



Título: Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, Proyecto Minero Valle Ancho, Provincia de Catamarca, República Argentina.

Autora: Lic. Silvina Elizabeth Vázquez

Directora: Dra. Nora Rubinstein

Co-Directora: Lic. Leticia González Castellote

2023



RESUMEN

El proyecto minero Valle Ancho se encuentra ubicado en el extremo suroeste de la provincia de Catamarca. Esta área posee diferentes objetivos de exploración con anomalías geoquímicas de Cu, Au y Ag que corresponden a sistemas de tipo pórfido y epitermales de alta sulfuración, genéticamente asociados al magmatismo Cenozoico. Gran parte del proyecto Valle Ancho se encuentra ubicado al este de la faja metalogénica de Maricunga (Mpodozis *et al.* 1995).

El presente trabajo, procura integrar los resultados del programa de exploración inicial del proyecto Valle Ancho, ejecutado por la compañía NGEX Minerals, mediante su subsidiaria argentina Pampa Exploración SA, y analizar el impacto socio-económico que generaría el posible desarrollo de este proyecto.

En la actualidad, las actividades de exploración fueron desarrolladas por la empresa mencionada, tras obtener la licitación de esta área de reserva geológico-minera. Los levantamientos cartográficos fueron acompañados de muestreos de rock chip, para análisis geoquímicos, lecturas espectrométricas, y análisis petro-calcográficos.

Desde el punto de vista social, la localidad de Fiambalá es la más cercana al Proyecto Valle Ancho, la cual se emplaza a 180 km al Este. La reactivación de actividades de este proyecto, cobra una gran relevancia en las comunidades de influencia, porque, a diferencia de otros prospectos de la región, este presenta un valor especial, por la serie de antecedentes históricos exploratorios que presenta.

ABSTRACT

The Valle Ancho mining project is located in the extreme southwest of the province of Catamarca. This area has different exploration targets with Cu, Au and Ag geochemical anomalies that correspond to porphyry and epithermal systems of high sulphidation, genetically associated with Cenozoic magmatism. Much of the Valle Ancho project is located to the east of the Maricunga metallogenic belt (Mpodozis *et al.* 1995).

The present work seeks to integrate the results of the initial exploration program of the Valle Ancho project, carried out by the company NGEX Minerals, through its Argentine subsidiary Pampa Exploración SA, and to analyze the socio-economic impact that the possible development of this project would generate.

Currently, the exploration activities were carried out by the aforementioned company, after obtaining the bidding for this geological-mining reserve area. The cartographic surveys were accompanied by rock chip sampling, for geochemical analysis, spectrometric readings, and petro-calcographic analysis.

From the social point of view, the town of Fiambalá is the closest to the Valle Ancho Project, which is located 180 km to the East. The reactivation of activities of this project is of great importance in the communities of influence, because, unlike other prospects in the region, it presents a special value, due to the series of exploratory historical precedents it presents.

CAPITULOS

INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL: FAJA DE MARICUNGA	3
4. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
4.1. ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA.....	5
4.2. MARCO TECTÓNICO.....	7
4.3. ANTECEDENTES GEOLÓGICO-MINEROS.....	8
4.4. ÁREA DE ESTUDIO: NORDIN-CALDERA	10
5. RESULTADOS	12
5.1. ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES: IMAGENES LANDSAT / ASTER.....	12
5.2. MAPEO GEOLÓGICO	16
5.2.1. RESULTADOS DE MAPEO: ANOMALÍA NORDIN	19
5.2.2. LAYER LITOLOGÍA – ESTRUCTURAS.....	20
5.2.3. LAYER ALTERACIÓN	25
5.2.4. ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA: NORDIN	28
5.2.5. ALTERACIÓN HIDROTERMAL.....	28
5.2.6. LAYER MINERALIZACIÓN	30
5.2.7. ANÁLISIS PETRO-CALCOGRÁFICOS	30
5.2.8. RESULTADOS DE MAPEO: ANOMALÍA CALDERA.....	35
5.2.9. LAYER LITOLOGÍA – ESTRUCTURAS - VENILLEOS.....	36
5.2.10. VENILLO PRESENTE.....	41
5.2.11. LAYER ALTERACIÓN	42
5.2.12. ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA.....	43
5.2.13. LAYER MINERALIZACIÓN	44
5.3. RESULTADOS GEOQUÍMICOS: NORDIN	44
5.3.1. TRATAMIENTO GEOESTADÍSTICO PROSPECTIVO	44
5.3.2. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN NORDIN, SEGÚN MODELO DE HALLEY	46
5.4. RESULTADOS GEOQUÍMICOS: CALDERA.....	48
5.4.1. TRATAMIENTO GEOESTADÍSTICO	48
5.4.2. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN CALDERA, SEGÚN MODELO DE HALLEY	49
6. ANTECEDENTES METALÚRGICOS.....	51

6.1. PROCEDENCIA, RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN MECÁNICA DEL MINERAL	51
6.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL MINERAL DE CABEZA	51
6.3. CIANURACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	52
7. SITUACIÓN ACTUAL DEL COMODITIE ORO	53
7.1. SITUACIÓN MUNDIAL.....	53
7.2. SITUACIÓN ACTUAL EN ARGENTINA.....	55
8. SITUACIÓN LEGAL Y AMBIENTAL DEL PROYECTO VALLE ANCHO.....	55
8.1. RELACIÓN CON ÁREAS PROTEGIDAS Y MARCO LEGAL.....	57
9. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	58
9.1. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL ÁREA	58
9.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO	61
9.2. ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN SOCIAL: ACTORES CLAVES	63
10. CONCLUSIONES	66
10.1. EXPLORATORIAS	66
10.2. METALÚRGICAS	66
10.3. SOCIO-ECONÓMICAS	67
11. RECOMENDACIONES.....	67
12. AGRADECIMIENTOS	68
13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO, PROYECTO VALLE ANCHO, CATAMARCA, ARGENTINA.....	1
FIGURA 2. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL DE LA FRANJA DE MARICUNGA (VILA Y SILLITO 1991).....	3
FIGURA 3. ESQUEMA DE LOS DOMINIOS MORFOTECTÓNICOS DEL ÁREA ENTRE LAS LATITUDES 27° - 28° S, CON SUS PRINCIPALES ESTRUCTURAS DESARROLLADAS EN LA REGIÓN, RUBIOLI <i>ET AL.</i> 2003.	5
FIGURA 4. ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA DE VALLE ANCHO (FUNDACIÓN GEOPUNA, 1996).....	7
FIGURA 5. LINEAMIENTO VALLE ANCHO-POTRERILLOS-EL SALVADOR: LÍMITE NORTE DEL TERRENO CHILENIA-CUYANIA ACRECIONADO CONTRA EL MARGEN GONDWANA, PALEOZOICO SUPERIOR (MPODOZIS Y KAY, 2014).....	8
FIGURA 6. PROYECTO ANDES, UBICACIÓN REGIONAL DE CONCESIONES MINERAS (ROBERTSON <i>ET AL.</i> 1995).....	9
FIGURA 7. A) VISTA PANORÁMICA DE CAMPAMENTO Y FLOTA UTILIZADA EN EL AÑO 96; B) MUESTREO EN TRINCHERAS, PROYECTO VALLE ANCHO (ROBERTSON <i>ET AL.</i> 1996).....	10
FIGURA 8. UBICACIÓN DE SONDAJES DEL PROGRAMA DE PERFORACIÓN 1995-1996 (ROBERTSON <i>ET AL.</i> 1996).....	11
FIGURA 9 . MODELO PRELIMINAR PARA EL ÁREA NORDIN (ROBERTSON <i>ET AL.</i> 1996).....	11
FIGURA 10 . IMAGEN LANDSAT TM. COMBINACIÓN247, BGR (NORWEST MINE SERVICE INC. 1993).	14
FIGURA 11 . IMAGEN ASTER COMBINACIÓN RBG (321) VALLE ANCHO, CATAMARCA, ARGENTINA.....	14
FIGURA 12 . IMAGEN ASTER COMBINACIÓN RGB (431) VALLE ANCHO, CATAMARCA, ARGENTINA.....	15

FIGURA 13. IMAGEN ASTER, COMBINACIÓN RGB (468) VALLE ANCHO, CATAMARCA, ARGENTINA (NGEX MINERALS 2019B).	15
FIGURA 14 . GERENCIA NGEX MINERALS (CANADÁ) Y PERSONAL DE PAMPA EXPLORACIÓN (ARGENTINA), NORDIN.	16
FIGURA 15. VISTA PANORÁMICA DEL CAMPAMENTO MINERO PROYECTO VALLE ANCHO.	16
FIGURA 16. TABLA COLORES, INDICADORA DE ÓXIDOS (PADILLA, 2003).	18
FIGURA 17. VISTA PANORÁMICA DEL SISTEMA NORDIN, PROYECTO VALLE ANCHO, CATAMARCA, ARGENTINA.	19
FIGURA 18 . A) MAPEO DE AFLORAMIENTOS. B) MAPEO DE TRINCHERAS, ANOMALÍA NORDIN.	19
FIGURA 19. A) TOBAS LAPILLÍTICAS, B) IGNIMBRITAS SOLDADAS; COMPLEJO VOLCÁNICO PIROCLÁSTICO (CVP).	21
FIGURA 20. A) PÓRFIDO DIORÍTICO CUARZOSO (PDC); B) PÓRFIDO ANDESÍTICO (PAND).	21
FIGURA 21 . A) Y B) DACITA PORFÍRICA (PDAC).	22
FIGURA 22. A) Y B) BRECHA CUARZO-ÁLUNITA (BXQ).	22
FIGURA 23. A) Y B) PÓRFIDO FELDESPÁTICO FINO (PFF).	23
FIGURA 24 . A) PÓRFIDO MÁFICO FELDESPÁTICO; B) BRECHA MAGMÁTICA DE INTRUSIÓN (BXI).	24
FIGURA 25. A) VENILLAS TIPO A, TARDIOMAGMÁTICAS; B) VENILLAS TIPO (VNQ), TARDÍAS.	25
FIGURA 26. A) AFLORAMIENTO CON SHTEETED (ORE SHELL) DE VN BQV. B) FLOAT ORE DE VN BQV.	25
FIGURA 27. A) ALTERACIÓN CUARZO-ARCILLA (\pm ÁLUNITA); B) ALTERACIÓN CUARZO-ÁLUNITA (\pm ARCILLA).	26
FIGURA 28. A) ANDESITA PORFÍRICA CON ALTERACIÓN SCC Y MICROVETILLAS; B) ALTERACIÓN PROPILÍTICA PROGRADANTE.	26
FIGURA 29. TRASPASO DE GRILLAS A PAPEL MANTECA GEORREFERENCIADA.	27
FIGURA 30. MAPA PRELIMINAR DE ALTERACIÓN DONDE SE INDICA BAJO Y ALTO NORDIN.	27
FIGURA 31. EQUIPO ASD, NGEX MINERALS.	28
FIGURA 32. A) MUESTRA DE MANO 221204. B) FOTO CON LUPA BINOCULAR. C) CRISTALOCLASTOS DE CUARZO EN UNA MATRIZ DE GRANO FINO. D) PARCHES DE CAOLINITA JUNTO CON ILLITA/SMECTITA EN LA MATRIZ DE LA ROCA, LUZ TRANSMITIDA.	32
FIGURA 33. A) MUESTRA DE MANO 221207. B) FOTO CON BINOCULAR. C) CUARZO Y FELDESPATO POTÁSICO CON ABUNDANTES AGREGADOS DE BIOTITA SECUNDARIA, CLORITA Y MINERALES OPACOS. D) CRISTALES DE MAGNETITA DISEMINADOS EN LA ROCA, LUZ REFLEJADA.	32
FIGURA 34. A) MUESTRA DE MANO 221211. B) FOTO CON LUPA BINOCULAR. C) TEXTURA PORFÍRICA COMPUESTA POR PLAGIOCLASAS ARGILIZADAS Y BIOTITAS CLORITIZADAS. D) PARCHE DE ALBITA COMO REEMPLAZADO DE PLAGIOCLASA JUNTO CON EPIDOTO Y CALCITA.	33
FIGURA 35. A) MUESTRA DE MANO 221215. B) FOTO CON LUPA BINOCULAR. C) CORONAS DE REACCIÓN SOBRE MINERALES MÁFICOS, ANFÍBOLES Y BIOTITAS. D) TEXTURA MICROGRANUDA COMPUESTA POR MICROLITOS DE PLAGIOCLASAS, CUARZO, FELDESPATO Y BIOTITA.	33
FIGURA 36. A) MUESTRA DE MANO 221234. B) FOTO CON LUPA BINOCULAR. C) CRISTALOCLASTOS (BLANCOS) JUNTO A FRAGMENTOS PUMÍCEOS ELONGADOS (FIAMMES). D) CRISTALOCLASTOS DE CUARZO Y PLAGIOCLASA EN MATRIZ DE GRANO FINO CON PARCHES DE CLORITA-SMECTITA.	34
FIGURA 37. A) MUESTRA DE MANO 597522. B) FOTO CON BINOCULAR. C) TEXTURA PORFÍRICA CON FENOS DE FDTY Y MÁFICOS. D) CRISTALES TABULARES DE ÁLUNITA JUNTO CON ILLITA-SERICITA.	34
FIGURA 38. MAPA FINAL LITO-ALTERACIÓN: ANOMALÍA NORDIN (NGEX MINERALS, 2019B).	35
FIGURA 39. VISTA PANORÁMICA HACIA EL SE DEL TARGET CALDERA, PROYECTO VALLE ANCHO.	36
FIGURA 40. VISTA PANORÁMICA HACIA EL SECTOR NW DEL TARGET CALDERA, PROYECTO VALLE ANCHO.	36
FIGURA 41. A) ANDESITA PORFÍRICA, B) BRECHA MONOMÍCTICA.	37
FIGURA 42. RIOLITA PORFÍRICA, CON MATRIZ HEMATITIZADA.	37
FIGURA 43. A) DACITA PORFÍRICA CON VETILLAS BQV. B) AFLORAMIENTO DE CUERPO DACÍTICO EN ÁREAS DE TRINCHERA.	39
FIGURA 44. A) AFLORAMIENTO DE ROCAS VOLCANICLÁSTICAS. B) UNIDAD VOLCANICLÁSTICA CON CLASTOS DE RIOLITA.	39
FIGURA 45. A) BRECHA POLIMÍCTICA; B) BRECHA Qz-ÁLUNITA MATRIZ-SOSTÉN.	39
FIGURA 46. A) MUESTRA FLOAT DE ESTRUCTURAS DE ÁLUNITA(-CUARZO). B) VETA DE CUARZO.	40
FIGURA 47. A) ANDESITA POST-SISTEMA, B) LAVAS ANDESÍTICAS.	40

FIGURA 48. A) VENILLAS TIPO SMOKY. B) VENILLAS BQV CON ARREGLOS TIPO SHEETED.	41
FIGURA 49. A) VENILLAS TIPO BQM, RICAS EN MOLIBDENO. B) VENILLAS DE QZ TARDÍO-MAGMÁTICAS.	42
FIGURA 50. VENILLAS ÓXIDADAS EN UNIDAD VOLCANICLÁSTICA.	42
FIGURA 51. SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN DEPÓSITO PÓRFIDO DE Cu, DISTRIBUCIÓN DE ASOCIACIONES HIDROTERMALES Y MINERALES SULFUROSOS EN RELACIÓN A CONTORNOS DEL PICO DE 2.200 NM MEDIDO EN SWIR (HALLEY ET AL. 2015).	46
FIGURA 52. VARIACIONES VERTICALES EN OLIGOELEMENTOS EN SISTEMA DE PÓRFIDO Cu (HALLEY ET AL. 2015).	46
FIGURA 53. INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS QUÍMICOS (NGEX MINERALS, 2019B).	47
FIGURA 54. GEOQUÍMICA DE ROCK CHIP, ANOMALÍA NORDIN (NGEX MINERALS, 2019B).	47
FIGURA 55. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS PANTHFINER PARA EL ÁREA CALDERA.	50
FIGURA 56. GEOQUÍMICA DE ROCK CHIP, ÁREA LA CALDERA, PROYECTO VALLE ANCHO.	50
FIGURA 57. EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES DE PRECIOS DE LOS MINERALES Y METALES, 2000-2021 (CEPAL, 2021).	54
FIGURA 58. COTIZACIONES DEL COMMODITY ORO EN USD/ONZA TROY EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS (INVERSORO.ES).	54
FIGURA 59. UBICACIÓN DE CATEOS, PROYECTO VALLE ANCHO (NGEX MINERALS, 2019B).	56
FIGURA 60. SITIO RAMSAR, LAGUNAS ALTONDINAS DE CATAMARCA (OPEN WOK NATURE S.A.S, 2021).	58
FIGURA 61. VISTA PANORÁMICA DEL CENTRO DE FIAMBALÁ.	59
FIGURA 62. ACCESO A QUEBRADA LAS ANGOSTURAS, PASO INTERNACIONAL SAN FRANCISCO, CATAMARCA.	59
FIGURA 63. VISTA PANORÁMICA DE VIÑEDOS DE LA LOCALIDAD DE FIAMBALÁ.	60
FIGURA 64. COMPLEJO TERMAL DE LA LOCALIDAD DE FIAMBALÁ.	60
FIGURA 65. VISTA PANORÁMICA DE LAGUNA VERDE, PASO INTERNACIONAL FRONTERIZO SAN FRANCISCO.	61
FIGURA 66. A) Y B) PROTESTAS ANTI MINERAS DEL AÑO 2012, TINO GASTA CATAMARCA.	63
FIGURA 67. MEDIOS DE COMUNICACIÓN PREVIOS A CONFLICTO SOCIAL, AÑO 2012.	63
FIGURA 68. REPRESENTANTES DE VALLE ANCHO CON INTENDENCIA DE FIAMBALÁ (ABAUCÁN DIGITAL, 2022).	64
FIGURA 69. ACTORES SOCIALES DEL PROYECTO VALLE ANCHO.	64
FIGURA 70. VISITA DE LA COMUNIDAD DE FIAMBALÁ AL PROYECTO VALLE ANCHO (NGEX MINERALS, 2022).	65
FIGURA 71. EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO VALLE ANCHO.	65

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. A) OCURRENCIA E INTENSIDAD UTILIZADA PARA ALTERACIÓN. A) OCURRENCIA PARA MINERALIZACIÓN.	18
CUADRO 2. CLAVES PARA EL SISTEMA ANACONDA (EINAUDI, 1997).	18
CUADRO 3. UNIDADES LITOLÓGICAS PRESISTEMA DEFINIDAS PARA EL ÁREA DE NORDIN.	20
CUADRO 4. UNIDADES LITOLÓGICAS INTRASISTEMAS, ÁREA NORDIN.	22
CUADRO 5. UNIDADES LITOLÓGICAS POSTSISTEMAS, ÁREA NORDIN.	23
CUADRO 6. ASOCIACIONES DE MINERALES DE ALTERACIÓN DEFINIDAS PARA EL ÁREA NORDIN CON ESPECTROMETRÍA.	29
CUADRO 7. MUESTRAS SELECCIONADAS PARA ANÁLISIS PETRO-CALCOGRÁFICO (INREMI, 2019).	31
CUADRO 8. TABLA RESUMEN DE DESCRIPCIONES PETRO-CALCOGRÁFICAS PARA EL ÁREA NORDIN (INREMI, 2019).	31
CUADRO 9. UNIDADES LITOLÓGICAS PRE-SISTEMA DEFINIDAS PARA EL ÁREA DE CALDERA.	37
CUADRO 10. UNIDADES LITOLÓGICAS INTRA-SISTEMA DEFINIDAS PARA EL ÁREA DE CALDERA.	38
CUADRO 11. UNIDADES LITOLÓGICAS POST-SISTEMA DEFINIDAS PARA EL ÁREA DE CALDERA.	40
CUADRO 12. ASOCIACIONES DE MINERALES DE ALTERACIÓN DEFINIDAS PARA EL ÁREA CALDERA CON ESPECTROMETRÍA.	43
CUADRO 13. ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS X= ELEMENTO QUÍMICO A TRATAR (PERALTA, H.E., 1985).	45
CUADRO 14. ANOMALÍAS OBTENIDAS PARA ELEMENTOS GEOQUÍMICOS, ÁREA NORDIN (NGEX MINERALS, 2019B).	45
CUADRO 15. RESULTADOS GEOQUÍMICOS DE ELEMENTOS, ASOCIADO A ZONAS MINERALES (NGEX MINERALS, 2019B).	48
CUADRO 16. ANOMALÍAS POSIBLES PROBABLES Y FRANCAS OBTENIDAS PARA EL ÁREA CALDERA.	48

CUADRO 17. RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LA CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS DE INTERÉS EN EL SISTEMA CALDERA. .	49
CUADRO 18. RESULTADOS DE Au CON ENSAYOS AL FUEGO PARA 11 COMPÓSITOS (SGS CHILE, 1998).	51
CUADRO 19. RESULTADOS FINALES DE PRUEBAS DE CIANURACIÓN (SGS, CHILE, 1998).	52
CUADRO 20. RECURSOS HUMANOS DE PROYECTO VALLE ANCHO, GRUPO LUNDIN (COM. PERS).	62
CUADRO 21. CARGOS PROFESIONALES PARA EL PROYECTO VALLE ANCHO, GRUPO LUNDIN (COM. PERS).	62

INTRODUCCIÓN

El proyecto minero Valle Ancho se encuentra ubicado en el extremo suroeste de la provincia de Catamarca, entre los paralelos $27^{\circ}24'34''$ y $27^{\circ}45'$ y el meridiano de $68^{\circ}38'38''$, extendiéndose y bordeando el límite internacional de la república de Chile. Se accede al área desde la localidad de Fiambalá, por ruta nacional 60 (Paso Internacional San Francisco), hasta el paraje denominado La Coipa, donde se ubica el empalme de ingreso al monte Pissis. A partir de este punto, restan 70 km de huella para llegar al campamento temporal de Valle Ancho, Fig. 1.

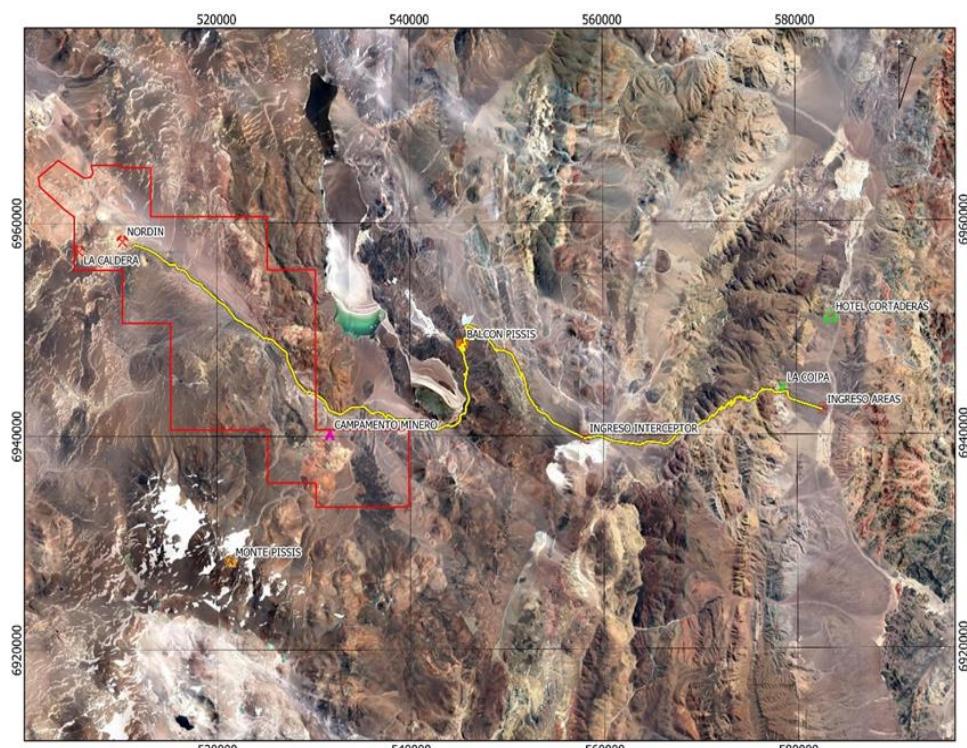


Figura 1. Ubicación y vías de acceso, proyecto Valle Ancho, Catamarca, Argentina.

En esta área, que cubre aproximadamente 1000 km^2 , se conocen diferentes objetivos de exploración con anomalías geoquímicas de Cu, Au y Ag que corresponden a sistemas de tipo pórfito y epitermales de alta sulfuración genéticamente asociados al magmatismo Cenozoico. Gran parte del área del proyecto Valle Ancho se encuentra ubicado al este de la faja metalogénica de Maricunga definida en territorio chileno, en la cual se concentran yacimientos de tipo epitermal de metales preciosos y de tipo pórfito (Au, Au-Cu) de edad Oligoceno-Mioceno, emplazados en rocas volcánicas, subvolcánicas e intrusivas de edad cenozoica.

El presente trabajo procura integrar los resultados del programa de exploración inicial del proyecto Valle Ancho (temporada 2021-2022) ejecutado por la compañía NGEX Minerals, mediante su subsidiaria Pampa Exploración S.A. y analizar el impacto del posible desarrollo de un proyecto minero. El uso de los datos internos expuestos fue supervisado y aprobado por la compañía mencionada.

1. OBJETIVOS

El presente trabajo incluye dos objetivos principales. El primero de ellos es evaluar la metalogénesis y el potencial minero de las anomalías Nordin - La Caldera, ubicadas en el extremo noroeste del proyecto Valle Ancho, partiendo de la hipótesis que dichos sistemas se encuentran genéticamente conectados. Para corroborar esta hipótesis se procederá al tratamiento de imágenes satelitales del área, así como también al mapeo de lito-alteración-mineralización, geoquímica de elementos de interés y análisis espectrales de minerales de alteración para la anomalía La Caldera. Los resultados obtenidos, serán comparados con los ya existentes para la anomalía Nordin, y permitirán definir la existencia de mineralización en superficie en el área de La Caldera.

El segundo objetivo es determinar el impacto socioeconómico del posible desarrollo de un proyecto minero metalífero en el área, teniendo en consideración los posibles métodos de explotación y tratamiento, así como también las condiciones legales, ambientales y socioeconómicas locales. Los objetivos específicos incluyen:

- Definir nuevas zonas de alteración mediante el procesamiento de imágenes satelitales.
- Determinar las asociaciones de alteración-mineralización y su distribución espacial en base a estudios de petrografía, calcografía, datos geoquímicos y espectrales.
- Definir la génesis de las anomalías mapeadas.
- Establecer los posibles métodos de explotación y tratamiento en función de las características de la mineralización.
- Analizar la situación actual de los commodities de interés en el mercado.
- Establecer la situación legal y ambiental del proyecto. Evaluar el impacto socioeconómico a escala del desarrollo de un proyecto minero metalífero en el área de influencia de los blancos analizados considerando los posibles métodos de explotación y tratamiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

- Revisión de informes internos autorizados por la empresa concesionaria (Pampa Exploración S. A., NGEX Minerals) entre ellos: informe de terceros, informes parciales y finales.
- Recopilación bibliográfica: antecedentes de actividad minera, publicaciones científicas, e informes de privados (NI-43101, reportes internos).
- Análisis del registro de espectros minerales obtenidos con ASD por la empresa.
- Análisis de reportes de petrografía y calcografía de los muestreros selectivos provistos por la empresa.
- Procesamiento de imágenes satelitales Áster mediante software gis: ArcGis/ QGis para el área de la Caldera.

