

INFORME GEOLÓGICO

“MINERA LEA Y DESPRECIADA”

Parra, F. y Hernández, F.
AndesRock Geoconsultores SpA



Mayo de 2022

Resumen Ejecutivo

Este trabajo presenta la geología, alteración y mineralización de las propiedades mineras de explotación “Minera Lea del 1 al 75”, “Despreciada del 1 al 4” y “Despreciada 2 del 1 al 30” que en conjunto constituyen una superficie de 205 hectáreas, en un contexto de exploración Brownfield. La propiedad se ubica en el sector de Viscachitas, comuna de Vallenar, Región de Atacama (Chile) y se accede a ésta a través de la ruta 5 norte.

El proyecto posee antecedentes de explotación durante el 2015, en que se instaló campamento y planta procesadora con extracción de 10.000 toneladas. Además, se realizaron labores en superficie, principalmente un rajo. De esta época, el registro de leyes indica 59,42% de hierro, 68,84% de hierro dtt y 52,8% de ley magnética (muestra Calypso Planta).

El yacimiento de hierro tiene como mena magnetita masiva hospedada en intersecciones de estructuras nor-este y norte-sur, que contienen bolsones macizos de magnetita con potencias de hasta 4 m. Este control estructural alimenta y mineraliza capas de calizas, formando niveles de magnetita masiva concordantes a la estratificación que brechizan, diseminan y mineralizan con vetillas estos niveles calcáreos.

Las muestras geoquímicas indican concentraciones promedio de 43,77% de hierro, 64,62% de hierro dtt y 32,5% de leyes magnéticas, las cuales son económicamente explotables, además de fósforo y fósforo dtt muy por debajo del 1%, valores que facilitan la recuperación metalúrgica y obtención de concentrados de alta ley.

Aparte de las labores superficiales desarrolladas, hay al menos otro punto de interés sin intervenciones que reúne las características geológicas con mineralización de magnetita masiva similar al rajo. En conjunto, constituyen 5.258 toneladas medidas y 33.442 toneladas al sumarle los recursos inferidos, considerando información sólo de superficie.

De acuerdo a lo anterior, la propiedad tiene un fuerte potencial en cuanto a mineralización de hierro por presentar cuerpos explotables en superficie, caminos en buen estado, de fácil acceso y en toda la propiedad. Además, aún no se conoce la profundidad de los cuerpos mineralizados, por lo que se recomienda realizar magnetometría lo que podría aumentar el tonelaje en la estimación de recursos. Finalmente, el proyecto se ubica cercano al puerto de Guayacán en Coquimbo, a 175 km de distancia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO	1
3. METODOLOGÍAS	4
3.1. Recopilación de antecedentes geológicos y mineros de la zona	4
3.2. Trabajo de terreno	4
3.3. Gabinete	4
4. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS MINEROS	5
4.1. Contexto general	5
4.2. Unidades geológicas	5
4.3. Contexto metalogénico	7
5. ANTECEDENTES DE EXPLOTACIÓN	7
6. RESULTADOS	9
6.1. Descripción litológica	9
6.2. Descripción de alteraciones	12
6.3. Descripción de mineralización	15
6.4. Geoquímica	18
6.5. Estimación de recursos	21
7. DISCUSIONES	22
7.1. Temporalidad de eventos	22
7.2. Metalogénesis	23
7.3. Mineralización y puntos de interés	23
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación y vías de acceso.	2
Figura 2. Contexto geológico regional.	6
Figura 3. Rajo, planta procesadora, transporte y campamento.	8
Figura 4. Mapa geológico de las propiedades mineras.	9
Figura 5. Unidades geológicas	11
Figura 6. Mapa de alteraciones de las propiedades mineras.	12
Figura 7. Alteraciones de las propiedades de explotación	14
Figura 8. Mapa de mineralización de las propiedades.	15
Figura 9. Mineralización en rajo.	16
Figura 10. Afloramientos de magnetita maciza al sur-oeste del rajo.	17
Figura 11. Ubicación espacial de muestras geoquímicas.	18
Figura 12. Concentraciones de hierro dtt y cobalto.	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de “Minera Lea del 1 al 75”	3
Tabla 2. Coordenadas de “Despreciada del 1 al 4”.	3
Tabla 3. Coordenadas de “Despreciada 2 del 1 al 26”.	4
Tabla 4. Análisis geoquímico realizado por el laboratorio AAA.	19
Tabla 5. Estimación de recursos medidos.	21
Tabla 6. Estimación de recursos medidos más inferidos.	22

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe fue solicitado por don Sergio Barros a AndesRock Geoconsultores SpA, a través de Felipe Pandolfi, Cristobal Pandolfi y Jerónimo Gómez quienes son los representantes de las pertenencias “Minera Lea del 1 al 75”, “Despreciada del 1 al 4” y “Despreciada 2 del 1 al 30”. El propósito es caracterizar la geología de las propiedades mineras de explotación.

Para “Minera Lea del 1 al 75” la sentencia constitutiva de concesión de explotación y acta de mensura rolan inscritas a fojas 578 número 422 del Registro de Descubrimiento del Conservador de Minas del año 2012.

Para “Despreciada del 1 al 4” la sentencia constitutiva de concesión de explotación y acta de mensura rolan inscritas a fojas 95 número 61 del Registro de Descubrimiento del Conservador de Minas del año 2011.

Para “Despreciada 2 del 1 al 26” la sentencia constitutiva de concesión de explotación y acta de mensura rolan inscritas a fojas 1594 número 1491 del Registro de Descubrimiento del Conservador de Minas del año 2011.

Las propiedades presentan a la fecha de elaboración de este informe, todos los requerimientos legales necesarios para continuar su explotación. Además, se cuenta con la documentación ambiental aprobada de la planta Calypso (concentración magnética), que estuvo vigente en los años de explotación y ubicada en las propiedades.

2. UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

La propiedad minera se ubica en el sector de Viscachitas, comuna de Vallenar, provincia de Huasco, Región de Atacama (Chile).

Para acceder a las propiedades mineras desde Vallenar (31 km) o La Serena (165 km), se utiliza la ruta 5 hasta su intersección con la ruta C-509 (ambas en buen estado), cercano al pueblo de Viscachitas y Agua Marga. Una vez en esta ruta, se deben recorrer 2 kilómetros hasta la intersección con un camino que presenta gravilla color grisácea, el cual es apto para camiones y llega a las propiedades en 3,5 kilómetros (Figura 1).

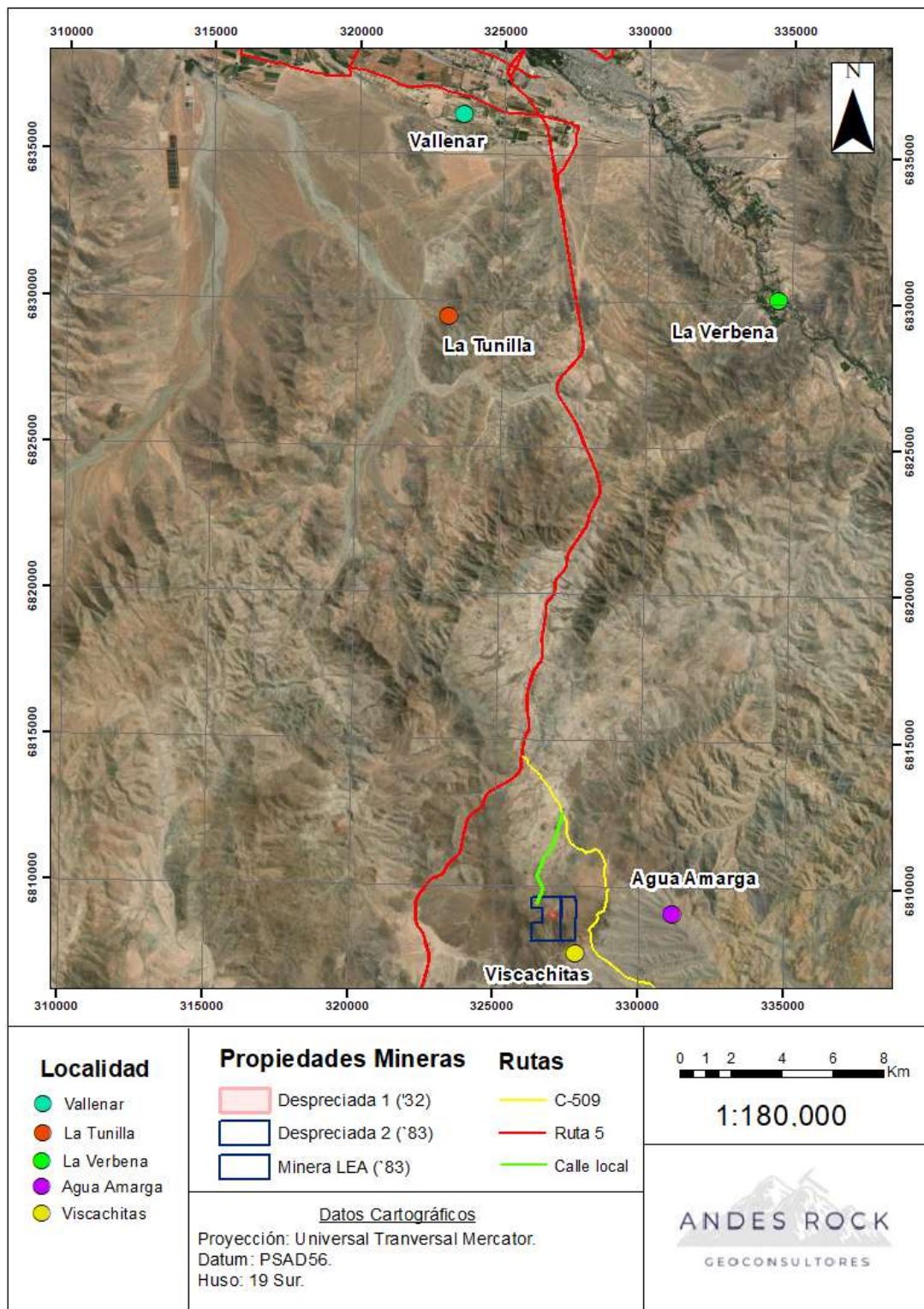


Figura 1. Ubicación y vías de acceso de las propiedades mineras.

