

CAPITULO I

PRESENTACIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN

El departamento de Calingasta tiene un enorme potencial minero. En él se localiza el depósito de clase mundial El Pachón y en los últimos 10 años se han descubierto numerosos prospectos cupríferos como Piuquenes, La Coipa, Río Cenicero, Rincones de Araya, Calderón-Calderoncito, Los Azules y Altar, que se encuentran en diferentes estadios de exploración por varias compañías mineras. La región constituye una continuación, en territorio argentino, del cinturón de pórfidos miocenos a pliocenos de Chile, que comprende depósitos de clase mundial como Los Pelambres, Río Blanco-Los Bronces y El Teniente.

La exploración minera en la provincia de San Juan ha aumentado de manera significativa en los últimos años y los buenos resultados obtenidos indican que la zona cuprífera del departamento de Calingasta es una de las mayores reservas de cobre de la Argentina ([Diario de Cuyo, San Juan, Junio de 2011](#)). Los proyectos Los Azules, Altar y Pachón juntos suman reservas mayores de 1.000 millones de toneladas de mineral, con leyes superiores al 0,55 % de cobre ([Diario de Cuyo, San Juan, Junio de 2011](#)).

Hasta el presente es poco lo que se conoce sobre la génesis de los prospectos descubiertos y sobre la geología de una región del territorio nacional tan promisorio desde el punto de vista económico. Entre estos prospectos, Altar (31° 29'S, 70° 28'O) - un pórfido de Cu-(Au-Mo) con mineralización epitermal de alta sulfuración de Au-(Ag-Cu)- es uno de los descubrimientos más importantes dado que cuenta con la exploración más avanzada y ya se ha confirmado la presencia de un recurso mineral que totaliza 802 millones de toneladas con leyes de cobre de 0,42% y de oro de 0,059 g/t, considerando un "cut-off" de 0,30% Cu equivalente ([Peregrine Metals, 2010](#)). La empresa minera Peregrine Metals Ltd. fue la adjudicataria del proyecto desde 2008 a 2011 y recientemente tanto el proyecto minero como la empresa han sido adquiridos por la empresa minera Stillwater.

2. UBICACIÓN

Desde el punto de vista geotectónico esta área corresponde a la porción sur del segmento de subducción horizontal pampeano (28-33 °S, "flat-slab segment", [Cahill y Isacks, 1992](#)) de los Andes Centrales y a la provincia geológica Cordillera Principal. Se sitúa al sudoeste de la provincia de San Juan, unos 80 km al oeste de la localidad de Barreal y 25 km al norte de los depósitos tipo pórfido de Cu-Mo de clase mundial Los Pelambres-El Pachón (21 Mt Cu; [Cooke et al., 2005](#)), a alturas comprendidas entre los 3500 y 4200 m.s.n.m.

Desde la ciudad de Mendoza el acceso a la zona de estudio puede efectuarse por ruta pavimentada hasta la localidad de Calingasta y desde esta última a través de 170 km de huella

minera siguiendo el valle de los ríos Calingasta, Blanco y Pantanosa. Esta huella es transitable solamente en verano debido a que el paso se bloquea con nieve.

3. HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN DEL PROYECTO

Debido a su inaccesibilidad hasta hace pocos años, la geología de esta zona era esencialmente desconocida del lado argentino. En el año 1969, geólogos del [Plan Cordillerano](#) reconocen en el área potencial para albergar mineralización de interés económico. Entre los años 1995-1996, la empresa minera CRA Exploration Argentina realiza la exploración geoquímica del área y obtiene resultados alentadores; durante esta etapa se procede al muestreo de sedimentos de corriente, fino de talud y esquirlas de rocas sobre caminos y afloramientos ([Peregrine Metals Ltd, 2006](#)).

Entre 1999 y 2003, la empresa minera Río Tinto cartografía el área y realiza un programa de perforaciones completando 2845 m de sondajes con diamantina. Los resultados de estas campañas exploratorias figuran en un informe técnico inédito ([Río Tinto Mining & Exploration, 2003](#)) y en dos informes breves de un consultor sobre la geología de superficie y las descripciones de los primeros testigos de perforación ([Sillitoe, 1999](#); [Sillitoe, 2003](#)). [Almandoz, et al. \(2005\)](#) identifican: 1- un estadio inicial de alteración potásica penetrativa asociada a un “*stockwork*” de alta densidad de venillas tipo “A” con mineralización de calcopirita-bornita-pirita y alteración propilítica en las márgenes del sistema, 2- dos estadios de alteración filica con mineralización de Cu de alta sulfuración representada por calcosina hipogénica-digenita-bornita y 3- alteración argílica avanzada restringida a los niveles topográficos altos y caracterizada por estructuras de sílice porosa-alunita-pirofilita con cuarzo-pirita-enargita.

Entre 2005 y 2011, Peregrine Metals Ltd. completa un total de 149 sondajes y 58,596 m de perforación en el distrito ([Peregrine Metals Ltd, 2010](#)). En 2006, Peregrine Metals Ltd. realiza estudios geofísicos IP (23,4 km de líneas) y determina una fuerte anomalía geofísica de 2 x 3 km ([Peregrine Metals Ltd, 2006](#)). En el período 2010 - 2011 la empresa realiza muestreos geoquímicos (4,360 m de excavación) y estudios geofísicos (22,900 m de polarización inducida “IP”) en sectores periféricos del proyecto. Estos estudios hallan anomalías significativas de oro en el prospecto “Quebrada de la Mina”, localizado al oeste de Altar ([Peregrine Metals Ltd, 2010](#)). Actualmente la empresa Peregrine Metals Ltd. conduce un programa de testeo metalúrgico y estudios ambientales.