- Revisión de los antecedentes de recuperación metalúrgica asociados a las anomalías de estudio. Revisión de información actual de los commodities de interés y su situación en Argentina.
- Análisis del marco legal nacional y provincial, asociados al impacto ambiental en proyectos de frontera (ley de Glaciares, Ley de Humedales, áreas protegidas).
- Revisión de bibliografía e información secundaria de fuentes oficiales sobre las características socio económicas y demográficas del área de estudio. Evaluación de la situación socioeconómica de áreas de influencia.
- Revisión de antecedentes históricos y recientes (medios digitales) de diferentes sucesos/eventos sociales en el área, en vinculación con el desarrollo de la actividad minera.

3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL: FAJA DE MARICUNGA

La faja metalogénica de Maricunga (Mpodozis *et al.* 1995) de edad Miocena se ubica en la cordillera de los Andes entre los 27° y 30° de latitud sur con una orientación NNO. Se extiende por más de 200 km a lo largo del borde occidental del Altiplano en Chile, desde el Salar de Pedernales (26°S) hasta Cerro Pulido (28°15'S) en las nacientes del río Copiapó (Vila y Sillitoe 1991, Davidson y Mpodozis 1991). Por otro lado, en el territorio argentino, se extiende su borde SO en las provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan. Esta faja representa los productos volcánicos del Oligoceno-Mioceno que incorporan las etapas iniciales del sistema volcánico del Cenozoico Superior de los Andes Centrales, Fig. 2.

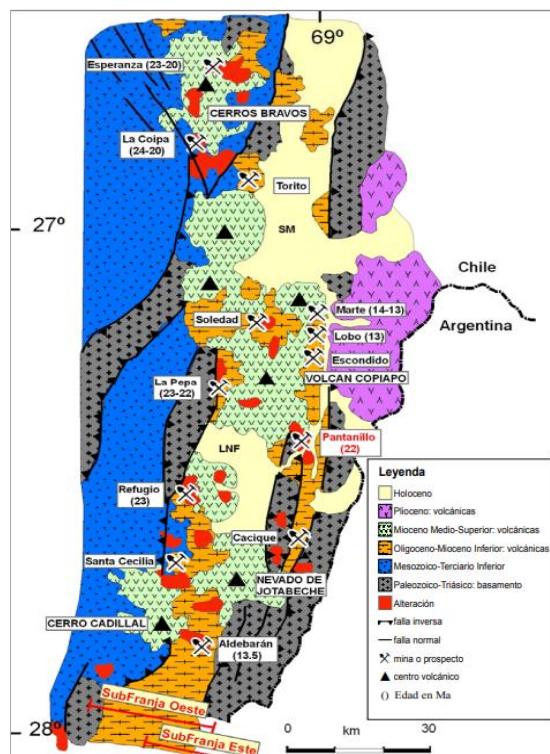


Figura 2. Marco Geológico Regional de la Franja de Maricunga (Vila y Sillitoe 1991).

Su actividad volcánica se agrupa en los siguientes eventos desarrollados entre los 26 Ma y 5 Ma (Coira *et al.* 1982, 1996):

- El evento más antiguo que tuvo lugar entre los 26 – 21 Ma, dio origen al complejo de estrato volcanes Cerro Bravo - Barros Negros y a los grupos de domos múltiples asociados a la mineralización de Esperanza y La Coipa ($26^{\circ}30'$ - 27° S) que hicieron erupción a través de una corteza de~ 45km de espesor. En la zona sur de la faja (27 - 28° S) la actividad fue más reducida y asociada a pequeños complejos de domos múltiples, con mineralización de oro y plata en los yacimientos El Pantanillo, Refugio y La Pepa emplazados en una corteza más delgada 35-40 Km.
- El segundo episodio de 20-17 Ma se asocia a un evento de deformación compresiva, engrosamiento cortical y disminución de la actividad volcánica.
- Entre los 16-12 Ma, el vulcanismo reanudó con vigor. Los magmas asociados a los centros más antiguos del ciclo (Ojos de Maricunga, Santa Rosa, Jotabeche Norte, 16-15 Ma) evolucionaron en niveles corticales profundos. Al final del periodo entre los 13-12 Ma, se emplazaron complejos volcánicos como Pastillos y pórfidos auríferos como Lobo y Marte en Un régimen tectónico extensional. Tal como ocurre entre los 26-21 Ma, estos pórfidos derivan de magmas hidratados con anfíbol como fase residual estable.
- Un retorno a condiciones de corteza más gruesa y régimen compresivo se detecta entre los 11 y 7 Ma cuando la actividad se redujo al complejo volcánico Copiapó ($27^{\circ}15'$ S).
- El evento final de 6-5 Ma ocurrió en la zona del Nevado de Jotabeche ($27^{\circ}40'$ S) dando lugar a una asociación bimodal de riadacitas (caldera Jotabeche) y andesitas máficas vítreas (Pircas negras) eruptadas a través de fallas en el extremo sur del Altiplano, donde la corteza alcanzaba más de 60 km de espesor. Estas rocas se interpretan como derivados de magmas que evolucionaron en presencia de manto litosférico frío, sobre una zona de Benioff de baja inclinación y en niveles profundos de una corteza engrosada. Luego de este evento y como consecuencia de la progresiva horizontalización del ángulo de subducción se produjo la migración final hacia el este del frente volcánico. Al sur, en la región de subducción subhorizontal (28° y 33° S) y a partir de esa época, la actividad volcánica cesó por completo (Kay *et al.* 1987).

La faja de Maricunga se sobreimpone al corredor de fallas noroeste Valle Ancho – Potrerillos, rasgo estructural que podría coincidir con el límite norte del terreno Chilenia, acrecionado contra el margen de Gondwana en el Paleozoico superior (Mpodozis y Kay, 1995). Las estructuras favorables para el alojamiento de mineralización están representadas por estructuras terciarias de orientación norte-sur que definen grábenes, pilares tectónicos y estructuras de orientación noroeste. Según Ríos Gómez *et al.* 1996, y Rode y Carrizo 2007, dos eventos magmáticos (26 a 21 Ma y 16 a 12 Ma) se relacionan con alteración hidrotermal y mineralización de metales preciosos en correspondencia con la Faja de Maricunga. En estas áreas la alteración afecta a rocas volcánicas del Mioceno medio y stocks que la intruyen. Al este de la Faja de Maricunga, Rode y Carrizo (2007) definieron La Faja del Salado, de rumbo aproximadamente norte-sur, en la que incluye un grupo de depósitos de tipo pórfido de Cu-Mo-Au y epitermales de Au de alta sulfuración emplazados en volcanitas, que se desarrolla en el sudoeste de Catamarca, oeste de la Rioja y noroeste de San Juan.

4. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de Valle Ancho se encuentra ubicada a los 27°30'S, en la transición entre la Puna austral y la Cordillera Frontal y entre el segmento norte con subducción inclinada y el segmento subhorizontal pampeano (~27°–33°S). En esta área se manifiesta una deformación del pre Oligoceno que se caracteriza por un sistema de deformación de piel gruesa, con fallas de alto ángulo normales que definen el graben de Laguna Verde y una deformación Eocene-Oligoceno inferior del tipo rumbo sinestral que provienen y se extienden desde sistemas de fallas de orientación aproximada NO-SE de Marte - La Coipa y Potrerillos en Chile (Mpodozis *et al.* 1995, 1996, 1997). Entre estas latitudes (27° - 28°), de Oeste a Este se encuentran los dominios morfotectónicos de Cordillera Principal, Cordillera Frontal, Puna, Precordillera y Sierras Pampeanas (Fig. 3), definidas principalmente por su temporalidad litoestratigráfica y los sistemas estructurales que las conforman (Jordan 1983, Allmendinger *et al.* 1989, Rubiolo *et al.* 2003, Arévalo 2005a, Ramos *et al.* 2002, Martínez *et al.* 2015).

Cabe destacar que la hoja geológica de Fiambalá 2769 – IV (Rubiolo *et al.* 2003) no define el dominio de la Puna en estas latitudes, sin embargo, en algunos trabajos de investigación (Allmendinger *et al.* 1989; Isacks 1988; Ramos *et al.* 2002) este dominio se extiende hasta las cercanías de los sistemas volcánicos del Monte Pissis y la caldera volcánica de Inca Pillo.

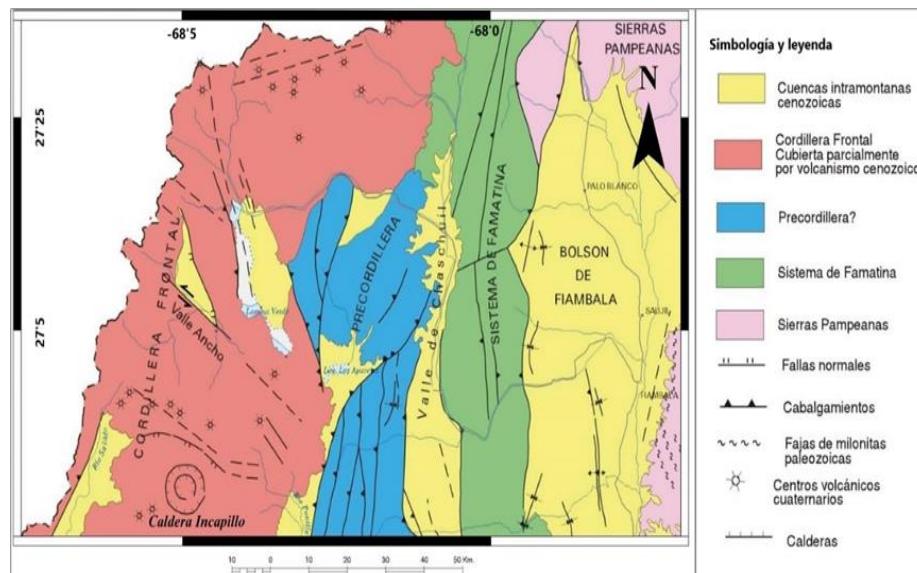


Figura 3. Esquema de los dominios morfotectónicos del área entre las latitudes 27° - 28° S, con sus principales estructuras desarrolladas en la región, Rubiolo *et al.* 2003.

4.1. ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA

El levantamiento estratigráfico del área de Valle Ancho fue ejecutado por la Fundación Geopuna en conjunto con la compañía minera ElDorado Corporation, Fig. 4.

El basamento que conforma el área de Valle Ancho-Laguna verde, se compone por una secuencia de rocas volcanoclásticas, vulcanitas ácidas y mesosilíceas del Paleozoico superior

(Formación El Cuerno, Koukharsky, 1969) correspondiente al Grupo Choiyoi (Fig. 4), que desde la latitud del Cerro Los Patos se prolonga hacia el norte hasta la cordillera de Claudio Gay (Chile), y hacia el sur hasta el lineamiento Valle Ancho, donde dicha unidad se comporta como un bloque elevado con orientación SO. Sobre este conjunto basal se dispone la Formación Aparejos (Turner 1967), definido en su primera instancia como Grupo Purilactis, se ha agrupado a un conjunto de areniscas finas, limolitas y conglomerados de color marrón oscuro, que se asimilan a secuencias como las aflorantes al oeste del salar de San Pedro asignadas a este grupo de edad Cretácico Superior - Eoceno Superior - Oligoceno representantes de una cuenca de retroarco de amplio desarrollo. En la región de estudio dichos sedimentos han llenado Valle Ancho pudiéndose inferir la antigüedad de esta estructura. Esta unidad en parte es intruída por diques dacíticos (de $24,9 \pm 1,7$ Ma, K/Ar en anfíbol; Gardeweg et al., 1997) que conforman prolongaciones del pórfido Tres quebradas en el sector occidental del basamento. Por otra parte, son cubiertos por ignimbritas dacíticas asignadas al complejo volcánico Don Segundo, que en parte son intruídos por diques dacíticos, asociados al Pórfido Tres Quebradas en el sector occidental del basamento. Mpodozis et al. 1998, y Coira, 1996, señalaron para el Pórfido Tres Quebradas, una edad de $30,5 \pm 1,5$ Ma (método K/Ar en roca total). En la misma, también aflora un pequeño cuerpo gabro (Gabro Los Patos), al cual González Díaz (1971a) y Tomsic (1984) lo describieron como roca de grano medio compuesta por plagioclasa, piroxeno, hornblenda y clorita. Una datación por el método K/Ar en roca total, dio una cifra de 232 ± 10 Ma (Linares y González, 1990) que indica Triásico medio a superior.

En el área de estudio del presente trabajo se define un conjunto de lavas de composición andesíticas bajo la denominación de Asociación volcánica andesítica, definida en el sector sur de Valle Ancho, próximo al límite con Chile, conformando un cordón de rumbo aproximadamente N-S. Esta unidad se encuentra, en parte, afectada por procesos de alteración hidrotermal similares a los del Complejo Volcánico Don Segundo. Se le asigna edad Paleógeno-neógena por correlación con unidades similares que afloran en Chile (Cornejo y Mpodozis, 1994; Mpodozis et al. 1995, Coira 1996). Esta unidad se encuentra cubierta por la Asociación Volcanoclástica definida por Cravero (1978) quien describió conglomerados volcánicos al sur de Valle ancho donde aflora esta unidad asignada también a una edad Paleógeno-neógena.

Este complejo está compuesto por lavas dacíticas y cuarzo-andesíticas, brechas, flujos piroclásticos y diques, que, junto a cuerpos subvolcánicos y diques, conforman aparatos volcánicos centrales erosionados, con presencia de fracturación y alteración hidrotermal. Tentativamente, el Complejo volcánico Don Segundo se ubica entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior, en base a sus relaciones estratigráficas. Las unidades ignimbriticas presentes en la comarca son definidas como Ignimbrita Valle Ancho e Ignimbrita La Puerta de Valle Ancho y yacen en forma de mesetas y paredones en los que se observan sucesivos episodios eruptivos. La Ignimbrita Valle Ancho yace sobre la unidad Andesitas del Hito (Andesita Hbl-Px). Se desconoce el centro eruptivo de estos flujos piroclásticos; no obstante, por su proximidad, podrían atribuirse al Complejo Volcánico Copiapó, en territorio chileno. Dataciones realizadas en afloramientos situados en Chile por el método K/Ar, en hornblenda y biotita, indicaron edades de $16,9 \pm 1,2$ Ma y $15,3 \pm 0,8$ Ma, respectivamente (Mpodozis et al. 1995), que corresponden al Mioceno inferior a medio. Esta edad se adjudica en forma tentativa a la Ignimbrita Valle Ancho. La Ignimbrita La Puerta yace en discordancia sobre la Formación de los Aparejos y está cubierta por la unidad Bloques y cenizas del Campo Negro, flujos basálticos y

depósitos de gravas neógenas. Una datación realizada en material pumíceo por el método K/Ar arrojó un valor de $11,4 \pm 0,9$ Ma (Coira, 1996), en tanto que otra, hecha por el método 40Ar/39Ar, dio una edad $8,6 \pm 0,80$ Ma (Villeneuve, 1999). Estos valores permiten fechar esta unidad en el Mioceno superior.

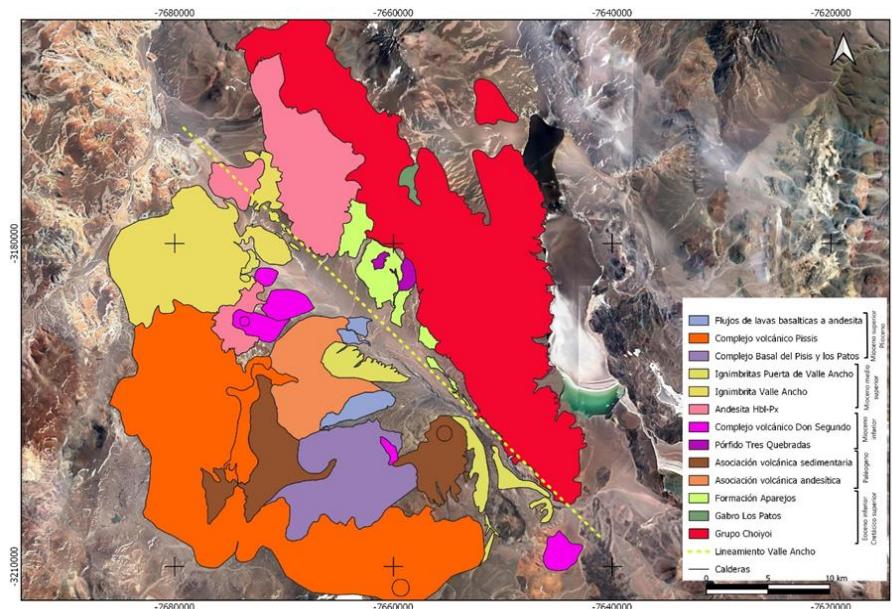


Figura 4. Estratigrafía del área de Valle Ancho (Fundación Geopuna, 1996).

4.2. MARCO TECTÓNICO

De acuerdo con Mpodozis y Kay, 2014 y Heredia *et al.* 2016, el lineamiento Valle Ancho-Potrerillos (Fig. 5), corresponde a un corredor translitosférico coincidente con el límite los terrenos Cuyania-Chilenia, este último acrecionado contra el margen de Gondwana en el Paleozoico superior. Esta acreción dio origen para el sector Puna al ciclo orogénico Famatiniano entre el Silúrico y el Carbonífero inferior. El lineamiento Valle Ancho-Potrerillos, cumplió un papel fundamental para el magmatismo de trasarco en la zona de Valle Ancho, controlando el emplazamiento de cuerpos intrusivos hipabisales en el triásico, Eoceno-Oligoceno y Mioceno inferior, dando origen a sistemas porfídicos-epitermales de Cu-Au (Pórfito La Quebrada, Pórfito Interceptor), Au estilo Maricunga (Nordin) y Skarn de Cobre (Mina Los Aparejos).

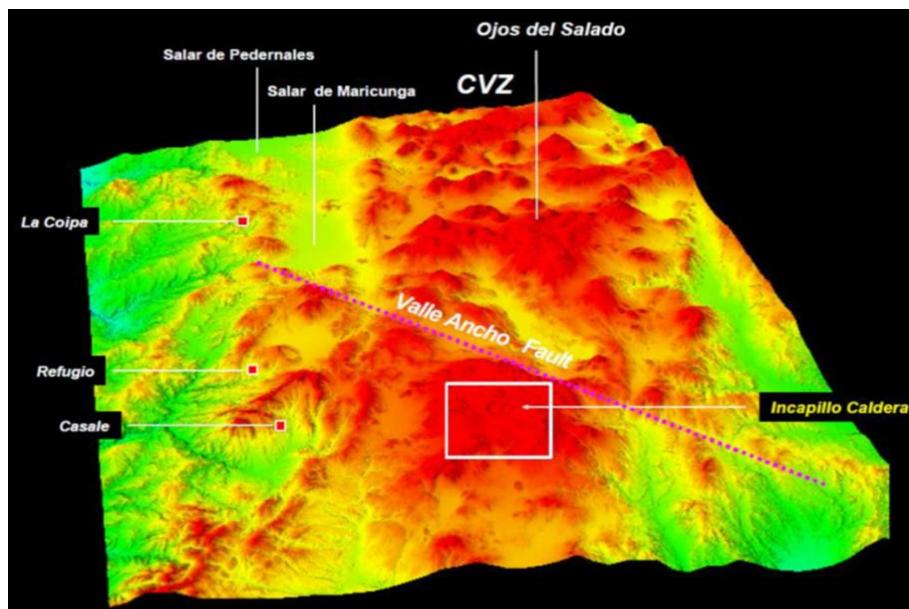


Figura 5. Lineamiento Valle Ancho-Poterillos-El Salvador: Límite norte del terreno Chilenia-Cuyania acrecionado contra el margen Gondwana, Paleozoico superior (Mpodozis y Kay, 2014).

4.3. ANTECEDENTES GEOLÓGICO-MINEROS

Los primeros trabajos de exploración ejecutados en el área corresponden a actividades desarrolladas por la Secretaría de Minería de la Nación, en los años 1973 y 1975. Cravero (1976), define el área de reserva N° 18 Río Valle Ancho, provincia de Catamarca (también conocido como área de reserva Laguna Verde) por su alta potencialidad minera para futuras exploraciones con la finalidad de celebrar contratos y captar inversiones por terceros para dichas actividades. En 1993, el gobierno nacional ejecuta un programa para la obtención de imágenes satelitales a nivel regional, mediante la empresa Norwest Mine Service Inc. identificando diferentes anomalías cromáticas (falso color) definidas como áreas afectadas por alteración hidrotermal. En base a los resultados de estos estudios, en 1994-1995 la Joint venture ElDorado Corporation- HRC, adquiere los derechos de exploración del proyecto regional Los Andes que abarcaba 200 km de extensión por 50 km de ancho, donde se incluía áreas de las provincias de San Juan, La Rioja y Catamarca a lo largo de la frontera con Chile, en continuidad geológica con la Franja de Maricunga, con la finalidad de prospectar nuevas áreas con antecedentes en el vecino país en depósitos de oro de baja ley y alto tonelaje relacionados con pórfidos como los yacimientos Lobo, Marte, Refugio y Casale, Fig. 6.

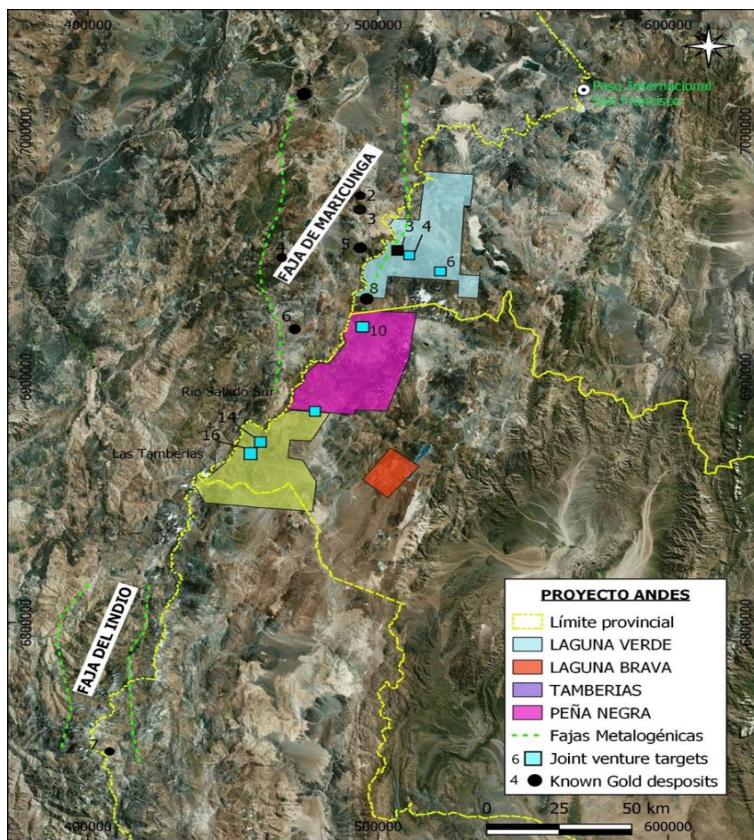


Figura 6. Proyecto Andes, ubicación regional de concesiones mineras (Robertson *et al.*

1995)

Las actividades iniciales para el proyecto regional Los Andes, incluyeron la apertura de 50 km de huella minera desde el paraje La Coipa hasta Laguna Verde, y otros 50 km desde Laguna Verde hasta la Anomalía Nordin, donde se instaló un campamento con capacidad para 40 operarios, que consistían en carpas comedor, habitaciones y carpas oficinas. Durante la primera temporada se trabajó con vehículos doble tracción y motos enduro debido al difícil acceso a las áreas (Fig. 7 a).

Las primeras actividades de campo consistieron en el mapeo geológico, prospección y muestreo de sedimentos, suelos y rocas de 18 blancos exploratorios. La segunda etapa incluyó un muestreo de chip a escala más detallada y excavación de trincheras (Fig. 7 b) en las áreas donde se obtuvieron valores de Au anómalos en muestras de superficie (Robertson *et al.* 1996, p.22). Inicialmente se recomendaron 6 áreas favorables para la continuidad de las tareas de exploración: anomalías 3, 4 y 6 en el sector norte (actualmente proyecto Valle Ancho), y anomalías 14, 16 y 19 en el área sur. Sobre la base de breves evaluaciones de campo en noviembre de 1994, se decidió trabajar en las anomalías 3, 4, 14 y 16 ya que todas las anomalías no pudieron evaluarse adecuadamente con el tiempo y recursos disponibles. En las cuatro anomalías, las cuadriculas de reconocimiento de 1994. Se ampliaron en gran medida para el muestreo del suelo y el mapeo geológico y para proporcionar control topográfico para excavación de zanjas (Robertson *et al.* 1994, p.30).



Figura 7. A) vista panorámica de campamento y flota utilizada en el año 96; B) muestreo en trincheras, proyecto Valle Ancho (Robertson *et al.* 1996).

4.4. ÁREA DE ESTUDIO: NORDIN-CALDERA

En la temporada 1995-1996 ElDorado Gold Corporation, mediante su subsidiaria Valle Ancho S.A. desarrolló un programa de exploración minera dentro del área de reserva de Laguna Verde, bajo acuerdo con el gobierno provincial. La reserva abarcaba aproximadamente 93.500 Has. La mayoría de los trabajos se concentraron en las anomalías 3 (Zona Nordin) y 4 (Zona Gilligan), especialmente en el primer objetivo mencionado, con presencia de anomalías de Au. En base a resultados de geoquímica de suelo, trincheras y estudios geofísicos, se llevó a cabo un programa de perforación de 62 pozos con método de perforación con aire reverso con un total de 6897 m perforados (Fig. 8), que permitieron definir el pórfito Nordin y su extensión Upper Nordin, con la posible continuación del sistema hacia la anomalía 4. Las perforaciones definieron una zona mineralizada con Au de baja Ley (0,5 gr/t) y de poca extensión. Dos sondajes colocados en el flanco oeste de la anomalía 4, detectaron valores de Au de hasta 0,22 gr/t en un intervalo 88 m (Robertson *et al.* 1996, p.35).

Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, proyecto minero Valle Ancho, provincia de Catamarca, república argentina

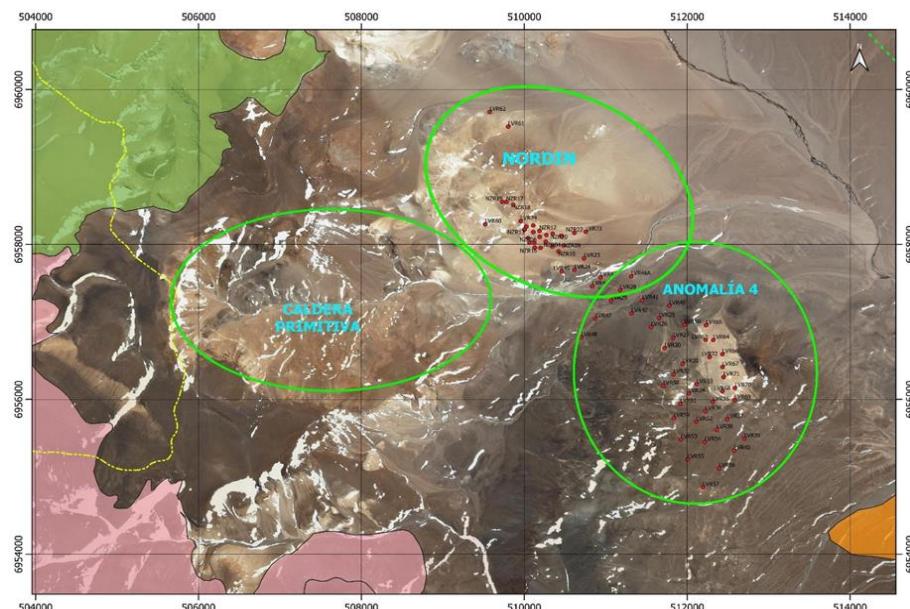


Figura 8. Ubicación de sondajes del programa de perforación 1995-1996 (Robertson et al. 1996).

Los resultados positivos obtenidos en la temporada de los años 1995-1996, permitieron concluir que los depósitos auríferos analizados tienen similitudes geológicas con los del territorio chileno. Se estimó un modelo preliminar del cuerpo mineralizado similar tanto para anomalía 3 (zona Nordin) Fig. 9, como para anomalía 4 (zona Gilligan). Las leyes de oro que varían entre 0,01 oz/t están asociadas al stockwork desarrollado alrededor de un núcleo estéril. El sistema Nordin es similar en estilo y dimensión a las zonas verdes este y oeste del depósito Refugio (112 millones de toneladas con una ley de 0,03 oz/t) ubicado a 40 km al oeste en territorio chileno y al depósito Lobo (45 millones de toneladas con una ley de 0,041 oz/t), (Robertson et. al 1996, p.36).

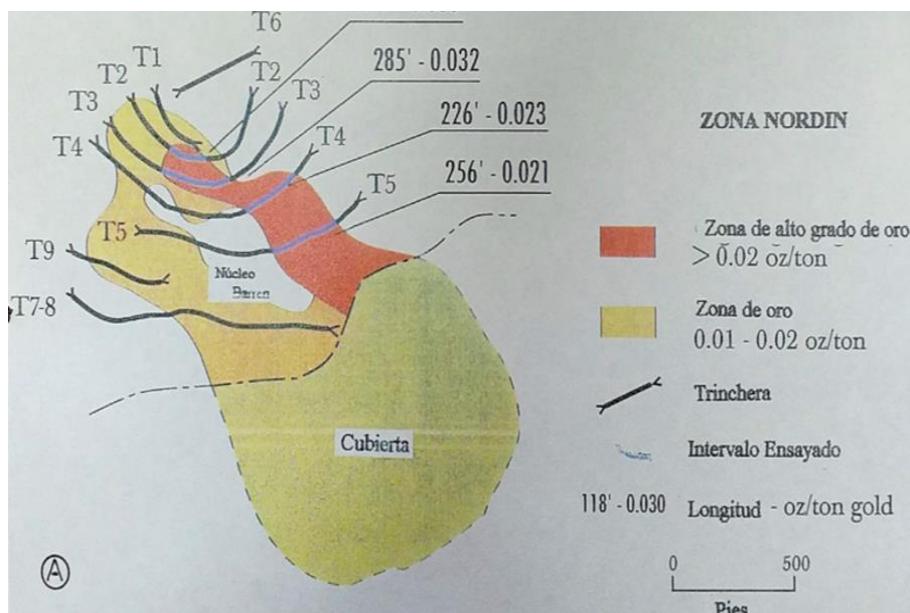


Figura 9 . Modelo preliminar para el área Nordin (Robertson et al. 1996).

La zona La Caldera ubicada 4 km al oeste Nordin se caracteriza por ser una depresión central, con un diámetro de ~ 4 km. El mapeo del área realizado a finales de la campaña de 1995-1996 permitió definir las siguientes características geológicas-estructurales:

Estructura circular bien definida y controlada por una falla que se ubica en la parte media con rumbo E-O. El borde oeste de la zona está limitado por una estructura de rumbo N-S mientras que borde este está limitado por una probable falla de rumbo NO que la separa del sector Pebble Dike. Los antecedentes geológicos definieron dos unidades para el área Caldera La Primitiva: OMp y Mvf. La unidad *OMp* queda integrada por el complejo volcánico Don Segundo. Se trata de rocas de composición dacítica, textura porfírica. La alteración que presenta en forma dominante es la alteración propilítica. Este conjunto de rocas tiene signos de haber sufrido procesos de alteración por circulación de fluidos calientes hidrotermales, generando zonas con alteración argílica y silicificación. La presencia de un control estructural que regió la circulación de estos fluidos es evidenciado por la linealidad que caracterizan a este tipo de alteración, la asociación de estos sectores con estructuras de stockwork de cuarzo oscuro y zonas con alta densidad de vetillas es frecuente. La presencia de sílice porosa es común en los sectores cuspidales en algunos afloramientos. Por otro lado, la unidad *Mvf* queda representada por rocas que afloran y constituyen las zonas más elevadas que cierran el norte de la depresión central de La Caldera, son típicos flujos de composición andesítica, con textura afanítica, que raramente se presentan como facies porfíricas, la alteración dominante es la propilítica, pero con leve intensidad. Los registros de muestras antecedentes para el área Caldera La Primitiva solo constan de 5 muestras recolectadas, de tipo rock chip. Los valores obtenidos mostraron un máximo de 1463 ppb y un mínimo de 83 ppb de Au (Valle Ancho SA. 1998., p 43. Pérez Posio & Toler).

5. RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES: IMAGENES LANDSAT / ASTER

Los antecedentes exploratorios en base al análisis de imágenes satelitales para el área de Valle Ancho, fueron llevados a cabo por la empresa Norwest Mine Service Inc. en el año 1993. Se identificaron diferentes anomalías cromáticas (falso color) definidas como áreas afectadas por alteración hidrotermal, utilizando el sensor Landsat TM (Thematic Mapper) que cuenta con 7 bandas, tres en el rango del espectro visible, una en el infrarrojo cercano, dos en el infrarrojo medio y una en el infrarrojo termal, Fig. 10. En el marco de este trabajo, las áreas de interés fueron analizadas mediante el procesamiento de imágenes satelitales ASTER, con el objetivo de determinar anomalías espectrales relacionadas a zonas con alteraciones hidrotermales. El sensor Aster cuenta con una resoluciónpectral de 14 bandas que permiten discriminar en forma más directa diferentes litologías y mineralogías asociadas. Las 14 bandas de ASTER están divididas en 3 subsistemas que abarcan regiones del espectro electromagnético: Infrarrojo visible cercano (VNIR), Infrarrojo de onda corta (SWIR) e Infrarrojo térmico (TIR).

La metodología que se utilizó para el análisis e interpretación de imágenes ASTER fue la técnica de combinación de bandas. Se confeccionó una imagen con las combinaciones RGB 321, (Fig. 11) y combinación RGB 431 (Fig. 12), como base para el análisis del mapeo litológico inicial, puesto que ambas resaltan los contactos de las diferentes unidades. Cabe destacar que dada la similitud composicional química de algunas de las unidades del área de Valle Ancho esta tarea es compleja y es el color y la textura lograda en la imagen, lo que permite su diferenciación. Por otra parte, se trabajó con el subsistema SWIR haciendo la composición RGB 468 para una discriminación inicial de la alteración en el área, Fig. 13.

Se efectuaron los cocientes de bandas 3/1, 4/6, 7/5 indicando el color rojo una alta respuesta en el índice 3/1 lo que significa reflectancia en la banda 3 y absorción en la banda 1. Esto es típico de las zonas con contenido de óxidos de hierro y sirve primordialmente para una discriminación en el mapeo. La respuesta a este índice sólo se dio en un lugar circunscripto del Grupo Choiyoi (Formación El Cuerno) y Complejo Volcánico Don Segundo. En el canal verde se encuentra el índice 4/6 que indica alteración fílica en virtud de la presencia de illita (observar núcleo de anomalía la Caldera). Este índice revela, además, la presencia de caolinita, que posee absorción en la banda 6, pero su ocurrencia es muy sectorizada. Dado que el índice 7/5, color azul, realza los minerales con contenido de AlOH, responde al tipo de alteración argílica. Puede notarse que la respuesta en este canal la producen las riolitas y el Grupo Choiyoi. Las zonas de color amarillo obedecen a una alta respuesta tanto en el canal rojo como el verde, mientras que una tonalidad blanquecina responde en todos los canales.

De esta manera para establecer cuáles eran realmente los minerales presentes se utilizó la clasificación supervisada SAM (Spectral Angle Mapper). A partir de dicha clasificación y como puede observarse en las imágenes procesadas, La asociación caolinita-esmectita, y las cloritas también se localizan en las rocas que incluyen al Grupo Choiyoi y las riolitas.

Según los resultados obtenidos de las imágenes procesadas, se identifican 38 anomalías espectrales en toda el área de Valle Ancho, 15 de las cuales están alineadas con rumbo Noroeste-Sudoeste. Particularmente las áreas de interés para el presente trabajo se identifican como VAN-18 y VAN-19 donde se llega a la siguiente interpretación:

- VAN 18: área que incluye La Caldera representada por un núcleo de asociación Fílica con halo de alteración Argílica avanzada + Fílica.
- VAN 19: integra el área de NORDIN. Argílica + argílica avanzada + Fílica.



Figura 10 . Imagen Landsat TM. Combinación247, BGR (Norwest Mine service inc. 1993).

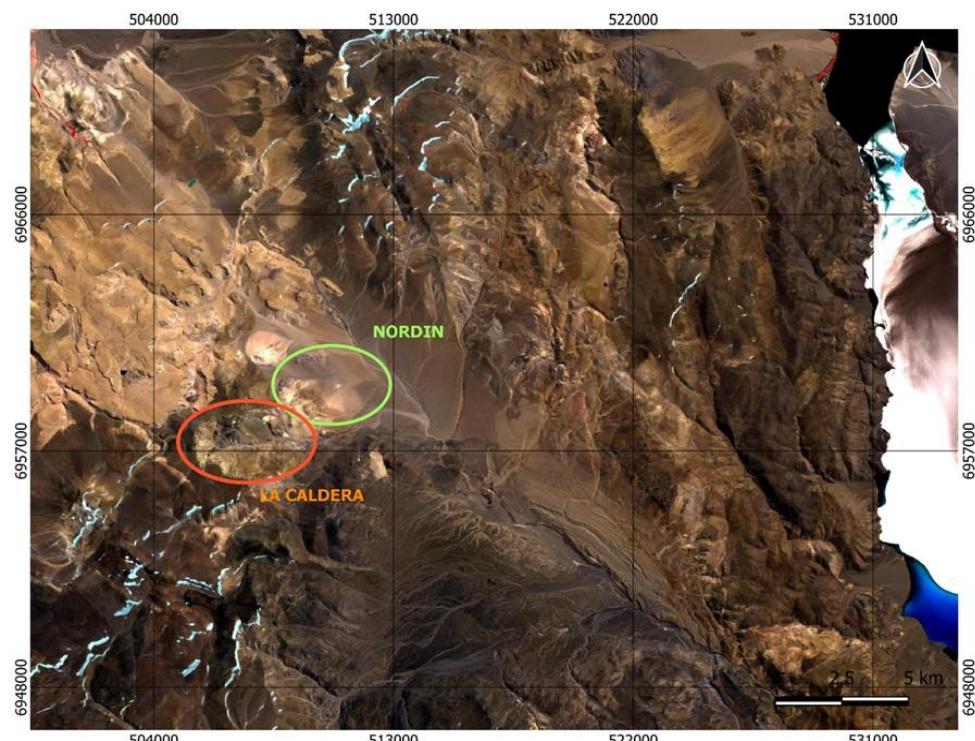


Figura 11 . Imagen Aster combinación RBG (321) Valle Ancho, Catamarca, Argentina.

Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, proyecto minero Valle Ancho, provincia de Catamarca, república argentina

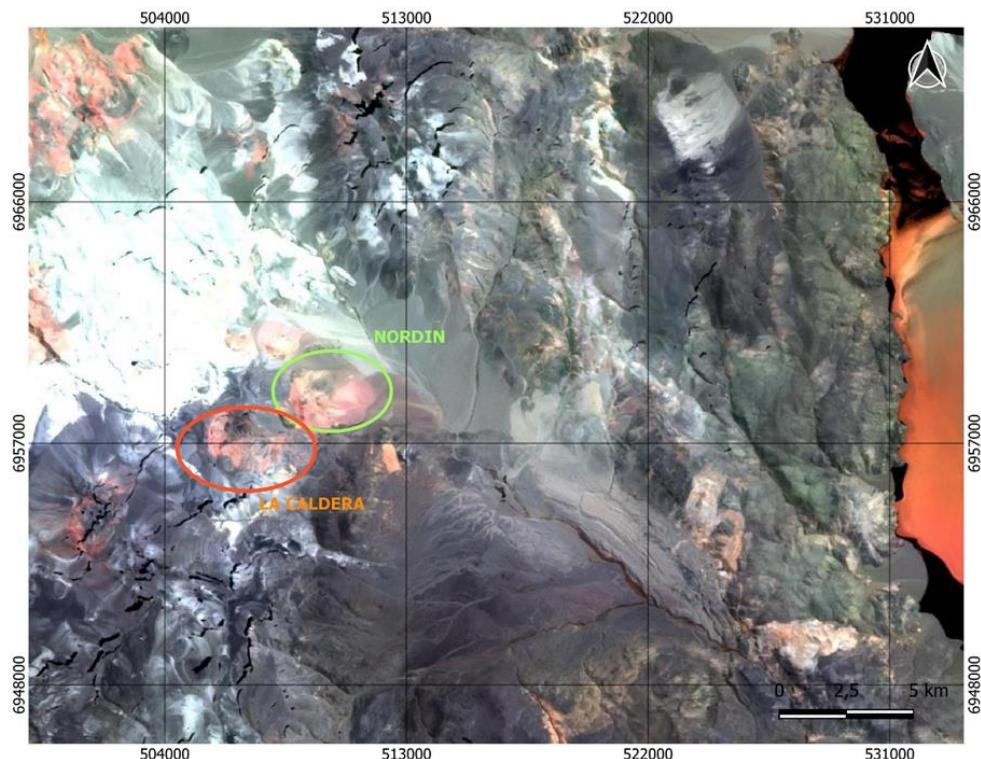


Figura 12 . Imagen Aster combinación RGB (431) Valle Ancho, Catamarca, Argentina.

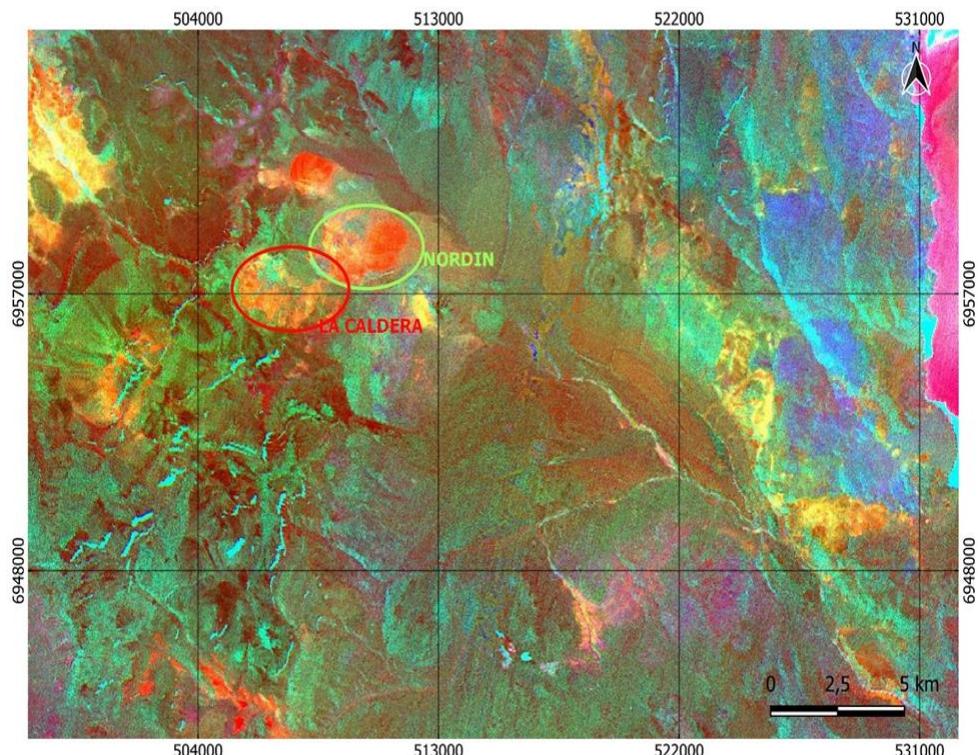


Figura 13. Imagen Aster, combinación RGB (468) Valle Ancho, Catamarca, Argentina (NGEX Minerals 2019b).

5.2. MAPEO GEOLÓGICO

Las actividades de exploración fueron desarrolladas a partir de la primera temporada (octubre 2019 a marzo 2020) por la empresa NGEX Minerals a través de su subsidiaria argentina Pampa Exploración SA, tras obtener la licitación del área de reserva geológica – minera Valle Ancho. Las tareas comenzaron a desarrollarse partir de octubre 2019, iniciando con acondicionamiento de huellas preexistentes, contratación de personal, proveedores mineros, la puesta en marcha de campamento minero temporal y visitas técnicas de la gerencia de exploración a proyecto (Fig. 14 y Fig. 15).



Figura 14 . Gerencia NGEX Minerals (Canadá) y personal de Pampa Exploración (Argentina), Nordin.



Figura 15. Vista panorámica del campamento minero proyecto Valle Ancho.

Las tareas de mapeo se iniciaron en simultáneamente en anomalía Nordin y en anomalía La Quebrada, y posteriormente en Caldera La Primitiva, este último levantamiento ejecutado en la temporada 2021-2022. El mapeo se realizó a escala 1:2500 y 1:5000, utilizando la aplicación del método Anaconda (Einaudi, M.T., 1997), que consiste en la representación de las características geológicas, mediante el uso de una codificación por colores. El mapeo de alteración/mineralización se realiza estimando en forma cuantitativa, abundancia de vetas/vetillas/minerales presentes, medición de actitudes (rumbo y buzamiento) y edad relativa entre características fundamentales (vetas, contactos intrusivos), aspectos físicos que permitirán alcanzar la comprensión genética de los depósitos analizados.

Los levantamientos cartográficos fueron acompañados de muestreos de rock chip para análisis geoquímico, lecturas espectrométricas, y análisis petro-calcográfico. Se realizó el levantamiento de tres conjuntos de datos integrados, siguiendo metodología Anaconda (Einaudi, M.T., 1997).

- ❖ **LAYER LITOLOGÍA-ESTRUCTURAS.** En esta capa se registran tipos de rocas, estructuras definiendo códigos y contactos litológicos (indicando rumbo y buzamiento), para los cuales se definen códigos y rastreras. Para un set de venillas, se indica volumen en 1 m de afloramiento. Las venillas son representadas con líneas (continuas o en trazas dependiendo de su volumen) indicando sus arreglos (sheeted/stockworks/multidireccionales) con rumbo, buzamiento y código-color para el tipo de venillas presente.
- ❖ **LAYER ALTERACIÓN.** Se utiliza para registrar alteraciones minerales. Los minerales de alteración se registran por colores de dos maneras:
 - a. **Alteración de fondo:** La alteración de "fondo" se define aquí como cualquier mineral de alteración que se produce a lo largo de un volumen dado de roca, que no corresponde a un halo de vena. Se expresan en el mapeo según la ocurrencia e intensidad que se presenta en la roca (Cuadro 1). Al igual que los tipos de venillas, los minerales de alteración siguen una carta de colores, cuadro 2.
 - b. **Halos de alteración:** Los halos de alteración pueden ser representados en el mapeo una vez obtenidos los resultados espectrales.
- ❖ **LAYER MINERALIZACIÓN.** indica la presencia de minerales de sulfuro (u óxido), abundancia, proporciones relativas y ocurrencia (cuadro 1 b). Su información sirve como base para el mapa de mineralización. La distribución de limonitas debe indicar concentración de Goethita, Hematita, Jarosita, y óxidos verdes de cobre, indicando su abundancia en proporciones, de acuerdo a carta de óxidos, Padilla Rubén (com. pers.) Fig. 16.

ALTERACIÓN	OCURRENCIA		MINERALIZACIÓN	
	TIPO	CÓD.	OCURRENCIA	CÓDIGO
	Selectiva	S	Masivo	M
	Parches	PA	Diseminado	D
	Pervasiva	P	Venillas	V
	Venillas	V	Reemplazos	Re
	INTENSIDAD		Rellenos	Rll
	Débil	D	Halo	H
	Moderado	M	Trazas	Tr
	Fuerte	F	Parches	PA

Cuadro 1. A) ocurrencia e intensidad utilizada para alteración. A) ocurrencia para mineralización.

COLOR	MINERALIZACIÓN		ALTERACIÓN - ASOCIACIÓN MINERAL
	HIPÓGENA	SUPÉRGENA	
Amarillo	Pirita	Jarosita	Fílica - Qz-Sericitia
Morado	Bornita		Qz-Alunita (\pm Arcilla)
Celeste			Qz-Arcilla, SH,SR
Naranja	Calcopirita		Qz-Arcilla (\pm Alunita)
Azul índigo		Calcosina	Argílica intermedia - SCC
Verde oliva			Clorítica - Propilítica
Marrón		Goethita	Sericítica, Biotitización
Negro	Magnetita		
Rosa			Feldespatización, Potásica

Cuadro 2. Claves para el sistema Anaconda (Einaudi, 1997).

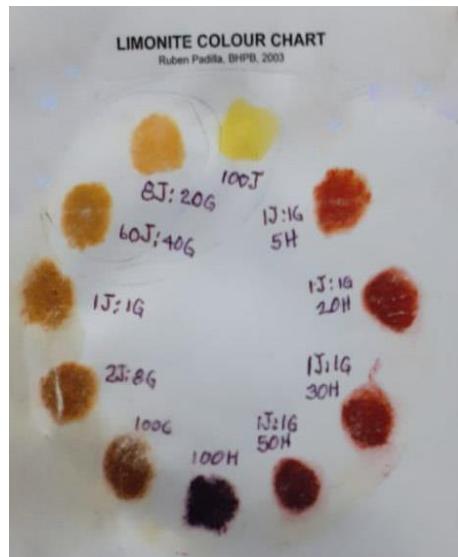


Figura 16. Tabla colores, indicadora de óxidos (Padilla, 2003).

Finalmente, la información de las tres hojas se transfiere por separado, para la confección del mapa geológico interpretativo con litologías, estructuras, venillas y temporalidad (timing) de unidades. Los mapas interpretativos extraídos de las hojas de mapeo deben conservar toda la

información estructural que se muestra en las hojas de campo originales, buzamientos de las vetas y fallas.

5.2.1. RESULTADOS DE MAPEO: ANOMALÍA NORDIN

Este levantamiento fue desarrollado en la temporada de exploración 2019-2020 abarcando aproximadamente un área de 7,7km² mapeado a escala semi-detalle de 1:2500 (Fig. 17). Se recolectaron un total de 11 grillas de mapeo (con sus respectivos layers), considerando las áreas aptas para levantamientos (sin cobertura). Para realizar el trabajo, se aprovechó afloramientos y existencia de trincheras para el mapeo (Fig. 18 a, b).



Figura 17. Vista panorámica del sistema Nordin, proyecto Valle Ancho, Catamarca, Argentina.

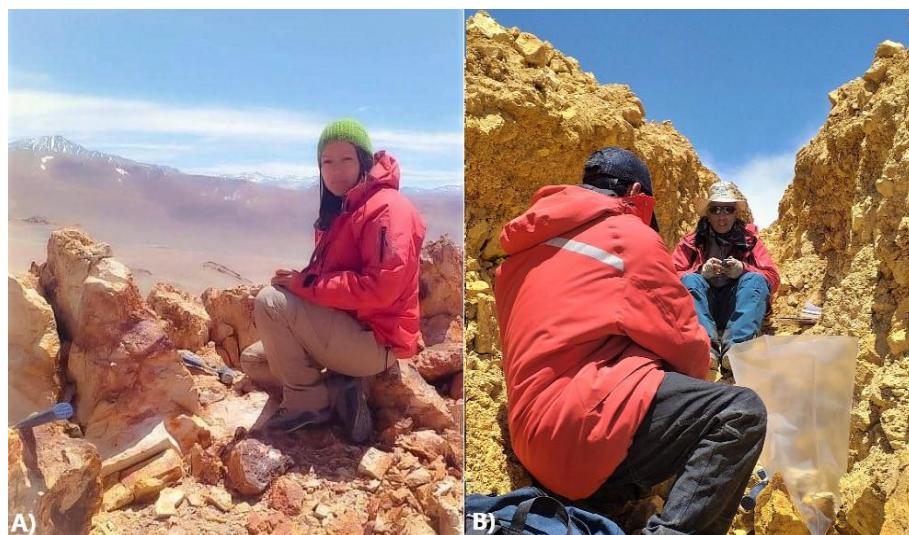


Figura 18 . A) mapeo de afloramientos. B) mapeo de trincheras, Anomalía Nordin.

5.2.2. LAYER LITOLOGÍA – ESTRUCTURAS

Las unidades litológicas definidas para el levantamiento geológico para el sistema hidrotermal de Nordin fueron separadas según su temporalidad en tres grupos: unidades presistema (cuadro 3), unidades intrasistema (cuadro 4) y postsistema hidrotermal (cuadro 5). También se destaca que en base al mapeo la anomalía Nordin queda dividida en dos grandes áreas: Alto Nordin (sector NO) y Bajo Nordin (SE).