“Minera Lea del 1 al 75” posee 75 pertenencias mineras de 1 hectárea cada una, comprendiendo un total de 75 hectáreas. De esta forma queda delimitado un polígono en las coordenadas indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de “Minera Lea del 1 al 75” referidas al Datum Provisorio Sudamericano La Canoa 1956, Elipsoide Internacional de Referencia Huso 19 Sur.

Vértice	Norte (m)	Este (m)
L1	6.810.000	327.500
L2	6.810.000	328.000
L3	6.809.900	328.000
L4	6.809.900	328.050
L5	6.809.300	328.050
L6	6.809.300	328.000
L7	6.808.500	328.000
L8	6.808.500	327.500
L9	6.809.300	327.500
L10	6.809.300	327.550
L11	6.809.900	327.550
L12	6.809.900	327.500

“Despreciada del 1 al 4” posee 4 pertenencias mineras de 1,25 hectáreas cada una, comprendiendo un total de 5 hectáreas. De esta forma queda delimitado un polígono en las coordenadas indicadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Coordenadas de “Despreciada del 1 al 4” referidas al Datum Provisorio Sudamericano La Canoa 1956, Elipsoide Internacional de Referencia Huso 19 Sur.

Vértice	Norte (m)	Este (m)
L1	-	-
L2	-	-
L3	-	-
L4	-	-

“Despreciada 2 del 1 al 26” posee 26 pertenencias mineras de 5 hectáreas cada una, comprendiendo un total de 130 hectáreas. De esta forma queda delimitado un polígono en las coordenadas indicadas en la Tabla 3.

Tabla 3. Coordenadas de “Despreciada 2 del 1 al 26” referidas al Datum Provisorio Sudamericano La Canoa 1956, Elipsoide Internacional de Referencia Huso 19 Sur.

Vértice	Norte (m)	Este (m)
L1	6.810.000	326.500
L2	6.810.000	327.500
L3	6.808.500	327.500
L4	6.808.500	326.500
L5	6.809.100	326.500
L6	6.809.100	326.900
L7	6.809.600	326.900
L8	6.809.600	326.500

La venta de mineral puede realizarse a través del puerto de Guayacán en Coquimbo, que se ubica a 175 km de distancia de las propiedades.

3. METODOLOGÍAS

El trabajo realizado se dividió en tres etapas: recopilación de antecedentes geológicos y mineros, levantamiento de información en terreno, análisis y procesamiento de los datos obtenidos y recopilados.

3.1. Recopilación de antecedentes geológicos y mineros de la zona

La recopilación de antecedentes geológicos y mineros incluyó la geología regional de la zona de Vallenar y estudios metalogénicos de los distritos colindantes.

3.2. Trabajo de terreno

La captura de información se desarrolló en un terreno de 5 días en el mes de abril del año 2022. En ellos, se recorrió la propiedad, visitando los puntos de explotación de hierro. Además, se realizó un levantamiento y cartografiado de la información geológica con toma de muestras, descripciones litológicas, alteraciones, mineralizaciones y estructuras.

3.3. Gabinete

El trabajo de gabinete consistió en la descripción mesoscópica a detalle de las muestras obtenidas en terreno, realización de base de datos, confección de mapas geológicos a escala 1:9.000 de alteración, mineralización y litologías. Además, se elaboró el presente informe.

4. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS MINEROS

4.1. Contexto general

La propiedad minera se encuentra en la comuna de Vallenar, ésta se ubica en el dominio geomorfológico de la Cordillera de la Costa, cuyos relieves rara vez sobrepasan los 2.000 m s.n.m. Esta cordillera se compone de granitoides del Paleozoico Superior en su ladera occidental, y por secuencias volcánicas-sedimentarias Mesozoicas e intrusivos Cretácicos, en su ladera oriental (Rivano et al., 1993; Sellés y Gana, 2001; Fock, 2005).

Respecto al contexto minero proximal de la propiedad, se han realizado y realizan operaciones de exploración y explotación, entre las que destacan Compañía Minera de Huasco, Inversiones Mineras SpA, Compañía Minera del Pacifico S.A. y Sociedad Punta del Cobre S.A.

4.2. Unidades geológicas

Formación Punta del Cobre (Arévalo et al., 2019)

Corresponde a una secuencia volcano-sedimentaria formada por lavas andesíticas, dacíticas, riolíticas y tobas. Además de fangolitas calcáreas, calcilutitas, calcarenitas y areniscas que en algunos sectores se encuentran con un intenso metamorfismo de contacto, brechas volcánicas, andesitas, basaltos, tobas, areniscas, lutitas y conglomerados. Su edad estimada es del Jurásico Superior, en el Hauteriviano Superior.

Formación Nantoco (Arévalo et al., 2019)

Corresponde a una sucesión de calcarenitas, calcilutitas, brechas volcánicas y calizas macizas bioclásticas de color marrón oscuro. Su edad estimada es del Hauteriviano Superior.

Formación Totoralillo (Arévalo et al., 2019)

Secuencia de margas amarillas, alternadas con calcarenitas rojizas, brechas y volcarenitas verdosas con niveles bioclásticos. Hacia el sur las intercalaciones clásticas se hacen frecuentes, entre ellas brechas y conglomerados. Su edad estimada es del Barremiano Inferior.

Intrusivos Hipabisales de Quebrada Viscachitas (Arévalo et al., 2019)

Dioritas porfíricas de piroxeno, anfíbola y biotita. Los minerales máficos están comúnmente alterados a clorita y la plagioclasa a sericita. Su edad estimada es del Cretácico Superior.

Complejo Plutónico Camarones (Arévalo et al., 2019)

Granodioritas de biotita y anfíbola, dioritas porfíricas y gabros. Presenta una edad de 96 - 91 Ma.

Gravas de Domeyko (Arévalo et al., 2019)

Depósitos de gravas marrón a rojizas de carácter polimíctico y ricas en óxidos de hierro. Se intercalan con niveles blanquecinos de limolitas carbonatadas. Su edad estimada es del Mioceno Medio.

Depósitos Aluviales (Arévalo et al., 2019)

Material clástico de ripio, gravas y arenas que se disponen en laderas de baja pendiente y en quebradas activas e inactivas. Su edad se estima que es del Pleistoceno - Holoceno.

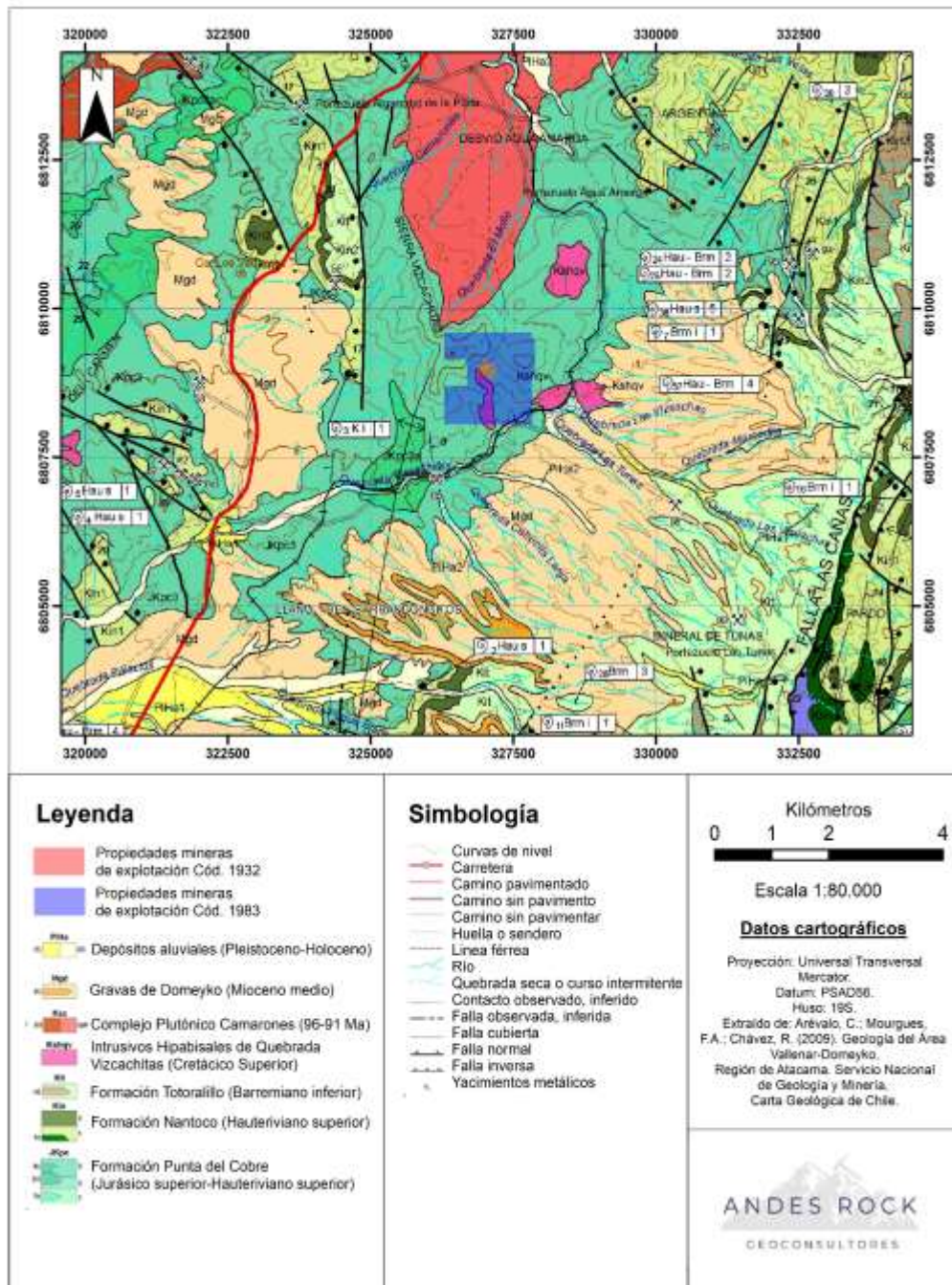


Figura 2. Contexto geológico regional de las propiedades mineras. Extraído y modificado de Arévalo et al. (2019).