4. OBJETIVO GENERAL

Al investigar un depósito recientemente descubierto en una región que no había sido cartografiada ni había sido objeto de estudios académicos previos, la tesis de doctorado incluyó tres objetivos principales:

- Documentar la geología de la región, inédita para la geología del país, y producir el primer mapa geológico de detalle de la región de Altar.
- Proveer un marco geológico de referencia para estudiar la génesis de los depósitos de tipo pórfido de cobre en esta región, incluyendo el análisis de la relación entre la evolución del magmatismo, los cambios geodinámicos en este segmento de la Cordillera de los Andes y la génesis de los depósitos minerales tipo pórfido de cobre.
- Establecer la geología, las alteraciones, las mineralizaciones y la evolución en el tiempo del depósito de Cu-(Au-Mo) - Au-(Ag-Cu) Altar.
- Utilizar el marco geológico previo para desarrollar un modelo genético de la mineralización en el depósito Altar.
- Estudiar la alteración filica y la mineralización cuprífera aparentemente asociada a ella, escasamente documentada en ejemplos mundiales.

La posibilidad de abordar el estudio de la geología de la región de Altar conjuntamente con el estudio detallado del sistema hidrotermal que generó la mineralización es de fundamental importancia para la exploración minera de la región en consideración. Las empresas mineras Río Tinto Mining and Exploration y Minera Peregrine Ltd. han colaborado con estos estudios.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de la tesis son los siguientes:

- Descifrar los rasgos geológicos del área.
- Caracterizar y evaluar la fertilidad de los intrusivos miocenos del área.
- Analizar la relación entre las firmas de tipo adakítico y la fuente de la mineralización cuprífera.
- Comparar los datos geoquímicos e isotópicos de las rocas de Altar con las rocas ígneas asociadas a otros pórfidos productivos del segmento de subducción horizontal pampeano y con intrusivos estériles del mismo segmento.
- Documentar la secuencia, distribución y abundancia de las asociaciones minerales en equilibrio de cada evento hidrotermal y la composición química de minerales hidrotermales específicos mediante microanálisis con microsonda de electrones.

- Identificar los flujos de los fluidos hidrotermales a través del estudio detallado de las venillas, sus relaciones de corte y los contactos entre intrusivos y alteraciones.
- Conocer las características de los fluidos hidrotermales a partir de su estudio mediante las metodologías de análisis de inclusiones fluidas y de catodoluminiscencia.
- Correlacionar los datos obtenidos con datos experimentales y termodinámicos publicados en la literatura específica.
- Conocer la evolución en tiempo y espacio del sistema hidrotermal del depósito de Cu-(Mo-Au) Altar y obtener un modelo genético de valor predictivo.
- Poner la evolución de este sistema hidrotermal en el contexto de otros sistemas hidrotermales tipo pórfido de Cu- epitermal de alta sulfuración bien estudiados del país y del mundo.

Siguiendo el plan propuesto, la tesis se ha dividido en 8 capítulos. En cada uno se detallan las metodologías utilizadas y se da un listado de los trabajos referenciados. En el capítulo I se presenta el área seleccionada, los antecedentes de estudios previos y los objetivos generales y específicos de la tesis.

En el capítulo II se muestran los resultados del uso de técnicas de procesamiento digital de imágenes satelitales. Con estas herramientas fue posible confeccionar un mapa geológico preliminar de la zona del prospecto Altar, distinguir litologías, detectar zonas de alteración hidrotermal e interpretar lineamientos y fallas.

En el capítulo III se presenta el primer mapeo geológico detallado de la región de Altar (escala 1:1000, mapa de detalle 7x5 km) y los resultados de los estudios petrográfico, geoquímico, isotópico (Sr, Nd, Pb) y geocronológico de las rocas ígneas miocenas que afloran en esta zona. Para integrar los datos obtenidos en el contexto regional de la Cordillera Principal, las rocas de Altar se comparan con las rocas ígneas contemporáneas de las regiones de El Indio (~30°S), la zona Centro Sur del segmento de subducción horizontal (~31,5 °S) y la zona de El Teniente (~34°S).

En el capítulo IV se brindan los resultados del estudio detallado de los intrusivos subvolcánicos miocenos del área asociados a la mineralización, y éstos se comparan con las rocas adakitas y con otros pórfidos productivos y no productivos del segmento de subducción horizontal. Se propone un modelo petrogenético de la cordillera a los 31,5° de latitud sur.

El capítulo V incluye un estudio de detalle de tres secciones transversales del prospecto de tipo pórfido de cobre (oro-molibdeno) y de las vetas epitermales de alta sulfuración que lo circundan. Este trabajo ha permitido definir las relaciones tiempo-espacio del sistema hidrotermal mediante la documentación de la secuencia y abundancia de las asociaciones minerales hidrotermales en equilibrio y los pasajes de los flujos de los fluidos a través del

estudio detallado de las venillas, sus relaciones de corte y las relaciones de corte entre venillas e intrusivos.

En el capítulo VI se documentan las composiciones químicas de los minerales hidrotermales y se analizan las condiciones de temperatura, pH, fugacidad del S y del O en las que se formaron los minerales hidrotermales y las distintas asociaciones minerales en equilibrio.