UNIDADES PRESISTEMA		
COMPLEJO VOLCÁNICO PIROCLÁSTICO (CVP)	TOBAS LAPILLITICAS	roca de textura brechosa, matriz soportada. Los fragmentos son polimicticos y con tamaños variables entre 0.5 cm y 6 cm, la relación entre fragmentos-matriz es de 35%-65%. La matriz es cristalina compuesta por trizas de plagioclasas y cuarzo (hasta un 3 %) y agregado fino de cenizas volcánicas. Fig. 19 a.
IGNIMBRITA S		Roca de textura brechosa, matriz soportada y color gris claro, matriz soportada y de color gris claro. Esta compuesta por plagioclasas y agregado fino de cenizas volcánicas. Presenta fiames (fragmentos juveniles) con arreglo subhorizontal, y fragmentos líticos de areniscas y pórfito feldespáticos. Fig. 19 b.
PÓRFIDO DIORÍTICO CUARZOSO (PDC)		Roca de textura porfírica y color gris verdoso, con relación fenocristales/masa fundamental de 40%-60%. Los fenocristales alcanzan los 5 mm y corresponden a plagioclasas, anfibol y biotitas cloritizadas. La masa fundamental tiene textura fanerítica y está compuesta por plagioclasas y anfibol. Escasos cristales de epidoto y pirita. Hay vetillas A hasta un 2% en vol. Hay magnetita diseminada (10%). Aflora en el sector NO, cortado por estructuras de alunita. Fig. 20 a.
PÓRFIDO ANDESÍTICO (PAND)		Roca de textura porfírica abierta de color gris verdoso y masa fundamental afanítica, con una relación fenocristales/masa fundamental de 30%-70%. Presenta fenocristales de hasta 1 mm de plagioclasas, máficos y subordinado de cuarzo. La roca presenta textura fluidal por orientación de plagioclasas. Presenta venillas de Qz y vetillas Bqv, Fig. 20 b.

Cuadro 3. Unidades litológicas presistema definidas para el área de Nordin.

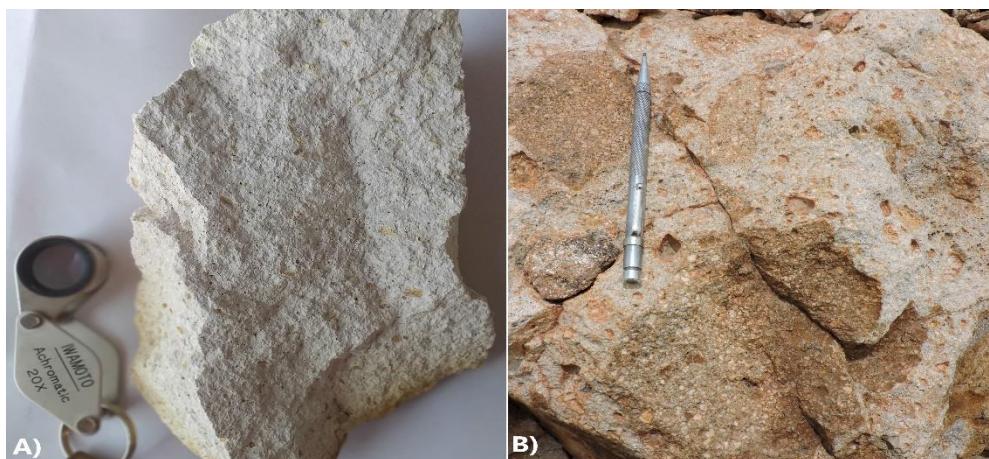


Figura 19. A) tobas Lapillíticas, B) ignimbritas soldadas; Complejo volcánico piroclástico (CVP).

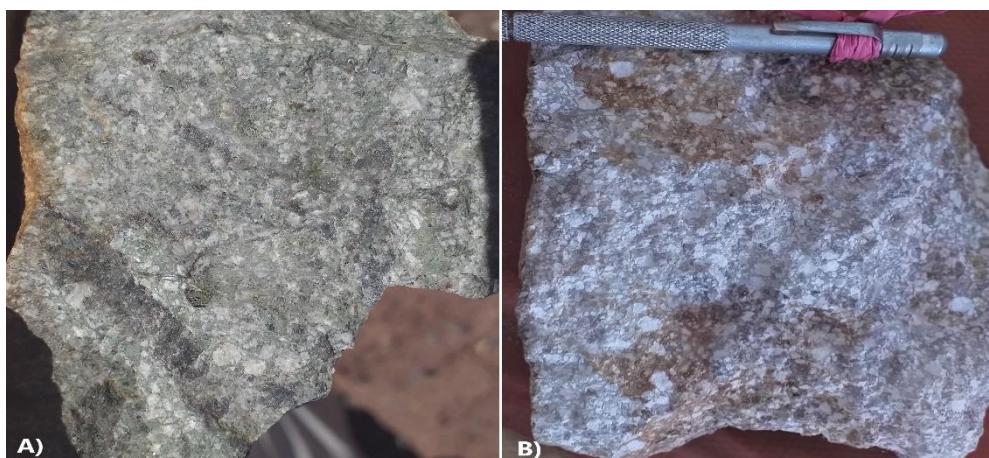


Figura 20. A) pórfido diorítico cuarzoso (PDC); B) pórfido andesítico (PAND).

UNIDADES INTRASISTEMA	
DACITA PORFÍRICA (DP) (PDAC)	Roca de textura porfírica abierta y matriz afanítica con relación fenocristales/ masa fundamental 50%-50%. Presentan fenocristales de hasta 6 mm de plagioclasa, biotita, anfibol y escaso cuarzo. En terreno es difícil diferenciarla de tobas dacíticas debido a su grado de alteración y escasos afloramientos. Se interpreta como un intrusivo subvolcánico, Fig. 21 a, b.

BRECHA HIDROTERMAL (BXQa)	Presenta textura clasto soportada. Posee fragmentos de hasta 15 cm, angulosos y de origen volcánico, remplazados parcialmente por arcillas (¿caolinita?) y alunita. Los feldespatos están parcialmente lixiviados. Hay fragmentos con sílice residual (vuggys) productos de una fuerte lixiviación ácida hipógena. La matriz es un agregado de roca (harina de roca) reemplazada por alunita cristalina, blanca y rosada. Hay oquedades llenas por baritina y alunita, esta última a modo de vetillas que cortan al conjunto indicando un origen supérgeno. Lecturas de ASD indican alunitas sódicas y potásicas. Afloran a modo de estructuras tabulares o subcirculares en el área NO, asociadas a una alteración argílica avanzada como parte del lithocap. Fig. 22 a, b.
------------------------------	--

Cuadro 4. Unidades litológicas intrasistemas, área Nordin.



Figura 21 . A) y B) dacita porfírica (PDAC).

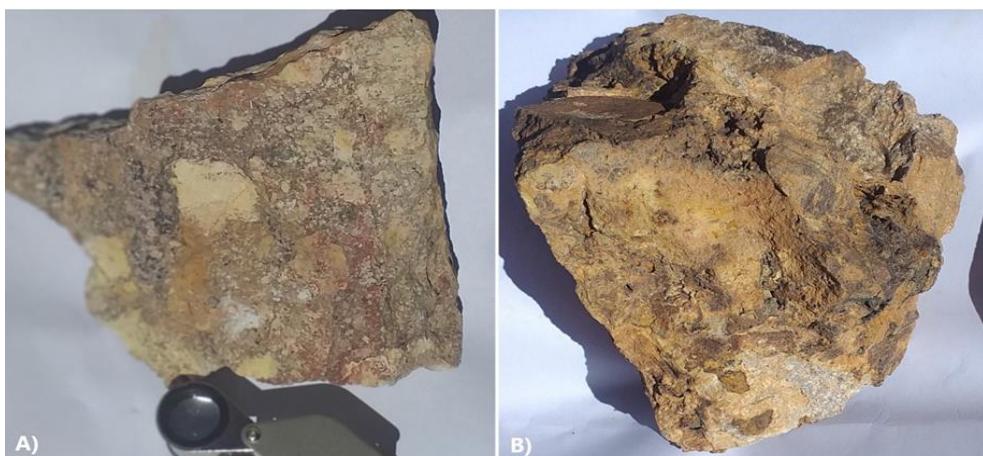


Figura 22. A) y B) brecha Cuarzo-Alunita (BXQ).

UNIDADES POST SISTEMA	
PÓRFIDO MÁFICO FELDESPÁTICO (PMF)	Roca de textura porfírica apretada, con masa fundamental cristalina y fanerítica. La relación fenos/masa fundamental es de 80-20%. Compuesta principalmente por cristales de plagioclásas de hasta 3 mm, seguida de anfíboles y biotitas. Aflora en el sector NO de Nordin. Fig. 23 a, b.
PÓRFIDO FELDESPÁTICO FINO (PFF)	Roca de textura porfírica apretada. La relación de fenocristales/masa fundamental es de 80-20%. Está compuesta por cristales de plagioclásas en su mayoría, biotitas y anfíboles, cuarzo (<1%) y magnetita diseminada. Presenta escasos xenolitos de tobas alteradas. Posiblemente se trate de una fase más fina del pórfido PMF, manteniendo una marcada relación espacial. Aflora en el área central de Bajo Nordin y también en el NO de Nordin, Fig. 24 a.
BRECHA MAGMÁTICA DE INTRUSIÓN (BXI)	Roca de textura brechosa matriz soportada. Está compuesta por fragmentos polimictica volcánica, de formas angulosas de hasta 10 cm. Los fragmentos presentan alteración por cuarzo-arcilla. Está cementada por una roca granosa. La matriz es cristalina y rica en plagioclásas seguida de cuarzo (< 1%). Aflora en el sector norte de Nordin, Fig. 24 b.

Cuadro 5. Unidades litológicas postsistemas, área Nordin.



Figura 23 . A) y B) pórfido feldespático fino (PFF).



Figura 24 . A) pórfito máfico feldespáctico; B) brecha magmática de intrusión (BXI).

VENILLEO PRESENTE

❖ **VENILLAS TIPO A:** Las vetillas tipo “A” son tardío-magmáticas (Gustafson y Hunt, 1975) de tonalidad blancas a grisáceas, con cristales de cuarzo < 1 mm y de textura sacaroidal, de bordes irregulares. Están asociadas al evento magmático y de ocurrencia en forma aislada. Fig. 25 a.

VENILLAS TIPO Q: vetillas de cuarzo (VnQ) tardías o de ambiente epitermal. Son de cuarzo tipo calcedónico, de color gris claro, cortan a las Vn A y pueden presentar limonitas indígenas derivadas de pirita, siendo de origen epitermal, Fig. 25 b.

- ❖ **VENILLAS TIPO BQV:** Banded quartz vein (Muntean y Einaudi, 2000), se caracterizan por tener un bandeados simétrico de cuarzo gris claro y oscuro, asociado a múltiples eventos hidrotermales. Son de bordes rectos a ondulados. Las Vn BQV se asocian espacialmente a Vn A cortándolas, indicando emplazamiento posterior.
- ❖ Se identificaron en afloramientos con arreglos tipo stockwork-sheeted (zona ore Shell) con 60 % en volumen que son representadas en el mapeo. Se realizó muestreos en frente de afloramientos y en float ore (fragmentos desparramado en superficie), Fig. 26 a y 26 b.



Figura 25. A) venillas tipo A, tardiomagmáticas; B) venillas tipo (VnQ), tardías.



Figura 26. A) afloramiento con shteeded (ore Shell) de Vn Bqv. B) float ore de Vn Bqv.

5.2.3. LAYER ALTERACIÓN

En segunda instancia para el layer alteración, se definieron las siguientes asociaciones de minerales de alteración de fondo:

- ❖ **Cuarzo-arcilla:** este tipo de asociación fue mapeada en el sector NO de Nordin. Se manifiesta por contener la asociación cuarzo + caolinita, con dominio de caolinita. Afecta a la unidad pórfito diorítico cuarzoso (PDC) en forma moderada, invadiendo en forma de parches.
- ❖ **Cuarzo-arcilla (\pm alunita):** esta asociación se presenta de manera más frecuente en todo el target, debido a la frecuencia de afloramientos de unidades presistemas: pórfito diorítico cuarzo, tobas lapillíticas, e ignimbritas asignadas al complejo volcánico piroclástico (CVP). Se presenta con fuerte intensidad de forma pervasiva. Fig. 27 a.
- ❖ **Cuarzo-alunita (\pm arcilla):** se caracteriza por presentar una fuerte silicificación y múltiples fases de relleno de alunita, dickita y ocasionalmente pirofilita que ocurre como una alteración pervasiva y generalizada. Se presenta localmente en afloramientos de brechas hidrotermales (BXQ), afectando a sus fragmentos. También en ocasiones en afloramientos del pórfito diorítico cuarzoso, pero con intensidad moderada. Fig. 27 b.



Figura 27. A) alteración Cuarzo-Arcilla (\pm Alunita); B) alteración Cuarzo-Alunita (\pm Arcilla).

- ❖ **SCC (Sericic-Clay-Chloritic):** esta asociación pudo ser identificada en algunas muestras puntuales en float. Se presenta en andesitas de timing presistema con intensidad débil y en cantidades subordinadas. Su extensión-cantidad en superficie no se considera a una escala mapeable, Fig. 28 a.
- ❖ **Propilítica:** se caracteriza por una débil y variable silicificación, acompañada de clorita, magnetita, y epidoto-calcita en cantidades subordinadas. Se restringe a la unidad definida como pórfido máfico feldespártico (PMF) con intensidad moderada, Fig. 28 b.



Figura 28. A) andesita porfírica con alteración SCC y microvetillas; B) alteración propilítica progradante.

Una vez, obtenida la información se traspasa de los layers georreferenciados en un papel manteca como se ilustra en la Fig. 29 y Fig. 30, para obtener la extensión total de todo el target mapeado. Una vez traspasada toda la información se procede a justar los datos de alteración en base a los resultados de espectroscopia.

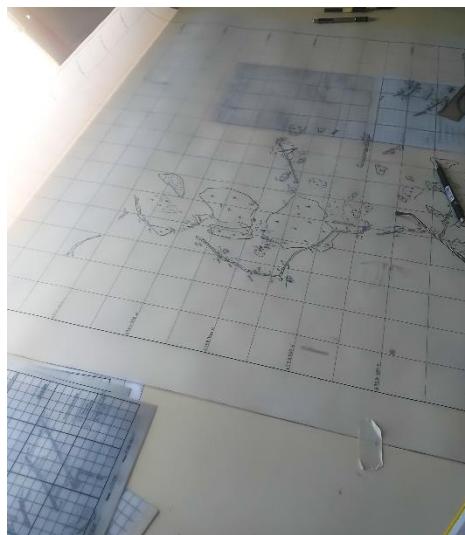


Figura 29. Traspaso de grillas a papel manteca georreferenciada.

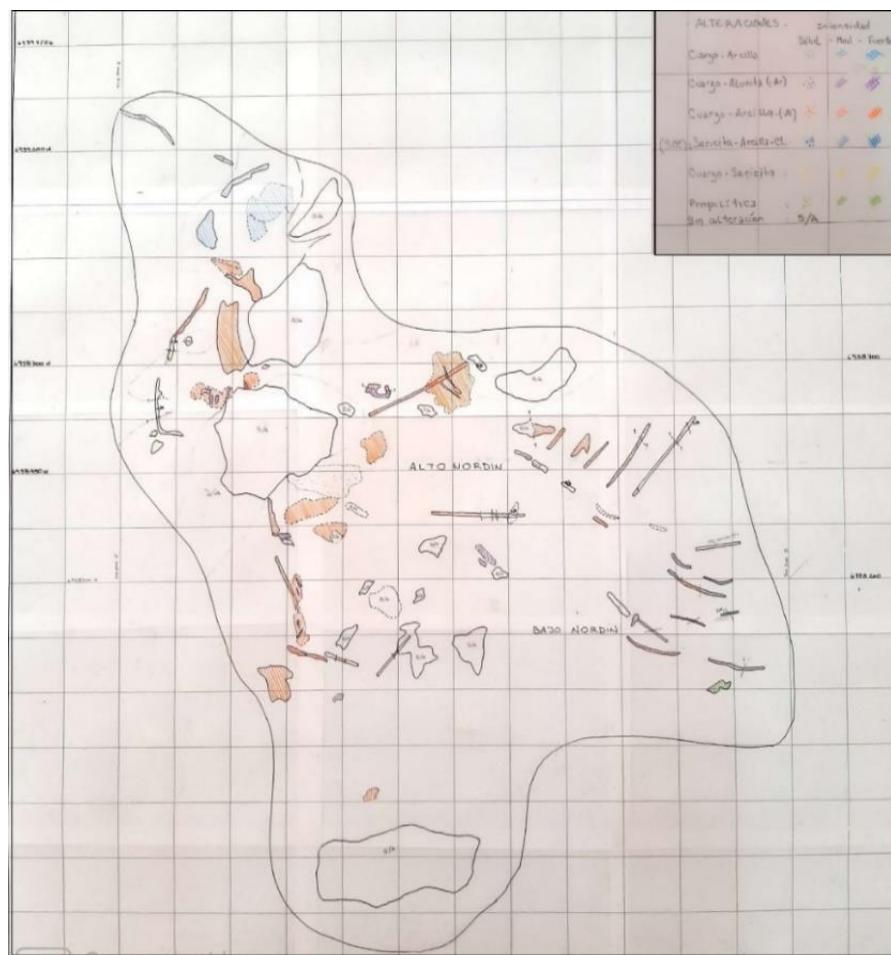


Figura 30. Mapa preliminar de alteración donde se indica Bajo y Alto Nordin.

5.2.4. ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA: NORDIN

Se realizó el procesamiento de curvas espectrales, tomadas mediante el equipo de ASD, con el software TSG (The Spectral Geologist) licencia perteneciente a la empresa NGEX , Fig. 31.



Figura 31. Equipo ASD, NGEX Minerals.

El estudio se focalizó en lecturas de caolinitas y micas blancas (sericita). El análisis esta basado en los índices de cristalinidad (Sillitoe R., 2005), quedando definido para Nordin los siguientes rangos:

- ❖ **Caolinita con índice de cristalinidad alto a moderado (< 1.09).** Se determinó que está asociada espacialmente al halo envolvente de alteración en estructuras de cuarzo- alunita presentes en Nordin. Los índices de cristalinidad más altos indican origen hipógeno.
- ❖ **Caolinita con índice de cristalinidad intermedio (0.975-1).** Indica menor temperatura de cristalización y es parte del halo Argílico definido para Nordin, compuesto por caolinita-montmorillonita-carbonatos.
- ❖ **Micas blancas con índice de cristalinidad bajo (<2.416).** Son interpretadas como illita, cuando están próximas a las estructuras de alunita-cuarzo siendo parte del halo argílico avanzado, tal interpretación está evidenciada por la estrecha asociación con las freáticas en el NO de Nordin.

5.2.5. ALTERACIÓN HIDROTERMAL

Los halos de alteraciones hidrotermales indican el telescopeado de un sistema alta sulfuración sobre uno porfídico. En la clasificación de los halos de alteraciones se emplea el modelo Sillitoe (2010) y el diagrama de temperatura vs pH de Corbett and Leach, 1997. En la interpretación de las alteraciones se emplearon los resultados obtenidos de muestras con análisis ASD (mediante

software TSG) y el mapeo de terreno. Corresponden al sistema las siguientes facies de alteraciones definidas en el cuadro 6.

ARGÍLICA AVANZADA	
	Alunita Na: presente en brechas hidrotermales (BXQa) y estructuras de remplazo descriptas anteriormente en litologías, indica T° de hasta 300° y pH < 3.
	Alunita K: presente en brechas hidrotermales (BXQa) y estructuras de remplazo descriptas anteriormente en litologías, indica T° de hasta 300° y pH < 3.
	Caolinita+Dickita+alunita: corresponde a la envolvente de las estructuras. Mantienen una estrecha relación espacial con estructuras de reemplazo. Indican pH entre 3 y 3,5.
	Pirofilita+Dickita+(Caolinita): la presencia de pirofilita indica la base del lithocap (Sillitoe, 2010). Corresponde a un pH de 3,5 a 4 y T° entre 250° y 300°C, próximo al halo sericítico y argílico.
	Caolinita: asociación caolinita+montmorillonita+carbonatos. Se relaciona con alteración fílica a quien estaría remplazando y representa una transición entre el Fílico al argílico avanzado. La caolinita es considerada hipógena por coexistir con pirita en los sondajes y silicificación en forma de cuarzo en mapeos de terreno y por presentar un índice de cristalinidad alto.
FÍLICA	
	Sericita+ (-arcillas supérgenas): está definido por cuarzo-sericita más arcillas (caolinita+montmorillonita). Las arcillas, caolín y montmorillonita, se interpretan de origen supérgeno debido a la falta de carbonatos como siderita que pudieran indicar la influencia del halo argílico sobreimpuesto.
SERICITA+CLORITA+CARBONATOS	
	Esta asociación fue determinada en dos muestras correspondientes a trincheras de Bajo Nordin y asociada a vetillas de cuarzo bandeadas.
PROPILÍTICA	
	Se clasifica así la combinación de clorita+epidota+calcita+pirita aflorante en el sector sur de Bajo Nordin.
ALTERACIÓN SUPERGENA	
En terreno este tipo de alteración está dada por caolinita asociada a jarosita fina y en relleno de diaclasas. En lecturas de ASD, se define a la asociación de caolinita+montmorillonita y jarosita que frecuentemente están con sericita.	

Cuadro 6. Asociaciones de minerales de alteración definidas para el área Nordin con espectrometría.

5.2.6. LAYER MINERALIZACIÓN

Las mineralizaciones corresponden en su mayoría a los productos de lixiviación supérgena. Óxidos y sulfatos compuestos por hematita, goethita y jarosita están rellenando diaclasas o forman patinados. Es bajo el porcentaje de limonitas autóctonas (< 1 %, generadas in situ, sin transporte) diseminadas producto de alteración de pirita. Los óxidos de cobre están a nivel de trazas y corresponden a crisocola y “pitch limonite” asociada a vetillas de cuarzo tempranas. La pirita es el principal sulfuro y está presente en el halo propilítico o en sondajes RC de Eldorado junto con covelina, se estima una concentración del 1 % en este sulfuro.

La composición de las limonitas a partir de la carta de colores determina que las áreas correspondientes a Bajo Nordin o área de trincheras; y Alto Nordin en su sector noreste responden a un perfil de lixiviación moderado en jarosita y subordinada hematita. Las relaciones jarosita/goethita varían entre 80/20, 60/40 y 50/50. Estas relaciones indican el desarrollo de lixiviación sobre halos predominantemente píritico y en menor proporción con sulfuros de ¿cobre?. El flanco oeste de Alto Nordin es más hematítico y está combinado con jarosita y goethita según proporciones de 50 Hematita/25 Jarosita/25 Goethita y 20 Hematita/40 Jarosita/40 Goethita. La hematita predomina en rellenos de fracturas en todo el prospecto.

5.2.7. ANÁLISIS PETRO-CALCOGRÁFICOS

Se seleccionaron diferentes muestras de superficie enviadas a destinadas al análisis petrográfico/calcográfico el cual fue analizado en los laboratorios del Instituto de Recursos Minerales (INREMI) de la Universidad de La Plata. El objetivo de dicho estudio es caracterizar las diferentes litologías observadas en campo, haciendo hincapié en la diferenciación de rocas tipo pórfido, distinguiéndolas por su composición, textura y presencia de minerales de alteración hidrotermal. Los análisis calcográficos se focalizaron en las unidades donde se estimó la presencia de sulfuros, principalmente en vetillas. En el cuadro 7, se detallan los números de muestras, litologías estimadas y descripciones macroscópicas realizadas.

MUESTRAS	CODE LITO	ANÁLISIS	Descripción macro (NGEX Minerals)
221204	TLP	Petrografía	(Toba lapilitica dacítica), secuencia volcánica, piroclástica, roca de caja, Figura 31.
597507	AND	Petrografía/ calcografía	Alteración Ser- Cl- Arc, Vetillas de Qz tipo A y bandeadas, Figura 32
221211	PDC	Petrografía	Porfido Diorítico Qz), posible alteración propilítica/ clorítica. Vt y microvt de Qz. Posible roca de caja, Figura 33.
221215	PMF	Petrografía	Pórfido mafico Feldespático), postsistema hidrotermal. Figura 34
221234	PFF	Petrografía	(Pórfido Feldespático Fino), relación espacial con PMF?, postsistema hidrotermal, Figura 35

597522	PF	Petrografía	(Pórfido Feldespático), posible domo?, roca de caja del sistema hidrotermal. Alteración Argílica, Figura 36.
--------	----	-------------	--

Cuadro 7. Muestras seleccionadas para análisis petro-calcográfico (Inremi, 2019).

Los resultados obtenidos por el laboratorio de INREMI, permitieron corroborar las unidades de pórfidos definidos para el área de Nordin. En base a estos resultados se ajustaron detalles el layer de litología. En el cuadro 8, se expone un resumen de los resultados obtenidos, donde se define clasificación petrográfica final y otras características de las muestras analizadas.

RESULTADOS PETRO-CALCOGRAFICOS	
Muestra 221204 (Fig. 32) Roca: Ignimbrita riódacítica. Componentes: cristaloclastos y vitroclastos. Qz, Illita (III)/Sericita (Sc), caolinita (Cao). Argílica intermedia Asociación mineral de alteración: Qz, III/Sc, Cao. Tipo de alteración: Argílica intermedia Mineralización: ---	Muestra 221207 (Fig. 33) Roca: Pórfido Andesítico. Componentes: 25-30% fenocristales de plagioclasa (Plg), anfíbol (Anf), biotita (Bt). Asociación mineral de alteración: Bt, Ab albita (Ab), clorita (Chl), III/Sc, calcita (Cal). Tipo de alteración: Potásica Clorítica Mineralización: magnetita (Mgt)/ (hematita (hem) diseminada y vetillas.
Muestras 221211 (Fig. 34) Roca: Pórfido Dacítico. Guías de brechas fluidizadas. Componentes: 25-30% fenocristales de Plg, Bt, Qz. Asociación mineral de alteración: Chl, epidota (Ep), Ab, Cal, actinolita (Act). Tipo de Alteración: Calcosódica Mineralización: Mgt diseminada.	Muestra 221215 (Fig. 35) Roca: Pórfido Dacítico Componentes: 25-30% fenocristales Plg, Anf, Bt, Qz Asociación mineral de alteración: -- Tipo de alteración: -- Mineralización: Mgt diseminada
Muestra 221234 (Fig. 36) Roca: Ignimbrita riódacítica Componentes: cristaloclastos, vitroclastos y líticos Asociación mineral de alteración: Chl, Ab Tipo de alteración: Propilítica Mineralización: ---	Muestra 597522 (Fig. 37) Roca: Lava Dacítica Componentes: 20-25% fenocristales de Kfeld, Qz, Anf, Bt Asociación mineral de alteración: alunita (Alu), Cao. Tipo de Alteración: Argílica Avanzada Mineralización: ---

Cuadro 8. Tabla resumen de descripciones petro-calcográficas para el área Nordin (Inremi, 2019).

