



UNIVERSIDAD DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

**CONCENTRACIÓN Y DISTRIBUCIÓN TEMPORO-ESPACIAL DEL
COBALTO, TIERRAS RARAS Y OTROS ELEMENTOS ESTRATÉGICOS EN
EL DISTRITO CARRERA PINTO.**

Valentina Constanza Pérez Troncoso

Copiapó, Chile 2022



UNIVERSIDAD DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

**CONCENTRACIÓN Y DISTRIBUCIÓN TEMPORO-ESPACIAL DEL
COBALTO, TIERRAS RARAS Y OTROS ELEMENTOS ESTRATÉGICOS EN
EL DISTRITO CARRERA PINTO.**

“Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de GEÓLOGA”

Profesor guía: Francisco Tapia Guerra

Co- guía Dr. Karl Riveros Jensen.

Valentina Constanza Pérez Troncoso

Copiapó, Chile 2022

El presente trabajo de titulación se desarrolló en el marco del proyecto FIC-FNDR 2018 denominado "Núcleo de investigación del cobalto y tierras raras", financiado por el Gobierno Regional de Atacama y sus Fondos para la Innovación y Competitividad (FIC).



Gobierno regional de Atacama

Dedicado a la memoria de mi madre y abuela.

A mi abuelo y familiares.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los miembros de la comisión de mi trabajo de titulación, Dr. Karl Riveros, Dr. Wolfgang Griem y Sr. Francisco Tapia, y en especial a mis profesores guías Francisco Tapia y Karl Riveros por ayudarme a aclarar las dudas que iban surgiendo en el camino.

Agradezco al proyecto FIC-FNDR 2019 “Núcleo de investigación del Cobalto y Tierras Raras”, del gobierno Regional de Atacama, quienes sustentaron económicamente el proyecto en el cual se desarrolló este trabajo.

Agradezco desde lo más profundo de mi ser a mi madre y a mi familia en general que me brindaron el apoyo y su amor incondicional en todos esos momentos buenos y malos.

También quiero agradecer a todos mis amigos, compañeros de carrera y a todas las personas que he conocido a lo largo de este periodo universitario.

Y sobre todo le doy gracias a Dios (Jesucristo) por estar ahí siempre guiándome y por haberme dado la oportunidad de conocer a todas esas personas que ha puesto en mi vida.

A todos ellos, gracias desde el corazón.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se desarrolló con recursos del proyecto FIC-FNDR 2018 del Gobierno Regional de Atacama llevado a cabo por académicos y alumnos tesisistas del Departamento de Geología de la Universidad de Atacama. El objetivo principal de este trabajo fue determinar la concentración y distribución temporo-espacial del cobalto, tierras raras y otros elementos estratégicos presentes en el distrito minero Carrera Pinto. El distrito Carrera Pinto está ubicado en la franja metalogénica del Paleoceno-Eoceno inferior. Para efectuar este trabajo, se llevó a cabo la caracterización de estructuras mineralizadas, de las cuales se extrajeron muestras para desarrollar análisis mineralógicos y geoquímicos tales como: microscopia óptica, fluorescencia de rayos X y difracción de Rayos X. Con datos de los análisis geoquímicos se realizaron análisis geoestadísticos orientados a la detección cualitativa y cuantitativa de elementos estratégicos; así como también la elaboración de mapas de distribución de concentraciones. Las rocas del área de estudio principalmente corresponden a un cuerpo intrusivo hipabisal de composición cuarzomonzodiorítica, emplazado en un aparato volcánico durante etapas tardías del mismo ciclo volcánico, formando al Complejo plutónico-volcánico Cachiyuyo. La mineralización ocurre en vetas de cuarzo-hematita especular con rumbos NW-SE y NE-SW y de manteos subverticales, además localmente estas estructuras exhiben zonas de stockworks y brecha hidrotermal en su parte interna. La mineralización hipógena identificada consiste en: galena, esfalerita, wurtzita, calcopirita, arsenosulvanita y oro de ocurrencia diseminada. Los minerales de la zona de oxidación corresponden a osarizawaita, beaverita, crisocola y cerusita. Las principales asociaciones de minerales de alteración corresponden a clorita+sericita+arcilla y cuarzo+sericita±arcillas, las cuales sugieren que el depósito se formó en un ambiente epitermal. Se estableció que el área de estudio corresponde a un depósito epitermal de intermedia sulfuración, y tendría potencial para estar relacionado espacialmente a un depósito tipo pórfido Cu-Au en profundidad. Además, se identificaron tres zonas anómalas con elevadas concentraciones de elementos estratégicos, tales como Au, Pb, Zn, V, Co y Ce.

ABSTRACT

This degree work was developed with resources from the FIC-FNDR 2018 project of the Regional Government of Atacama carried out by academics and thesis students of the Geology Department of the Universidad de Atacama. The main objective of this work was to determine the concentration and temporo-spatial distribution of cobalt, rare earths and other strategic elements present in the Carrera Pinto mining district. The Carrera Pinto district is located in the Paleocene-Lower Eocene metallogenic belt. To carry out this work, the characterization of mineralized structures was carried out, from which samples were extracted to develop mineralogical and geochemical analyses such as: optical microscopy, X-ray fluorescence and X-ray diffraction. With data from the geochemical analyses, geostatistical analyses were carried out oriented to the qualitative and quantitative detection of strategic elements; as well as the elaboration of concentration distribution maps. The rocks of the study area mainly correspond to a hypabyssal intrusive body of quartzomonzodioritic composition, emplaced in a volcanic apparatus during late stages of the same volcanic cycle, forming the Cachiyuyo plutonic-volcanic complex. The mineralization occurs in veins of specular quartz-hematite with NW-SE and NE-SW directions and subvertical mantles, in addition locally these structures exhibit zones of stockworks and hydrothermal breccia in their internal part. The identified hypogene mineralization consists of: galena, sphalerite, wurtzite, chalcopyrite, arsenosulvanite and gold of disseminated occurrence. The oxidation zone minerals correspond to osarizawaite, beaverite, chrysocolla and cerussite. The main alteration mineral associations correspond to chlorite+sericite+clay and quartz+sericite±clay, which suggest that the deposit was formed in an epithermal environment. It was established that the study area corresponds to an intermediate sulfidation epithermal deposit, and would have potential to be spatially related to a porphyry-type Cu-Au deposit at depth. In addition, three anomalous zones were identified with high concentrations of strategic elements, such as Au, Pb, Zn, V, Co and Ce.

Contenido

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1 Contexto de investigación	10
1.2 Hipótesis de trabajo	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Ubicación y accesos	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1 Geología del cobalto y tierras raras.....	13
2.1.1 Cobalto	13
2.1.2 Tierras raras.....	13
2.2 Algunos tipos de depósitos de Cobalto y Tierras raras	15
2.2.1 Depósitos magmáticos-hidrotermales: IOCG	15
2.2.2 Depósitos pegmatíticos de tierras raras.....	17
2.2.3 Depósitos residuales: Lateritas ricas en níquel y cobalto.....	18
2.3 Marco geológico regional	19
2.3.1 Unidades intrusivas:	19
2.3.2 Unidades estratificadas:	20
2.3.3 Control tectónico regional.....	21
2.3.4 Geología estructural Regional.....	21
2.3.5 Franjas metalogénicas	22
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	25
3.1 Etapa de pre-terreno	25
3.2 Etapa de terreno.....	26
3.3 Etapa de post-terreno (gabinete)	27
3.3.1 Análisis petrográfico	27
3.3.2 Análisis geoquímico.....	27
3.3.3 Análisis Geoestadístico	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS GEOLOGÍA LOCAL.....	32
4.1 Unidades litológicas	32
4.1.1 Unidades intrusivas	32

4.1.2 Unidades estratificadas.....	34
4.1.3 Unidades no consolidadas	35
4.2 Estructuras Geológicas.....	37
4.2.1 Vetas.....	37
4.2.2 Fallas	40
4.2.3 Diques	41
4.3 Alteración.....	42
4.3.1 Alteración magmática	42
4.3.2 Alteración hidrotermal	43
4.3.3 Alteración supérgena.....	46
4.4 Mineralización.....	47
4.4.1 Sulfuros	47
4.4.2 Óxidos de Cobre-Plomo-Zinc	48
4.4.2 Oro	49
4.5 Difracción de rayos X (XRD)	50
CAPÍTULO V: RESULTADOS CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA	51
5.1 Generalidades.....	51
5.2 Análisis geoestadísticos	52
5.2.1 Estadística univariable	52
5.2.2 Estadística multivariable	58
5.2.3 Mapa de puntos	59
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	67
6.1 Evolución geológica local	67
6.2 Alteración, mineralización y modelo propuesto	68
6.3 Geoquímica	73
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS.....	80

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto de investigación

El cobalto, tierras raras y otros elementos estratégicos han tomado un papel importante en lo que se refiere a nuevas tecnologías, con especial énfasis en la electrónica de consumo y energías renovables.