El capítulo VII brinda los resultados de los análisis de inclusiones fluidas de las principales venillas portadoras de sulfuros de Cu-Mo y de Au del proyecto. Los datos obtenidos se interpretan y se comparan con los datos publicados en la bibliografía para caracterizar la evolución de los fluidos hidrotermales mineralizadores en términos de temperatura, salinidad y presión.

Finalmente, en el capítulo VIII se resumen las consideraciones finales sobre la investigación realizada, se analiza el significado de los resultados obtenidos y estos resultados se integran en un modelo genético del depósito.

REFERENCIAS

- Almandoz, G., Zulliguer, G., y Márquez-Zavalía, F., 2005. Altar: Mineralización de alta sulfuración vinculada a un sistema de pórfido cuprífero, San Juan, Argentina. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, II, 369-376.
- Cahill, T., y Isacks, B., 1992. Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *Journal of Geophysical Research*, 97, 17503-17529.
- Cooke, D.R., Walshe, J., and Hollings, P., 2005. Giant porphyry copper deposits: Characteristics, distribution, and tectonic controls: *Economic Geology*, 100, 801–818.
- Diario de Cuyo, 2010. Yacimientos mineros Los Azules y Altar, 8 de junio de 2010.
- Peregrine Metals Ltd., 2006. Exploration Report, Altar Project. San Juan Province, Argentina. 73p.
- Peregrine Metals Ltd., 2010. NI 43-101 Technical Report, Altar Project. San Juan Province, Argentina. 160p.
- Río Tinto Mining & Exploration, 2003. Final report for the Period March to May 2003, Altar Project, 27p.
- Sillitoe R. H., 1999. Geology And Exploration Potential Of The Altar And Quebrada De La Mina Porphyry Copper/Gold Prospects, San Juan Province, Argentina, Unpublished report prepared for Rio Tinto Mining & Exploration, Sucursal Argentina, 10p.
- Sillitoe, R. H., 2003. Initial Drill Core from El Altar Porphyry Copper Prospect, Argentina. Memorandum prepared for Rio Tinto Mining & Exploration, Sucursal Argentina, 10p.

CAPITULO II

GEOLOGÍA REGIONAL Y PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES SATELITALES

1. INTRODUCCIÓN

La geología de la región de Altar era esencialmente desconocida del lado argentino con anterioridad al establecimiento de las empresas mineras y actualmente carece de un relevamiento geológico regional sólido.

En primer lugar, este capítulo resume los trabajos sobre la geología y la estructura realizados al sur y al este del área de estudio por varios investigadores ([Álvarez 1996](#), [Álvarez y Ramos 1999](#), [Pérez et al., 2010](#)).

En segundo lugar se presentan los resultados obtenidos a partir de los trabajos de procesamiento digital de imágenes satelitales junto al uso de técnicas SIG. Las imágenes obtenidas a partir de los algoritmos de Landsat TM vinculadas a un modelo digital de elevación del terreno (DEM), constituyeron una herramienta útil para diferenciar litologías, lineamientos y fallas en la región. Por último, se presenta el resultado final obtenido que consiste de un mapa base preliminar de la geología del área de estudio.

2. METODOLOGÍA

Las cartas geológicas de la provincia de San Juan (Argentina) ([Ragona, 1995](#)) y la hoja geológica de Illapel (Chile) ([Rivano y Sepulveda, 1991](#)) se geo-referenciaron en un sistema de coordenadas UTM (faja 19). Sobre las mismas se mapearon las unidades geológicas que afloran en el área en un sistema de información geográfica (SIG). La carta topográfica IGM 3169-25 y 3172-30 Rincón de Araya (1:100.000), una imagen Landsat 233-82 y una fotografía aérea del distrito minero se corrigieron geométricamente y geo-referenciaron en una proyección Gauss Krüger Faja 2, Datum: Campo Inchauspe. A partir de la imagen Landsat 233-82 y utilizando los algoritmos de TM, se obtuvieron combinaciones de bandas y los siguientes productos: índice de arcillas, arcilla-hierro-sílice y componentes principales.

Empleando como base a la carta topográfica de IGM se obtuvo un modelo de elevación digital del terreno (DEM), que se visualizó en combinación con las distintas imágenes satelitales y la foto aérea. Se seleccionó un área más pequeña de 14 x 14 km alrededor del distrito Altar para confeccionar un mapa geológico base del distrito. Los programas utilizados fueron ER Mapper 7.0 y Mapinfo 8.0.

3. GEOLOGÍA REGIONAL

En los alrededores de la zona de estudio afloran rocas graníticas y volcánicas del Grupo Choiyoi (Permo-Triásico), sedimentitas marinas jurásicas, una potente sucesión volcánica cretácica tardía a terciaria temprana intruida por pórfidos miocenos (Fig. 1).

El Grupo Choiyoi, que constituye el basamento de esta región, aflora en la Cordillera de Santa Cruz y parece continuar hacia el norte en los cordones de Araya y de la Varilla (Fig. 1).