4.3. Contexto metalogénico

La propiedad se ubica en la franja metalogénica ferrífera del Cretácico Inferior de la Cordillera de la Costa de Chile (22°S-34°S), donde hay mineralización de hierro en yacimientos del tipo IOP e IOCG que están emplazados en rocas carbonatadas y niveles volcano-sedimentarios, con mantos, núcleos, vetas, brechas, vetillas y diseminados de magnetita. Cercana a la propiedad minera destacan Compañía Minera de Huasco, Inversiones Mineras SpA, Compañía Minera del Pacífico S.A. y Sociedad Punta del Cobre S.A.

El contexto estructural de la zona de estudio y sus alrededores está dominado por la ocurrencia de estructuras kilométricas de orientación norte-sur y nor-este, asociadas a fallas normales de alto ángulo. Se destaca la presencia de un anticlinal de carácter kilométrico que domina la zona de estudio, en este contexto las pertenencias mineras se encuentran en el limbo del este, muy proximal a la zona de la charnela que es propicia para albergar mineralización.

5. ANTECEDENTES DE EXPLOTACIÓN

Las propiedades mineras cuentan con un rajo principal (Figura 3A) del cual se explotaba bolsones y niveles de magnetita maciza. La explotación principal se llevó a cabo en el año 2015, donde se extrajeron 10.000 toneladas de mineral que se procesaron en una planta de concentración magnética instalada en ese año en la propiedad Despreciada 2 (Figura 3B). Se contaba con transporte fijo del material a través de camiones (Figura 3C) y un campamento para los trabajadores (Figura 3D). La venta de hierro se realizaba a través del puerto de Coquimbo con una ley magnética de hierro sobre el 59%.

En el área también destacan labores más antiguas enfocadas a la explotación de vetillas de óxidos de cobre. Las más grandes se encuentran al sur de las propiedades (Figura 4 y 5A) y un pique antiguo al noreste, en el límite de las pertenencias.

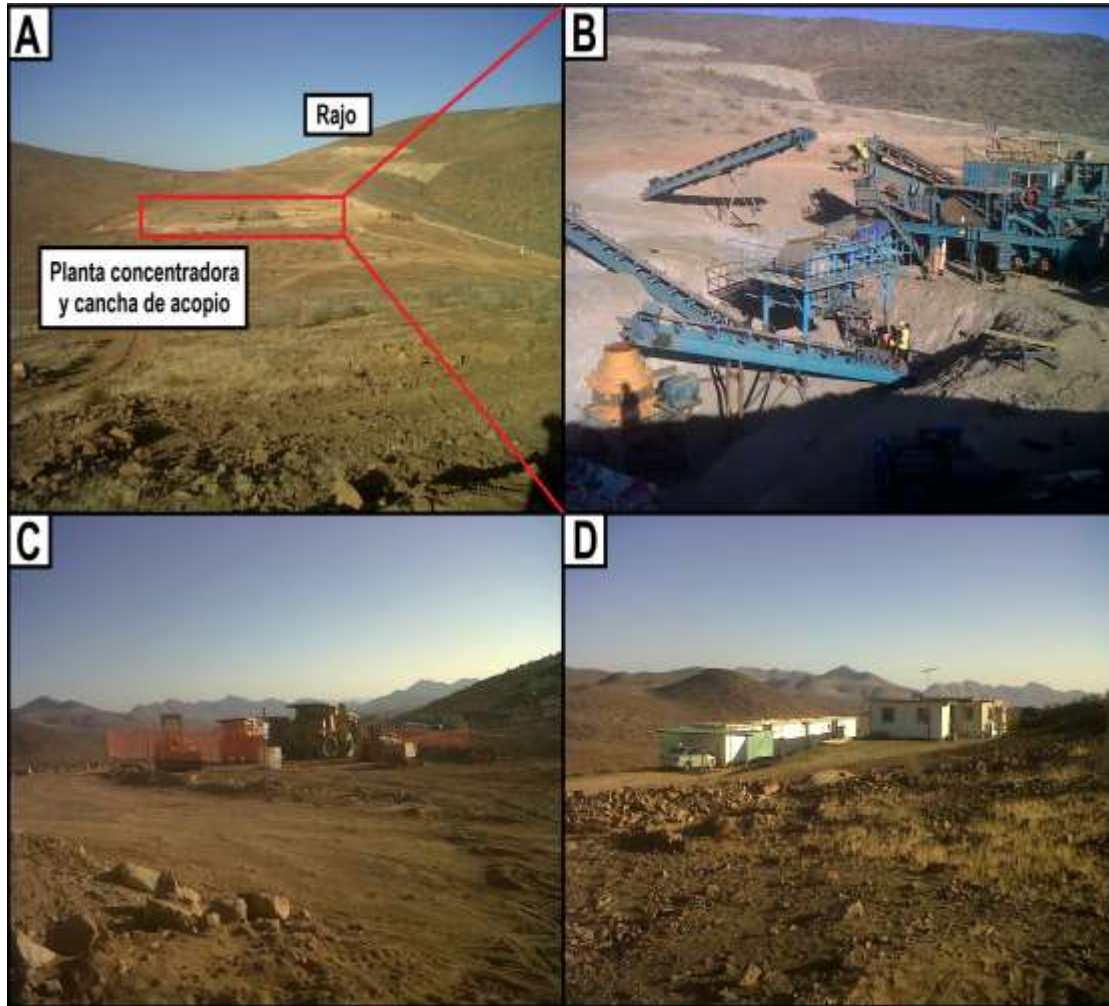


Figura 3. Rajo, planta procesadora, transporte y campamento de las propiedades mineras.

6. RESULTADOS

6.1. Descripción litológica

Se describieron cinco unidades geológicas, las que corresponden a una sucesión calcárea que hospeda la mineralización, a andesitas de hornblenda, a una diorita de hornblenda y diques andesíticos y dacíticos (Figura 4).

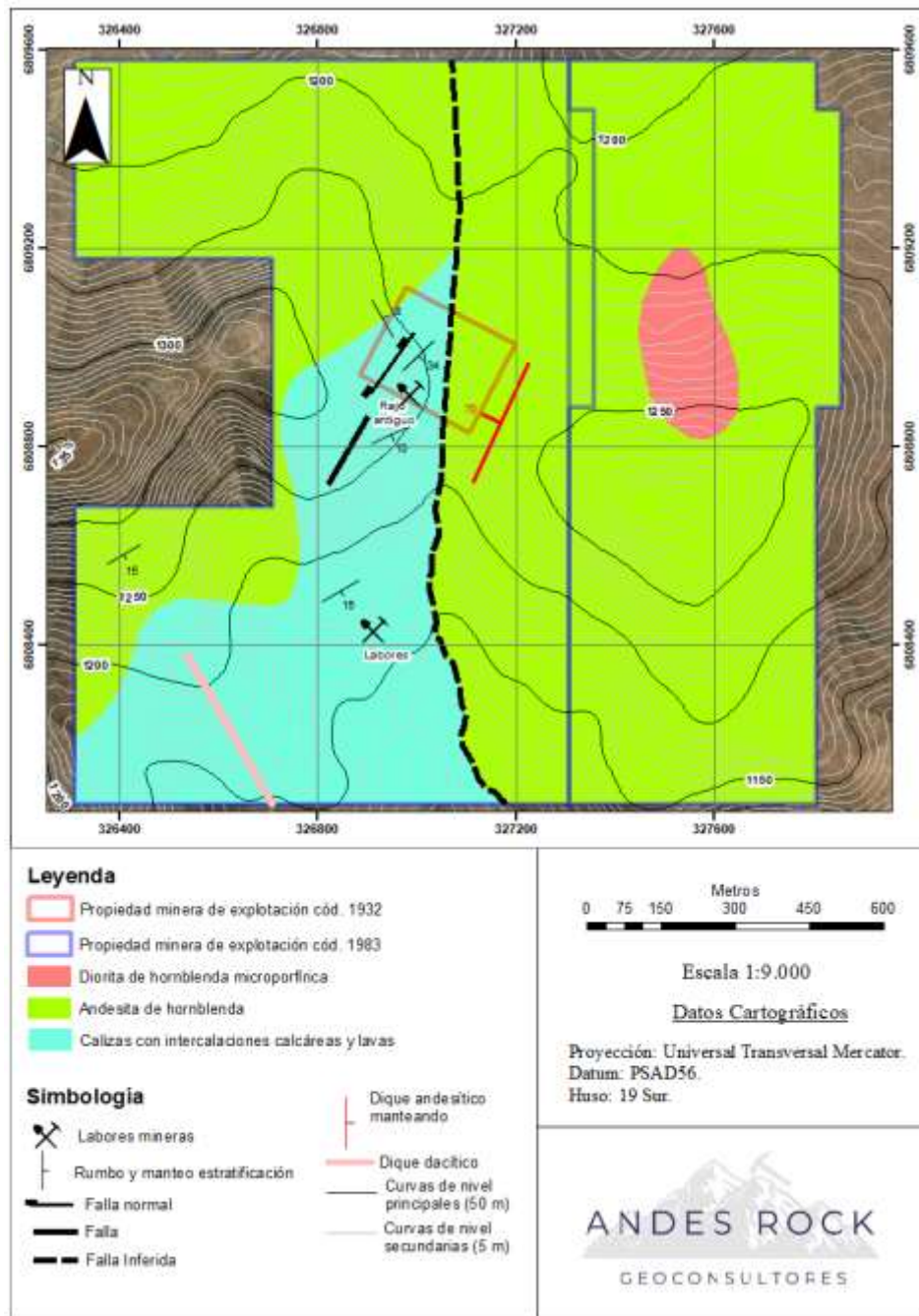


Figura 4. Mapa geológico de las propiedades mineras.

