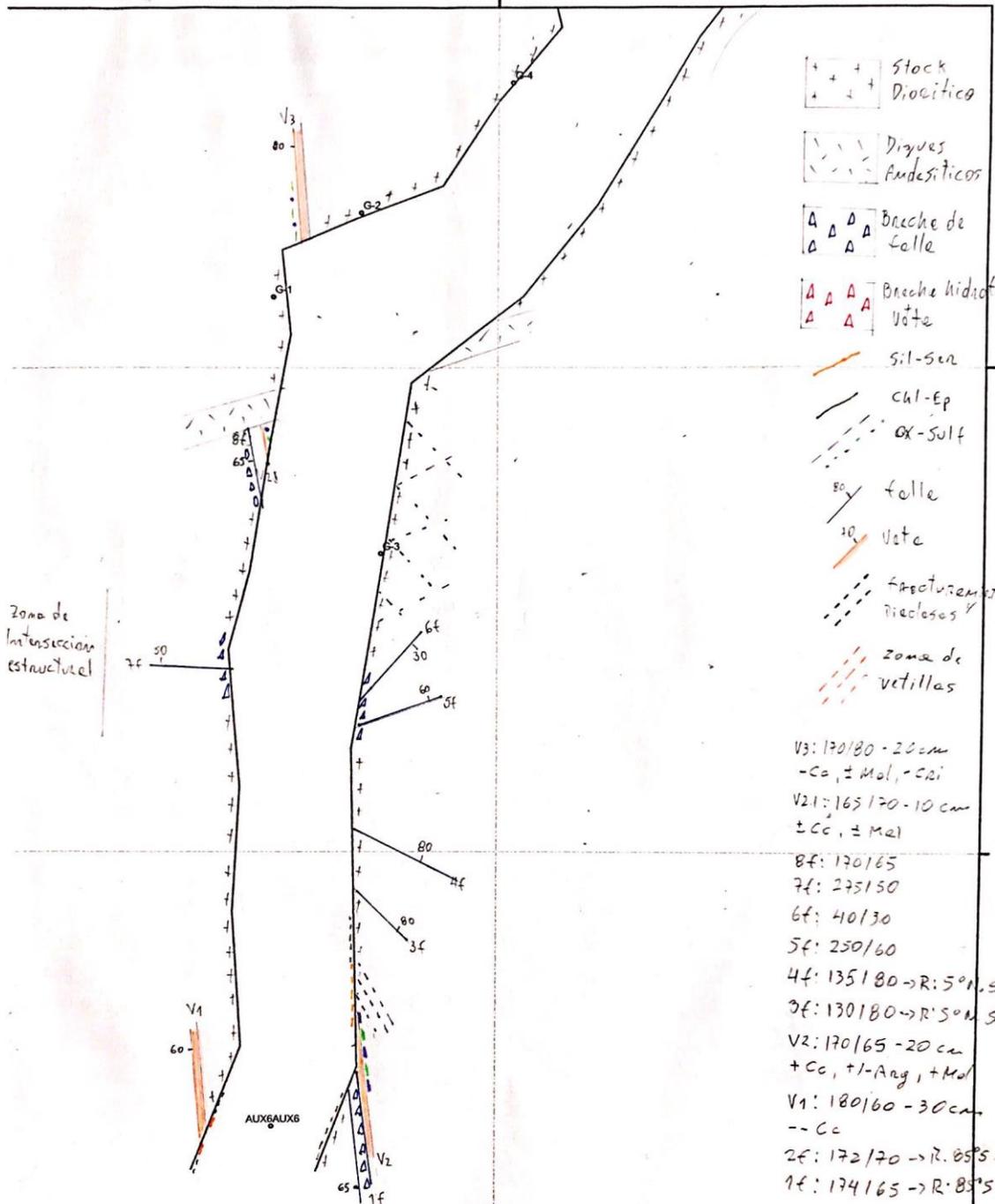
-A modo de complementar el muestreo de canales, se recomienda efectuar representativo de marinas extraídas de cuerpos mineralizados.

-Para descartar o confirmar la existencia de vetas mineralizadas laterales a la estructura principal, se sugiere ejecutar sondeos horizontales entre 5 a 10 m en las estocadas oeste y este, donde quedaron expuestas vetas menores con diverso contenido mineral.

-Por seguridad se recomienda fortificar las zonas de estructuras mayores descritas en al interior del túnel, ya que presentan baja calidad geotécnica, que podrían ocasionar desprendimientos de caja.

- Se recomiendan visitas periódicas de un geólogo competente, para continuar el levantamiento geológico del túnel, lo que permitirá una orientación certera basada en evaluación de patrones geológico-estructurales.