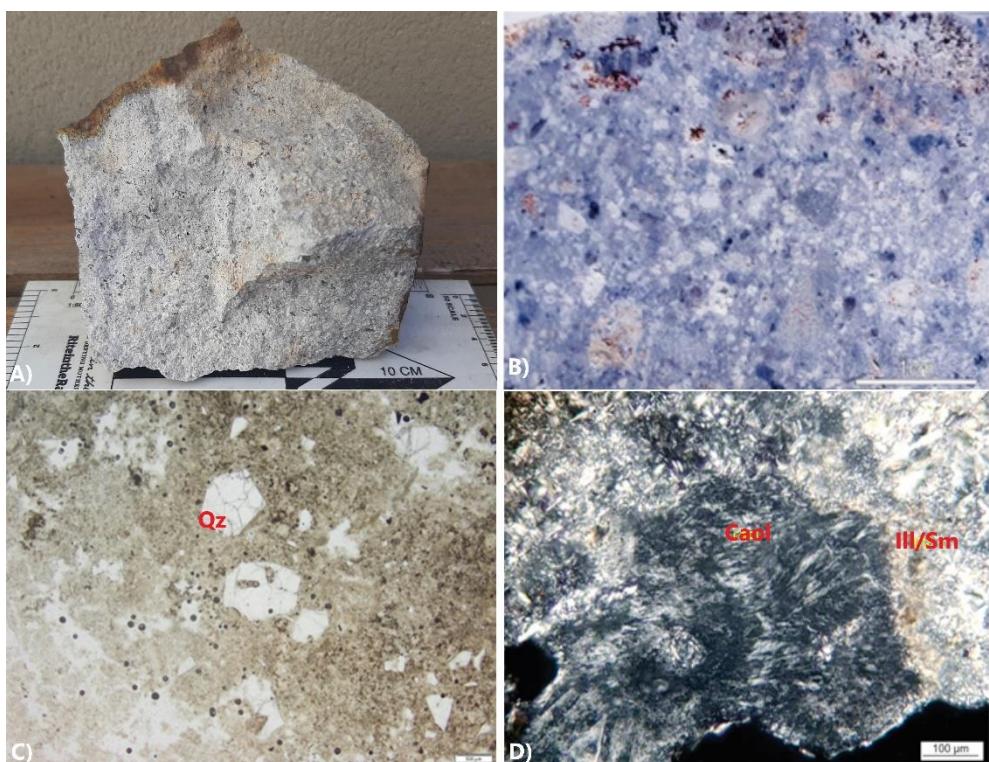


Figura 32. A) muestra de mano 221204. B) foto con lupa binocular. C) cristaloclastos de cuarzo en una matriz de grano fino. D) Parches de caolinita junto con illita/smectita en la matriz de la roca, luz transmitida.

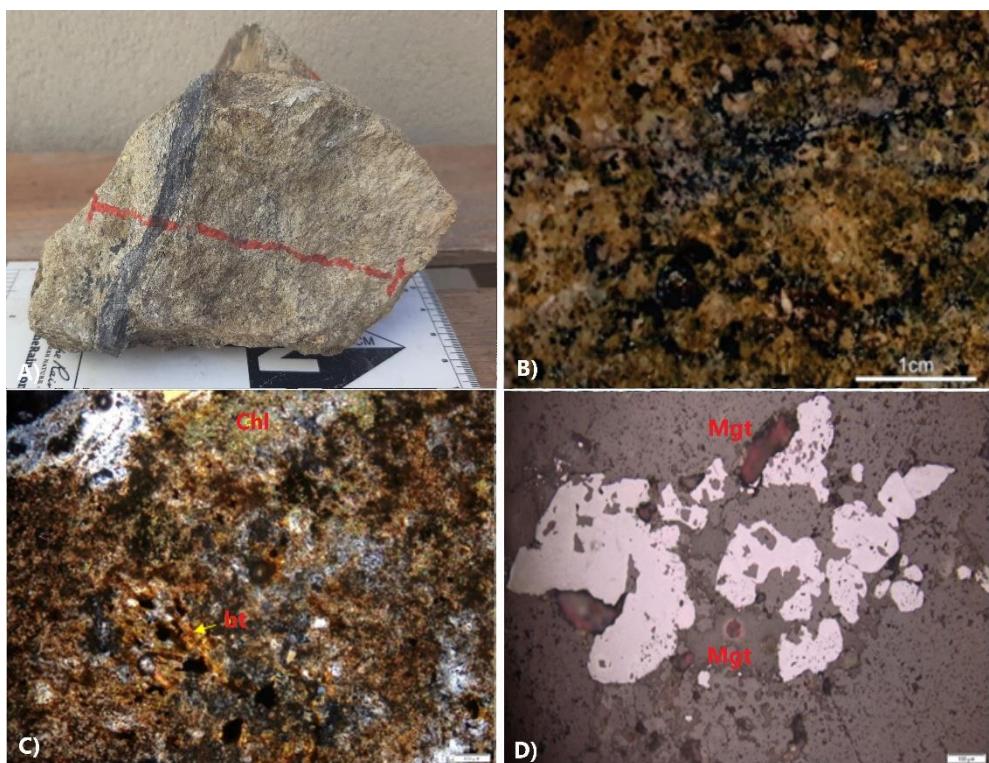


Figura 33. A) muestra de mano 221207. B) foto con binocular. C) cuarzo y feldespato potásico con abundantes agregados de biotita secundaria, clorita y minerales opacos. D) cristales de magnetita diseminados en la roca, luz reflejada.

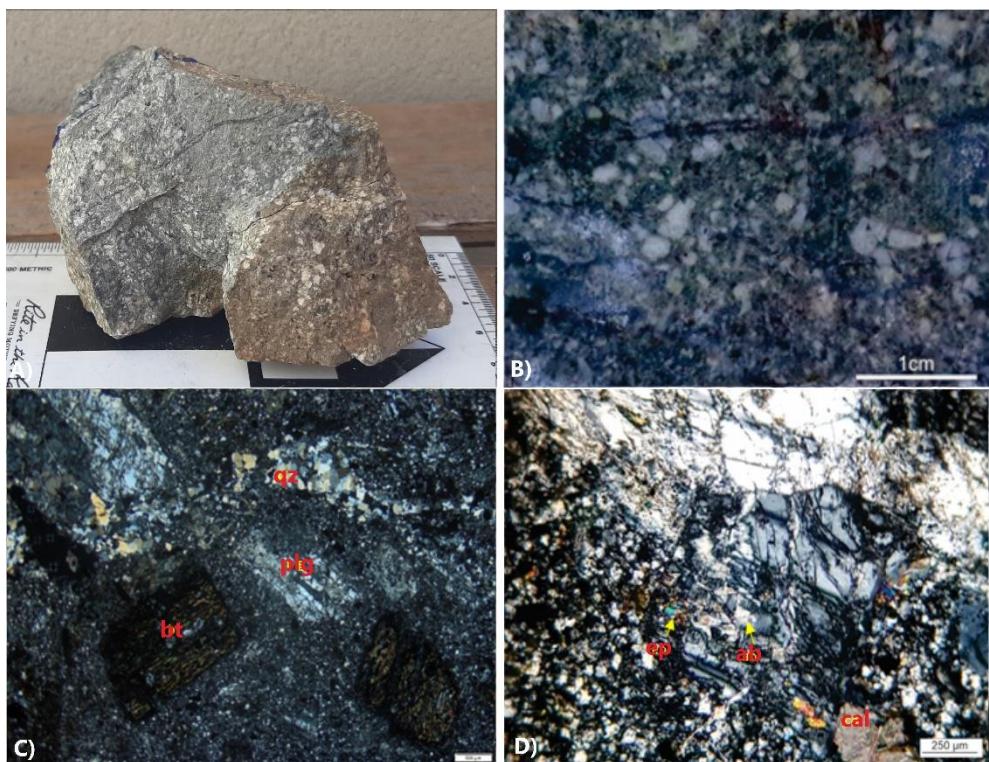


Figura 34. A) muestra de mano 221211. B) foto con lupa binocular. C) textura porfírica compuesta por Plagioclásas argilizadas y biotitas cloritizadas. D) parche de albita como reemplazado de plagioclasa junto con epidoto y calcita.

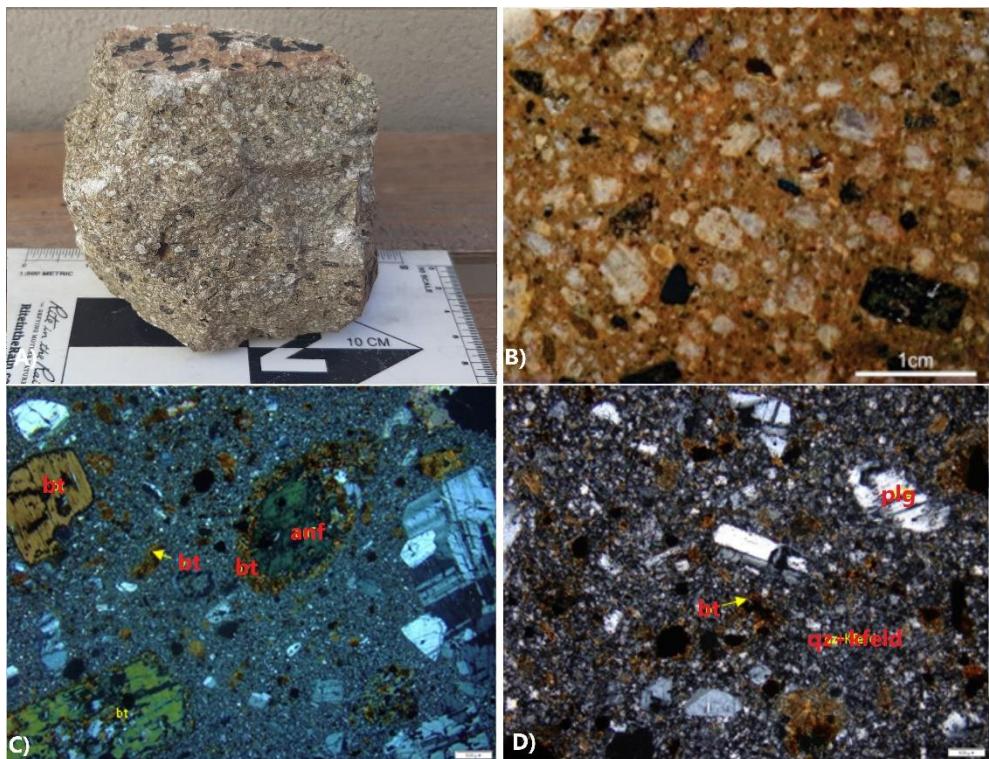


Figura 35. A) muestra de mano 221215. B) foto con lupa binocular. C) coronas de reacción sobre minerales máficos, anfíboles y biotitas. D) textura microgranular compuesta por microlitos de plagioclasas, cuarzo, feldespato y biotita.

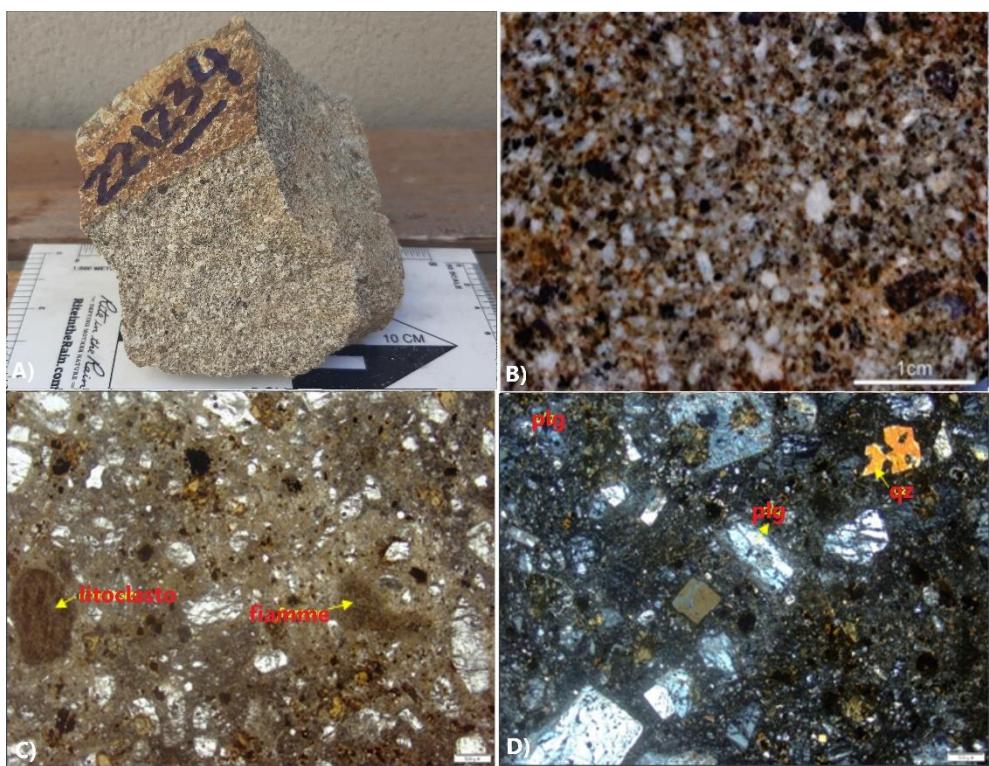


Figura 36. A) muestra de mano 221234. B) foto con lupa binocular. C) cristaloclastos (blancos) junto a fragmentos pumíceos elongados (fiamme). D) cristaloclastos de cuarzo y plagioclasa en matriz de grano fino con parches de clorita-smectita.

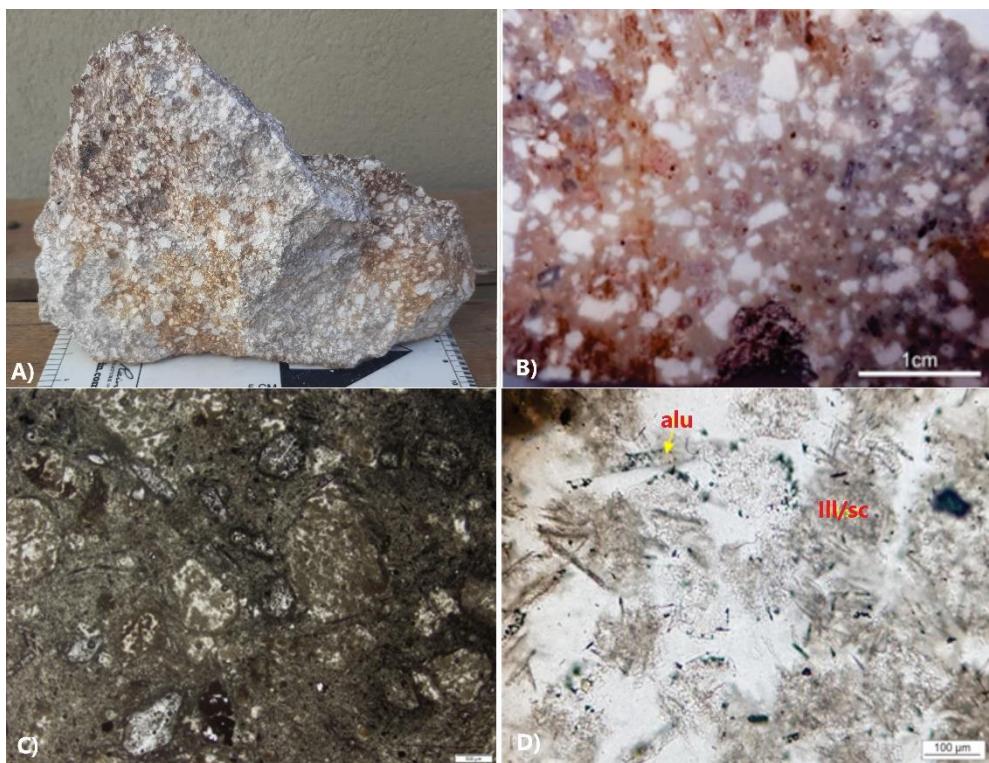


Figura 37. A) muestra de mano 597522. B) foto con binocular. C) textura porfírica con fenos de Fdto y máficos. D) cristales tabulares de alunita junto con illita-sericitas.

Como resultado final se obtuvo un mapa Lito-alteración escala 1:2500 para el target Nordin, ilustrado en la Fig. 38:

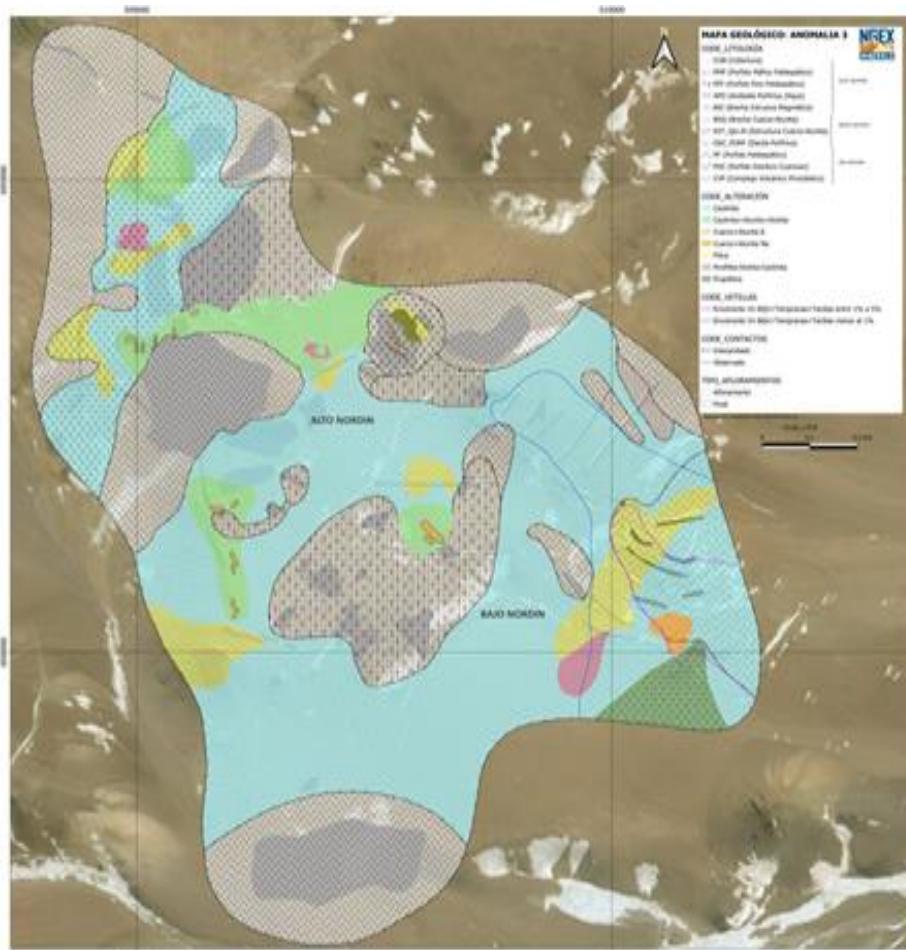


Figura 38. Mapa Final lito-alteración: anomalía Nordin (NGEX Minerals, 2019b).

5.2.8. RESULTADOS DE MAPEO: ANOMALÍA CALDERA

Este levantamiento fue desarrollado en la temporada de exploración 2021-2022 abarcando aproximadamente un área de casi 8 km² mapeado a escala semi-detalle de 1:5000. Se recolectaron un total de 7 grillas de mapeo (con sus respectivos 3 layers). Se aprovechó mayormente la existencia de trincheras de caminos, trincheras, quebradas y frentes de afloramiento, Fig. 39 y Fig. 40.



Figura 39. Vista panorámica hacia el SE del target Caldera, Proyecto Valle Ancho.



Figura 40. Vista panorámica hacia el sector NW del target Caldera, Proyecto Valle Ancho.

5.2.9. LAYER LITOLOGÍA – ESTRUCTURAS - VENILLEOS

Las unidades litológicas definidas en el levantamiento geológico del Layer Litología-estructuras para el sistema hidrotermal identificado en el presente mapeo, al igual que Nordin fueron separadas según su temporalidad en tres grupos: unidades presistema (cuadro 9), intrasistema (cuadro 10) y postsistema hidrotermal (cuadro 11):

UNIDADES PRE-SISTEMA	
ANDESITA PORFÍRICA	Roca de tonalidad blanco grisaceo, con fenos cristales de feldespatos euhedrales. La relación masa fundamental-fenocristales es de 80-50%. Los fenos están moderadamente argilizados y la matriz se encuentra sericitizada. Presenta carbonatos llenando intersticios y pirita en trazas. Posee caolinita supérgena con distribución selectiva, Fig. 41 a.
BRECHA MONOMÍCTIC A	Brecha de textura fragmento-sostén de composición monomítica, constituidas por fragmentos de composición andesítica de formas angulosas a subangulosas, cementadas por óxidos de hierro. Conforman una textura fragmento-sostén. El tipo de alteración es caolinita supérgena con moderada lixiviación, Fig. 41 b.
RIOLITA PORFÍRICA	De tonalidad rojiza y textura porfírica abierta. Poco relación masa fundamental-fenos de 60/40%. Sus fenocristales de feldespatos son de formas euhedrales a subhedrales. La presencia de cuarzo es subordinado. La matriz presenta fuerte hematitización y caolinización moderada a débil, Fig. 42.

Cuadro 9. Unidades litológicas Pre-sistema definidas para el área de Caldera.

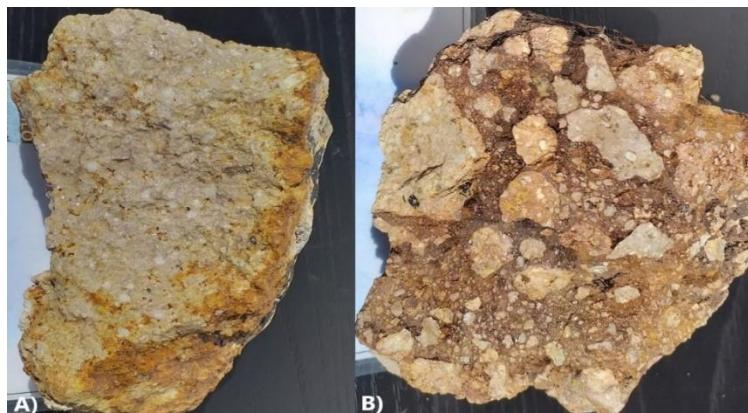


Figura 41. A) andesita porfírica; B) brecha Monomíctica.



Figura 42. Riolita porfírica, con matriz hematitzada.

UNIDADES INTRA-SISTEMA	
DACITA PORFÍRICA	Esta unidad pudo observarse puntuamente en el mapeo de trincheras preexistentes, ubicado en el sector centro del target. Posee textura porfírica abierta de matriz afanítica. Fenocristales de plagioclásas subhédrales y escaso cuarzo (1-3%). Relación fenocristales/masa fundamental 30%-70%. Se interpreta como un intrusivo subvolcánico, afectado por sistema de venillas de dos tipos: Venillas tipo Bqv y Venillas de Qz mas tardías, Fig. 43 a, b.
ROCA VOLCANICLÁSTICA	Estos afloramientos pueden observarse en forma subverticales (Fig. 44 a), presentando una tonalidad mayormente blanquecina. Posee una textura matriz-sostén, compuestas por matriz fina de composición tobácea conformando texturas vesiculares, con trizas de cuarzo, (1-2% en vol), con clastos subredondeados de composición riolítica (descripta anteriormente). En parte adopta tonos rosáceos, debido a la presencia de estos clastos y a la impregnación con óxidos de hierro que presenta (Hematita). Se encuentra afectada por venillas completamente óxidadas, con halos de reacción que presentan texturas boxworks con óxidos (Goetita), Fig. 44 b.
BRECHA POLIMÍCTICA	Brecha Polimítica, clasto-sostén. Posee clastos porfíricos, moderadamente argilizados anhédrales, cementados por hematitas y roca de caja fragmentada y pulverizada (harina de roca). Hay especularita diseminada. Se encuentra afectada por alteración argilica moderada. Fig. 45 a.
BRECHA DE CUARZO - ALUNITA	Brecha de textura clasto-sostén. De composición polimítica. Posee clastos de alunita y clastos de cuarzo. Matriz reemplazada en su totalidad por sericitita, Fig. 45 b.
ESTRUCTURAS DE ALUNITA	Roca de tonalidad beige (aspecto opalina a sacaroide, de textura afanítica. La roca se encuentra reemplazada en su totalidad por alunita – ¿pirofilita?. Se observan óxidos ocupando algunos intersticios. Se observa en terreno en forma de rodados, Fig. 46 a.
VETA DE CUARZO	De tonalidad gris sacaroide. Es un cuarzo de textura muy fina a opalina-sacaroide. Esta se observa en terreno solo en rodados tipo subafloramientos, en ocasiones acompañados de venillas tipo smoking. El tipo de alteración que presenta es un pulso de silificación sobreimpuesta, Fig. 46 b.

Cuadro 10. Unidades litológicas Intra-sistema definidas para el área de Caldera.

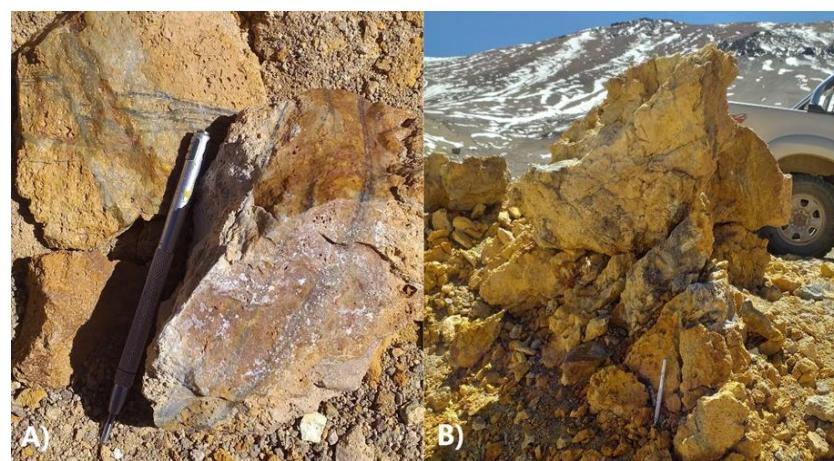


Figura 43. A) dacita porfírica con vetillas Bqv. B) afloramiento de cuerpo dacítico en áreas de trinchera.