Actualmente el Congo es el mayor exportador de cobalto suministrando más del 70% de la producción mundial (USGS, 2022). Pero el año 2016 un reporte de Amnistía Internacional hizo un llamado de atención sobre las condiciones laborales asociadas con la minería artesanal en dicho país, las que involucraban trabajo infantil riesgoso y la extorsión de mineros con pagos ilegales por parte de funcionarios gubernamentales y de seguridad (Amnistía Internacional, 2016). Como consecuencia de esto, se han establecido una serie de iniciativas para promover el abastecimiento responsable de cobalto (Amoruso, 2017). De este modo, las grandes empresas buscan de nuevos proveedores aumentando así la demanda del cobalto, lo que ha generado que países de todo el mundo analicen sus posibilidades para explotarlo.

Chile posee gran riqueza en yacimientos no metálicos como las grandes reservas de litio, tiene un importante desarrollo de energía solar y ahora con relaves que contienen cobalto, metal vital para la elaboración de autos eléctricos y baterías, esto podría convertirse en la puerta de entrada de Chile al gran mercado de la electromovilidad (Diario Uchile, 2017). Por este motivo nace la necesidad por parte de CORFO y SERNAGEOMIN de estudiar el potencial de este recurso natural en el país, específicamente en las regiones de Atacama, Coquimbo y Región Metropolitana (SERNAGEOMIN, 2017).

En el caso de los elementos de Tierras Raras, su carácter estratégico radica en su rol de insumo casi insustituible para la manufactura de productos, tales como imanes, baterías y aleaciones utilizadas en industrias tan diversas como la generación y almacenamiento de energía (aerogeneradores y paneles solares), la armamentista (jets y misiles), pasando por teléfonos móviles, y autos eléctricos (CESCO, 2019). La posición dominante de China como productor del 60% de tierras raras a nivel mundial y el rápido aumento en el consumo de éstas debido al surgimiento de nuevas tecnologías (USGS, 2021), provocó, hace algunos años, que China comenzara a imponer una serie de restricciones y aranceles a sus exportaciones de tierras raras, lo que está obligando a países occidentales a explorar en nuevas zonas que permitan ampliar la oferta de estos recursos (Fundación Tecnológica, 2015).

Como consecuencia de malas éticas laborales, conflictos comerciales y sumado a la gran demanda de estos elementos, se han abiertos puertas para que países como Chile estén analizando la posibilidad de que estos elementos puedan ser extraídos a escala de pequeña

a mediana minería y de este modo comenzar a descentralizarse de la minería del cobre y ampliar sus horizontes en la exploración de elementos estratégicos.

1.2 Hipótesis de trabajo

El distrito minero Carrera Pinto se ubicada en la franja del Paleoceno-Eoceno inferior en la cual se emplazan numerosos yacimientos cupríferos y auríferos, asociados principalmente a estructuras vetiformes y mantiformes. Considerando las características geológicas del sector, la extensión del área alterada y la amplia distribución de antiguos laboreos mineros en el sector, permite inferir que existe la posibilidad de que el área presente concentraciones anómalas de elementos estratégicos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Determinar la concentración y distribución temporo-espacial del Cobalto, Tierras Raras y otros elementos estratégicos presentes en el distrito minero Carrera Pinto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar y definir las unidades litológicas, alteración y mineralización presentes en el área de estudio en el distrito minero Carrera Pinto.
- Cuantificar las concentraciones de cobalto, tierras raras y otros elementos estratégicos.
- Determinar la distribución temporo-espacial de los elementos estratégicos.

1.4 Ubicación y accesos

El área de estudio se encuentra ubicada en el distrito minero Carrera Pinto aproximadamente a unos 63,3 km al noreste de la ciudad de Copiapó, III Región de Atacama. Abarcando una superficie aproximada de 20 km² y ubicada entre las coordenadas UTM Norte: 7.004.000-7.007.500 y Este: 402.500-408.000 (Figura 1.1).

Para acceder al área de estudio desde Copiapó, tomando como punto inicial la Universidad de Atacama, se debe recorrer la ruta Panamericana Norte/Ruta 5/Avenida Copayapú con destino a Paipote donde alrededor de los 9,9 km se debe girar a la izquierda con dirección

a la Carretera del Inca/Ruta 31, recorriendo ésta un poco más de 16 km hasta tomar el desvío hacia la izquierda en dirección a la ruta C-17, se continua recto recorriendo esta ruta aproximadamente 36,2 km para finalmente girar a la izquierda con dirección a la ruta C-325 que lleva a la zona centro del área de estudio (Figura 1.2).

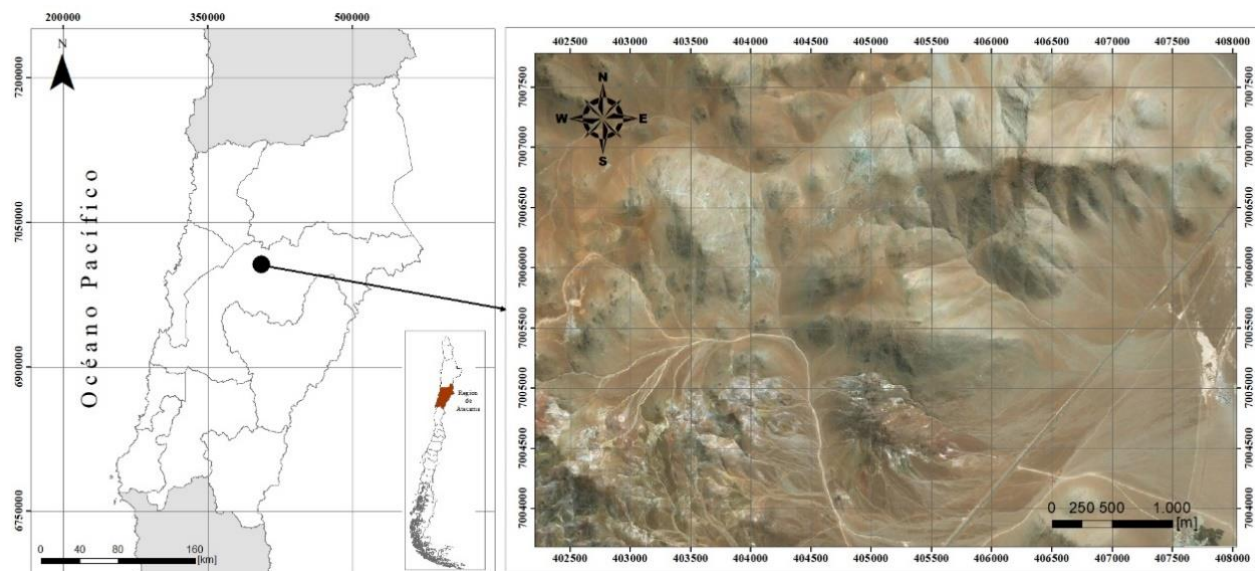


Figura 1.1: Ubicación geográfica del área de estudio.

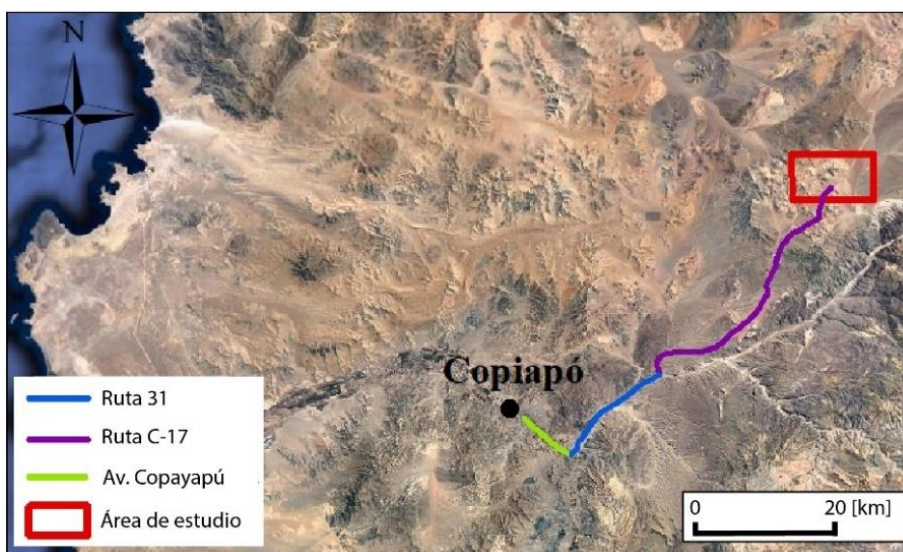


Figura 1.2: Acceso al área de estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Geología del cobalto y tierras raras

2.1.1 Cobalto

El cobalto es un metal gris plateado con diversos usos basados en ciertas propiedades clave, que incluyen dureza, resistencia al desgaste (cuando se alea con otros metales), baja conductividad térmica y eléctrica, alto punto de fusión, valencias múltiples y producción de colores azules intensos cuando se combina con sílice. Aunque el cobalto puro no se encuentra en la naturaleza, los minerales y compuestos que contienen cobalto son numerosos (Slack et al., 2017).

Comúnmente, es producido como subproducto de la minería del cobre o níquel. Es recuperado por el procesamiento de sulfuros u óxidos de cobre-cobalto, sulfuros de níquel y de laterita (Chong. Hu, 2012). La mineralogía de los depósitos de cobalto es diversa e incluye una fase primaria (hipógena) y una secundaria (supérgena). La mineralogía hipógena se puede caracterizar por carrolita, pentlandita, linnaeita, siegenita, skutterudita, safflorita, cobaltita y en la zona enriquecida (oxidada) se puede encontrar eritrina, asbolana y heterogenita (Slack et al., 2017).