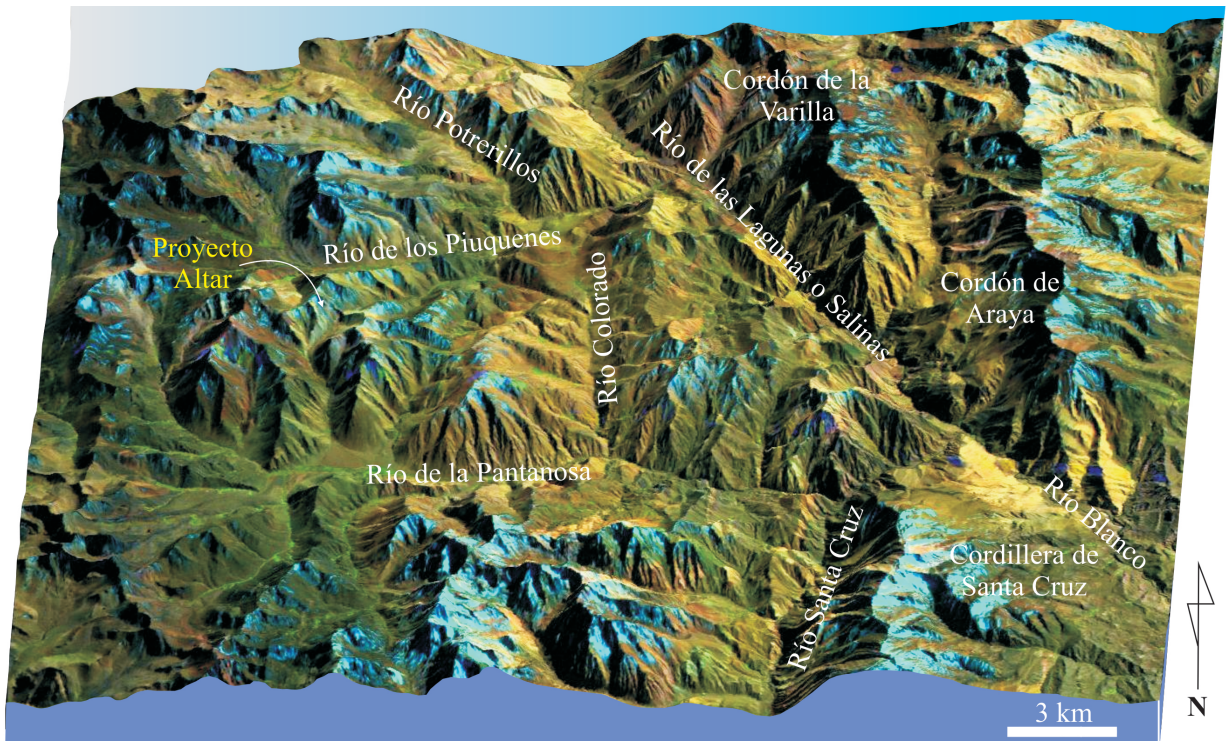


Fig. 1. Localización del área de estudio, ríos, cordilleras y cordones montañosos.

Al oeste del río Santa Cruz (Fig. 1), la sucesión sedimentaria mesozoica se inicia con la unidad de “*syn-rift*” de la Formación Rancho de Lata (Álvarez, 1996), constituida principalmente por conglomerados y brechas mal seleccionadas, pelitas negras lacustres y rocas piroclásticas con líticos tobáceos y riolíticos. En discordancia angular se apoya la Formación Los Patillos (Álvarez, 1996) de edad jurásica inferior a media (Álvarez, 1996). La misma está constituida por areniscas y calizas bioclásticas y oolíticas de origen marino somero. Por encima se halla un nivel de brechas calcáreas de pocas decenas de metros de espesor pertenecientes a la Formación La Manga, de edad caloviana inferior a oxfordiana media-superior. Estas dos últimas formaciones se depositaron en un ambiente de “*post-rift*” (Álvarez, 1996). Sin relación estratigráfica se encuentra la Formación Auquilco, constituida por yesos con textura sacaroides y localizada sobre la falla Pelambres en el río Carnicería (Pérez et al., 2010). Sobre la Formación La Manga y en discordancia continúan los depósitos continentales del Jurásico superior de la Formación Tordillo. Esta formación consiste de areniscas, sabulitas y conglomerados rojizos de origen continental, desarrollados en una

cuenca de intraarco, asociados a un régimen extensional y que marcan la culminación del ciclo jurásico en la región (Cristallini y Ramos, 1996).

Continúan las secuencias cretácicas con depósitos volcánicos y volcanoclásticos continentales de la Formación Cristo Redentor. Están formadas por una alternancia de coladas andesíticas, ignimbritas dacíticas, conglomerados clasto-sostenidos y areniscas rojas. Estos depósitos se disponen en una faja que bordea el margen occidental del río Santa Cruz (Fig.1), formando amplios anticlinales y sinclinales con rumbo septentrional (Pérez et al., 2010).

Los depósitos terciarios en la región corresponden a un pórfiro dacítico vinculado a un halo de alteración hidrotermal y a la mineralización de los yacimientos de El Pachón y Los Pelambres (Fernández et al., 1974). En la zona del prospecto Altar, el paquete volcánico está intruido por cuerpos cuarzo dioríticos a granodioríticos a los que se asocian la alteración y mineralización (Almandoz et al., 2005).

La estructura de la región exhibe dos estilos bien definidos desarrollados durante el Mioceno Tardío. Uno es de piel fina (*"thin skinned"*) y habría sido el responsable de la fuerte deformación en la cobertura sedimentaria mesozoica, formando anticlinales y sinclinales en las secuencias cretácicas del Cordón del Límite (Pérez et al., 2010). El segundo es de piel gruesa (*"thick skinned"*) y muestra una deformación que afecta a los bloques de basamento de la cordillera de Santa Cruz, la que es levantada por una falla de alto ángulo ubicada al este de dicha cordillera (D'Odorico et al. 2006). El estilo de piel fina puede verse en el río Carnicería, mediante el corrimiento Pelambres de bajo ángulo que afecta la Formación Los Pelambres (Pérez et al., 2010).