Calizas con intercalaciones calcáreas y lavas: unidad correspondiente a la roca de caja que hospeda la mineralización. Se describe como una sucesión sedimentaria calcárea compuesta principalmente por calizas grises de grano medio con intercalaciones de lavas andesíticas y basálticas menores, fangolitas calcáreas y areniscas calcáreas. Esta sucesión estratificada se dispone N46°-60°E con manteos que varían entre 10° y 15° hacia el sur-este, salvo en sectores del rajo en que hay variaciones de rumbo y manteo por la presencia de fallas.

En el rajo se intercalan a las calizas, andesitas de hornblenda, basaltos de olivino, capas obliteradas por epidota pervasiva y rocas calcáreas (fangolitas y areniscas). Además, se identifican niveles skarnificados con oxidados de cobre y el emplazamiento de cuerpos macizos, brechosos y diseminados de magnetita.

Hacia el sur las calizas son fosilíferas y de color blanco, mientras que hacia el sur-oeste en zonas en que se intersectan estructuras NS y NE, las calizas adquieren color negro por la presencia de cuerpos macizos, diseminados y vetillas de magnetita.

La tendencia general es que hacia el sur-este de la sucesión las calizas son cristalinas, con tamaños finos a medios de los cristales, y con escasas intercalaciones de otras facies. En cambio, hacia el nor-oeste aumenta la cantidad de intercalaciones y alternancias entre calizas, facies calcáreas clásticas y lavas.

Andesita de hornblenda: unidad compuesta por andesitas de hornblenda con textura microporfírica a porfírica, con sectores intensamente amigdaloidales (rellenas por carbonato y epidota) y con la presencia de hasta un 3% de vesículas cuyo tamaño máximo es de 2 mm. Presenta fenocristales finos a medios con tamaños de 1 mm a mayores de 3 mm de plagioclasa (20-30%), hornblenda (10-20%) y piroxeno (5-10%); la masa fundamental (40-65%) es gris-verde y en algunas zonas está alterada con pátinas de epidota con hematita roja, además de clorita intensa en otros sectores.

La unidad se emplaza en la totalidad de las propiedades mineras, y hacia el oeste se logran distinguir facies macizas-porfíricas, las cuales presentan autobrechas en sus límites, sectores que tienden a ser más afaníticos, y facies brechizadas. Estas últimas obliteradas por alteración pervasiva de epidota y actinolita subordinada. Estas facies alternan entre sí y se interpretan como una sucesión de coladas de lava aa', con potencias que fluctúan entre 2 a 3 metros. Posee planos de estratificación similares a la unidad calcárea con rumbos de N46°-60°E y manteos entre 10° y 15° hacia el sur-este. Por otra parte, hacia el este la unidad posee un aspecto macizo.

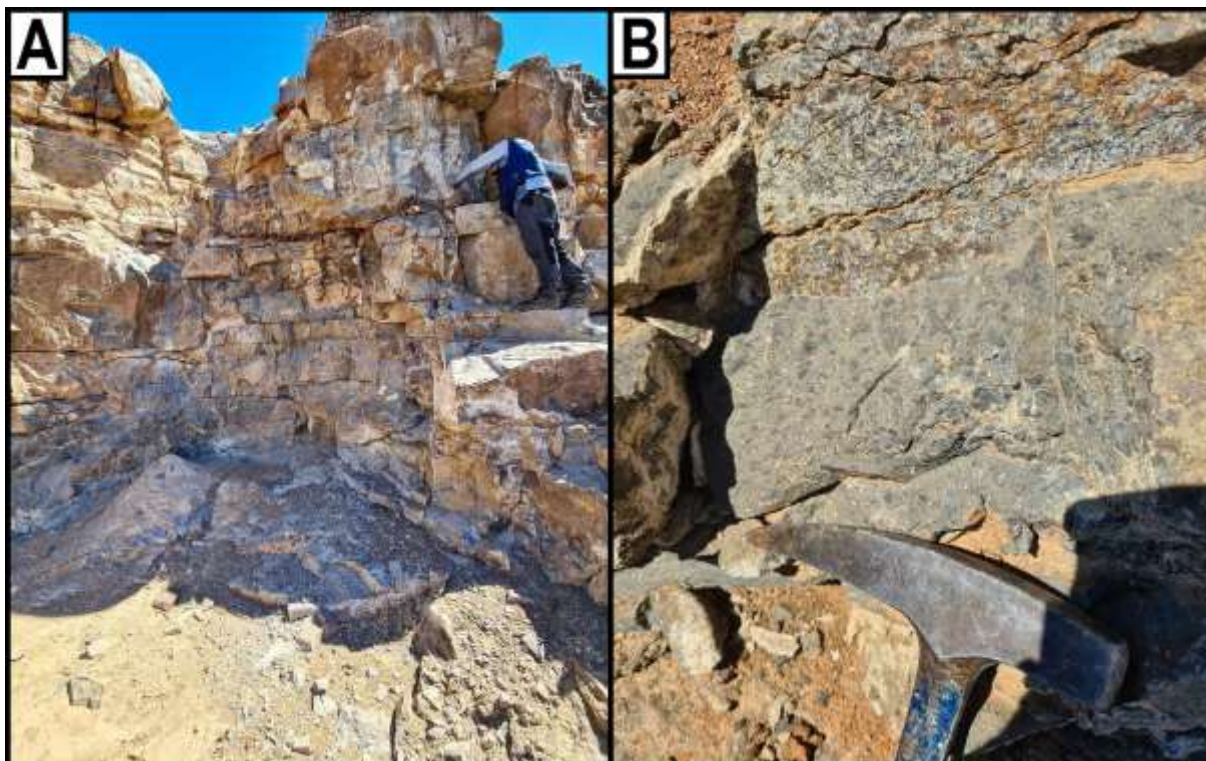


Figura 5. Unidades geológicas. A) Labores antiguas en calizas cristalinas. B) Lava andesita de hornblenda porfírica con autobrecha.

Diorita de hornblenda microporfírica: unidad que intruye a la unidad Andesita de hornblenda y que aflora al nor-este de las propiedades. Se describe como una roca hipocristalina, hipidiomórfica y de carácter melanocrático, con la presencia de fracturas catapilares que permiten distinguirla como una unidad intrusiva. Corresponde a una diorita de hornblenda microporfírica con fenocristales entre 0,5-1 mm, compuesta por plagioclasa (25%), hornblenda (15%) y masa fundamental grisácea (60%).

Dique andesítico: intruye a la unidad Andesita de hornblenda. La roca es melanocrática, no presenta alteración, es afanítica a microporfírica, hipocristalina, inequigranular e hipidiomórfica. La unidad es de grano fino con fenocristales milimétricos de plagioclasa (35%), hornblenda (25%), piroxeno (5%) y masa fundamental (50%) microcristalina.

Dique dacítico: dique subvertical de carácter leucocrático, compuesto por cuarzo (25%), plagioclasa (35%), feldespato potásico (20%) y hornblenda (20%) alterada selectivamente a clorita-epidota. La unidad intruye a la unidad de calizas, en la zona sur-oeste de la propiedad.

6.2. Descripción de alteraciones

Se reconocen ocho alteraciones compuestas principalmente de clorita, epidota, hematita, actinolita, cuarzo, arcillas y limonitas (Figura 6 y 7):

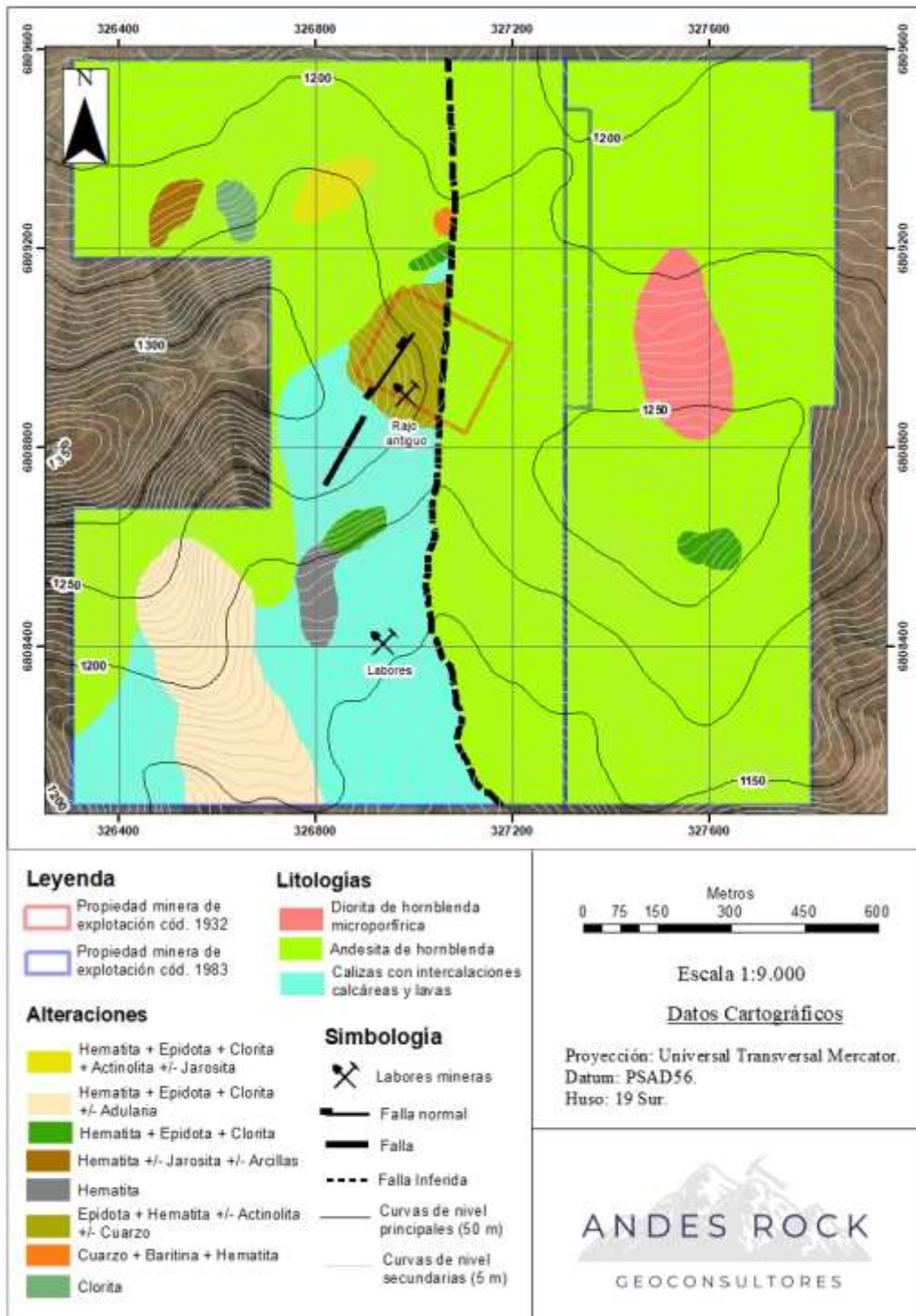


Figura 6. Mapa de alteraciones de las propiedades mineras.