En la corteza terrestre la concentración promedio de cobalto es de 25 ppm. Las rocas que poseen una mayor concentración de Co son las ultrabásicas con 200 ppm, seguidas por rocas basálticas con 45 ppm de cobalto y, por último, las rocas andesíticas poseen una concentración de 20 ppm en promedio de Co (Mason, 1959).

Según Townley et al. (2017) el cobalto y minerales de cobalto presentan afinidad por sulfuros de cobre, níquel, arsénico y hierro, minerales que comúnmente forman asociaciones minerales en depósitos hidrotermales. Dada la afinidad del cobalto por cobre, arsénico y hierro, y basados en la evolución metalogénica de Chile, todos los yacimientos de hierro pudieran tener potencial por sulfuros /arseniuros de cobalto, en particular aquellos muy ricos en arsénico. Los principales blancos para evaluar al cobalto como potencial subproducto son los yacimientos de tipo IOCG, seguidos por los IOA y en menor medida pórfidos cupríferos.

2.1.2 Tierras raras

Las tierras raras (en inglés Rare Earth Elements, REE) son un grupo de 17 elementos, 15 lantánidos y 2 elementos asociados: itrio (Y) y escandio (Sc) (Tabla 2.1), los que se agregan debido a sus similitudes fisicoquímicas con los lantánidos, principalmente por su configuración electrónica, potenciales de ionización, carácter altamente electropositivo y similitud en su radio iónico (estado de oxidación +3), lo cual hace que los elementos de

tierras raras sean altamente intercambiables entre ellos en una gran cantidad de minerales (por medio de una reacción de desplazamiento de metal) (Avendaño, 2017). Se encuentran combinados en depósitos minerales extendidos alrededor de todo el mundo. En particular, existen grandes reservas en China, Estados Unidos y Australia. La palabra "raro" en "tierras raras" surge más de la dificultad histórica de separarlos y obtenerlos como elementos puros individuales que por la relativa rareza de los minerales que las contienen (Gupta & krishnamurthy, 2005).

Tabla 1.1: Listados de elementos que pertenecen al grupo de los elementos de tierras raras. Modificado de COCHILCO (2016).

Lantánidos	Otros
Lantano (La), Cerio (Ce), Praseodimio (Pr), Neodimio (Nd), Prometio (Pm), Samario (Sm), Europio (Eu), Gadolinio (Ga), Terbio (Tb), Disprosio (Dy), Holmio (Ho), Erblio (Er), Tulio (Tm), Yterbio (Yb) y Lutecio (Lu).	Escandio (Sc) e Itrio (Y).

Las REE se dividen tradicionalmente en dos grupos informales en función de su peso atómico (Tabla 2.2). Desde el lantano hasta gadolinio se agrupan como elementos ligeros de tierras raras (LREE) y desde el terbio hasta el lutecio como los elementos pesados de tierras raras (HREE). Algunos autores, incluida la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), incluyen europio y gadolinio dentro del grupo de HREE. El itrio, aunque atómicamente es ligero se incluye en el grupo HREE porque comparte propiedades fisicoquímicas comunes con los HREE. En general, el grupo HREE es particularmente importante para las tecnologías emergentes, menos abundantes y más difíciles de obtener que los LREE, y por lo tanto tienen un precio más alto (Van Gosen et al., 2019).

Tabla 2.2: Principales Clasificaciones de las Tierras Raras según su peso atómico. Modificado de COCHILCO (2016).

Ligeras							Pesadas							
Ligeras				Intermedias			Pesadas							
La	Ce	Pr	Sc	Sm	Eu	Gd	Yb	Lu	Ho	Tm	Er	Tb	Dy	Y

Los minerales más importantes para la explotación económica de REE son (Tabla 2.3):

Tabla 2.3: Principales minerales de mena de REE. Modificado de COCHILCO (2016).

Grupo	Mineral
Carbonatos	Bastnasita
	Parisita
	Cebaita
	Huanghoita
Fosfatos	Monacita
	Xenotima
	Apatito
Silicatos	Cerita
	Gadolinita
	Allanita
Óxidos	Euxenita
	Loparita

2.2 Algunos tipos de depósitos de Cobalto y Tierras raras

2.2.1 Depósitos magmáticos-hidrotermales: IOCG

A pesar de los grandes esfuerzos por aclarar y ajustar la definición de depósitos IOCG (Sillitoe, 2003; Williams et al., 2005; Groves et al., 2010; Barton, 2014), quedan muchos puntos sin resolver como problemas de orden de definición y clasificación. Algunos de estos problemas se derivan del propio nombre IOCG, que describe la mineralogía (óxido de hierro) asociada con los principales minerales (cobre, oro) en los depósitos (Skirrow, 2022).

Barton (2014) describió la geoquímica representativa del clan de óxidos de hierro–Cu–Au–REE–P–Ag–U–Co (IOCG), el cual abarca numerosos y diversos depósitos, estos contienen concentraciones superiores al 10% de óxidos de Fe con bajo contenido de Ti. Estos combinados con contenidos elevados de Cu, REE, P, U, Ag y Co. Varios autores como por ejemplo William et al. (2005), han propuesto subdivisiones dentro del clan IOCG en base a los metales económicos, la mineralogía de los depósitos y su origen.

Groves et al. (2010) sugiere reconocer como miembros del clan IOCG, solo a los depósitos con óxidos de hierro y subdividirlo en cinco subgrupos:

- 1) Depósitos de Cu-Au de óxido de hierro (IOCG).
- 2) Depósitos de óxido de hierro-apatito (IOA).

- 3) Depósitos de elementos litófilos de óxido de hierro y carbonatita (ricos en F y REE).
- 4) Depósitos de pórfido de Cu-Au y skarn de Fe.
- 5) Depósitos de magnetita de Au $\pm$ Cu con reemplazo de magnetita en alto grado.

Los depósitos de la familia IOCG varían considerablemente en forma, tamaño y grados de enriquecimiento (Cu, Au, U, etc.), así como en su paragénesis y zonificación. Además, las zonas mineralizadas en sí mismas constituyen sólo pequeñas partes de sistemas geológicos más grandes que se caracterizan por un metasomatismo voluminoso, dividido en zonas, dominado por Na-Ca-K y que también muestran una variabilidad considerable en la forma, las rocas huésped y la mineralogía (Hitzman et al., 1992; Williams et al., 2005). Estudios en la Franja Ferrífera Chilena, sugieren un origen en común para los yacimientos IOCG e IOA en base a varias características similares tales como: mineralización de magnetita y sulfuros, alteración calco-sódica y una asociación espacial y genética con intrusivos de composición diorítica a granodiorítica. Los IOA suelen formarse a mayor profundidad en un contexto extensional relacionado a fallas mayores, mientras que los IOCG están vinculados a fallas secundarias más someras, donde los fluidos hidrotermales pueden precipitar magnetita, sulfuros de Cu-(Fe) y Au (Knipping et al., 2015; Reich et al., 2016; Barra et al., 2017) (Figura 2.1).

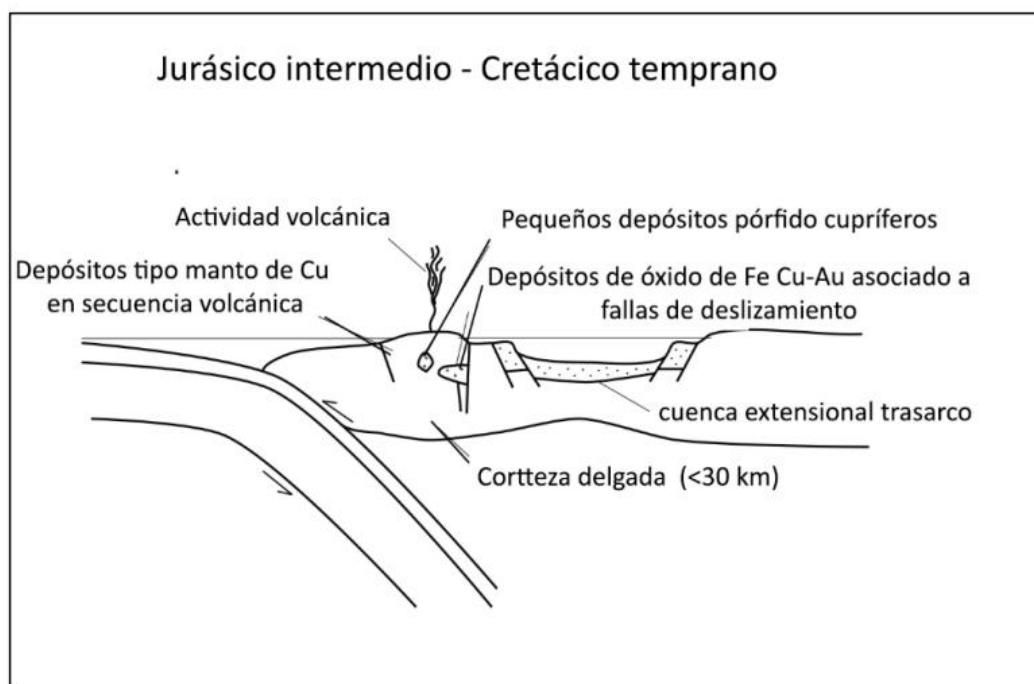


Figura 2.1: Sección tectonomagmática esquemática del margen central andino, del norte y centro de Chile. Transición del arco magmático extensional a transtensional del Cretácico temprano, con una subducción pronunciada, corteza delgada y un alto gradiente geotérmico, desarrollando un arco magmático asociado a abundante actividad volcánica y desarrollo de cuencas de arco. En este ambiente se forman depósitos de IOCG, Cu tipo manto y pequeños pórfidos de Cu. Modificado de Sillitoe y Perelló (2005), y Escolme (2016).