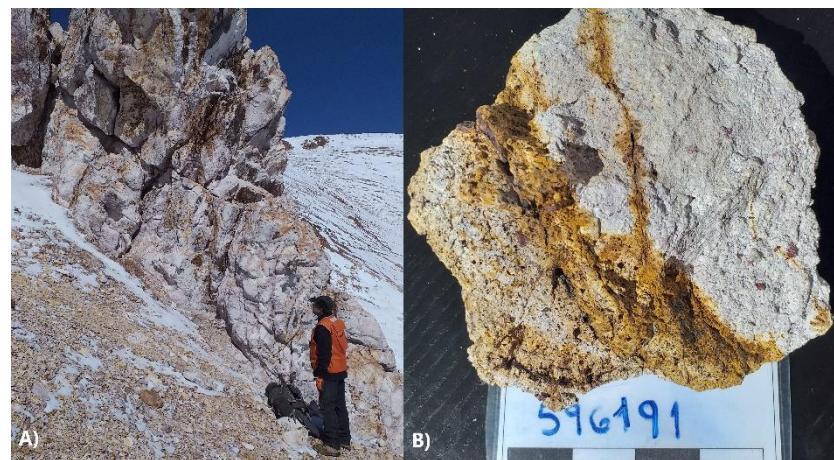


Figura 44. A) afloramiento de rocas volcánicas. B) unidad volcánicas con clastos de riolita.

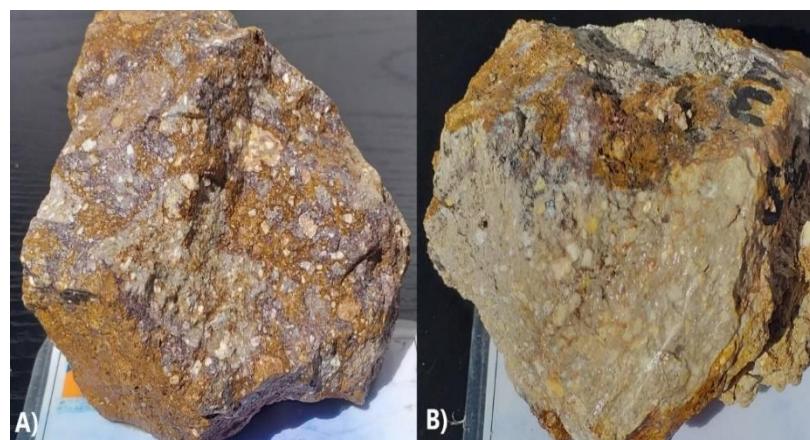


Figura 45. A) brecha Polimictica; B) brecha Qz-Alunita matriz-sostén.



Figura 46. A) muestra float de estructuras de Alunita(-cuarzo). B) veta de cuarzo.

UNIDADES POT-SISTEMA	
ANDESITA	Roca de tonalidad verdosa, con textura porfírica. Tiene fenocristales de máfios ehuedrales (2%) y feldpespatos moderadamente argilizados. La relación masa fundamental- fenocristales es de 80-20%, Fig. 47 a.
LAVAS ANDESÍTICAS	Lavas andesíticas de tonalidad gris verdoso. En parte esta unidad presenta brechamiento (textura matriz-sostén). Está compuesto por fenos de máficos ehuedrales, plagioclásas y en menor medida fenos de cuarzo y epidoto subordinado. Se destaca fuerte magnetismo en la totalidad de la roca. Posee masa fundamental compuesta por cuarzo, con una relación masa fundamental-fenos de 70-30%. Se observa Py diseminada y hematitzación moderada. Fig. 47 b.

Cuadro 11. Unidades litológicas post-sistema definidas para el área de Caldera.



Figura 47. A) andesita post-sistema, B) lavas andesíticas.

5.2.10. VENILLEO PRESENTE

Para el área de Caldera se identificaron en el mapeo de superficie, las siguientes familias de venillas:

- ❖ **Venillas tipo Smoky Quartz Veinlets:** son venillas de cuarzo ahumado (ricas en magnetitas) y sulfuros. Se presentan en formas irregulares algunas son de tipo hairline. Si bien en afloramiento no pudo realizarse medición de su orientación en rodados puede observarse arreglos tipo sheeted, Fig. 48 a.
- ❖ **Venillas BQV:** una segunda familia muy común en estos afloramientos son las venillas de cuarzo bandeado que tambien fueron identificadas en el área de Nordin. Se observa entre 2-3% en volumen, Fig. 48 b.
- ❖ **Venillas BQM:** Este tipo de venillas se presentan en forma aislada (<1% en volumen) en el área central del target Caldera. Se caracterizan por ser ricas en molibdeno, de forma bandeada, con abundante Molibdenita en las paredes de las venillas. Se considera que carecen prácticamente de sulfuros de cobre (Vázquez Calvo, 2021), Fig. 49 a.
- ❖ **Venillas Qz tardío-magmáticas:** estas venillas son de cuarzo granular, de tono blanquecino con bordes rectos. Se caracterizan por presentar en afloramientos con arreglos tipo sheeted. Se consideran que son mas tempranas que las venillas Bqv, Fig. 49 b.
- ❖ **Venillas de óxidos:** estas venillas se observan únicamente en la unidad identificada como rocas volcanoclástica. Se presentan en forma aisladas (<1% vol). Se encuentran reemplazadas en su totalidad por goetita en la zona de sutura y presencia de texturas boxwork dentro de sus halos de reacción, Fig. 50.



Figura 48. A) Venillas tipo smoky. B) Venillas Bqv con arreglos tipo Sheeted.



Figura 49. A) Venillas tipo BQM, ricas en molibdeno. B) Venillas de Qz tardío-magnéticas.



Figura 50. Venillas óxidadas en unidad volcanoclástica.

5.2.11. LAYER ALTERACIÓN

En segunda instancia para el layer alteración, se definieron las siguientes asociaciones de minerales de alteración de fondo, indicando su respectiva distribución:

- ❖ **Cuarzo-Arcilla:** Esta asociación afecta la secuencia volcanoclástica de forma fuerte y penetrante con dominio de caolinita, acompañada con silicificación suave que invade intersticios.
- ❖ **Cuarzo-alunita (±arcilla):** Se caracteriza por presentar una fuerte silicificación y múltiples fases de relleno de alunita, dickita y ocasionalmente pirofilita. Se presenta localmente en afloramientos de brechas hidrotermales.

- ❖ **Silicificación:** Se observa en forma predominante en rodados de vetas y en venillas particularmente en la unidad dacítica. Se observan dos tipos de sílice: una de aspecto opalino de tonalidad gris, y otra de textura sacaroidal y tonalidad blanco grisáceo.
- ❖ **Alunita (\pm sílice):** Esta alteración se presenta puntuamente en forma de float que se deduce que podrían ser de estructuras de Alunita. Se observan en forma de subafloramientos. Se trata de alunita de tonos cremoso que reemplazan la totalidad de la roca de manera pervasiva, acompañada de una leve silicificación sobreimpuesta.

5.2.12. ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA

El uso del equipo ASD (mediante software TSG) y los modelos de espectros característicos. Han permitido diferenciar de acuerdo a los espectros obtenidos los siguientes ensambles de alteración, definidos en el cuadro 12.

ARGILICA AVANZADA	
	Alunita Na: presente en brechas hidrotermales. indican temperaturas de hasta 300° y pH < 3 (pico ubicado entre los rangos de 1487 a 1494 nm).
	Alunita K: presente en estructuras de reemplazo (pico ubicado entre los rangos de 1478 a 1482 nm).
	Pirofilita + Caolinita: la caolinita se forma a temperaturas < 300°C. Sobre los 300°C la fase estable es pirofilita. Esta asociación fue identificada en afloramientos de la secuencia volcanoclástica ubicada en el sector oeste de Caldera, casi en el límite con alto Nordin.
	Caolinita + Alunita K: se observa en forma pervasiva y abundante mayormente en la secuencia volcanoclástica descripta en Caldera, y en menores cantidades en unidades de brechas. Se considera a la caolinita de origen supérigeno por los valores de bajo índice de cristalinidad en todas las muestras (<0,96) y la Alunita K de origen hipógeno.
ARGÍLICA INTERMEDIA	
	Grupo smectita (Montmorillonite+Nontronite) +Goethite: presente en lavas andesíticas (Post-sistema). Se consideran representantes de un proceso supergénico debido a las cantidades subordinadas en una roca considerada prácticamente fresca.
ALTERACIÓN SUPERGENA	
	Sericita + (-arcillas supérgenas): está definido por sericitas más arcillas (caolinita+montmorillonita). Las arcillas, caolín y montmorillonita, se interpretan de origen supérigeno debido a la falta de carbonatos como siderita que pudieran indicar la influencia del halo argílico sobreimpuesto. es probable que gran parte de la caolinita y las esmectitas en caldera sean de origen supérigeno.

Cuadro 12. Asociaciones de minerales de alteración definidas para el área Caldera con espectrometría.

5.2.13. LAYER MINERALIZACIÓN

Las mineralizaciones visibles corresponden en su mayoría a los productos de lixiviación supérgena. Los óxidos compuestos por hematita, goethita y jarosita se presentan en forma de venillas, rellenos, y formando patinados. Es bajo el porcentaje (< 1% vol) de limonitas autóctonas (generadas *in situ*, sin transporte) diseminadas producto de alteración de pirita. La pirita es el principal sulfuro, pero se presenta en forma de trazas y se estima una concentración del < 1 % en este sulfuro.

La composición de las limonitas puede ser determinado a partir de la carta de colores. Para el área de Caldera se identificó en la zona SW y centro de la misma. Se observan en forma de venillas en la secuencia volcanoclástica con relaciones de Goethita/Jarosita (80/20 %), y relación Jarosita/Hematita (70/30) en forma de pátinas y dacita intramineral.

5.3. RESULTADOS GEOQUÍMICOS: NORDIN

5.3.1. TRATAMIENTO GEOESTADÍSTICO PROSPECTIVO

La falta de representatividad de muestras aisladas en la exploración de yacimientos, son un factor de mayor incertidumbre a la hora de evaluar resultados. Generalmente los datos geoquímicos cuantitativos son siempre erróneos y son de dos tipos; casuales o sistemáticos. Cierta cantidad de error sistemático puede ser tolerado con la condición de que los datos sean compatibles entre sí con el total del levantamiento. Los errores casuales tienden a ser compensados cuando el número de resultados es grande. El tratamiento de grandes volúmenes de datos analíticos presenta difíciles problemas de manejo, presentación e interpretación, que son mejor solucionados por análisis estadístico (Peralta H.E., 1985). Un problema básico en cuanto a la prospección geoquímica es determinar los parámetros geoquímicos que establecen los rangos de background y Threshold.

- ❖ **Background o Valor de Fondo.** Se denomina así a la concentración normal de un elemento en un material terrestre. El contenido de fondo de un elemento particular es sujeto a variaciones, según la constitución de la roca u otro material terrestre en el que el elemento ocurre. Esta concentración no es estable por eso es lógico considerar el valor de fondo como un valor medio (que puede estar dentro de un promedio, media aritmética, media geométrica, media ponderada, etc.) y no como un valor ponderado. En el caso del presente estudio, se ha considerado un promedio geométrico (media geométrica) por tratarse de un estudio netamente regional además de que la media castiga o reprime un poco los valores altos o bajos erráticos y no permite una alta desviación estándar (Peralta, *op cit*).
- ❖ **Threshold o Umbral Geoquímico.** Es un parámetro geoquímico también conocido como Umbral Geoquímico, se determina en función de la media y su desviación. Un tenor puede ser considerado normal, si queda comprendido entre el valor de fondo y éste más una vez la desviación standard. Ese límite generalmente se llama "Umbral". Por encima de ese límite

comienzan los valores "no-normales", o sea anómalos. Las anomalías suelen clasificarse en hasta tres categorías de interés creciente, como se indica a continuación en el cuadro 13.

BACKGROUND	ANOMALÍAS		
	POSIBLES	PROBABLES	FRANCAS
Promedio (LogX) + mediana/2	background+desvSTD	(background+2)xdesvSTD	(Background+3)xdesvSTD

Cuadro 13. Anomalías geoquímicas X= elemento químico a tratar (Peralta, H.E., 1985).

En una población normal es de esperar que casi el 70% de las muestras estén comprendidas entre los valores de Fondo, del 20 al 25% entre las anomalías posibles, un 4% en las Probables y menos del 0,5% como Francas, si es que existen (Peralta H.E., 1985). Respecto a determinación de anomalías, se puede:

- ❖ Establecer leyes de distribución adaptables a las diversas poblaciones de datos.
- ❖ Reducción de inmensas poblaciones a sus parámetros básicos esenciales que los caracteriza.
- ❖ Representación y comparación de muchos grupos de datos de manera gráfica y sintética.
- ❖ Creación de una base objetiva para determinar anomalías.
- ❖ Estandarización para presentación de datos.

Se analizaron estadísticamente los resultados geoquímicos de 137 muestras de rock chip obtenidas mediante muestreo selectivo y analizadas por método analítico ICP-MS), para el área de Nordin. Se discriminaron sus valores de fondo y anómalos de cada elemento (anomalías posibles, probables y francas mediante tratamiento estadístico (NGEX Minerals, 2019b). A continuación, se expone un resumen de los rangos de los elementos de interés en el cuadro 14.

Elementos	BACKGROUND	POSIBLES	PROBABLES	FRANCAS
Au	<0,090	0,699	1,003	>1,004
Cu	<30,72	158,42	222,27	>222,28
Ag	<0,22	2,27	3,294	>3,30
Mo	<4,86	25,69	36,11	>36,12
As	<53,02	253,25	353,36	>353,37

Cuadro 14. Anomalías obtenidas para elementos geoquímicos, área Nordin (NGEX Minerals, 2019b).

Según Levinson (1974), si los valores de threshold alcanzados por el oro son altos, generalmente, está en las inmediaciones de un yacimiento. Para el área de Nordin se identificaron 26 anomalías de Au por encima del threshold desde 0,3 hasta 2,9 ppm. La distribución de oro y arsénico, puede hallarse importantes similitudes, definiendo posiblemente varias poblaciones

estadísticas. Este comportamiento permite inferir la existencia de una asociación geoquímica entre estos elementos, generalmente siendo las concentraciones de oro contenidas en arsénico. De modo similar, es el comportamiento de las concentraciones de plomo y zinc.

5.3.2. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN NORDIN, SEGÚN MODELO DE HALLEY

En la distribución y concentración de los elementos que caracterizan al ambiente epitermal y porfírico, se tuvo en cuenta el modelo de dispersión geoquímica de pórfidos cupríferos (Halley *et al.* 2015), Fig. 51 y Fig. 52.

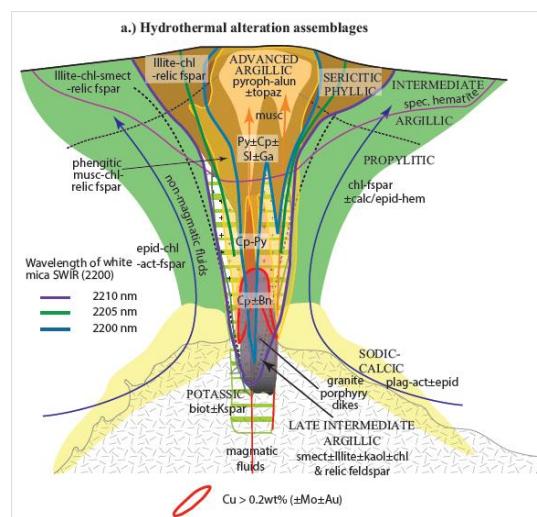


Figura 51. sección transversal de un depósito pórfito de Cu, distribución de asociaciones hidrotermales y minerales sulfurosos en relación a contornos del pico de 2.200 nm medido en SWIR (Halley *et al.* 2015).

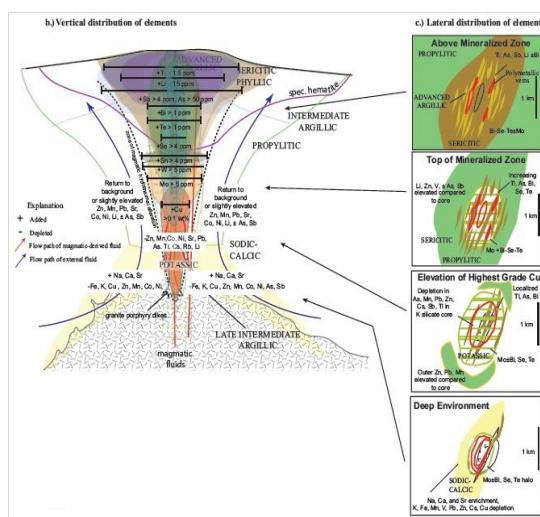


Figura 52. Variaciones verticales en oligoelementos en sistema de pórfido Cu (Halley *et al.* 2015).

Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, proyecto minero Valle Ancho, provincia de Catamarca, república argentina

Para el área Nordin se analizaron de manera geoestadística los elementos Au-Cu-Mo-As. Las concentraciones de estos elementos y su relación con el sistema epitermal y porfírico son reflejados en el mapa geoquímicos de la Fig. 53 y Fig. 54, con resumen en el cuadro 15.

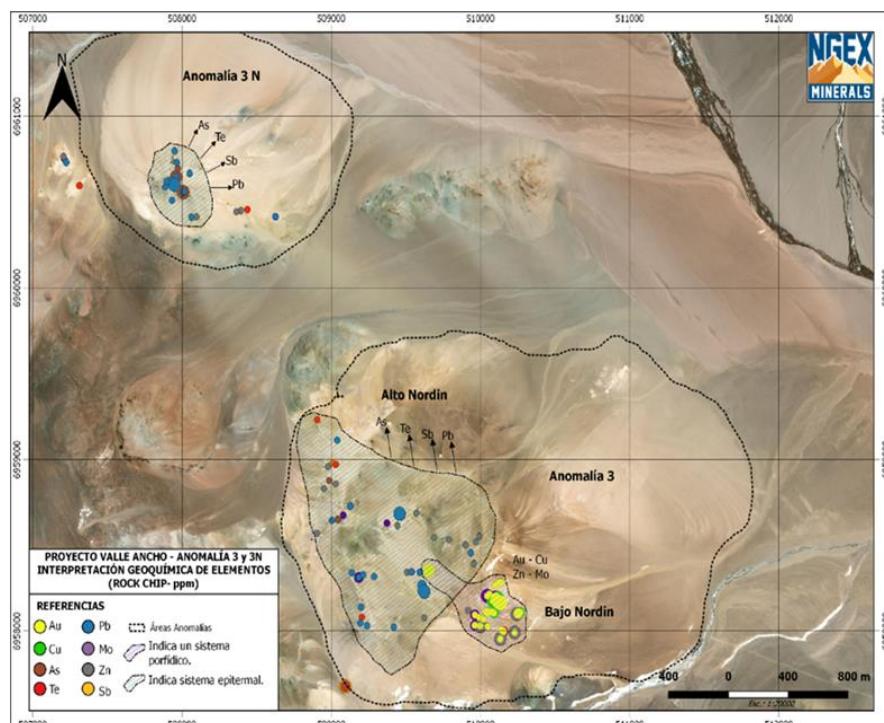


Figura 53. Interpretación geoquímica de elementos químicos (NGEX Minerals, 2019b).

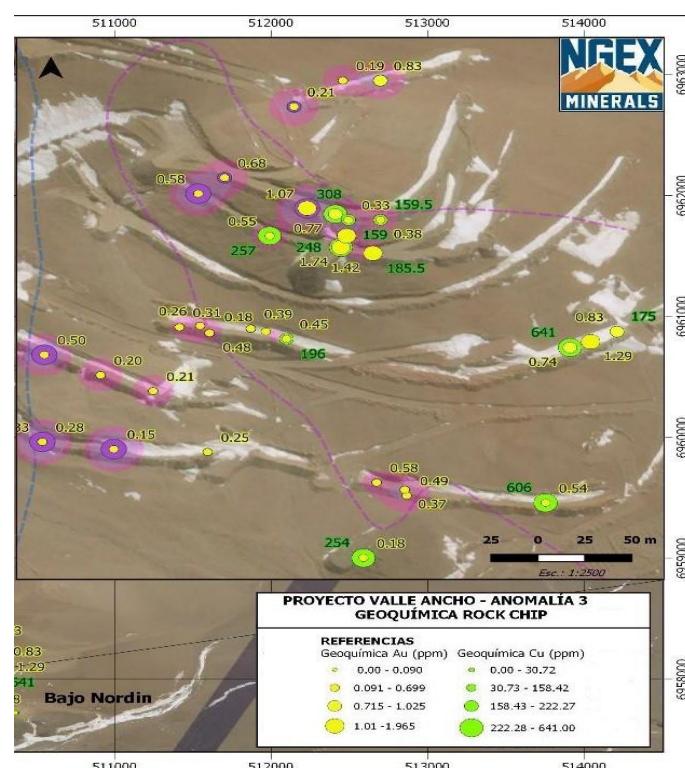


Figura 54. Geoquímica de rock chip, Anomalía Nordin (NGEX Minerals, 2019b).

Elemento	Min (ppm)	Max (ppm)	Asociado (max valores)	Área - Comentarios
Au	>0.1	<2.30	Vn BQV/Ser/Arg (sobre Potásica)	Bajo Nordin-Tope zona mineralizada
Cu	>31	<611	T/Ser/Argílica (sobre Potásica)	Bajo Nordin-Tope zona mineralizada
Mo	>5.4	<81,9	Vn BQV/Ser/A	Bajo Nordin-Tope zona mineralizada
As	>74	<3760	QA/ Argílica avanzada	Bajo Nordin- Encima de zona mineralizada

Cuadro 15. Resultados geoquímicos de elementos, asociado a zonas minerales (NGEX Minerals, 2019b).

Au-Cu-Mo-Zn: Las mayores concentraciones de estos elementos están en Bajo Nordin y coinciden con el área de stockwork de vetillas A y de cuarzo bandeados (BQV). El valor alto en oro (2 gr/T) y también en molibdeno que está aislado en el extremo noroeste de Bajo Nordin corresponden a una muestra con vetillas de cuarzo bandeados. Se destaca que el molibdeno es usado como indicador de sistemas porfídicos de oro estilo Maricunga. De acuerdo al modelo de dispersión geoquímica en torno a pórfidos cupríferos, esta asociación indica que se está en el techo de la zona mineralizada (Halley *et al.* 2015).

5.4. RESULTADOS GEOQUÍMICOS: CALDERA

5.4.1. TRATAMIENTO GEOESTADÍSTICO

Al igual que el área Nordin, las muestras de Caldera fueron tratadas con método geoestadístico, pero en el presente trabajo. Se analizaron los resultados geoquímicos de 38 muestras rock chip para el área Caldera (también analizados con método analítico ICP-MS). Se discriminaron los siguientes valores de fondo y anómalos de cada elemento (anomalías posibles, probables y francas). En el cuadro 16, se expone un resumen de resultados anómalos de los elementos de interés.

Elementos	BACKGROUND	POSIBLES	PROBABLES	FRANCAS
Au	0,0039	0,0184	0,0878	0,4189
Ag	0,0467	0,0769	0,1267	0,2089
Cu	18,8764	31,2164	51,6234	85,3711
Mo	1,6211	3,1744	6,2158	12,1713

Cuadro 16. Anomalías posibles probables y francas obtenidas para el área Caldera.

A diferencia de los resultados obtenidos en Nordin, se lograron obtener escasas anomalías, entre ellas se identificaron 3 anomalías de Au por encima del threshold desde 0,07 hasta 0,33 ppm Au en rangos de anomalías posibles de 0,66 hasta 1,23 ppm Au para anomalías francas; también se detectaron 6 anomalías de molibdeno desde 4,00 hasta 10,54 ppm dentro de las anomalías posibles. No se detectaron anomalías de cobre.

5.4.2. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN CALDERA, SEGÚN MODELO DE HALLEY

Para interpretar la distribución y concentración de los elementos geoquímicos para el área Caldera, también se tuvo en cuenta el modelo de dispersión geoquímica de pórfidos cupríferos (Halley *et al.* 2015) y de oro en yacimientos porfíricos de oro y oro-cobre de la Faja Metalogénica de Maricunga. Se analizaron los elementos Au-Cu-Mo, resumiendo su posible asociación con el sistema, cuadro 17. En la Fig. 55 y 56 se observa puntualmente las anomalías detectadas para el elemento Au.

Elemento	Min (ppm)	Max (ppm)	Asociado (max valores)	Área - Comentarios
Au	0,0025	1,2300	Asociado a Vn Bqv/ Vn Smoky/	Área central de Caldera
Cu	5,84	110	Asociado a Vn Bqv/ Smoky/	Asociado a serícita profundo
Mo	0,74	9,78	Asociado a Vn Bqv/ Smoky/	Valores máximos asociados a serícita profunda

Cuadro 17. Resultados geoestadísticos de la concentración de elementos de interés en el sistema Caldera.

Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, proyecto minero Valle Ancho, provincia de Catamarca, república argentina

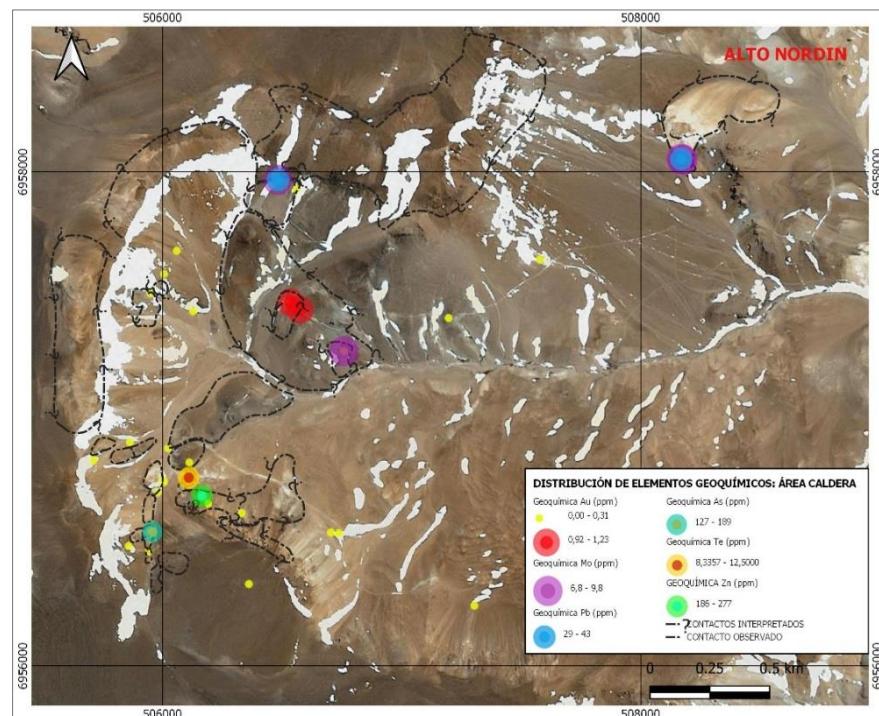


Figura 55. Distribución de elementos panthfinder para el área Caldera.