Hematita + Epidota + Clorita + Actinolita ± Jarosita: alteración que afecta a la unidad Andesita de hornblenda al nor-oeste. Es de carácter débil, selectivo y homogéneo en el caso de la epidota alterando a hornblendas y plagioclasas; con alteración moderada a fuerte en autobrechas de lavas con actinolita, epidota y hematita (+/- jarosita) asociada a fracturas, vetillas de hematita y magnetita (Figura 7A).

Hematita + Epidota + Clorita ± Adularia: alteración asociada espacialmente al dique dacítico del sur-oeste, que intruye a la unidad de calizas y afecta a las intercalaciones de lavas que se encuentran en esta unidad. Es de carácter débil, selectivo y homogéneo en el caso de la clorita alterando a hornblendas y de la adularia alterando a plagioclasas. En cambio, se presenta débil a moderada en parches de hematita, epidota y clorita dentro de la masa fundamental de las andesitas (Figura 7B).

Hematita + Epidota + Clorita: alteración débil, homogénea y selectiva de cloritas reemplazando hornblendas y masa fundamental en la unidad Andesita de hornblenda. Se manifiesta con intensidad moderada en parches de hematita y vetillas de epidota, que en algunos sectores brechizan la roca con clastos de la roca de caja hematizados.

Hematita ± Jarosita ± Arcillas: alteración moderada a fuerte, homogénea, selectiva y proximal a cuerpos macizos, vetillas y diseminados de magnetita. Esta alteración afecta a la unidad de calizas y se concentra en el sector sur-oeste (Figura 7C).

Hematita: alteración débil a moderada, homogénea, selectiva y proximal a cuerpos macizos, vetillas y diseminados de magnetita. Esta alteración afecta a la unidad de calizas y se concentra en el sector sur-oeste.

Epidota + Hematita ± Actinolita ± Cuarzo: alteración pervasiva, homogénea y no selectiva que oblitera al protolito, se ubica en el rajo asociado a fallas normales y cuerpos mineralizados de magnetita maciza. Afecta a la unidad de calizas, con abundante epidota, seguida por gran presencia de hematita asociada a la oxidación de los cuerpos de magnetita y actinolita y cuarzo subordinadas (Figura 7D y E).

Cuarzo + Baritina + Hematita: alteración pervasiva con roca obliterada por cuarzo y baritina, cortada por vetillas de hematita que le dan un aspecto brechizado. Además, se presentan vetillas y rellenos de cuarzo en oquedades (Figura 7F).

Clorita: alteración débil, homogénea y selectiva, con cloritización de hornblendas y masa fundamental de la unidad Andesita de hornblenda.

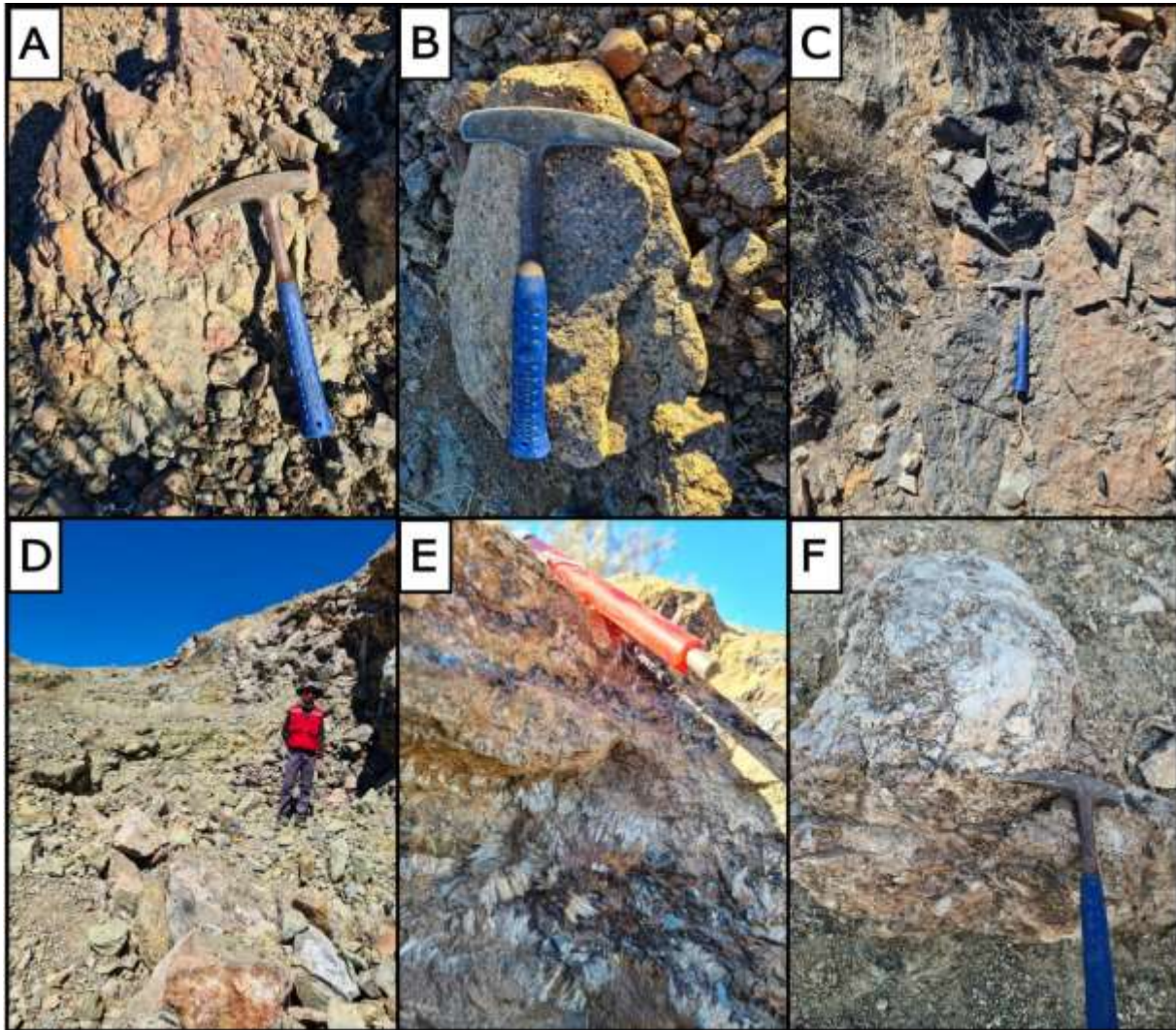


Figura 7. Alteraciones de las propiedades de explotación. A) Hematita + Epidota + Clorita + Actinolita $\pm$ Jarosita. B) Hematita + Epidota + Clorita $\pm$ Adularia. C) Hematita $\pm$ Jarosita $\pm$ Arcillas. D) Epidota + Hematita $\pm$ Actinolita $\pm$ Cuarzo. E) Epidota + Hematita $\pm$ Actinolita $\pm$ Cuarzo. Vetillas de actinolita de grano grueso con hematita especular. F) Cuarzo + Baritina + Hematita.

6.3. Descripción de mineralización

La mineralización de las propiedades (Figura 8) se dispone en cuerpos macizos de magnetita, controlados por estructuras nor-este y/o concordantes a la estratificación de las rocas que pertenecen a la unidad de calizas. Además, presenta facies brechosas, diseminadas y vetillas de magnetita masiva.