2.2.2 Depósitos pegmatíticos de tierras raras

Los depósitos pegmatíticos generalmente se originan a partir de la evolución de magmas intermedios a magmas ácidos. Se caracterizan por presentar una textura de grandes cristales de cuarzo, feldespatos y micas; además de otros minerales como el topacio, berilio, litio, calcopirita y elementos de tierras raras como lantano, niobio, etc. (Rojas y Paredes, 2013).

Las pegmatitas de tierras raras están enriquecidas en elementos incompatibles (elementos litófilos de iones grandes y de alta intensidad de campo), y muchos de estos elementos también son metales estratégicos (Linnen et al., 2012). Una clase particularmente importante de pegmatitas de REE son las pegmatitas de tipo complejo de la familia LCT (Li, Cs, Ta) (Černý & Ercit 2005; Černý et al. 2012). Este tipo de pegmatita contiene concentraciones extremadamente altas de Rb, Cs, Be, Ta, Nb y Sn, así como niveles elevados de componentes de flujo (Li, P, F y B). Por ejemplo, los minerales en la pegmatita de Tanco (Manitoba, Canadá) contienen hasta 13,900 ppm de Li, 236,000 ppm de Cs y 28,900 ppm de Rb, así como >360 ppm de Be y >1200 ppm de Ta (Stilling et al. 2006).

Las pegmatitas del grupo LCT se asocian típicamente con granitos peraluminosos de tectónica tardía, y su emplazamiento está controlado al menos en parte por zonas de cizalla (Černý, 1989). Los minerales dominantes cuarzo y feldespatos cristalizan a partir de los fundidos graníticos, y las tierras raras son altamente incompatibles en estos minerales. Por lo tanto, el fraccionamiento extremo resultante de la cristalización prolongación de cuarzo y feldespato puede generar concentraciones muy altas de tierras raras en los fundidos residuales. Del mismo modo, las pegmatitas también consisten en gran parte de cuarzo y feldespato, y las tierras raras se concentran en pequeños volúmenes (Stilling et al. 2006). Una diferente familia de pegmatitas es el grupo NYF (enriquecidas en Nb, Y, F). Su actual importancia económica es mucho menos que la del grupo LCT, pero estas pegmatitas podrían producir tierras raras y otros metales estratégicos en el futuro; un ejemplo de este tipo de pegmatitas es del depósito Strange Lake en Canadá (Linnen et al., 2012), proyecto que aún está en etapa de factibilidad, con leyes de hasta 9330 ppm de REE. Con excepción de este último, las pegmatitas de esta familia son cuerpos generalmente pequeños y se ubican comúnmente en la periferia de grandes intrusivos graníticos. Estos depósitos no han sido explotados para extracción de tierras raras, pero sí de otros minerales industriales como el feldespato (COCHILCO, 2016).

La mineralización REE-Zr-Nb es hospedada por pegmatitas fuertemente alteradas. No existe la certeza de que las tierras raras sean concentradas por procesos ígneos, pero la cercana relación entre mineralización y alteración indica que el enriquecimiento de tierras raras se debe a fluidos hidrotermales (Salvi y Williams-Jones, 2005).

2.2.3 Depósitos residuales: Lateritas ricas en níquel y cobalto.

Los depósitos residuales son todos los productos resistentes a la exposición de la roca a la intemperie, que han escapado a la distribución por los agentes de transporte, y que todavía cubren las rocas a partir de las cuales han sido derivados. La laterita es un material concrecional rojizo y poroso que cubre amplias áreas en regiones tropicales y subtropicales, formando una corteza superficial dura sobre rocas ricas en Fe-Al. Varía en gran medida en su composición, pero en general consiste de una mezcla de óxido férrico hidratado, con hidróxido de aluminio en varias proporciones, frecuentemente también con dióxido de magnesio, dióxido de titanio y sílice libre (Tyrrell, 1963).

Las lateritas ricas en níquel-cobalto según Marsh y Anderson (2011) son depósitos supérgenos formados a partir de la meteorización pervasiva tanto química como mecánica de las rocas ultramáficas. La formación de concentraciones secundarias de Ni $\pm$ Co requiere de un protolito enriquecido principalmente en Ni, para que sean significativamente suficientes para un recurso económico. Las rocas ultramáficas pueden contener hasta un 0,3 % de Ni (Lelong et al., 1976). Estas rocas se encuentran dentro de complejos de ofiolita las cuales contienen harzburgita y dunita, o dentro de komatiitas y capas complejas como peridotitas y dunitas (Brand et al., 1998). La meteorización extrema elimina todos los elementos más solubles: magnesio (Mg), calcio (Ca) y silicio (Si), excepto los menos solubles del protolito: hierro (Fe), níquel (Ni), manganeso (Mn), cobalto (Co), zinc (Zn), itrio (Y), cromo (Cr), aluminio (Al), titanio (Ti), zircón (Zr) y cobre (Cu) (Brand et al., 1998). El material residual puede alcanzar valores promedio de 5 % de Ni y 0.06 % de Co (Freysinnet et al., 2005).

En las áreas de Bulong y Siberia en Australia occidental las concentraciones de Co se producen en la mayoría de los perfiles de laterita, principalmente confinados al horizonte rico en óxido de Mn cerca de la base de la zona de limonitas o en la zona superior de arcilla. En el área de Siberia, se han desarrollado varias concentraciones de Mn-Co-Ni en un grado suficiente para ser de interés como un tipo de mineral inconfundible. Las concentraciones ocurren en dunita-peridotita lateritizada adyacente a un dique de dolerita lateritizada de probable edad Proterozoica, que corta al complejo ultramáfico. Los minerales tienen concentraciones de Co de entre 0.1 y 1 %, superiores al 2% localmente, y de Ni generalmente entre 1 a 3 %. Los óxidos de Mn ricos en Co generalmente ocurren como masas discretas dentro de la roca huésped, como concreciones con tamaños que van desde menos de 1 a 10 mm o como recubrimientos delgados sobre la roca huésped (Elias et al., 1981).

2.3 Marco geológico regional

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte occidental de la Carta geológica Carrera Pinto, y al oeste de la falla la Ternera (Figura 2.2). Esta zona posee gran complejidad estructural con la presencia del denominado Complejo Extensional Sierra Fraga, y en ella ocurren rápidos cambios de facies que no permiten establecer una estratigrafía única y común (Iriarte et al., 1996). El sector del área de estudio se caracteriza fundamentalmente por un stock de granodioritas con biotitas y clinopiroxenos pertenecientes a la unidad intrusiva Plutón Cachiyuyo, como también de rocas volcano-sedimentarias pertenecientes a la Formación Venado, ambas unidades pertenecientes al Complejo Plutónico-Volcánico Cachiyuyo. Él cual se encuentra cubierto por depósitos cuaternarios (Iriarte et al., 1996).

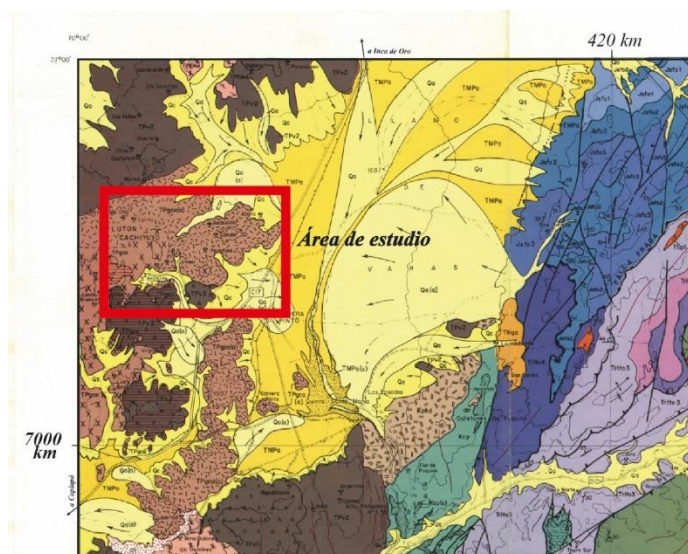


Figura 2.2: Mapa geológico de la hoja Carrera Pinto a escala 1:100.000. Rectángulo en rojo indica la localización del área de estudio (Iriarte et al., 1996).

2.3.1 Unidades intrusivas:

2.3.1.1 Plutón Cachiyuyo:

Esta unidad consiste en un cuerpo intrusivo (stock) subcircular de 10 km de diámetro constituido por granodioritas de biotita y clinopiroxeno (parcialmente uralitizado y cloritizado) de grano medio y color gris claro. Incluye un “roof pendants” de andesitas argilizadas y hematitizadas. Hacia la periferia del intrusivo las granodioritas gradan a monzonitas y monzodioritas cuarcíferas. Esta roca hospeda vetas con mineralización de Cu, Au y Ag (Iriarte et al, 1996).