4. RESULTADOS

Las combinaciones de bandas RGB 5/3/1, RGB 5/4/2, RGB 7/4/2, RGB 7/4/1 fueron las más efectivas en la interpretación de las litologías, que luego se mapearon en el terreno. Al este del proyecto aflora un cuerpo intrusivo de 6 km en sentido este-oeste y 10 km en sentido norte-sur, que se distingue de color rosado en la combinación de bandas RGB 5/3/1 (I.1; Fig. 2A). Se lo correlaciona con los granitoides que en la región intruyen a ignimbritas riolíticas del Grupo Choiyoi y han sido considerados de posible edad triásica (Ramos et al., 1993). Hacia el oeste hay rocas volcanoclásticas que incluyen niveles andesíticos (color rojizo) en el sector occidental (A.1; Fig.2A) y niveles piroclásticos (color verde claro) en el sector central (N.P; Fig.2A). En el extremo noroeste del área mapeada se distinguieron rocas lávicas de color más oscuro en los distintos productos Landsat (A.2; Fig.2A). En el contacto entre el cuerpo intrusivo del sector oriental y las rocas volcanoclásticas hay una banda de intrusivo de color rojizo oscuro (I.2; Fig. 2A). En la zona central del proyecto, los niveles volcánicos y

piroclásticos están intruidos por un cuerpo ígneo porfírico de composición cuarzo diorítica a granodiorítica (Almandoz et al., 2005) que se reconoce en la imagen por su alteración hidrotermal (P; Fig.2A). El mismo es de edad miocena (Ar-Ar de 10,38 Ma) (Santiago