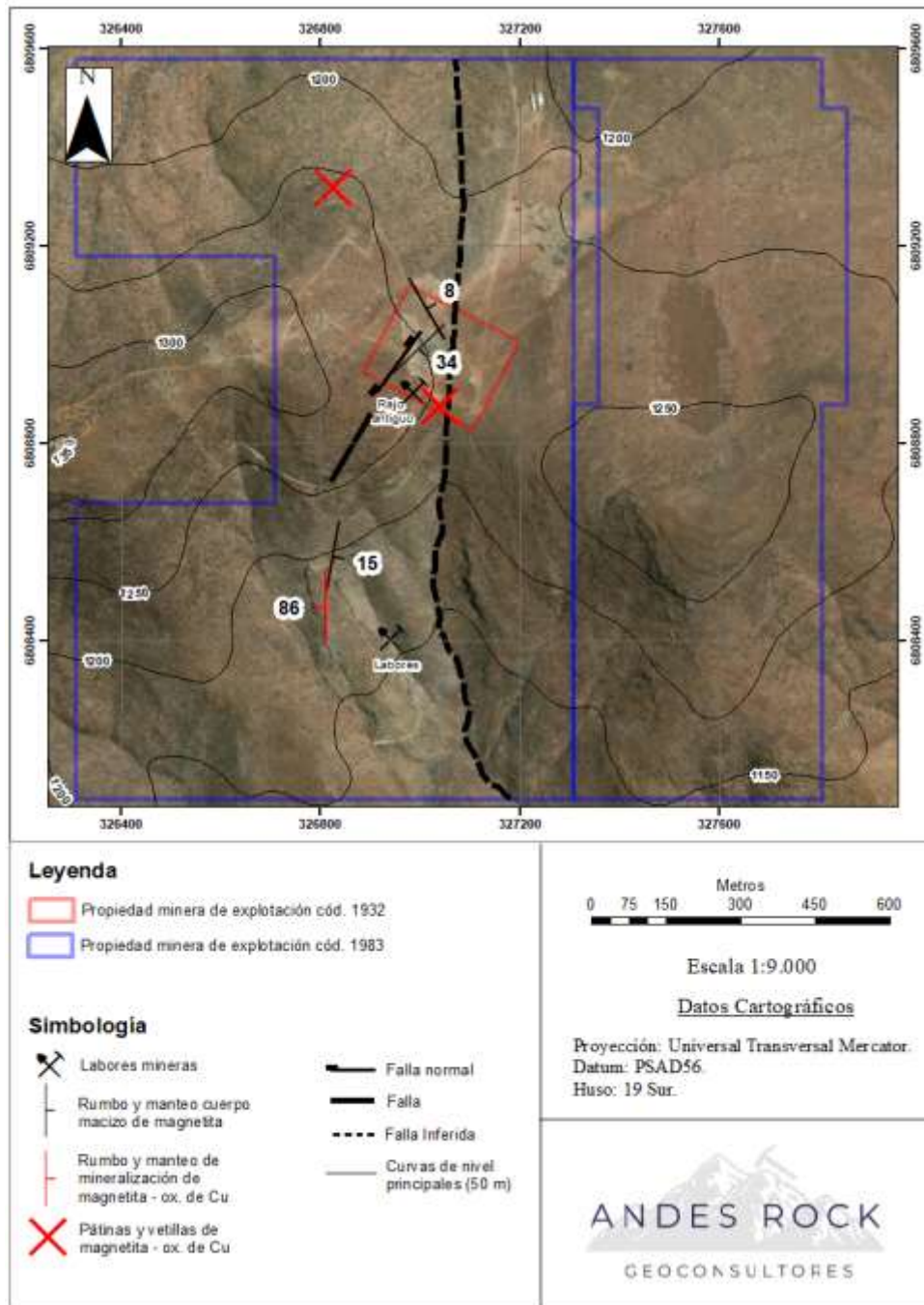


Figura 8. Mapa de mineralización de las propiedades.

El principal cuerpo mineralizado se dispone en el antiguo rajo desarrollado durante el año 2015. Este corresponde a un bolsón de magnetita maciza, con tenores escasos de hematita y oxidados de cobre (crisocola, atacamita y menor malaquita).

El cuerpo lenticular posee potencias de hasta 4 metros y se encajona en un plano de falla normal (N40°E/50°NW) que intersecta con estructuras N-S (N10°E/85°NW), las cuales diseminan escasamente magnetita en la roca hospedante (unidad de calizas) y generan un halo pervasivo de epidota con hematita, cuarzo y actinolita (Figura 7D).

Las estructuras mineralizantes alimentan niveles de magnetita masiva de hasta 30 cm de espesor, sobre la cual yacen concordantes 2 metros de calizas mineralizadas con vetillas y diseminados de magnetita cuya intensidad en la mineralización disminuye al alejarse de la capa de magnetita. Además, se describen facies brechosas de hasta 40 cm de espesor con clastos obliterados por epidota y cemento de magnetita masiva, la que infrayace concordante a estratos de calizas con pátinas de hematita.

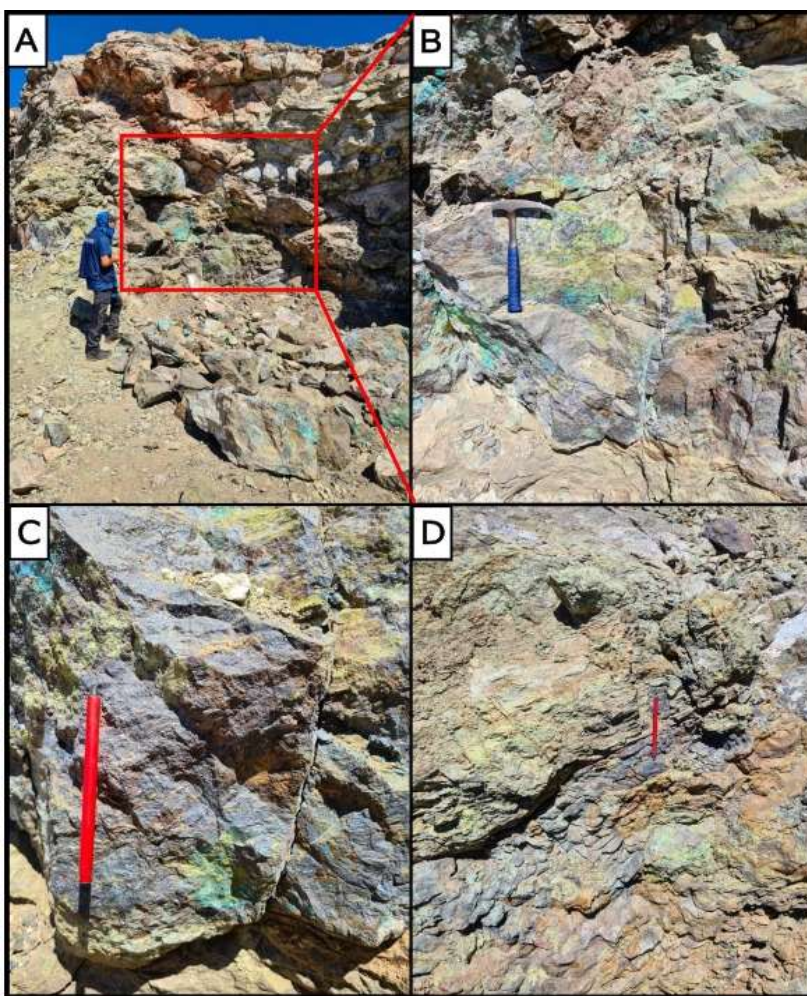


Figura 9. Mineralización en rajo. A y B) Bolsón de magnetita maciza. C) Magnetita maciza con pátinas de oxidados de cobre. D) Vetillas de magnetita con halo de epidota y jarosita.

Hacia el sur del rajo, se desarrollaron algunas labores mineras con geometría de anfiteatro (Figura 5A) en donde se disponen vetillas con escasos oxidados de cobre, principalmente crisocola, hospedados en calizas.

Otro punto de interés, aún no intervenido, corresponde a un área de 15x3 m que se encuentra al sur-oeste del rajo, cercano a las labores mencionadas anteriormente en forma de anfiteatro. En este sector se disponen niveles, diseminados y vetillas de magnetita hospedados en calizas grises originalmente que, dada la intensidad de la mineralización, adquieren color negro. La mineralización es intensa por la intersección de fracturas N-S con estructuras N30°E/86°NW, en las cuales se emplazan cuerpos macizos de magnetita orientados N30°E, asociados a vetillas y diseminación intensa de magnetita, además de sectores brechizados con matriz de magnetita (Figura 10C y D).

Finalmente, por el mismo rumbo que el punto anterior unos metros hacia el norte, se ubica un nivel de magnetita maciza de 40 cm concordante a las calizas que lo sobreyacen (Figura 10A y B).

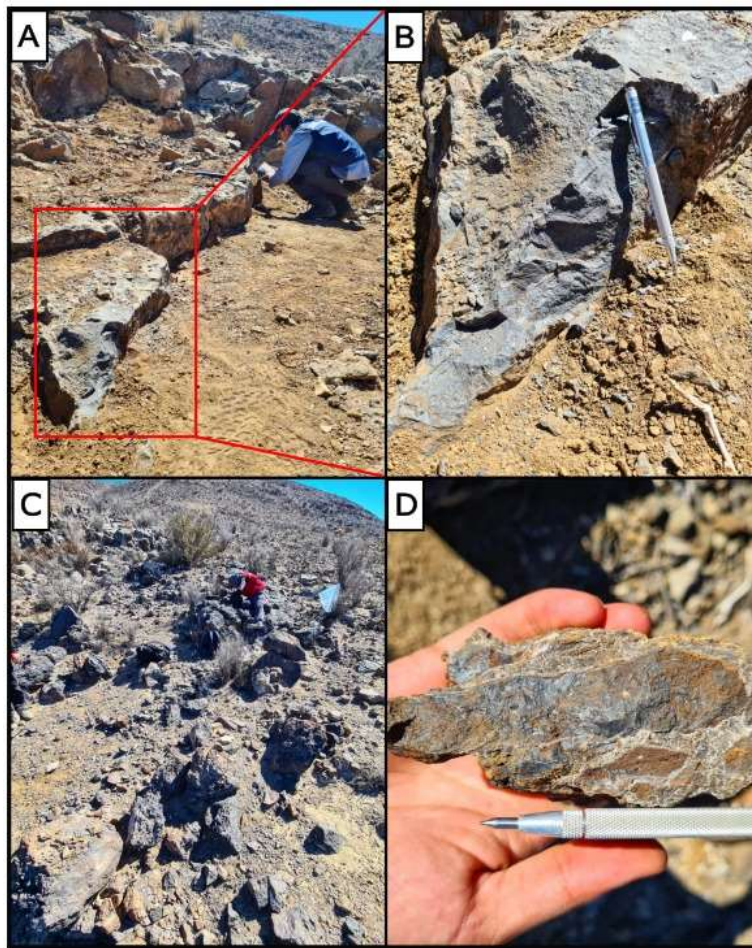


Figura 10. Afloramientos de magnetita maciza al sur-oeste del rajo. A y B) Nivel de magnetita concordante a los niveles de caliza. C) Vetillas intensas de magnetita maciza. D) Zonas brechizadas con matriz de magnetita maciza cercano al vetilleo.