2.2.2 Unidades estratificadas:

2.2.2.1 Formación Venado:

Es una secuencia volcanosedimentaria continental, aflora en los alrededores de Cerro Venado, en el sector occidental de la hoja de Carrera Pinto. Secuencia de aproximadamente 1.000 m de espesor, que incluye, en la base hasta 200 m de areniscas verdes, en parte brechosas, bien estratificadas, una sección media de 400 m de brechas con estratificación gruesa, y mala selección, con intercalaciones de lavas andesítico-basálticas, y clastos de andesitas porfídicas de olivino y piroxeno, alteradas a boulingita-clorita-calcita, en una matriz de arenisca gruesa tobácea, y una sección superior de 400 m de lavas andesíticas de color gris oscuro (Sepúlveda y Naranjo, 1982). La presencia de brechas gruesas y potentes coladas andesíticas sugiere un ambiente de deposición cercanos a centros de emisión (Sepúlveda y Naranjo, 1982). Del mismo modo Iriarte et al. (1996) sugieren que la evolución de esta columna desde facies detríticas distales (en la base) hacia facies más proximales (en el techo) representaría la progradación de un abanico volcanoclástico, probablemente producido en el flanco de un estratovolcán.

2.2.2.2 Depósitos aluviales antiguos:

Estos depósitos corresponden a gravas y gravas arenosas con lentes de arenas y limos, disectados por el drenaje actual. Con clastos polimícticos, subredondeados en una matriz limo-arenosa. Se disponen estratigráficamente sobre las Gravas de Atacama. En el sector este del distrito ocupan una gran superficie e incluyen niveles de limos blanquecinos con buena estratificación (Iriarte et al., 1996).

2.2.2.3 Depósitos aluviales:

Conformados por gravas y gravas arenosas asociadas al sistema de drenaje activo. Están compuestas por clastos polimícticos y subangulosos de una matriz limo-arenosa. Incluyen depósitos de flujos densos (mudflow) y conos aluviales en el sector Carrera Pinto (Iriarte et al, 1996).

2.2.2.4 Depósitos coluviales:

Corresponden a una mezcla caótica de fragmentos rocosos de diversos tamaños principalmente monomícticos, sin estratificación y mala selección. Principalmente estos depósitos se restringen a taludes, quebradas cortas y de gran pendiente (Sepúlveda y Naranjo, 1982).

2.3.3 Control tectónico regional

La mayor parte de los depósitos metálicos tienen una estrecha relación con la actividad magmática, y el origen de su contenido metálico se atribuye a procesos relacionados a la subducción a profundidad (Maksaev, 2001).

La interacción entre la placa oceánica y el margen continental sudamericano, que ha actuado desde el Jurásico hasta la actualidad, es responsable de la configuración geológica de este segmento (Zentilli, 1974).

A mediados de la segunda etapa del Ciclo Andino ocurrió un evento compresional breve pero intenso denominado “Límite K/T”, durante el Cretácico Tardío y parte del Paleógeno (Paleoceno hasta Eoceno Medio) se desarrolló a lo largo del margen continental un arco magmático con una orientación NNE que se extendió entre las latitudes 23° y 27°S a lo largo de la Depresión Central (Charrier et al., 2009). La actividad magmática cenozoica de este arco correspondió al emplazamiento de plutones, domos, pequeños stocks e intrusivos subvolcánicos de composiciones gabroicas a dacíticas y erupción de abundantes depósitos volcánicos de carácter basáltico, andesítico y dacítico-riolítico, frecuentemente relacionados con grandes calderas y extensas zonas de alteración hidrotermal (Charrier et al., 2009).

La actividad volcánica y plutónica continuó ininterrumpidamente hasta fines del Eoceno, pero una nueva fase de deformación (Fase Incaica) ocurrió entre el Eoceno Medio a Superior que dio lugar al plegamiento, fallamiento inverso, el consecuente engrosamiento cortical y la disminución en la oblicuidad de la subducción (Maksaev, 1990).

2.3.4 Geología estructural Regional

En el distrito Carrera Pinto se sobreimponen diversas familias de estructuras asociadas a extensión, movimientos de rumbo y compresión generadas durante el Mesozoico y Cenozoico. El rasgo estructural más distintivo del distrito es un lente estructural limitado al oeste, por la Falla La Ternera, y, al este, por la Falla Noria-Agua Amarga, las más meridionales del Sistema de Fallas de Domeyko. Ambas son fallas inversas oblicuas “en tijera” con cambios en la vergencia del sentido de movimiento inverso a lo largo del rumbo (Iriarte et al., 1996).

Los dominios estructurales se dividen en tres zonas de diferente complejidad estructural y estratigráfica (Occidental, Central y Oriental) (Figura 2.3).

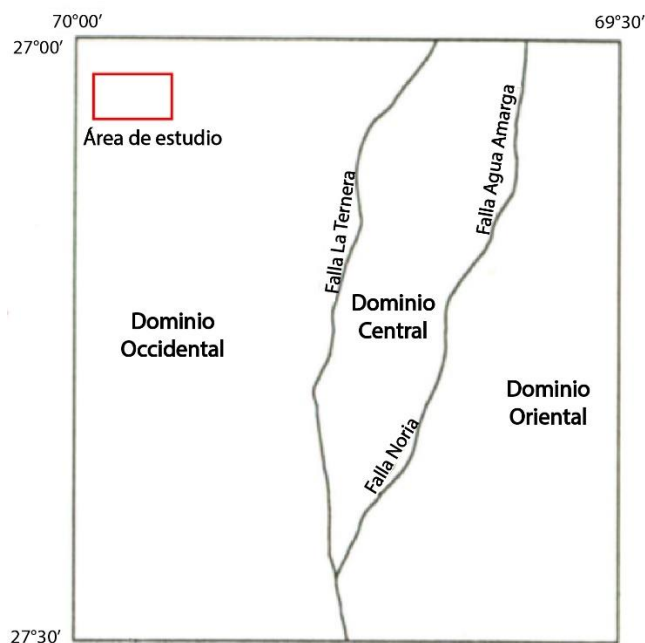


Figura 2.3: Dominios estructurales de la Hoja Carrera Pinto. (Sepúlveda y Naranjo, 1982).

Dentro del alto grado de complejidad estructural dentro del sector Carrera Pinto, destaca el intenso plegamiento que afecta a las rocas menos competentes; fallas inversas, normales y fracturas con trazas de hasta decenas de kilómetros (Sepúlveda y Naranjo, 1982). También se pueden distinguir numerosas fallas y fracturas de direcciones variables entre nor-noroeste a noreste; existiendo un predominio de aquellas orientaciones nor-noreste. Se observan fallas normales e inversas de distinta angularidad (Sepúlveda y Naranjo, 1982).

2.3.5 Franjas metalogénicas

Las franjas metalogénicas corresponden a agrupaciones de depósitos minerales distribuidos en cinturones longitudinales de orientación norte-sur, los más antiguos se ubican al oeste (Cordillera de la Costa), mientras que los más recientes al este (Cordillera de Los Andes) (Maksaev et al., 2007).

Las franjas metalogénicas aparecen como bandas longitudinales relacionadas con varios arcos magmáticos también longitudinales y con quiebres transversales en sus extremos norte y sur. En detalle, la mitad septentrional de Chile presenta varias franjas metalogénicas longitudinales que tienen características distintivas en cuanto a edad, posición geográfica y tipo(s) de mineralización presente (Maksaev, 2001) (Figura 2.4).