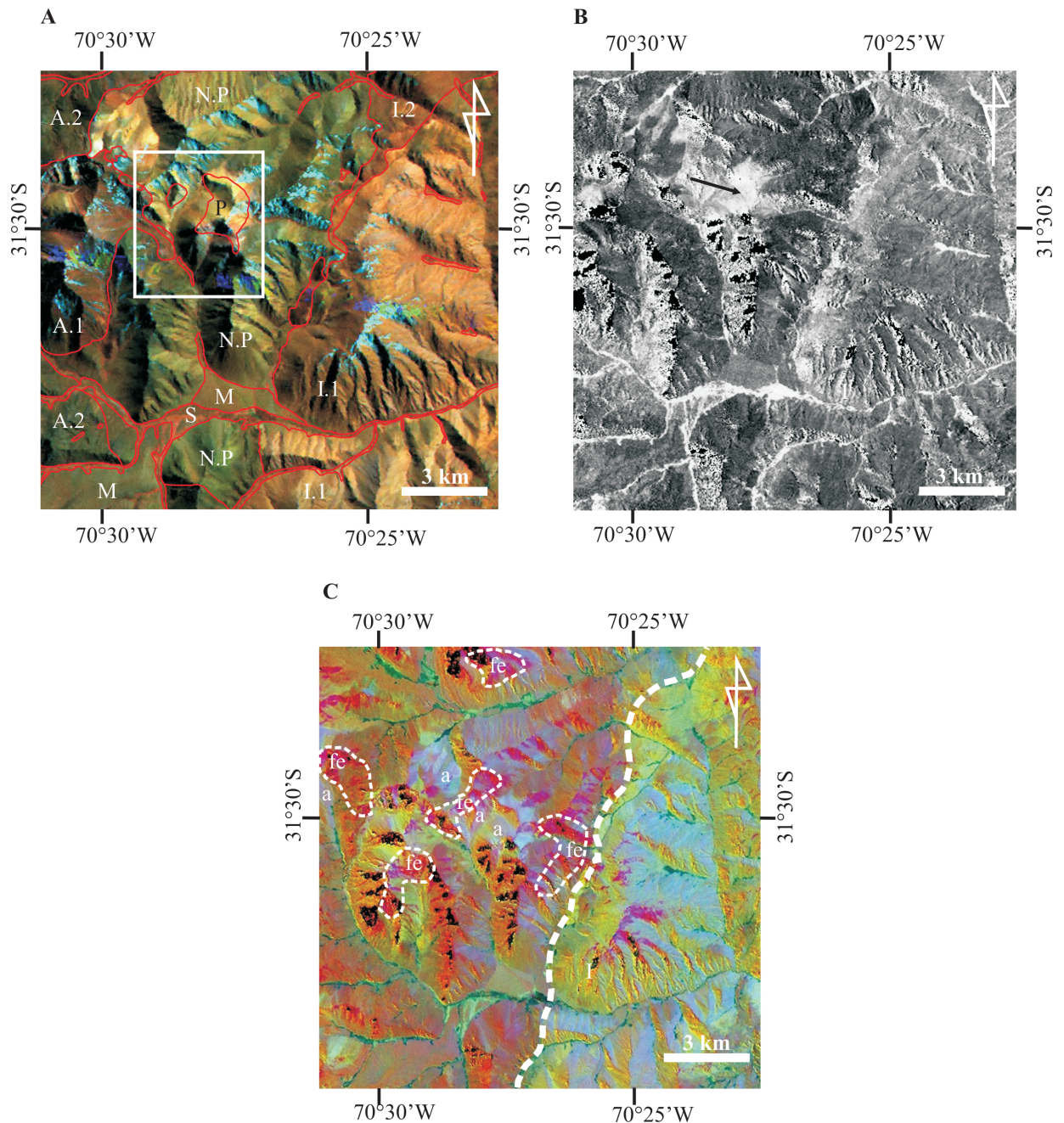


Fig.2. A. Fragmento de Imagen Landsat 233-82 RGB 5/3/1 con la ubicación del distrito minero Altar (recuadro) y distinción de litologías: cuerpo intrusivo (I.1); rocas volcánicas que incluyen niveles andesíticos (A.1) y niveles piroclásticos (N.P); rocas lávicas de color más oscuro en los distintos productos Landsat (A.2); intrusivo de color oscuro (I.2); cuerpo ígneo porfírico de edad miocena (P); morenas (M) y sedimentos fluviales (S). B. Imagen Landsat de índice de arcillas con ubicación de la zona de mayor alteración hidrotermal asociada a la intrusión del pórfido. C. En el producto arcilla-hierro-sílice se destacan de color turquesa las rocas de composición ácida y de color naranja-rosado las rocas de composición intermedia. En color lila se reconoce la arcilla (a) y en rojos el hierro (fe).

Gigola, comunicación personal), similar a la de una biotita hidrotermal de la tonalita de ‘Los Pelambres’ (K-Ar de 9,8 Ma) (Sillitoe, 1977). En los valles hay morenas (M) y sedimentos fluviales (S) (Fig. 2A).

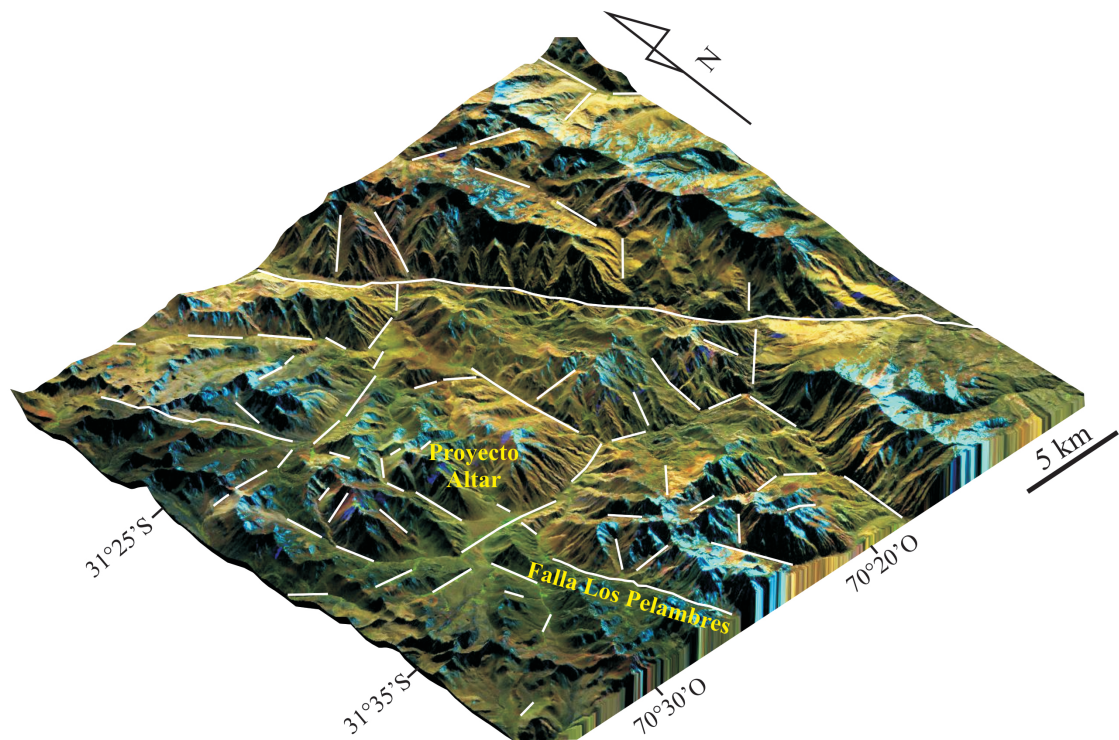


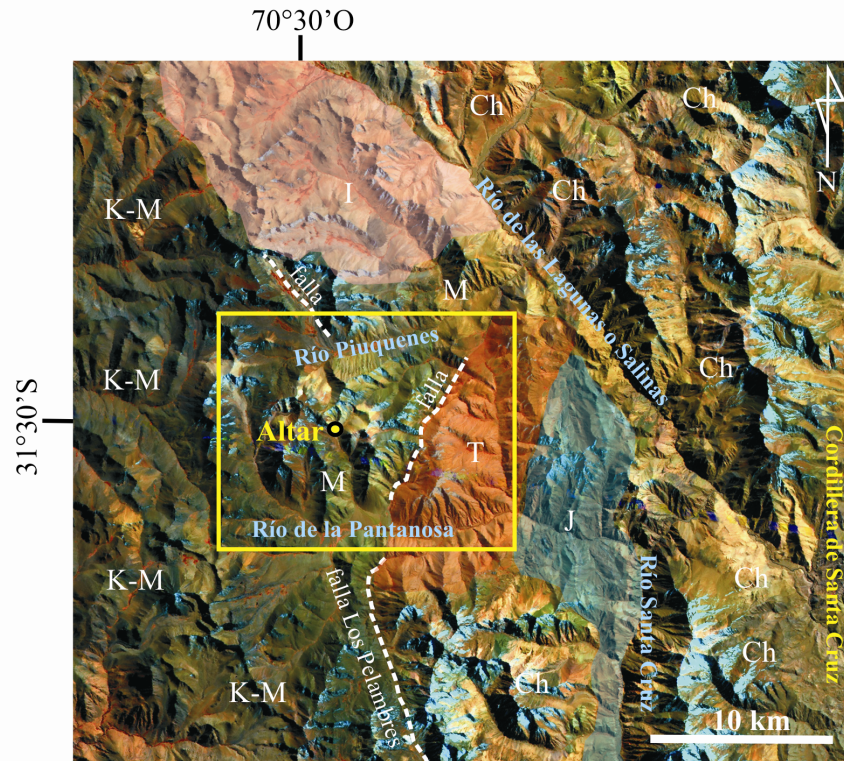
Fig. 3. Imagen Landsat RGB 5/3/1 en combinación con modelo de elevación digital del terreno (DEM) con mapeo de lineamientos y fallamientos de la región.