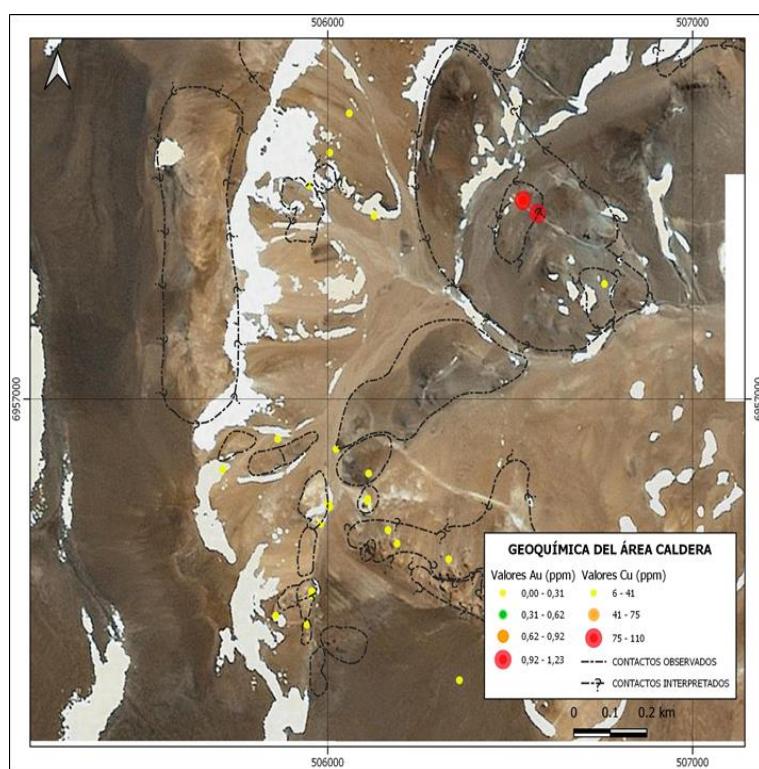


Figura 56. Geoquímica de rock chip, área La Caldera, proyecto Valle Ancho.

6. ANTECEDENTES METALÚRGICOS

En el año 1998 se realizaron pruebas metalúrgicas en los laboratorios de SGS Chile, a 11 compósitos de muestras provenientes de testigos de aire reservo; estas muestras corresponden al área de Nordin.

6.1. PROCEDENCIA, RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN MECÁNICA DEL MINERAL

El mineral recibido para el estudio consistió en 21 muestras provenientes de testigos de sondajes de aire reverso desde las cuales se formaron 11 compósitos de acuerdo a las indicaciones que realizó New Crest Chile Ltda a SGS Metalurgia Chile, aplicando el método Botle test (SGS, 2021). Las muestras fueron pesadas inicialmente, para luego ser homogeneizadas y divididas, para posteriormente formar el compósito correspondiente. Se verificó que la granulometría de cada compósito fuera de 80% -4# Tyler, de acuerdo a lo solicitado por el laboratorio.

6.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL MINERAL DE CABEZA

Se realizó análisis químico de Au por ensayo al fuego a cada muestra compósito, en duplicado. El cuadro 18, contiene el resumen de los resultados obtenidos:

COMPÓSITO	MUESTRAS		LEY 1	LEY 2
Nº	Drill hole 1 (Nordin)	Drill hole 2 (Nordin)	Au (ppm)	Au (ppm)
1	55977	55978	0,660	0,700
2	55993	55994	0,750	0,750
3	56454	56455	1,860	1,830
4	56480	56481	0,680	0,900
5	56573	56574	0,550	0,450
6	56616	56617	0,990	0,980
7	56620	56621	0,490	0,420
8	56641		0,640	0,600
9	56646	56647	0,430	0,480
10	56659	56660	0,330	0,330
11	56662	56664	0,590	0,580

Cuadro 18. Resultados de Au con ensayos al fuego para 11 compósitos (SGS Chile, 1998).

De acuerdo a los resultados obtenidos, solo una muestra presenta contenidos de Au superiores a 1 g/t (compósito N°3 con 1,85 g/t de Au), siendo lo más común leyes entre 0,3 a 0,7 g/t de Au. Se observó también la presencia de Au grueso (muestra N°4) en la cual, los contenidos de Au en

muestras paralelas difieren significativamente (0,6 y 0,9 g/t). Esta situación también podría estar influenciada por química analítica, dado los pequeños contenidos de Au, cuyo posible efecto se analizará en virtud de los resultados obtenidos en los resultados de cianuración (SGS Chile, 1998).

6.3. CIANURACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las pruebas de cianuración utilizaron una cantidad de 1000 gr de cada muestra mineral, la cual se contactó con 2,03 litros de solución cianurada de 1 gr/litro de NaCN, en una botella plástica de 10 litros de capacidad, la cual se puso a girar sobre rodillos especialmente acondicionados para este fin, que proporcionaron una velocidad de 50 r.p.m. La toma de muestras para el control de la cinética de solución se realizó al cabo de lixiviación de: 2, 4, 6, 8, 24, 48 y 72 hs, en el cual se analizó: Au, NaCN y pH. En cada uno de estos muestreos se restituyó el volumen extraído, para no variar el porcentaje de sólidos aprovechando de incorporar los reactivos consumidos en el periodo muestreado, en la solución de reposición. Una vez finalizada la prueba, la pulpa se filtró y se lavó, tomándose muestras de ambas soluciones, para el análisis por los mismos elementos considerados en los muestreos, como así también el medio de filtración (SGS, Chile 1998, p.5).

En base a los análisis químicos, volúmenes de muestras, peso, etc., se realizó el balance metalúrgico de la prueba, determinándose las cinéticas de disolución de Au y consumos de reactivos. Los resultados obtenidos en las pruebas de cianuración se reportan en el cuadro 19, en la cual las leyes y recuperaciones están en base a cabeza calculada (considera finos solubilizados y remanentes en el ripio).

MUESTRA	MINERALIZACIÓN	DISOLUCIÓN DE Au (%)	CONSUMO DE REACTIVOS (Kg/tn)	
			NaCN	CaO
1	Óxido	85,68	14,74	4,04
2	Sulfuro	57,75	16,99	9,17
3	Óxido	81,21	14,78	6,54
4	Sulfuro	63,08	15,33	16,19
5	Óxido	75,83	13,86	7,13
6	Sulfuro	66,52	16,71	12,90
7	Sulfuro	59,83	16,50	12,73
8	Óxido	73,69	15,18	11,09
9	Óxido	82,54	15,77	10,79
10	Sulfuro	49,49	23,55	31,85
11	Sulfuro	63,74	19,04	23,06

Cuadro 19. Resultados finales de pruebas de cianuración (SGS, Chile, 1998).

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que los minerales oxidados, presentaron mayor nivel de disolución que los sulfurados. De esta manera el nivel de disolución en los minerales oxidados osciló entre 85,7% (muestra N°1) y 37,7% (muestra N°8). Por su parte, en el

mineral sulfurado la disolución de Oro osciló entre 66,5% (muestra N°6) y 49,5% (muestra N°10). La muestra de mineral intermedio presentó una disolución 63,7%. El consumo de NaCN presentó un comportamiento diferente al de la disolución de Au, ya que consumo fue mayor en sulfuros que en óxidos. En los sulfuros el mayor consumo fue de 23,6 kg/t (muestra N°10) y el menor fue de 15,3 kg/t (muestra N°4). En los óxidos el mayor consumo es de 15,8 (muestra N°9) y el mínimo fue de 13,9 (muestra N°5). La muestra de mineral intermedio tuvo un consumo de 19 kg/t. El consumo de CaO siguió el mismo comportamiento que el cianuro, presentando mayor consumo en sulfuros que en óxidos (SGS Chile, 1998, p. 5).

De acuerdo a lo anterior, se observa que todas las muestras presentaron consumos de reactivos muy altos, lo cual puede ser un indicio de la presencia de elementos cianicidas (en óxidos y sulfuros) y sulfuros secundarios (sulfuros). El consumo de CO también es alto, lo cual indica la presencia de especies acidificantes en ambos tipos de minerales (SGS Chile, Bottle Test informe Final, 1998, p. 6).

Es importante destacar que el consumo de cianuro de sodio no se estabilizó en ninguna de las muestras durante el periodo de lixiviación, lo cual siempre existió competencia por este reactivo con el Au y las demás especies consumidoras, lo cual limitó el nivel de disolución de Au. Debido a ello, los niveles de disolución de Au fueron afectados durante el periodo de lixiviación, pudiendo ser mayores para tiempos de cianuración también mayores. Respecto a la muestra N°4, el cual podría contener Au grueso, de acuerdo a la caracterización química, los resultados de pruebas de cianuración confirman esta presunción, ya que presenta un consumo de NaCN siempre creciente, mientras que la disolución de Oro se detuvo a la 6 hs de lixiviación en 60%. Lo anterior significa que desde a hora 6 a las 72, el mineral siguió consumiendo cianuro, pero sin disolver Au, pesé a que aún quedaba en el mineral un 40% en disolver, situación típica de Au grueso (SGS Chile, Bottle Test informe Final, 1998, p.7).

7. SITUACIÓN ACTUAL DEL COMODITIE ORO

7.1. SITUACIÓN MUNDIAL.

Pese a los avances en la lucha contra la pandemia mundial de COVID-19, de la mano de los mayores cuidados y protocolos adoptados por empresas, gobiernos y de las masivas campañas de vacunación que avanzaron a lo largo del año en gran parte de los países del mundo, el 2021 aún acusó el impacto de las interrupciones de oferta, demandas abruptas, y divergencias en los ritmos de recuperación en cada país y en cada cadena global de valor. Esto llevó a que los precios de los commodities e insumos tendieran al alza durante todo el año, aunque con fluctuaciones significativas (Cepal, 2021). En 2021, los precios de los minerales y metales aumentaron 44,8% respecto al 2020 (Fig. 57).

Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, proyecto minero Valle Ancho, provincia de Catamarca, república argentina

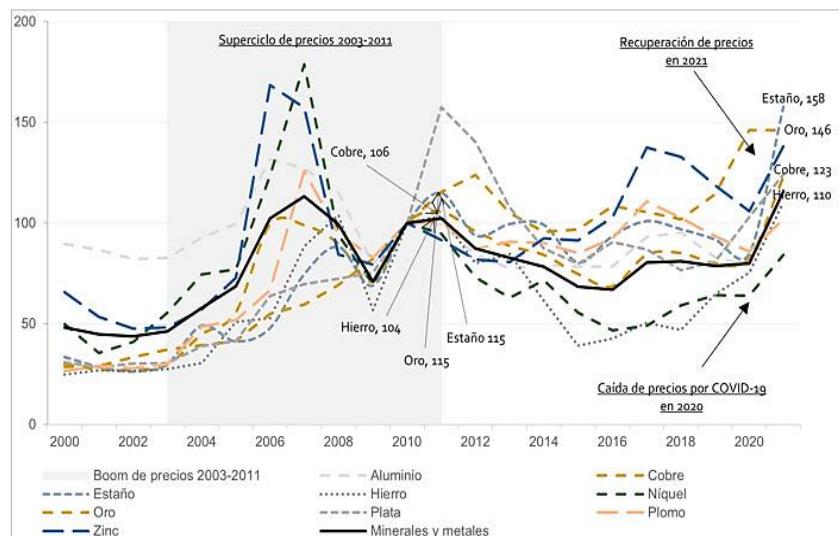


Figura 57. Evaluación de los índices de precios de los minerales y metales, 2000-2021 (Cepal, 2021).

Si bien cayeron en los primeros meses del año 2020, a causa de la COVID-19, en 2021 los precios del cobre, estaño, hierro y oro lograron valores máximos, superiores a los alcanzados en 2011 durante el último “superciclo” de precios de los minerales. Al iniciar el año 2022 el oro arrancó con mucha volatilidad, ya que su precio se disparó en el mes de marzo alcanzando nuevos valores históricos con precios de hasta U\$ 2017,15/Ozt (inversoro.es). El metal precioso ha tenido una suba fenomenal, que solamente ha sido superada por la vista en agosto de 2020, cuando alcanzó su precio máximo de U\$ 2049,15/Ozt (Fig. 58).

Debido a las recientes sanciones económicas impuestas por los países de occidente a Rusia, los inversores se lanzaron a invertir en el activo refugio del mercado financiero, además de especular con la posibilidad de que los rusos utilizaran el oro como medio de pago (Cepal, 2021).

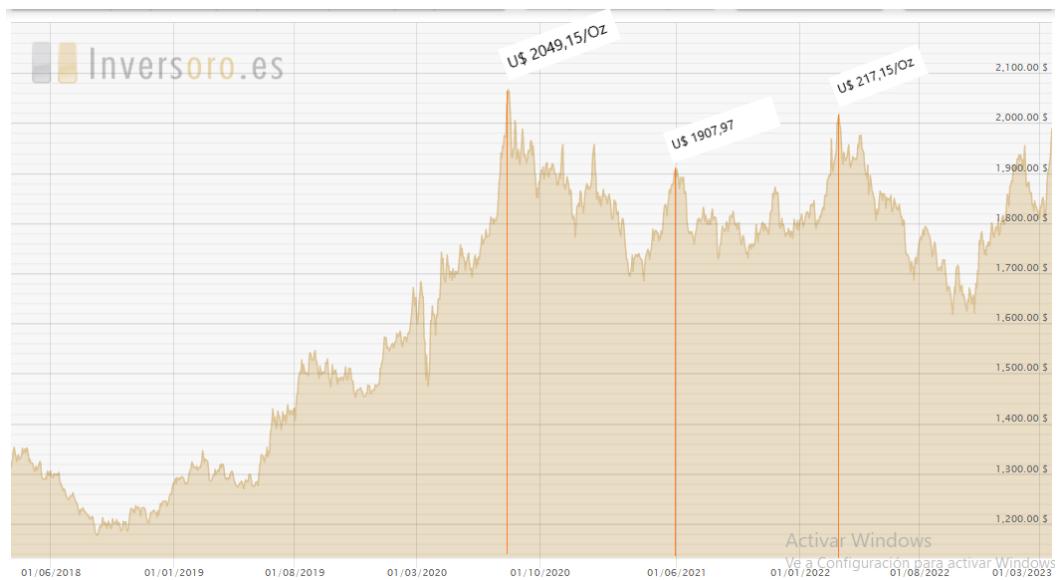


Figura 58. Cotizaciones del commodity oro en USD/Onza troy en los últimos cinco años (Inversoro.es).

7.2. SITUACIÓN ACTUAL EN ARGENTINA

En Argentina, Durante el mes de agosto 2022 el oro promedió los U\$ 1.765/Ozt, lo que representó un incremento intermensual del 1,9% y una caída del 1,1% en términos interanuales. Este metal revirtió la tendencia previa de cuatro meses consecutivos con cotizaciones a la baja. Sin embargo, el precio de agosto se encuentra un 1,9% por debajo de la cotización promedio de 2021 (1.800 USD/Ozt). Durante diciembre 2022, las divisas generadas por las exportaciones mostraron un incremento en los principales commodities. El oro mostro mostró un aumento del 43,9%; por el lado, de la plata tuvo misma tendencia con una importante suba del 27,2% con respecto al mismo mes del año 2020.

8. SITUACIÓN LEGAL Y AMBIENTAL DEL PROYECTO VALLE ANCHO

El marco regulatorio para la actividad minera es el Código de Minería de la Nación (CM), vigente desde 1887. A partir de su reforma introducida en el año 1995 relacionada con la protección ambiental, se presenta esta actividad industrial como “única” con normativas propias para la protección ambiental. La distribución de competencia en materia de normas mineras de fondo se establece mediante el régimen general de tributación del CM. A demás, algunas provincias como las del norte argentino, establecen mediante ley provincial códigos de procedimientos mineros que permiten reforzar medidas legales y ambientales en diferentes etapas de la actividad minera.

El Área Valle Ancho, adjudicada a Pampa Exploración S. A., mediante Decreto Acuerdo Provincial Nº858/19, consta de una superficie total de 49.286 ha. Dentro del área de exploración existen 2 zonas de interés o targets denominados Cateo VA1 y Cateo VA2, cuyas superficies son 4375 ha y 1272 ha respectivamente, Fig. 59.

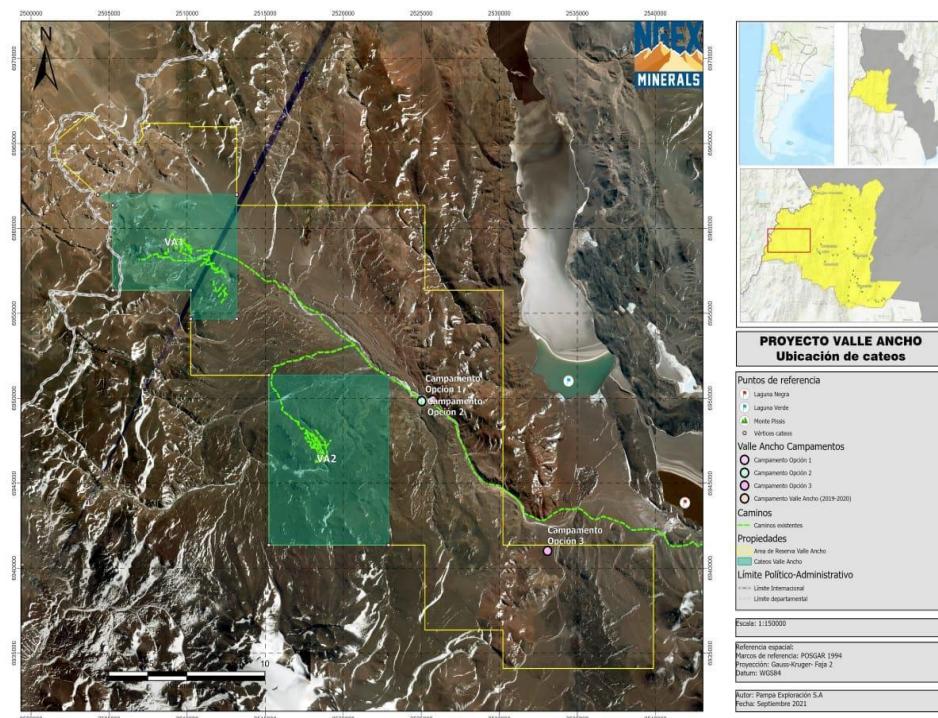


Figura 59. Ubicación de cateos, proyecto Valle Ancho (NGEX Minerals, 2019b).

Estas áreas, son terrenos altamente prospectivos, ya que la geología de este sector de la faja aurífera de Maricunga posee similitudes (unidades formacionales, edades geológicas) con la geología de esta faja en el sector chileno. Cabe destacar que se han descubierto más de 100 Moz de oro en el lado chileno de la frontera.

La Compañía NGEX ha celebrado un acuerdo de opción con la Provincia de Catamarca, obteniendo una participación del 100% en el proyecto completando aproximadamente US\$8 millones en gastos para diciembre de 2022. Por otro lado, para el inicio de actividades prospectivas (temporada 2019-2020) la empresa adquirió los permisos mediante sentencias interlocutorias que posibilitan actividades de carácter no invasivo en el subsuelo.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), conjuntamente con la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) son los principales instrumentos de la política ambiental para la actividad minera en territorio argentino. Se destaca que los antecedentes de actividades exploratorias de la década del 90, esta área carecía en este tipo de cumplimiento legal. Durante la temporada 2021-2022 posteriormente a la presentación, evaluación y aprobación del Primer Informe de Impacto Ambiental para el Proyecto Valle Ancho en Etapa de Exploración; este proyecto adquiere su primera Declaración de Impacto Ambiental (DIA) en cumplimiento a la normativa nacional vigente ley 24.585 de protección ambiental para la actividad minera.

8.1. RELACIÓN CON ÁREAS PROTEGIDAS Y MARCO LEGAL

De acuerdo con los parámetros establecidos por la Ley Nacional N° 22.351 en relación a los Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales, el área de Valle Ancho no se encuentra incluida dentro de ninguna de las categorías de conservación establecidas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Asimismo, no existe en el área de estudio ningún Área Natural Protegida, encuadrada en el Sistema de Áreas Naturales Protegidas Provinciales, según se describen en la Ley Provincial N° 5070.

La Convención sobre los Humedales, también conocida como Convención de Ramsar es un tratado internacional suscripto en 1971 en la ciudad iraní de Ramsar, aprobado por la Argentina mediante Ley Nacional 23919 (t.o. Ley 25335). El Sitio Ramsar (“Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca”) conforma un sistema de humedales ubicados en los departamentos de Antofagasta de la Sierra, Belén y Tinogasta de la Provincia de Catamarca. Fue designado bajo esta categoría, el 2 de febrero de 2009.

Además de su gran valor escénico, estos tipos de humedales son de alto interés científico, a nivel regional ya que puede ser utilizado para monitorear cambios climáticos globales. El sitio es un conjunto de lagunas endorreicas altoandinas y comprende desde lagunas someras hipersalinas, a lagunas mesosalinas y otras más profundas y oligosalinas. Este Sitio Ramsar está conformado por dos subsitios, denominados Norte y Sur. El Subsitio Norte se ubica en el sector noroeste y centro-oeste de la provincia de Catamarca, correspondiente al extremo austral de la provincia geológica de Puna, altiplanicie de 4.300 m.s.n.m. que presenta una serie de cuencas endorreicas, con depocentros de salares o lagunas. La morfología volcánica es predominante, con numerosos conos y amplios depósitos de lavas de distinta composición y material piroclástico. El Subsitio Sur, se ubica en el sudoeste de la provincia, en el extremo boreal de la Cordillera Frontal. Allí se elevan altas cumbres de la Cordillera de los Andes que superan los 6.500 m.s.n.m. Comprende algunas lagunas salobres importantes, como las lagunas Aparejos, Las Tunas, Azul, Negra, Verde y Tres Quebradas. El clima es riguroso, frío y seco, con temperaturas por debajo de cero grados casi todo el año y precipitaciones inferiores a los 150 mm anuales. La amplitud térmica diaria supera los 30° C.

El proyecto Valle Ancho se ubica en el subsitio Sur del sitio Ramsar (Fig. 60), lo cual no implica restricción a las actividades de exploración o explotación minera. El Cateo VA1 se encuentra a una distancia aproximada de 25 y 30 km de las Lagunas Verde y Negra respectivamente. El Cateo VA2, se ubica aproximadamente a unos 17 y 24 km de las lagunas mencionadas (Open Wok Nature S.A.S, 2021).

El Área de Reserva Valle Ancho no incluye ninguna de las lagunas de asentamiento temporal o permanente de fauna aviaría, no obstante, por estar ubicadas en el ámbito de la cuenca hidrográfica que comprende al proyecto, la empresa operaria consideró pertinente realizar observaciones iniciales en las lagunas a efectos de tomar conocimiento de la presencia de aves y realizar un censo expedutivo de flamencos, en la temporada estival 2019-2020.

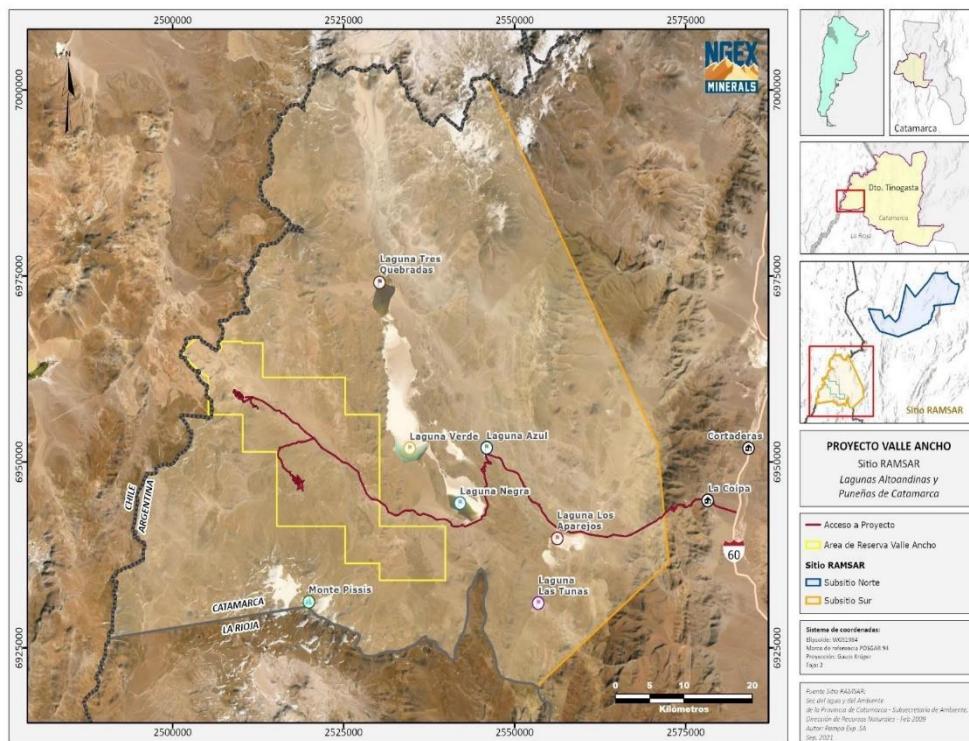


Figura 60. Sitio Ramsar, Lagunas altiplánicas de Catamarca (Open Wok Nature S.A.S, 2021)

9. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

9.1. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL ÁREA

El departamento Tinogasta, en el que se encuentra ubicada el área del Proyecto Valle Ancho, posee la mayor superficie (23.582 km²) de la Región Oeste y la segunda de la provincia de Catamarca. Según el Censo 2010, con sus 22.360 habitantes, es el sexto departamento más poblado de Catamarca, tras Capital, Belén, Valle Viejo, La Paz y Santa María y concentra el 6,1% de la población total de la provincia. La cabecera departamental se encuentra a 279 km de la Capital provincial. Limita con Antofagasta de la Sierra (norte), Belén y Pomán (este), la provincia de La Rioja (sur) y con la República de Chile (oeste).

Los sistemas urbanos y áreas productivas asociadas del Departamento Tinogasta, se desarrollan en la faja fluvial del río Abaucán, aprovechando las condiciones edáficas y las pendientes naturales que permiten la utilización de sistemas de riego tradicional (canales y acequias). Se alternan zonas con densidades poblacionales relativamente altas, que son los oasis agrícolas y zonas de muy baja densidad, que configuran las áreas agrícolas y pastoriles. Administrativamente, este departamento se divide en los municipios: Tinogasta y Fiambalá, Fig. 61.



Figura 61. Vista panorámica del centro de Fiambalá.

Cada uno de estos municipios comprende una serie de localidades. Tinogasta: incluye las localidades de Tinogasta, Costa de Reyes, Banda de Lucero, Copacabana, El Puesto, Anillaco, Salado, Cordobita, El Pueblito, Los Balverdis, Cerro Negro. Fiambalá: incluye las localidades de Fiambalá, Saujil, Medanitos, Punta del Agua, Antinaco, Tatón y Palo Blanco.