## ANEXO A



184: 120/60  
 174: 95/40  
 164: 110/50  
 154: 200/75  
 144: 85/45  
 134: 250/65  
 124: 85/50  
 114: 320/90  
 104: 160/55  
 V6: 190/65-15cm  
 -Co, -Mal, -Cui  
 V5: 170/60-15cm  
 -Co, -Mal, -Cui  
 V4: 140/65-15cm  
 9E: 80/70



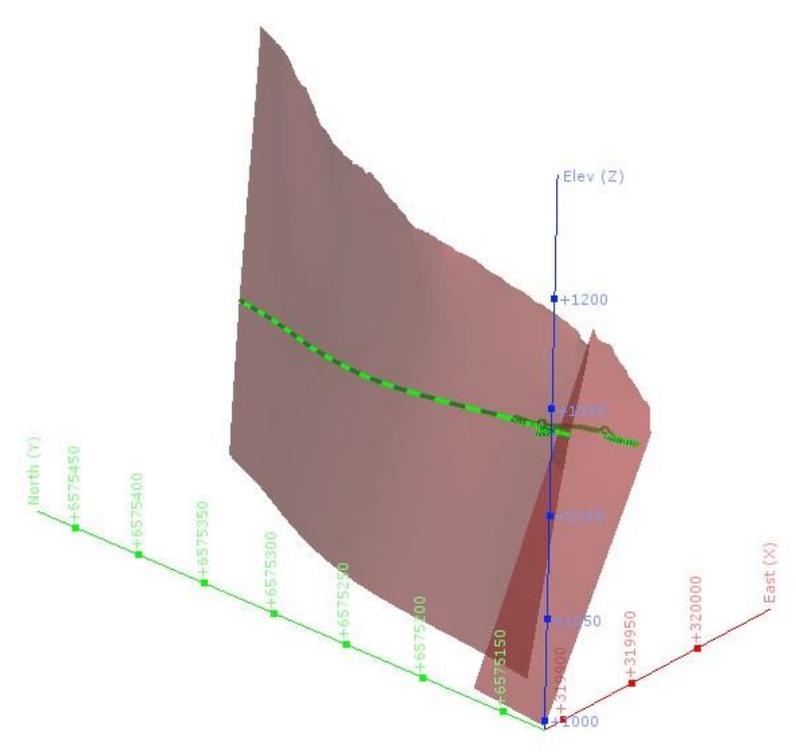
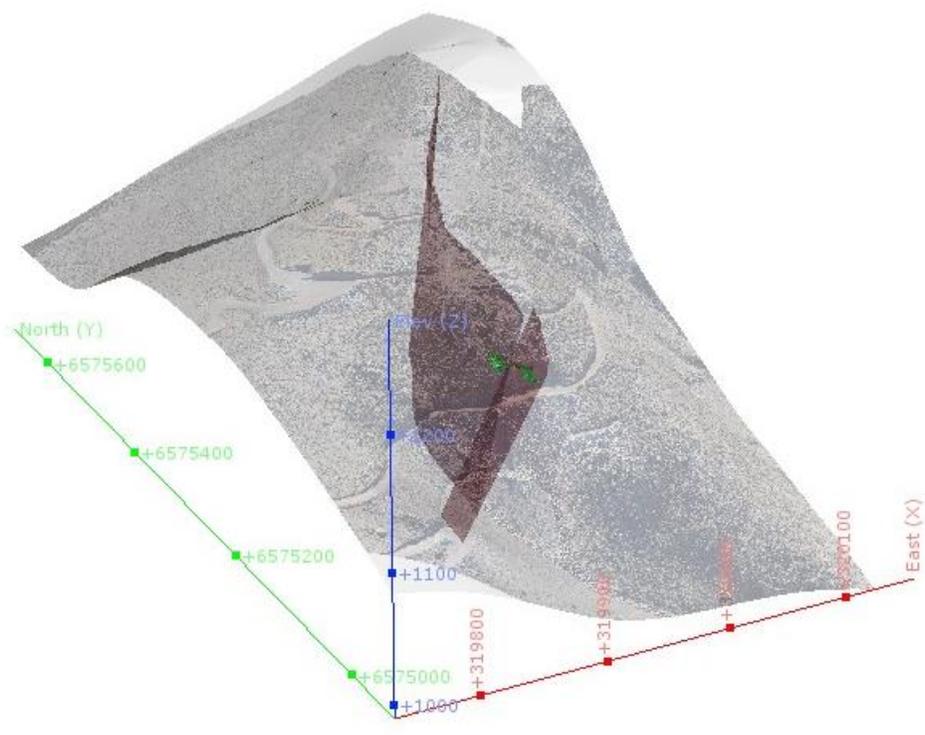
V6: 335/55-25cm  
 -Co, -C2, -S1A, -P1, -Mal  
 V5: 200/65-30cm  
 +Co, -Aq, -Sg, -Mal, -Cui  
 V4: 185/65-35cm  
 --Co, ± Mal, -Cui