Al sur, fuera del área mapeada y a lo largo de la falla Pelambres, se observaron pequeños afloramientos de evaporitas que podrían corresponder a la Formación Auquilco (Oxfordiano inferior y Kimeridgiano) constituida por yeso, anhidrita y halita (Riccardi y Gulisano, 1992).

En el área central se encuentra la zona de mayor alteración hidrotermal asociada a la intrusión del pórfido. El producto de índice de arcillas destacó en color blanco los sectores con mayor alteración hidrotermal (Fig.2B). Los productos arcilla-hierro-sílice y componentes principales (CP) fueron también útiles para diferenciar las rocas de composición ácida de las de composición intermedia y destacaron la presencia de hierro y minerales arcillosos (Fig.2C).

La observación del área en tres dimensiones desde distintos ángulos permitió distinguir y mapear lineamientos (Fig. 3). Los mismos tienen orientaciones N-S, NO-SE y O-E y siguen las trazas de los arroyos y ríos más importantes. Al sur del distrito la falla los Pelambres, de rumbo N-NO, marca el contacto de las unidades volcánicas de edad cretácica (Formación Los Pelambres) al oeste con las permo-triásicas (Grupo Choiyoi) al este. Esta falla no tiene expresión superficial en el distrito minero Altar, pero se reconoció una falla con igual

orientación inmediatamente al norte. En cercanías a la zona de mayor alteración y de intrusión del pórfido predominan los lineamientos con orientaciones N-S y NE-SO. La traza (NE-SO) del arroyo Altar que atraviesa el distrito estaría controlada por fallas. En los filos hay vetas de sílice-alunita que se disponen siguiendo fracturas radiales alrededor de la zona alterada, pero predomina la orientación N-S.



REFERENCIAS

- M Rocas volcánicas miocenas
- K-M Rocas volcánicas cretácicas a miocenas
- J Rocas sedimentarias triásicas a jurásicas
- Ch Grupo Choiyoi- Rocas volcánicas permo-triásicas
- T Tonalita (edad permo-triásica?)
- I Intrusivo (edad?)

Fig. 4. Mapa geológico base del área que rodea al proyecto minero Altar, con indicación de unidades litológicas, ríos y fallas principales. En el recuadro amarillo se indica el área mapeada de las figuras 2 y 5.

Sobre estas imágenes y utilizando como base una carta geológica de la provincia de San Juan se identificaron en forma preliminar las unidades geológicas del área de estudio y se generó un mapa geológico base (Fig. 4). En el sector comprendido por la imagen Landsat se pueden observar granitos permo-triásicos, seguidos por volcánicas ácidas a mesosilícicas y tobas asignadas al Grupo Choiyoi. Se reconocen afloramientos de sedimentitas marinas correspondientes al Jurásico, que serían equivalentes a las formaciones Rancho de Lata, La

Manga, Auquilco, Tordillo y Vaca Muerta. Estas unidades son cubiertas por una potente secuencia volcánica terciaria.

Finalmente, como resultado del trabajo de procesamiento de imágenes satelitales realizado, se confeccionó un mapa geológico de un área de 196 km² alrededor del distrito Altar que se presenta en la [figura 5](#).