Las poblaciones del departamento Tinogasta son en general de escasos recursos, el principal generador de empleo es el Estado, a través de sus diferentes organismos provinciales, nacionales y principalmente municipales. La localidad de Fiambalá, cabecera del municipio homónimo, está ubicada a una altura de 1.550 m.s.n.m., a 55 km al Norte de la cabecera departamental Tinogasta. Es la última población de la Ruta Nacional 60, que lleva al Paso Fronterizo San Francisco y atraviesa la Cordillera de los Andes camino a Chile, Fig. 62. Está rodeada por los ríos Abaucán y La Troya. Fiambalá es la localidad más cercana al Proyecto Valle Ancho, la que se emplaza a 180 km al Este de este último, y actualmente es la localidad de mayor relacionamiento con la empresa operaria del Proyecto Valle Ancho.



Figura 62. Acceso a quebrada Las Angosturas, Paso Internacional San Francisco, Catamarca.

Fiambalá es un nucleamiento urbano de conformación lineal compuesto por plaza, iglesia, viviendas y cultivos. Las actividades productivas definen el paisaje urbano otorgándole un rasgo característico que integra viviendas y superficies de cultivos (principalmente viñedos) regados por un sistema de acequias y canales, Fig. 63. Las construcciones en adobe conforman un recorrido de valor patrimonial, juntamente con las aguas termales y la ruta de los seismiles, que sustentan a nivel municipal y provincial la actividad turística, Fig. 64 y Fig. 65.



Figura 63. Vista panorámica de viñedos de la localidad de Fiambalá.

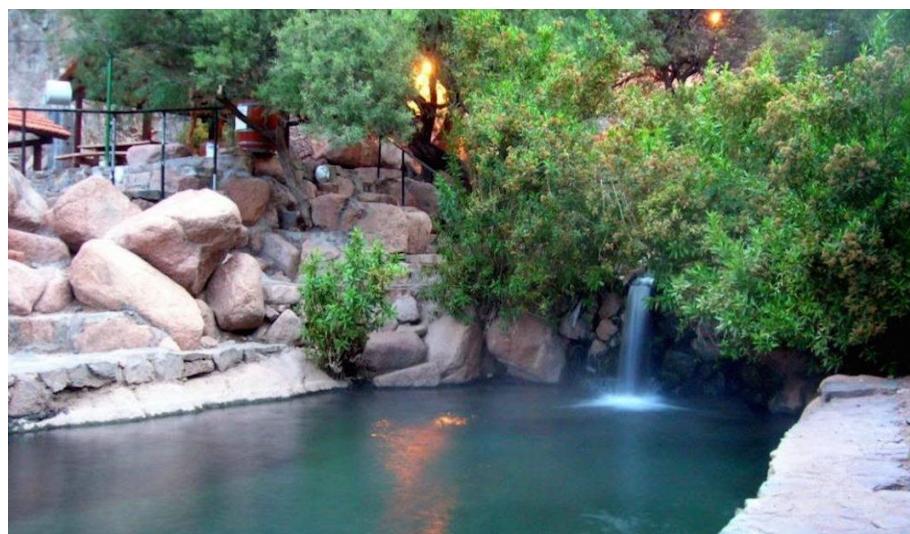


Figura 64. Complejo termal de la localidad de Fiambalá.



Figura 65. Vista panorámica de Laguna verde, Paso internacional fronterizo San Francisco.

La población dispone de pocas oportunidades para el desarrollo. Aún las tareas de subsistencia, como tener huerta o animales de granja para consumo personal han disminuido hasta casi desaparecer, excepto en las localidades ubicadas al norte donde se preserva la práctica en la mayoría de los hogares.

El número de habitantes de Fiambalá, es inferior a las 10.000 personas, por lo tanto, es municipio de segunda categoría, lo que en esencia implica limitaciones recaudatorias y contar con un presupuesto propio. El presupuesto municipal es mayoritariamente cubierto por la coparticipación desde el gobierno provincial. Los ingresos propios tienen su origen en la recaudación impositiva por tasas municipales, recaudación por el acceso al complejo termal Fiambalá y por la hostería municipal. El municipio contra presentación de proyectos ha recibido fondos de regalías mineras de proyectos como Bajo La Alumbrera.

9.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO

La empresa operadora del Proyecto Valle Ancho (Pampa Exploración S.A, subsidiaria de NGEX Minerals), recibió en agosto de 2019 en el marco del Código de Minería de la Nación (art. 347) dentro de un proceso de Iniciativa privada de la Provincia de eminente contenido de promoción social del Estado, la adjudicación de un área de Reserva para Investigación Geológica (Valle Ancho e Interceptor) a fin de prospectar y hacer investigación geológica en nombre del Estado Provincial, invirtiendo fondos propios ofrecidos en la propuesta de Iniciativa a favor del Estado Provincial como representantes del Estado durante el período de 2 años que marca la ley a fin de la puesta en valor de dichas áreas en beneficio de la Provincia y de los pueblos e intendencias de la zona como resultado de la inversión y los estudio realizados por Pampa Exploración S.A, Grupo Lundin (com. pers.).

Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, proyecto minero Valle Ancho, provincia de Catamarca, república argentina

La empresa operadora cuenta con la posibilidad de adquisición de estos pedimentos, siendo un requerimiento primordial el cumplimiento de las resoluciones provinciales 273/013 y 520/014 de Responsabilidad Social Empresaria (RSE), donde se expone, entre otros lineamientos la contratación de mano de obra provenientes de las áreas de influencia al proyecto y demanda a proveedores, también locales.

El Estado Provincial expresó como inversión mínima para este proyecto alrededor de 8 millones de dólares en el plazo especificado de su adjudicación. En octubre de 2019, como actividad inicial de la campaña de exploración, se realizó el relevamiento de proveedores locales, entrevistas laborales para cubrir puestos vacantes de técnicos, asistentes de campo y campamento. El personal contratado finalizó contrato laboral en el mes de mayo 2020, a excepción de 4 empleados, 2 baqueanos y 2 geólogos locales. En vísperas de la temporada 2021-22, en el mes de octubre, la empresa operadora retorna nuevamente a la localidad de Fiambalá para la búsqueda de personal técnico para cubrir los nuevos puestos que demanda el proyecto. La cantidad de empleados que cubría los cargos se presentan en los cuadros 20 y 21.

Recursos Humanos			
Procedencia	Cantidad de empleados totales	Planta Permanente	Planta no permanente
Catamarca	16	2	9 (cese de contrato a partir del 31/12/2022)
Rio Negro	1	1	
San Juan	3	3	
Mendoza	2	2	

Cuadro 20. Recursos humanos de proyecto Valle Ancho, Grupo Lundin (com. pers).

Profesionales				
Profesión	Catamarca	Buenos Aires	Río Negro	San Juan
Geólogos	2 (cargos ocupados desde 10-19 hasta jun22)	2	1	
Técnicos Higiene y Seguridad	2			
Responsables de Higiene y Seguridad				1
Responsables medio ambiente		1		

Cuadro 21. Cargos profesionales para el proyecto Valle Ancho, Grupo Lundin (com. pers).

A demás se destaca las contrataciones de proveedores que brindaban servicio de catering, servicios viales, servicio camión aguatero, servicio médico, todos en general con personal afectado directamente al proyecto. Se calculó una totalidad de 19 personas de contratistas (por turno) provenientes de la localidad de Fiambalá y áreas aledañas.

9.2. ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN SOCIAL: ACTORES CLAVES

En relación a la percepción que tiene esta comunidad de la actividad minera, se pueden destacar dos posiciones antagónicas: por un lado, la posición anti-minería, debido no solo al desconocimiento de la actividad, sino también a que mantiene presente los sucesos ocurridos a partir del año 2008, como desenlace de las actividades exploratorias del proyecto uranífero Río Colorado ubicado al sur del departamento Tinogasta. El inicio de estas actividades produjo una fuerte oposición en todo departamento, con fuertes tensiones entre la comunidad-empresa-estado, que fueron reflejadas en medios televisivos a nivel nacional (Fig. 66 a, b), donde también jugó un papel primordial el mal uso de términos (en opinión particular) de los medios de comunicación (Fig. 67), que habría incitado en gran medida el desenlace del conflicto que aún se mantiene inserto y en la memoria de esta sociedad.



Figura 66. A) y B) Protestas anti mineras del año 2012, Tinogasta Catamarca.



Figura 67. Medios de comunicación previos a conflicto social, año 2012.

Por otra parte, en la actualidad se refleja una comunidad con empatía a la actividad minera, y tal como se refleja en medios de comunicación los actores principales centran al proyecto Valle Ancho como “una esperanza” para la economía local y provincial (Fig. 68 y 69). La comunicación entre empresa y los diferentes actores sociales permite alcanzar resultados exitosos en cuanto

a la licencia social para operar en todo proyecto minero. La nueva minería sustentable indica que no hay recursos sin incorporar las actividades de Responsabilidad Social Empresaria (RSE) en forma responsable.



Figura 68. Representantes de Valle Ancho con intendencia de Fiambalá (Abaucán digital, 2022).



Figura 69. Actores sociales del proyecto Valle Ancho.

La comunidad demuestra un interés particular en las actividades exploratorias que se desarrollan en Valle Ancho. Se planificaron visitas al proyecto al público en general, para evacuar

Evaluación de la potencialidad minera y el impacto socioeconómico de la exploración de las anomalías “Nordin-La Caldera”, proyecto minero Valle Ancho, provincia de Catamarca, república argentina

dudas y mostrar la etapa en la que se encuentra el proyecto (Fig. 70). Algunos integrantes del equipo técnico (en su mayoría de la localidad de Fiambalá) presentan vínculos familiares que al igual que ellos, desempeñaron en su momento trabajos exploratorios en la década del 90, Fig. 71.



Figura 70. Visita de la comunidad de Fiambalá al proyecto Valle Ancho (NGEX Minerals, 2022).



Figura 71. Equipo técnico del proyecto Valle Ancho.

10. CONCLUSIONES

10.1. EXPLORATORIAS

El mapeo en terreno para el área de Nordin permitió determinar la presencia de dos áreas elongadas en dirección NO-SE que se diferencian en densidades de venillas (A y BQV). El área interna posee una densidad entre 1 y 5 % vol., y está emplazada en dacita porfírica y en vulcanitas del Complejo Volcánico Piroclástico (CVP). El área externa posee una densidad <1% vol., y está alojada principalmente en el Complejo Volcánico. La extensión de estas envolventes es aún imprecisa debido a la falta de afloramientos. La interpretación de los relevamientos de sondajes de aire reverso, permitió inferir la presencia de un sistema de stockwork de 300 x 200 m, aproximadamente. Se interpreta su posible extensión, debido a la interpretación de orientaciones medidas, y datos de espectros que indican que el sistema Nordin se encuentra abierto y desarrollado para el sector este. En muchas trincheras no se pudieron definir las orientaciones de las venillas debido a que se encontraban en rodados o eran muy delgadas (<2mm) e irregulares.

En base a los resultados espectrales, se concluye que para el área de Alto Nordin el sistema epitermal se encuentra erosionado debido a la presencia de pirofilitca, mineral de alteración de alta T° que indica los límites de un lithocap. Esta hipótesis cobra relevancia tambien en base a los resultados espectrales del area de Caldera, donde, muestras de rock chip del sector noroeste de Caldera indican la presencia de prifilita, en un área proxima a los límites con Alto Nordin. Por otro lado, para las unidades presentes en Caldera presenta un dominio de las unidades intramineral en el sector central, donde se discriminaron diferentes tipos de venillas (smoky, BQV, B), en correlación con las anomalías de Au detectadas. Sin embargo, estos afloramientos, son de escasa extensión. Debido a la cantidad de rodados de cuarzo (subafloramientos?), se considera que este cuerpo dacítico sea de mayor extensión y pudiendo no ser interceptado por unidades postsistemas. Las similitudes texturales y composicionales entre las secuencias volcanoclásticas y la unidad dacítica en el area de Nordin sugieren que ambas forman parte del complejo volcánico piroclástico (CVP) Don segundo.

10.2. METALÚRGICAS

La muestra N°4 presenta indicios de oro grueso. Desde el punto de vista metalúrgicos, los altos consumos de reactivos unidos a las bajas leyes, inviabilizan el beneficio de este mineral mediante el proceso de cianuración. Sin embargo, los datos expuestos son antecedentes de muestras de sondajes de aire reverso, el cual puede obtener muestras muy heterogéneas para dichos ensayos.

10.3. SOCIO-ECONÓMICAS

La reactivación de actividades en el proyecto Valle Ancho cobra una gran relevancia en la comunidad de Fiambalá, ya que, a diferencia de otros proyectos cercanos, presenta un valor especial por la cadena de antecedentes históricos que presenta.

El impacto socio-económico generado en la comunidad, se ve reflejado desde hace un largo tiempo, las inversiones en huellas mineras creadas por ElDorado corporación a zonas de difícil acceso, como lo es la zona del balcón del monte Pissis, es uno de los principales ejemplos.

Estos accesos permiten llegar a sitios de interés turístico nacional e internacional creando actividades sustentables que perdurarán en el tiempo, y gran parte de la comunidad desconoce sus inicios o procedencia.

11. RECOMENDACIONES

Se realiza las siguientes recomendaciones:

- ❖ Continuar con las actividades de exploración para el área de Bajo Nordin, sector sudeste, mediante la construcción de trincheras para el levantamiento de muestras y en lo posible mapeos de superficies de las mismas.
- ❖ Definir indicadores o rasgos geológicos-estructurales que confirmen la existencia de una Caldera volcánica.
- ❖ Realizar datación de Molibdenita en vetillas B, el cual permitirá la ubicación de la unidad intramineral de Caldera.
- ❖ Investigar sobre los métodos de recuperación metalúrgica en proyectos colindantes como Lobo, Marte o Refugio (Faja de Maricunga, Chile).
- ❖ Compromiso con el cumplimiento de RSE.
- ❖ Durante el cese de actividades exploratorias, crear campañas informativas a los actores sociales, por ejemplo, de las etapas exploratorias que atraviesan los proyectos mineros antes de ser declarados “minas”.
- ❖ Crear talleres para otros actores sociales de relevancia para el proyecto.
- ❖ Generar coparticipación con el ministerio de minería provincial, quien también asume gran importancia en la responsabilidad en la licencia social de los proyectos mineros.

12. AGRADECIMIENTOS

Infinito será mi agradecimiento al equipo de técnicos del proyecto Valle Ancho, por haberme acompañado en los recorridos de los largos días de exploración. Se agradece también a la empresa NGEX Minerals por facilitar la información expuesta en el presente trabajo, del cual forme parte de arduos trabajos de campo, para la obtención de la misma. A mi compañero de campo el Sr. Cirilo Arancibia, quien fue también integrante del El Dorado Corporación en los años 90, junto al Sr. Guillermo Arias (tío), quienes me transmitieron sus vivencias, la historia mística que esconde Valle Ancho. A mi gran compañera Yamila Salim, geóloga de exploración de la provincia de Catamarca, con quien emprendí con entusiasmo el retorno de este proyecto, el cual tuvo que esperar más 20 años para ser reactivado nuevamente. Finalmente se agradece a la Dra. Nora Rubinstein, por el acompañamiento constante y la paciencia infinita que me demostró en la confección de este trabajo.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cravero O. 1978. Área de Reserva No. 19. Rio Don Segundo Oeste, Reporte del Servicio Minero Nacional. Tucumán.
- Carámbula M. 1990. Interpretación estadística de datos geoquímicos, Informe interno de prospección geoquímica estratégica. 39 p.
- Coira B., Davidson J., Mpodozis C. y Ramos V., 1982. Tectonic and magmatic evolution of the Andes Northern Argentina and Chile. Earth Science Review, 18: 303-332.
- Coira B., 1996. Levantamiento Geológico-minero Regional, Área de Valle Ancho, provincia de Catamarca. Minera El Dorado S.A.
- Cornejo, P.C. y C. Mpodozis, 1994. Estrato volcanes y domos coalescentes del Oligoceno superior Mioceno inferior en la Franja de Maricunga: Los sistemas Cerros Bravos-Esperanza y La Coipa. 7º Congreso Geológico Chileno, 1: 13-17. Concepción
- Cravero, O.V., 1976 a. Informe del Área de reserva Nº 18 - Río Valle Ancho. Provincia de Catamarca. Secretaría de Estado de Minería de la Nación. Trabajo inédito. San Miguel de Tucumán.
- Cravero, O.V., 1976 b. Informe del Área de reserva Nº 19 - Río Don Segundo Oeste. Provincia de Catamarca. Secretaría de Estado de Minería de la Nación. Trabajo inédito. San Miguel de Tucumán.
- Cravero, O.V., 1976 c. Informe del Área de reserva Nº 20- Río Don Segundo Este. Provincia de Catamarca. Secretaría de Estado de Minería de la Nación. Trabajo inédito. San Miguel de Tucumán.
- Cepal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2021), “Evolución de precios Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe, 2021”. <https://www.cepal.org/es/enfoques/evolucion-precios-recursos-naturales-exportacion-america-latina-caribe>
- Corbett G.J., Terry M. Leach, T.M. 1997. Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization. - Short Course Manual.
- Davidson, J. y Mpodozis C. L991; Regional Geologic Setting of epitermal Gold Deposits, Chile, Economic Geology, Vol, 86, pp. 11741-1186.

- Einaudi, M.T., 1997, Mapping altered and mineralized rocks: An introduction to the Anaconda method: Unpublished report, Stanford, California, Departament of Geological and Environmental Sciences, Stanford University, 16 p.
- Instituto de Recursos Minerales (INREMI), 2019. Estudio Petro-calcográfico del Proyecto Valle Ancho para la Empresa NGEX Minerals. Informe interno. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata.
- El Abaucán Digital, 2022. Roxana Paulón se reunió con integrantes de la empresa Pampa Exploraciones.
<https://elabaucandigital.com/info/roxana-paulon-se-reunio-con-integrantes-de-la-empresa-pampa-exploraciones/>
- Fundación Geopuna, 1996. Levantamiento Geológico - Minero Regional del Área Valle Ancho. Provincia de Catamarca (27°15' S - 27° 45'S, 69°- 68° 30'W), Preliminar Inédito. 6 páginas.
- Gardeweg, M., Mpodozis, C., Clavero, C. 1997. Mapa Geológico de la Hoja Ojos del Salado (1:100.000) Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico (en prep).
- Ginzburg, I., 1960. Principles of Geochemical Prospecting (traduducido del ruso al inglés por V. Sokolof). Praga.
- González Díaz, E., 1971a. Información preliminar para el Plan NOA-1 de la Hoja 12b (Ojos del Salado). Servicio Geológico Nacional. Trabajo inédito. Buenos Aires
- Gustafson, L.B., and Hunt, J.P., 1975, The porphyry copper deposit at El Salvador, Chile: Economic Geology, v. 70, p. 857–912.
- Halley, S., Dilles, J.H., Tosdal, R. 2015. Footprints: Hydrothermal Alteration and Geochemical Dispersion Around Porphyry Copper Deposits. Publicado en SEG.
- Inversoro.es, 2023. Historial del Precio del oro.
<https://www.inversoro.es/precio-del-oro/historial-precio-oro/>
- Jordan, T.E., Isacks, B.L., Allmendinger, R.W., Brewer, J.A., Ramos, V.A., and Ando, C.J., 1983, Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate: Geological Society of America Bulletin, v. 94, p. 341–361.
- Kay, V., Maksaev, C., Mpodozis, R., Moscoso, C. NASI., 1987. Probing the evolving Andean lithosphere: middle to late Tertiary magmatic rocks in Chile over the modern zone of subhorizontal subduction (29–31.5°S) J. Geophys. Res., 92 (1987), pp. 6173–6189.

- Koukharsky, M., 1969. Perfiles geológicos realizados en los ríos Cazadero Grande y Tres Quebradas y en el Camino de Los Patos. Provincia de Catamarca. Instituto Nacional de Geología y Minería, Plan NOA I. Carpeta G-498, inédita. Buenos Aires.
- Lepeltier C., 1969. A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Ec. Geol. Vol. 64. 538-550.
- Levinson, A. 1974. Introduction to exploration geochemistry. Applied Publishing Co., Calgary.
- Linares, E. y R.R. González, 1990. Catálogo de edades radimétricas de la República Argentina. Años 1957- 1987. Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial Serie B (Didáctica y Complementaria), 19: 1- 628. Buenos Aires.
- Martínez, F., Peña, M., and Arriagada, C., 2015a, Geología de las áreas Iglesia Colorada-Cerro del Potro y Cerro Mondaquita, Región de Atacama. Escala 1:100,000: Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 179–180, 67 p.
- Martínez, F., Arriagada, C., Valdivia, R., Deckart, K., and Peña, M., 2015b, Geometry and kinematics of the Andean thick-skinned thrust systems: Insights from the Chilean Frontal Cordillera (28°–28.5°S), Central Andes: Journal of South American Earth Sciences, v. 64, p. 307–324.
- Muntean J.L, Einaudi MT., 2000. Porphyry Gold Deposits of the Refugio District, Maricunga Belt, Northern Chile. *Economic Geology*; 95 (7): 1445–1472.
- Mpodozis C., Kay S., Cornejo P. y Titler A. 1995: La Faja de Maricunga: síntesis da la Evolución del Frente Volcánico Oligoceno – Mioceno de la zona sur de los Andes Centrales. Revista Geológica de Chile, Vol. 21, N°2, pp. 273 – 313.
- Mpodozis, C., Kay, S., Gardeweg, M. y Coira, B. 1998. Delaminación cortical en los Andes Centrales. Análisis de sus consecuencias magmáticas y tectónicas. Proyecto Fondecyt - Chile: N° 1950025; Santiago de Chile.
- Mpodozis, C., y Ramos, V.A. 2008. Tectónica Jurásica en Argentina y Chile: Extensión, Subducción Oblicua, Rifting, ¿Deriva y Colisiones? Rev. Geol. Argent. 63, 479-495.
- Mpodozis y Kay, 2014. Neogene tectonics, ages and mineralization along the transition zone between the El Indio and Maricunga mineral belts (Argentina and Chile 28°-29°S).

- Mpodozis y Kay, 2009. Evolution of less than 10 Ma Valle Ancho región lavas, Southern end of the Central Andean Volcanic Zone (~27.5°S). XII Congreso Geológico Chileno Santiago, 22-26 noviembre, 2009.
- Norwest Mine Services, 1993. Estudio de factibilidad para la inversión minera en la República Argentina. Volumen II, Geología. Secretaría de Minería de la Nación. Trabajo inédito. Buenos Aires.
- NGEX Minerals 2019a. Diagnóstico Socioeconómico, Mapeo de Actores y Estudio de Percepción Social Área Valle Ancho, informe interno, Catamarca, Argentina.
- NGEX Minerals, 2019b. Informe Final de Exploración del área Valle Ancho. Campaña 2019-2020. Reporte interno. San Juan, Argentina.
- Open Wok Nature S.A.S, 2021. Informe de impacto ambiental, Etapa de Exploración Proyecto Valle Ancho, departamento Tinogasta, provincia de Catamarca, Argentina. Noviembre 2021, p. 68.
- Peralta, E.H., 1980. Correlaciones geoquímicas. R.A.G.A. XXXV (4). 505-518. Bs. As.
- Peralta E.H., 1985. Geoquímica de prospección. Editorial universitaria. Universidad Nacional de Catamarca, 57 p.
- Pérez Posio C., & Toler, V. 1998. Laguna Verde Project 1996 -1997- Exploration Report, province of Catamarca, Argentina. July 998. Qualifying report for HRC – ElDorado Joint Venture.
- Ramos, V.A., Cristallini, E.O., and Pérez, D.J., 2002, The Pampean at-slab of the Central Andes: Journal of South American Earth Sciences, v. 15, p.59–78.
- Ríos Gómez, J., y Rode, M., 1996. Andes Regional Program. Progress Reports. March 1996 Unpub Report for HRC - Eldorado Joint Venture.
- Robertson, R., Evans G., Hulme N., and Lockhart, E., 1995. Andes Project Argentina. Report for 1994-1995, Exploration Activities Report for Minera ElDorado S.A. – HRC Argentina. Joint Venture, Vancouver, Canadá, 58 pp.
- Robertson R., and Pérez Posio C, 1996. Andes Project Argentina.Unpub Preliminary Report of 1995 -1996. Exploration Activities for Minera ElDorado S.A – HRC Argentina S.A. Joint Venture. Vancouver, Canadá.

- Rode, M., y Carrizo, M., 2007, La faja de pórfidos del Salado, entre Valle Ancho y Vicuña, provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan: Asociación Argentina de Geólogos Economistas, Publicación Especial 1, p. 31–50.
- Rubiolo, R.L. Martínez y F. Pereyra. 2003. Fiambalá 2769-IV, Provincias de Catamarca y La Rioja. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 421, 78 pp. Buenos Aires.
- Salim Y., 2020. Geoestadística Geoquímica del Proyecto Valle Ancho - Interceptor y Filo de las vicuñas, Provincia de Catamarca. Reporte interno, NGEX Minerals.
- Sillitoe, R.H., and Perelló, J., 2005, Andean copper province: Tectonomag-matic settings, deposit types, metallogeny, exploration, and discovery: Economic Geology 100th Anniversary Volume, p. 845–890
- Sillitoe, R.H. (2010) Porphyry Copper Systems. Economic Geology, 105, 3-41.
- SGS Chiles Ltda. 1998. Caracterización metalúrgica Bottle Test. Informe Final. Preparado para New Crest. Inédito. Santiago de Chile, 22 paginas.
- SGS América Latina. Lixiviación con cianuro. [blog]. 2021 [Consulta: 5 junio 2021]. <https://www.sgs-latam.com/es-es/mining/metallurgy-and-processdesign/cyanidation-technologies/cyanide-leaching>
- Tomsic, S., 1984. Área de investigación geológico-minera N° 15 Tres Quebradas, Departamento Tinogasta, provincia de Catamarca. Dirección Nacional de Geología y Minería. Centro Exploración NOA. San Miguel de Tucumán
- Turner, J., C.M., 1967. Descripción Geológica de Hoja 37b, Chaschuil (provincia de Catamarca y La Rioja); Instituto Nacional de Geología y Minería, Boletín N°106, 78 p. Bs. As.
- Vázquez Calvo P., 2021. Descubrimiento de Interceptor Norte Pórfido Mioceno de cobre Molibdeno, comentarios sobre La Austral y otras áreas. Valle Ancho Gold Project. Reporte Interno, NGEX Minerals.
- Vila, T., y Sillitoe, R.H., 1991. Gold - Rich Porphyry System In the Maricunga Belt, Northern Chile, Economic Geology. Vol. 86, pp 1238 - 1260.
- Villeneuve, M., 1999. Progress Report on 40Ar/39Ar and U/Pb Geochronology. Multinational Andean Project (April 1999), GSC e IGRM, SEGEMAR. Trabajo inédito