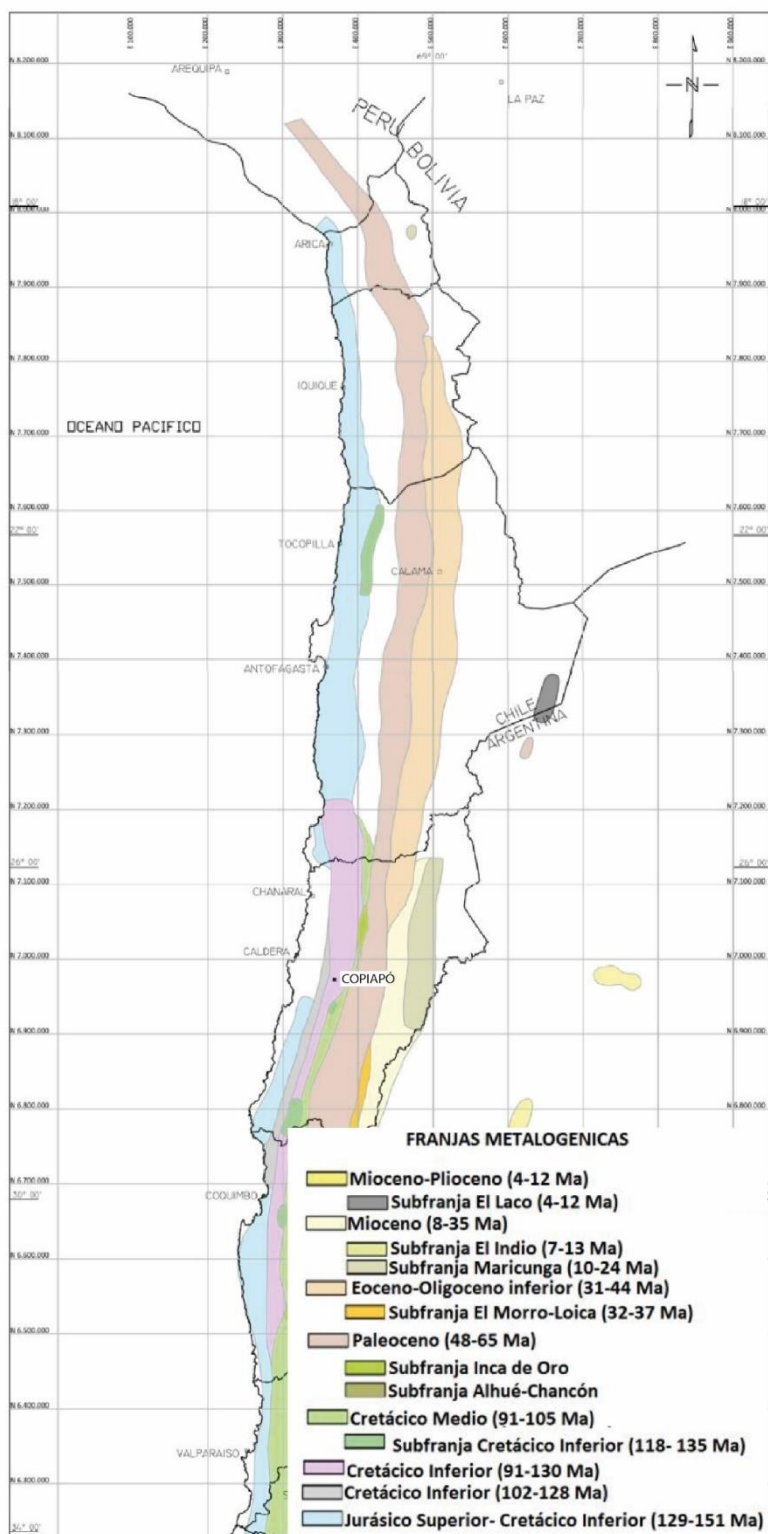


Figura 2.4: Mapa de distribución metalogénica del norte de Chile (Codelco, 2017).

Las unidades litológicas en el distrito Carrera Pinto presentan edades paleocenas, por lo que éste estaría distribuido espacialmente en la franja metalogénica del Paleoceno-Eoceno Inferior (Figura 2.5). Esta franja se extiende a lo largo de unos 1.500 km de largo y de 30 a 50 km de ancho, desde el sur del Perú hasta Chile central (17° a 29°30'S) aproximadamente a lo largo de la Depresión Central. y, aunque se explotan los depósitos Cerro Colorado, Spence y Lomas Bayas, la franja concentra menor cantidad de cobre (12,7 Mt Cu; Camus 2003) e históricamente ha tenido menor relevancia económica (Charrier et al., 2009).

Algunos de los depósitos vetiformes de metales preciosos se presentan en la periferia de los sistemas de tipo pórfido cuprífero. En la III Región se han reconocido pórfidos cupríferos correspondientes a esta franja como es el caso de Relincho al noreste de Vallenar, también existen numerosas brechas con matriz de turmalina en cuerpos intrusivos granodioríticos equigranulares, como las existentes en los distritos de San Pedro de Cachiyuyo, Cachiyuyo de Llampos, Los Azules y Cabeza de Vaca. Algunas de las brechas con matriz de turmalina presentan mineralización de cobre, la cual ocasionalmente puede estar acompañada de oro, tungsteno y/o molibdeno (Maksaev, 2001).

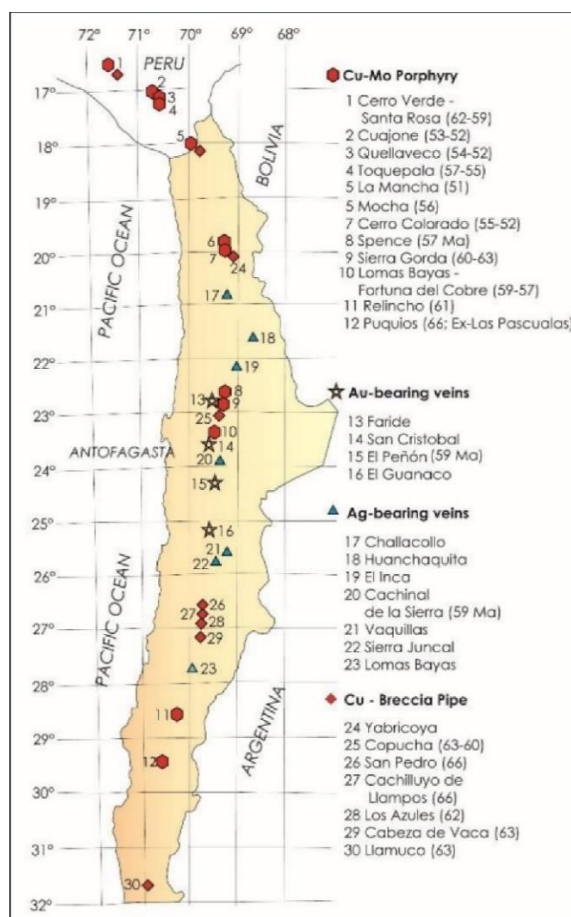


Figura 2.5: Franja metalogénica del Paleoceno-Eoceno inferior (Maksaev, 2017).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

La metodología que se aplicó en este estudio se basó fundamentalmente en poder caracterizar petrográficamente las muestras del área de estudio y determinar de forma precisa su distribución espacial como también la cuantificación mineralógica de éstas.

Este estudio considera su desarrollo en tres etapas principales: pre-terreno, terreno y post-terreno (gabinete).

3.1 Etapa de pre-terreno

Para esta etapa previa al terreno se recopiló información (tesis, libros, cartas geológicas, etc.) lo que permitió tener una visión más clara del área de interés y en base a esta información se realizó marco teórico y regional. También, a su vez se delimitó el área de estudio para crear una base de mapeo a escala 1:10000 con imágenes satelitales, utilizando el DATUM WGS 1984 zona 19S, obtenidas del programa computacional SASPlanet y georreferenciadas a través de ArcMap 10.5 (Figura 3.1).

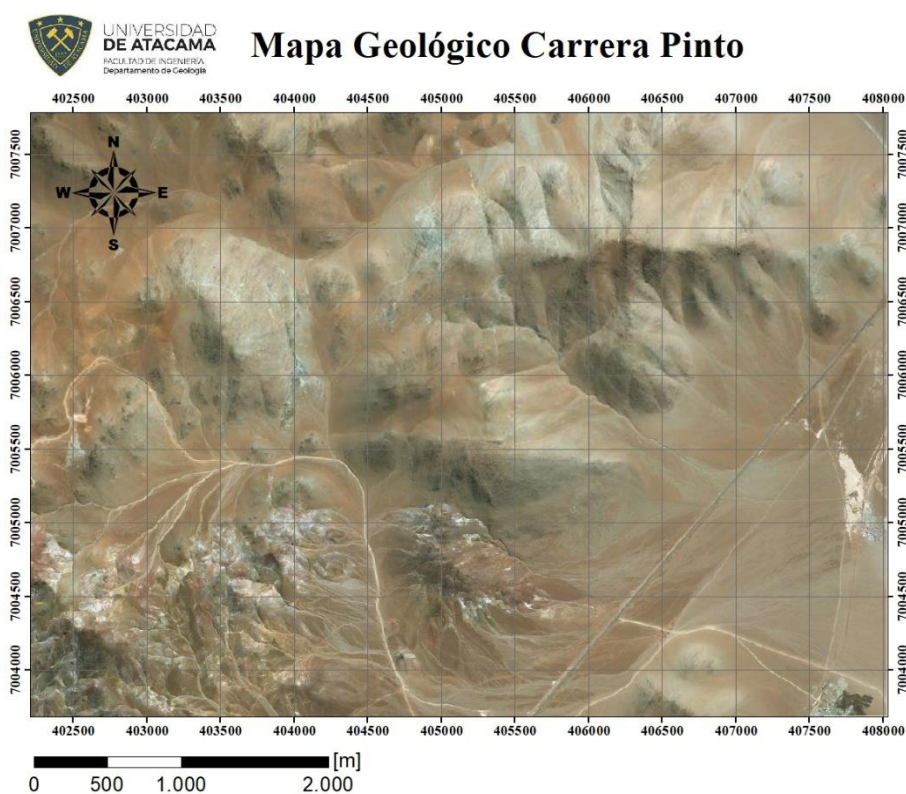


Figura 3.1: Base de mapeo geológico en coordenadas UTM dátum WGS84 zona 19S.

3.2 Etapa de terreno

El mapeo geológico consistió en 7 días efectivos de terreno, en el cual se realizó un levantamiento geológico de aproximadamente 20 km² de superficie a escala 1:10.000, con énfasis en la diferenciación de litologías, zonas de alteración hidrotermal y mineralización.

Todas las actividades realizadas en esta etapa quedaron registradas en una libreta de terreno, determinando un punto de control con sus respectivas coordenadas UTM utilizando un GPS Garmin eTrex 10.