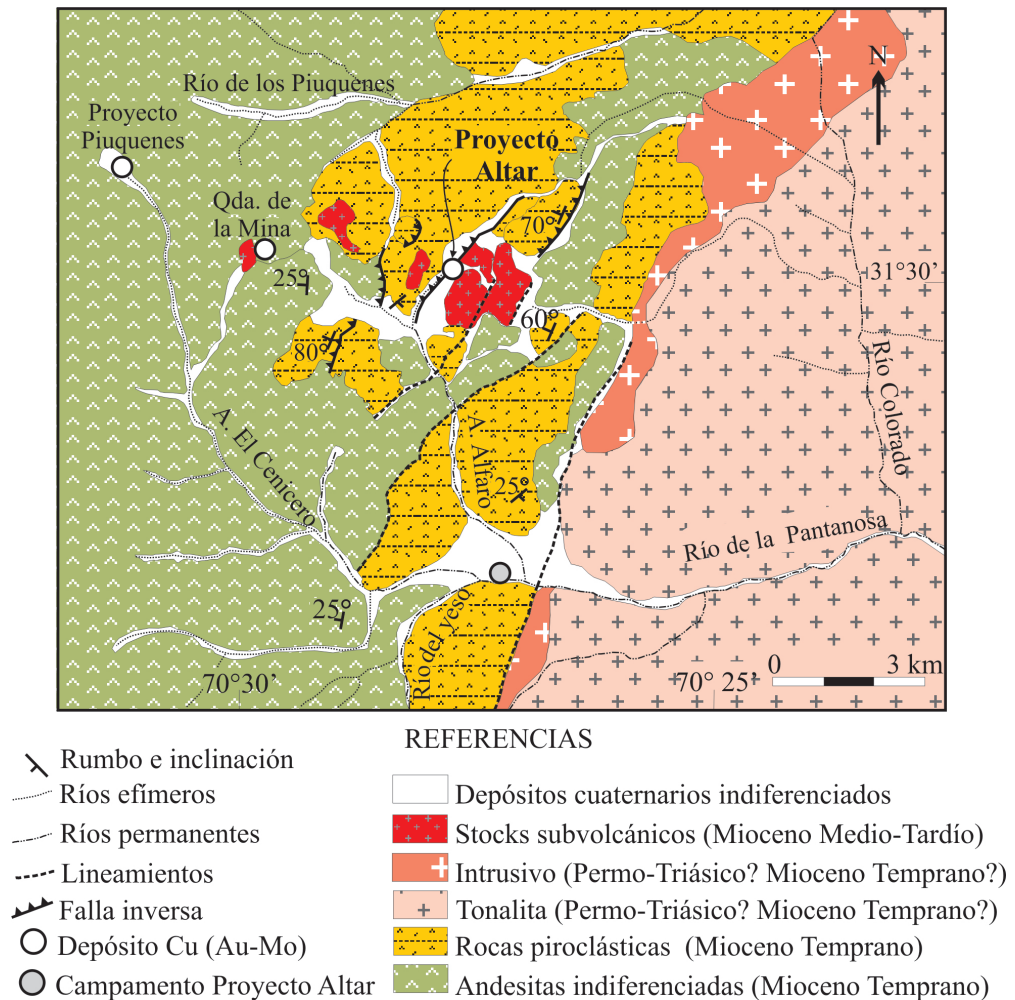


Fig. 5. Mapa geológico del área que rodea al proyecto Altar.

5. CONCLUSIONES

El uso de geomática, distintas técnicas SIG (Sistemas de Información Geográfica) y de procesamiento digital de imágenes, permitió generar una base de información geológica de la región. Las imágenes realzadas de Landsat TM permitieron distinguir litologías y detectar zonas de alteración hidrotermal y, en combinación con un modelo digital de elevación del terreno (DEM), favorecieron la interpretación de lineamientos y fallas en la región. Con estas herramientas fue posible confeccionar un mapa geológico base de la zona del prospecto de Cu-(Au-Mo) Altar.

REFERENCIAS

- Almandoz, G.; Zulliguer, G., y Márquez-Zavalía, F., 2005. Altar: Mineralización de alta sulfuración vinculada a un sistema de pórfido cuprífero, San Juan, Argentina. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, tomo II, p. 369-376.
- Álvarez, P.P. 1996. Los depósitos triásicos y jurásicos de la Alta cordillera de San Juan. En Ramos, V.A, Aguirre Urreta, M.B., Alvarez, P.P., Cegarra, M.I., Cristallini, E.O., Kay, S.M., Lo Forte, G.L., Pereyra, F.X. y Pérez, D.J. (ed.) Geología de la región del Aconcagua, provincias de San Juan y Mendoza. Subsecretaría de Minería de la Nación. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Anales 24 (5): 59-137, Buenos Aires.
- Cristallini, E.O. y Ramos, V.A. 1996. Depósitos continentales cretácicos y volcanitas asociadas. En: Ramos, V.A, Aguirre - Urreta, M.B., Alvarez, P.P., Cegarra, M.I., Cristallini, E.O., Kay, S.M., Lo Forte, G.L., Pereyra, F.X. y Pérez, D.J. (ed.): Geología de la región del Aconcagua. SEGEMAR, Anales 24: 231-273, Buenos Aires.
- D'Odorico P., Sequeira N. y Pérez, D.J. 2006. Geología del curso medio del río Santa Cruz, Andes principales (31°45' LS) San Juan, Argentina. 11° Congreso Geológico Chileno, Actas 2:193-196, Antofagasta.
- Fernández, R., Brown, F. y Lencinas, A. 1974. Pachón, un nuevo pórfido cuprífero argentino. 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 77-89.
- Perez, D.J., D'Odorico, P.E., Godeas, M.C. 2010. Reconocimiento de Alteración Hidrotermal con el sensor Aster, en el curso medio del río Santa Cruz (31° 40's), Provincia de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina 66 (4): 623- 633.
- Ragona, 1995. Mapa Geológico de la provincia de San Juan, 1:500.000, SEGEMAR.
- Ramos, V.A., Aguirre Urreta, M.B., Lencinas, A., 1993. El Toarciano fosilífero de Pachón y su relación con el Jurásico de Cordillera Principal de San Juan. Actas 12° Congreso Geológico Argentino, 2: 94 - 104. Buenos Aires.
- Rivano, S. y Sepulveda, P., 1991. Hoja Illapel. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile N 69, 132p. Santiago.
- Sillitoe, R.H., 1977. Permocarboneous, Upper Cretaceous and Miocene Porphyry Copper-Type Mineralization in the Argentinian Andes: Economic Geology, 72, 99-103.
- Riccardi, A.C.; Gulisano, C., A., 1992. Unidades limitadas por discontinuidades. Su aplicación al Jurásico Andino. Asociación Geológica Argentina, Revista 45 (3-4): 346-364, Buenos Aires.