6.4. Geoquímica

Se colectaron cuatro muestras para análisis geoquímico más una muestra previa que se extrajo el 2015 (Calypso Planta), localizadas en las siguientes ubicaciones (Figura 11 y Tabla 4):

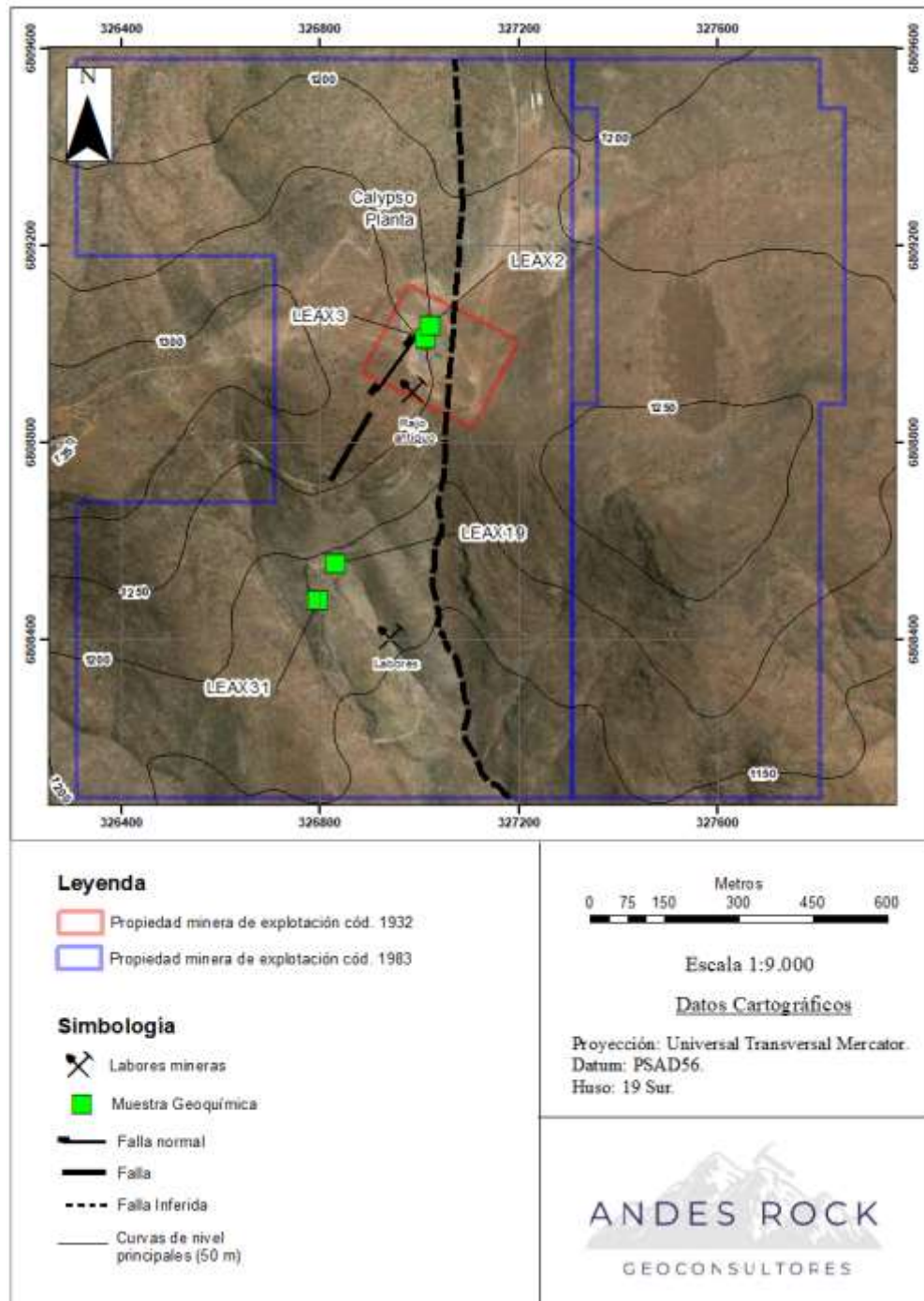


Figura 11. Ubicación espacial de muestras geoquímicas.

Tabla 4. Análisis geoquímico realizado por el laboratorio AAA (detalle en Anexo 1).

Código	X	Y	Fe (%)	P (%)	Co (ppm)	Dtt (%)	Fe dtt (%)	P dtt (%)	Ley magnética	Tipo de muestreo
LEAX2	327220	6809388	46,09	0,04	180	63,8	62,35	0,013	39,78	Rock chip
LEAX3	327212	6809361	45,56	0,017	103	20,4	65,22	0,016	13,3	Rock chip
LEAX19	327030	6808903	33,13	0,023	32	47,2	63,71	0,01	30,07	Rock chip
LEAX31	326994	6808831	34,64	0,026	46	42,2	62,96	0,007	26,57	Rock chip
Calypso Planta	327220	6809388	59,42	-	-	76,7	68,84	-	52,8	Rock chip

Del total de las muestras, tres fueron colectadas en el rajo: dos en el bolsón (LEAX2 y Calypso Planta; Figura 9A y B) y una en el nivel de magnetita concordante a las calizas (LEAX3); y dos en el sector mineralizado del sur (LEAX19, Figura 10A y B; LEAX31, Figura 10C y D), en que se midieron las leyes de hierro (Fe), fósforo (P), cobalto (Co), el test del tubo de Davis (Dtt) y el hierro y cobalto medidos después de aplicar el test, además, del cálculo de la ley magnética. De éstas, el promedio de las leyes de hierro es de 43,77%, con una máxima de 59,42% (Calypso Planta).

Respecto a las concentraciones de cobalto, éstas se realizaron debido a que los yacimientos del tipo IOP pueden presentar concentraciones que podrían ser económicamente interesantes, de modo que en las cuatro muestras se registra un promedio de 90,25 ppm y una máxima de 180 ppm (LEAX2). En cuanto a las leyes de fósforo, todas presentan concentraciones muy por debajo del 1%.

Posterior a la realización del tubo de Davis (Dtt), las concentraciones promedio del hierro corresponden a 64,62% con máxima de 68,84%, mientras que para el fósforo siguen estando muy por debajo del 1%. Por lo que presentan características geometalúrgicas bastante favorables para el procesamiento mineral, con alta recuperación magnética y generación de concentrados de alta calidad (altos % de Fe Dtt y bajos % de P Dtt).

Por último, se calcularon las leyes magnéticas promediando 32,5% con una máxima de 52,8% (Calypso Planta).

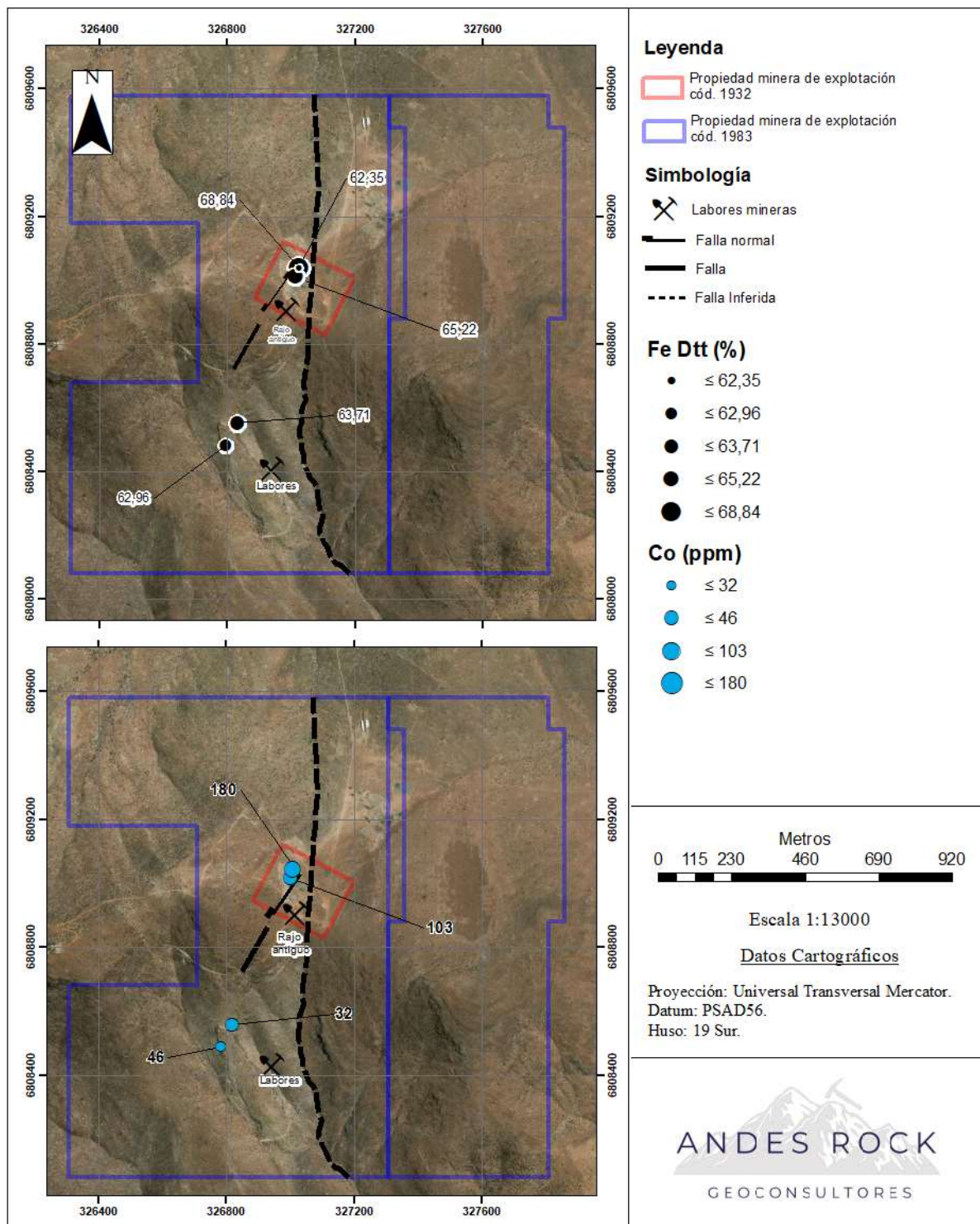


Figura 12. Concentraciones de hierro dtt y cobalto de las muestras geoquímicas obtenidas en este estudio.

6.5. Estimación de recursos

La mineralización en la propiedad está distribuida en bolsones macizos de magnetita, niveles o capas de magnetita concordantes a la estratificación, brechas de magnetita y diseminados-vetillas de magnetita en niveles de calizas. Se plantearon dos escenarios, uno que considera solamente el mineral observado y posible de proyectar, y otro que toma en cuenta las áreas inferidas. La densidad seleccionada para este cálculo corresponde a 2,7 gr/cm³, siendo este el valor promedio de la corteza terrestre. No obstante, se debe tener en cuenta que la densidad de la magnetita es 5,1 gr/cm³, por lo que los cálculos en este sentido son conservadores.