Para la recolección de un total de 83 muestras de mano se llevó a cabo un protocolo de muestreo. El primero enfocado en la litología del área de estudio tomando una muestra de roca de caja fresca para la posterior diferenciación de litologías. En el segundo caso enfocado en labores mineras, consistió en un muestreo perpendicular a la veta donde se tomaba entre una o dos muestras por zonas (parte central y laterales) dependiendo de la potencia de ésta (Figura 3.2).

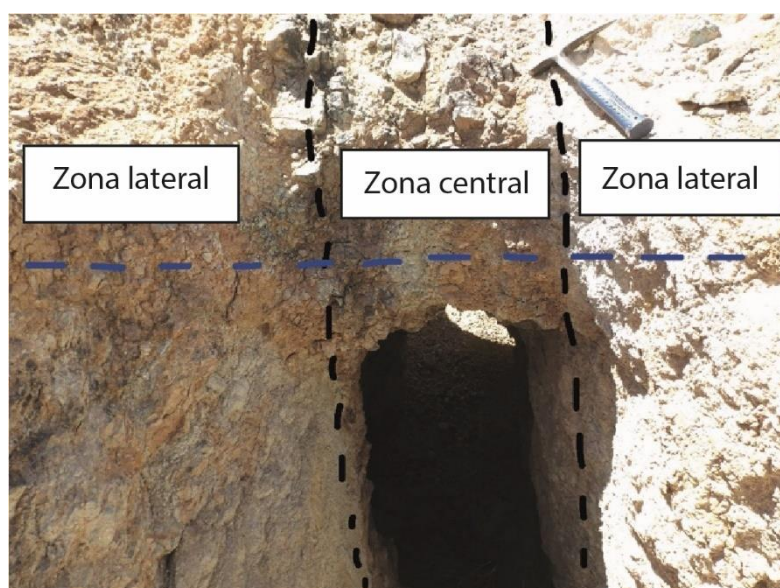


Figura 3.2: Representación del protocolo de muestreo para vetas.

Las muestras en terreno fueron descritas macroscópicamente de manera general utilizando el diagrama de clasificación Streckeisen (1978). También se realizaron mediciones de estructuras con la ayuda de una brújula Brunton, obteniéndose mediciones de rumbo, manteo y dirección de inclinación, en las cuales se aplicó la notación del sistema americano (ejemplo: N10°E; 85° NW).

3.3 Etapa de post-terreno (gabinete)

3.3.1 Análisis petrográfico

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Geología Económica como también en la sala de microscopía ubicada en el Departamento de Geología de la Universidad de Atacama.

Para la descripción microscópica se elaboraron 20 secciones delgadas que se analizaron en un microscopio polarizado de luz transmitida modelo Leitz Laborlux S. Este método permitió definir la composición mineralógica de las muestras por medio del diagrama de clasificación Streickeisen (1978). Además, se precisaron los tipos e intensidades de alteración.

También a partir de 20 secciones pulidas se realizaron estudios calcográficos en microscopio de luz reflejada marca KOZO, modelo XJP300. Para poder obtener las fotomicrografías estas se sacaron con un móvil Sony Xperia y un auxiliar con ajuste fotográfico para microscopio.

3.3.2 Análisis geoquímico

3.3.2.1 Fluorescencia de rayos X (XRF)

De manera general, la espectroscopía de fluorescencia de rayos X (XRF) utiliza radiación primaria de un tubo de rayos X para excitar la emisión de rayos X secundarios (fluorescencia) en una muestra y en base a la medición de los rayos secundarios emitidos, el analizador cuantifica la presencia de los diferentes elementos mayores y traza.

Con el fin de conocer la concentración de elementos de las muestras seleccionadas se utilizó la metodología de XRF perteneciente al Laboratorio de Geología Económica del Departamento de Geología de la Universidad de Atacama. Se utilizó el analizador portátil Bruker S1 TITAN que tiene un límite de detección con un rango que abarca desde 0,001% (10ppm) hasta un 100% de concentración. Este método relativamente preciso y rápido para el análisis químico de elementos fue aplicado a 83 muestras obteniéndose un total de 198 mediciones.

También a través de estos análisis y ArcMap 10.5, se pudo crear mapas de distribución con las concentraciones de los elementos estratégicos de interés en el área de estudio.

3.3.2.2 Difracción de rayos X (XRD)

La XRD corresponde a un método de identificación mineral cualitativa. Este se basa en la interferencia constructiva de rayos X monocromáticos y una muestra cristalina. Los rayos son producidos por un tubo de rayos catódicos tras calentar un filamento, acelerando los electrones al aplicar voltaje, el cual se filtra para producir radiación colimada, la cual pasa directamente a través de la muestra (Bunaciu et al., 2005). En geología, la difracción de rayos X es una herramienta importante en exploración, esto debido a que cada mineral presenta su propia estructura cristalina, por lo que adquiere un único patrón de difracción de rayos X, el cual al ser identificado permite su fácil reconocimiento (Bunaciu et al., 2005).

Las tres muestras seleccionadas para XRD se enviaron a la empresa Geomaq Limitada. Donde se utilizó un Difractómetro D8 Endeavor de la marca Bruker y los softwares Difracc.Eva y Difracc.Topas.

Con ello se realizó dos tipos de análisis:

- Análisis Roca Total: Corresponde a la metodología de análisis en polvo, el cual permite identificar y cuantificar especies minerales que poseen una estructura cristalina definida.
- Análisis Tratamiento de Arcillas: Corresponde a la metodología de análisis por protocolos de USGS (United States Geological Survey), para identificar minerales predominantes en fracción menor a 2 μm (arcillas).

3.3.3 Análisis Geoestadístico

3.3.3.1 Estadística univariable

Con los análisis recopilados de la fluorescencia de rayos X se realizaron gráficos de caja y bigotes (boxplot) con los cuales a través del método de cajas se pudo determinar el valor de fondo geoquímico (background) y el umbral de anomalías.

En los diagramas de caja y bigotes (Figura 3.3) la caja representa el 50% de los datos ordenados, acotados entre el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3) que corresponden estadísticamente al 25% y 75% de los datos respectivamente. La diferencia entre estos cuartiles entrega el valor de rango intercuartil (RIC) de la caja. La barra horizontal dentro de la caja representa a la mediana (Q2), cuya posición describe la simetría o inclinación de los datos. Las líneas proyectándose fuera de la caja son los bigotes. Finalmente, mediante los símbolos "x" y "o" se representan los valores atípicos superiores e inferiores respectivamente.

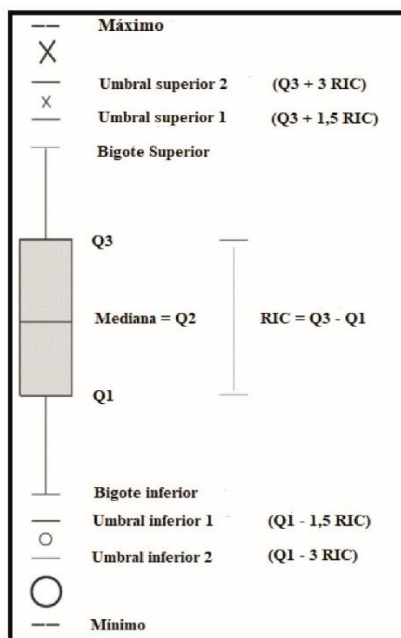


Figura 3.3: Representación esquemática del método de cajas (Modificado de Gutiérrez et al., 2012).

En exploración geoquímica los valores de mediana ($Q2$) están a menudo definidos como el background cuando existe un gran porcentaje de valores extremos dentro de los datos (Reimann et al., 2005). Pero, reconociendo que ese background es un rango y no solo un valor (Hawkes y Webb, 1962), se definió el background como el rango entre $Q1$ y $Q3$ todo lo que se encuentra dentro de la caja. Para la determinación del umbral superior 1 se realizó la ecuación:

$$\text{Umbral superior 1} = Q3 + 1,5 * (\text{RIC}) \text{ (Zhou et al., 2015)}$$

Con este procedimiento se dividieron los datos en 3 clases de parámetros estadísticos: (I) [$Q1 - Q3$] como el background, (II) [$Q3 - \text{Umbral Superior 1}$] como las anomalías bajas, (III) [$\text{Umbral superior 1} - \text{Máximo}$] como las anomalías altas.

La determinación de background para elementos, como por ejemplo el Co, que tienen más del 75% de sus datos bajo el límite de detección (datos censurados), su background da cero lo que fue denominado como $< \text{LDD}$. Mientras que para la clasificación de anomalías bajas se tomaron todos los valores por sobre el valor de “Clark” del elemento, mientras que las anomalías altas se tomaron con respecto a las discontinuidades presentadas en los datos de concentración de dicho elemento y el valor máximo detectado por el equipo.

3.3.3.2 Estadísticas multivariable

Tanto para la elaboración de la matriz de correlación de Spearman (1904) como para el análisis de conglomerados (Dendrograma) se utilizó el software Minitab Statistical. Los valores de correlación obtenidos a través de la matriz de Spearman se categorizaron según el estudio de Townley (1999) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Categorización de los valores de correlación según Townley (1999).