31f: 170/85  
 32f: 320/80  
 31f: 300/80  
 30f: 35/20  
 V14: 190/75 - 15cm  
 200 - Mel  
 29f: 305/70  
 28f: 210/75  
 27f: 210/75  
 26f: 20/80 - 75°N 5x  
 V13: 195/80

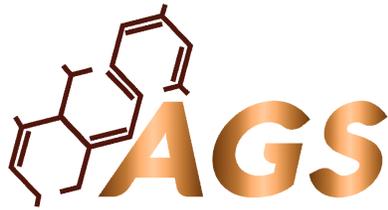
V12: 200/60  
 V11: 195/75  
 --Cc, --Aaj,  
 V10: 195/75  
 --Cc, --Mel, --Cai  
 25f: 20/80, R5°N 5x  
 24f: 18/80, R5°N 5x  
 V9: 195/75  
 --Cc, --Mel  
 V8: 195/75  
 --Cc, --Mel

23f: 65/30  
 22f: 65/30  
 21f: 85/85  
 20f: 85/85  
 19f: 210/75

## ANEXO B



## ANEXO C



## INFORME DE ANALISIS

**CL20-5355**

---

CLIENTE:	<b>HC AMERICAS</b> Huerfanos 1160 Of.1101 Stgo.
PROYECTO:	S/N
NOMBRE LOTE:	S/N
SOLICITADO POR:	Anton Marckuk
FECHA DE RECEPCIÓN:	Viernes 31 Julio 2020
TIPO DE MUESTRA(S):	Roca
CANTIDAD DE MUESTRA(S):	5
FECHA DE REPORTE:	Martes 11 Agosto 2020
METODO DE ANALISIS:	Code M-AR AAS (Conc.Pb*) AR-AAS 0.25g/250ml Code M-AR AAS (Multiele.) AR-AAS 2g/100ml Code M-Au FA-AAS 30g Au FA-AAS 30g Code M-Cu (ins)* Cu Insoluble Code M-Cu S* Cu Soluble H2SO4 1g/100mL
FACTURAR A:	<b>HC AMERICAS</b> Huerfanos 1160 Of.1101 Stgo.
TOTAL DE PAGINAS: 3 (Incluida esta)	

Alex Caniguante

Gerente Técnico Laboratorio Minerales

(\*) Ensayos fuera del alcance de acreditación.

Este informe de ensayo, es confidencial y no debe ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización de Activation Geological Services SPA. La información electrónica, es destinada para el uso de la(s) persona (s) o entidades a quien han sido dirigidas.

Este informe de ensayo es representativo solo del material recibido para el análisis.

**RESULTADOS**

Símbolo de Analito		Au	Ag	Pb	Zn	Cu	CuS	Cu (ins)
Tipo de método		FA-AAS	AR-AAS	AR-AAS	AR-AAS	AR-AAS	LIX-AAS	-
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%
Límite		0.01	1	10	1	0.001	0.001	0.001
1	114-1-0008	0.01	3	180	212	0.027	0.019	0.008
2	114-1-0009	< 0.01	2	125	68	0.021	0.015	0.006
3	114-1-0010	< 0.01	4	168	174	0.047	0.033	0.014
4	114-1-0011	0.02	2	123	87	0.017	0.008	0.009
5	114-1-0012	0.01	3	169	232	0.019	0.011	0.008

## Q.C.

Símbolo de Analito	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	CuS
Tipo de método	FA-AAS	AR-AAS	AR-AAS	AR-AAS	AR-AAS	LIX-AAS
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
Límite	0.01	1	10	1	0.001	0.001
27.- Oreas 621- AR-IR meas		62	13380	51820	0.347	
27.- Oreas 621- AR-IR cert		68.0	13600.00	51700.00	0.37	
49.-IN-M193-103-solH+ meas						0.332
49.-IN-M193-103-solH+ cert						0.34
51.-CDN_CM_42_FA meas	0.61					
51.-CDN_CM_42_FA cert	0.576					
114-1-0008 original	0.01					0.019
114-1-0008 pulp duplicado	0.01					0.019
114-1-0010 original			168			
114-1-0010 pulp duplicado			161			
114-1-0011 original		2		87	0.017	
114-1-0011 pulp duplicado		2		87	0.018	
bk	< 0.01	< 1	< 10	< 1	< 0.001	< 0.001