La fórmula ocupada corresponde a la ecuación 1, y los resultados de las estimaciones realizadas se presentan en la Tabla 5 (recursos medidos) y Tabla 6 (recursos medidos + inferidos).

$$\text{Ecuación 1: Recursos (ton)} = \text{Longitud} \cdot \text{Potencia} \cdot \text{Altura} \cdot \text{Densidad}$$

Tabla 5. Estimación de recursos medidos calculado por estructura dentro de las propiedades.

Sector	Longitud (m)	Potencia promedio (m)	Altura promedio (m)	Recursos (ton)
Bolsón de rajo	50	3	10	4.050
Capa de rajo	10	0,3	5	41
Diseminados - Vetillas de rajo	10	2	10	540
Brecha de rajo	10	0,4	4	43
Capa del sur	3	0,4	5	16
Vetillas y diseminados del sur	15	3	5	608
Total				5.258

Tabla 6. Estimación de recursos medidos más inferidos por estructura dentro de las propiedades.

Sector	Longitud (m)	Potencia promedio (m)	Altura promedio (m)	Recursos (ton)
Bolsón de rajo	150	3	20	24.300
Capa de rajo	20	0,3	10	162
Diseminados - Vetillas de rajo	20	2	20	2.160
Brecha de rajo	20	0,4	8	173
Capa del sur	53	0,4	10	572
Vetillas y diseminados del sur	75	3	10	6.075
Total				33.442

Las longitudes, potencias y alturas expresadas se justifican por lo observado en terreno, las orientaciones medidas de rumbo y manteo, y por los desniveles topográficos presentes en la propiedad.

7. DISCUSIONES

7.1. Temporalidad de eventos

- La unidad más antigua de la propiedad corresponde a las calizas con intercalaciones calcáreas y lavas, las que hospedan la mineralización.
- Luego, se depositaría una sucesión de andesitas de hornblenda, interpretadas como varios pulsos de coladas de lava del tipo aa´.
- El evento mineralizador estaría relacionado con la formación de fallas normales nor-este, las que traerían consigo fluidos ricos en hierro, alimentando niveles concordantes, brechas, vetillas y diseminados encajonados en las capas estratificadas de calizas.
- Los diques andesíticos podrían ser sincrónicos al periodo extensivo dada su orientación y posteriores al evento mineralizador, ya que no presentan alteración ni mineralización. De igual forma, la unidad Diorita de hornblenda, en base a la composición similar a estos diques, también podría ser un cuerpo hipabisal sincrónico al evento extensivo.
- Finalmente, las estructuras con tendencia N-S como la gran falla inferida ubicada en el centro de la propiedad, corresponderían al último evento coetáneo al dique dacítico que tiene una orientación paralela.

7.2. Metalogénesis

- El yacimiento posee un control estructural, principalmente por estructuras extensivas de rumbo N25°-40°E, tales como la falla normal (N40°E/54°NW) que hospeda al bolsón en el rajo. Además, cuando las estructuras de tendencia nor-este se intersectan con estructuras con rumbo N-S se generan zonas enriquecidas con cuerpos macizos de magnetita, tal es el caso del rajo y de la zona de interés del sur.
- Este control estructural alimentaría a las capas de magnetita concordantes a la estratificación de calizas que, a la vez, brechizan, diseminan y distribuyen vetillas en estas capas calcáreas (Figura 9 y 10).
- De acuerdo a la mena, el yacimiento se puede definir como un sistema IOP o, si se quiere, se asemeja mucho en términos petrográficos a lo que definió Espinoza (1990) como yacimientos de hierro del tipo Bandurrias. Sin considerar las discusiones genéticas de este tipo de yacimientos, sus características principales son que corresponden a bandas y/o lentes de hierro intercalados con rocas sedimentarias (margas, calizas, lutitas y areniscas).
- La alteración pervasiva de Epidota (Epidota + Hematita ± Actinolita ± Cuarzo) se asocia espacialmente al bolsón de magnetita mineralizado del rajo, de hecho todo este sector, incluyendo las capas, brecha, vetillas y diseminados de magnetita se asocian a esta alteración (Figura 7D).

7.3. Mineralización y puntos de interés

- La mineralización está controlada estructuralmente, por lo que estructuras con orientaciones similares a la falla normal que encajona al bolsón de magnetita (N40°E/50°NW) son de especial interés por contener la mena principal. Aunque, aumentan las probabilidades de encontrar cuerpos enriquecidos si estas estructuras nor-este intersectan con estructuras N-S (N10°E/85°NW).
- Estas intersecciones enriquecidas diseminan escasamente magnetita en la roca hospedante (unidad de calizas) y generan un halo pervasivo de epidota (con hematita, cuarzo y actinolita), por lo que la epidota pervasiva puede ser un indicador de mineralización en este sistema.
- Por último, además de la zona del rajo y de las labores con forma de anfiteatro, en superficie se presenta al menos un punto de interés aún no intervenido hacia el sur, con intersecciones de las estructuras nor-este y norte-sur, con cuerpos macizos, diseminaciones y vetillas de magnetita encajonados en la unidad de calizas.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La propiedad minera posee mineralización de hierro hospedada en intersecciones de estructuras nor-este y norte-sur, que contienen bolsones macizos de magnetita con potencias de hasta 4 m. Este control estructural alimenta y mineraliza a la unidad de calizas, formando capas de magnetita masiva concordantes a la estratificación que brechizan, diseminan y mineralizan con vetillas los niveles calcáreos. Posee concentraciones de hierro, hierro dtt y leyes magnéticas económicamente explotables, además de fósforo y fósforo dtt muy por debajo del 1%, facilitando la recuperación metalúrgica y obteniendo concentrados de alta ley.

Se realizaron labores superficiales de explotación durante el 2015, además este estudio sólo contempla información de superficie, por lo que hace falta la realización de métodos que permitan hacer proyecciones en profundidad como sondajes o geofísica. En la medida que se desarrollen estudios de esta índole es posible realizar extracción de mineral, tanto en el rajo antiguo como hacia el sur.

Finalmente, se recomienda realizar calicatas y/o piques exploratorios en los puntos de interés indicados en el mapa de mineralización e intensificar la exploración geológica de superficie en el sector oeste de la propiedad. Además, se recomienda realizar una campaña geofísica de magnetometría, priorizando la unidad de las calizas hacia el oeste de la gran falla inferida. En el caso de que los resultados de estas prospecciones sean positivos, se recomienda evaluar la realización de una campaña de sondajes exploratorios, con el fin de identificar, caracterizar y estimar la mineralización en profundidad del sistema.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arévalo, C., Mourgues, F. A. y Chávez, R. (2009). Geología del Área Vallenar-Domeyko, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile.

Espinoza, S. (1990). The Atacama-Coquimbo Ferriferous Belt, Northern Chile. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Fock, A. (2005). Cronología y tectónica de la exhumación en el Neógeno de los Andes de Chile central entre los 33 y los 34 S. Memoria de Título (Inédito), Universidad de Chile, Departamento de Geología.

Rivano, S., Sepúlveda, P., Boric, R. y Espineira, D. (1993). Geología de las hojas Quillota y Portillo. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile 73: 309 p.

Sellés, D. y Gana, P. (2001). Geología del área Talagante-San Francisco de Mostazal: región metropolitana de Santiago y del Libertador general Bernardo O'Higgins. Servicio Nacional de Geología y Minería. Chile.

10. ANEXOS

Anexo 1. Concentraciones geoquímicas obtenidas en este estudio. Analizadas por laboratorio San Lorenzo.



Fono: 51-2-616365 -
email: laboratoriosanlorenzo@gmail.com
Barrio Industrial Sur, Lote 16 - Vallenar
www.laboratoriosanlorenzovallenar.com

CERTIFICADO DE ANALISIS QUIMICO

Vallenar, Miércoles 06 de Abril del 2022.

CER-Fe OT 6162-2022

Señor
Felipe Hernández
ANDES ROCK GEOCONSULTORES SPA
Presente

Adjunto Certificado de Análisis Químico de muestra.

Nº	Folio	ID Muestra	Cabeza				Concentrado		Ley Mag
			% Fe	% P	Co (ppm)	% Dtt	% Fedtt	% Pdtt	
1	5257	LEA - X2	46,09	0,040	180	63,8	62,35	0,013	39,78
2	5258	LEA - X3	45,56	0,017	103	20,4	65,22	0,016	13,30
3	5259	LEA - X19	33,13	0,023	32	47,2	63,71	0,010	30,07
4	5260	LEA - X31	34,64	0,026	46	42,2	62,96	0,007	26,57

Resultados de análisis válidos sólo para las muestras proporcionadas por el cliente.


Ana Zepeda Rojas
Química Laboratorista
Laboratorio Químico San Lorenzo

Anexo 2. Concentraciones geoquímicas obtenidas en el año 2013. Analizadas por laboratorio San Lorenzo. Muestra correspondiente al rajo se llama Calypso Planta.



CERTIFICADO DE ANALISIS QUIMICO

Vallenar, Martes 10 de Septiembre del 2013.

Señores
Calypso Minería y Cía SpA.
Presente

Certificado de Análisis Químico, correspondiente a 03 muestras de Fe.

	Id. Muestra	% Fe	% P
1	Mina Ovalle	65,60	0,847
2	Mina Domeyko	59,19	

	Id. Muestra	% Fe	% Dtl	% Fndtl	Ley Mag.
3	Calypso Planta	59,42	76,7	68,84	52,80
	Chequeo	59,49	76,5	68,84	52,66


Ana Zepeda Rojas
Química Laboratorista
LABORATORIO QUIMICO SAN LORENZO





AndesRock Geoconsultores SpA

+(56) 9 78779407 | +(56) 9 63033938 | contacto@andesrock.com
Enrique Mac-Iver 484, Oficina 102 | Santiago | Chile