Valores de R	Categorías
> 0,8	Excelente correlación positiva
0,5 a 0,8	Buena correlación positiva
0 a 0,5	Mala correlación
-0,5 a 0	Mala correlación
- 0,8 a -0,5	Buena correlación negativa
< - 0,8	Excelente correlación negativa

En el caso del dendrograma para poder obtener una asociación de elementos más cercana a lo real, los datos fueron transformados a logaritmo en base 10 considerando que cuando se trabaja con este tipo de análisis multivariado es mejor ajustar los datos a un patrón de distribución, y lejos el patrón más aplicable en prospección geoquímica de elementos traza es la distribución lognormal (Ahrens, 1957). Posteriormente, fue realizado el análisis de conglomerados o clústeres, en donde se redujo el número de variables clasificándolas en grupos de acuerdo a la similitud en la distancia de sus coeficientes de correlación.

3.3.3.3 Mapa de puntos

Para la elaboración de mapas de puntos se utilizó el programa ArcMap 10.5 y la base de mapeo obtenida de SASPlanet, en donde se añadió los elementos de referencia geográfica como: flecha norte, escala 1:50000, grilla y leyenda.

En estos mapas se revela la distribución espacial de las concentraciones del elemento estudiado, en donde los puntos representan la ubicación del muestreo, y las variaciones de tamaño y color vienen dadas por la concentración de dicho elemento.

Como se indicó anteriormente la clasificación de las concentraciones resultantes para cada elemento se hicieron según los rangos definidos por el diagrama de caja y bigotes. A modo de ejemplo se exhibe la leyenda de elemento vanadio en el cual se muestran los rangos de concentración y su valor de Clark (Figura 3.4).

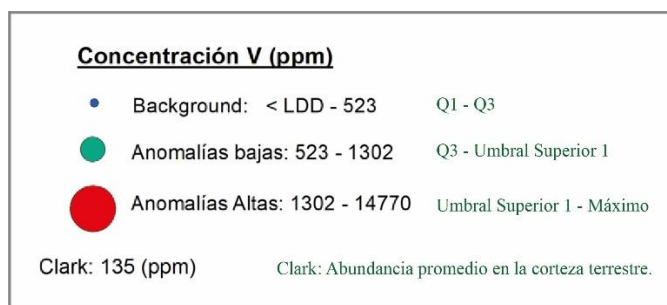


Figura 1.4: Rangos obtenidos del diagrama de caja y bigotes en la leyenda del vanadio.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS GEOLOGÍA LOCAL

La geología del área de estudio en Carrera Pinto se caracteriza por presentar unidades plutónicas y volcanoestratigráficas, además de zonas de alteración. Para definir estas unidades geológicas se utilizaron criterios mineralógicos (macroscópicos – microscópicos), relaciones de contacto y aspectos estructurales.

4.1 Unidades litológicas

4.1.1 Unidades intrusivas

4.1.1.1 Unidad de Microcuarzomonzodiorita porfídica (MCP)

Distribución y relaciones de contacto: Este cuerpo intrusivo es la unidad que aflora en gran parte del área de estudio, siendo esta la roca de caja que hospeda las vetas mineralizadas del distrito. Intruye a la unidad de Lava andesítica (LAn) e infrayace a la unidad de Depósitos Aluviales y Coluviales (DAC).

Litología:

Este cuerpo intrusivo presenta variaciones composicionales entre cuarzomonzodioritas a cuarzomonzonitas. La muestra A-01B macroscópicamente presenta textura holocristalina y porfídica. Se compone por un 20% fenocristales y un 80% de matriz. Los fenocristales son de plagioclasa con tamaños de cristales que varían de 2 a 5 mm y clinopiroxenos con tamaños de cristales que varían entre 1 a 2 mm. La matriz es “crecida” y está compuesta de plagioclasa, cuarzo, ortoclasa y minerales máficos. Microscópicamente, corresponde a una roca ígnea hipabisal con texturas holocristalina, hipidiomorfa y porfídica, la cual se compone de 20% de fenocristales y 80% de masa crecida. Los fenocristales corresponden a un 15% de plagioclasa con desarrollo cristalino subhedral a euhedral, cuyos tamaños varían entre 1,5 a 4,5 mm. Los fenocristales además incluyen un 5% de clinopiroxenos con desarrollo de cristales subhedrales a anhedral con tamaños que varían de 1 a 1,8 mm. La matriz es “crecida” y se compone de 46% de plagioclasa con tamaños que varían de 0,5 a 1 mm, un 15% de feldespato alcalino con desarrollo cristalino anhedral con tamaños entre 0,2 a 1,1 mm, un 8% de cuarzo con tamaños de 0,1 a 0,5 mm, 24 % de clinopiroxeno, un 5% de epidota y 2% de minerales opacos. Según Streckeisen (1978) y considerando las características texturales, esta roca se clasifica como microcuarzomonzodiorita porfídica (Figura 4.1).

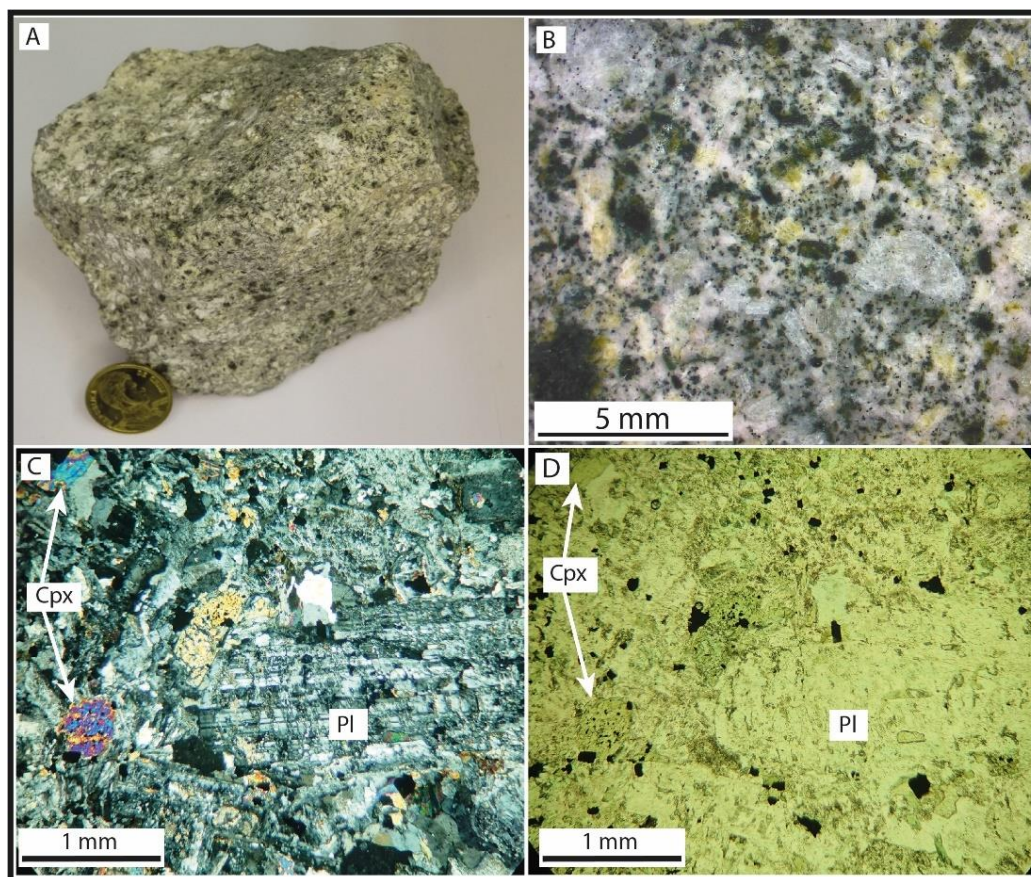


Figura 4.1: Microcuarzomonzodiorita porfídica (muestra A-01B). A) Muestra de mano. B) Fotografía con lupa binocular en aumento 1x. C) Fotomicrografía de sección transparente en nicols cruzados y en D) se observa la misma imagen en luz polarizada plana. Clinopiroxeno: Cpx; Plagioclasa: Pl.

La muestra A-02 corresponde a una roca ígnea hipabisal con textura holocristalina, hipidiomórfica y porfídica la cual se compone de 30% de fenocristales y 70% de masa “crecida”. Los fenocristales corresponden a un 24% de plagioclasas con desarrollo cristalino euhedral a subhedral, cuyos tamaños varían entre 1,1 a 4,5 mm. Los fenocristales además incluyen un 5% de clinopiroxenos con grados variables de uralitización y cloritización, con desarrollo de cristales de subhedrales a anhedrales con tamaño que varían de 1,9 a 2,4 mm. También se presentan feldespatos alcalinos (1%) con desarrollo cristalino anhedral, con tamaños de cristales que varían de 1 a 1,6 mm. La masa fundamental es crecida y está constituida por cuarzo (10%) anhedral de tamaño 0,1 a 0,6 mm; plagioclasa (32%) subhedral a eudrales de tamaño 0,2 a 0,8 mm con maclas simples, polisintéticas y zonaciones; feldespato potásico (40%) anhedral de tamaño 0,1 a 0,5 mm con pertitas; un 1% de biotita y 2% de minerales opacos. Según Streckeisen (1978) y considerando las características texturales, esta roca se clasifica como microcuarzomonzonita porfídica (Figura 4.2).

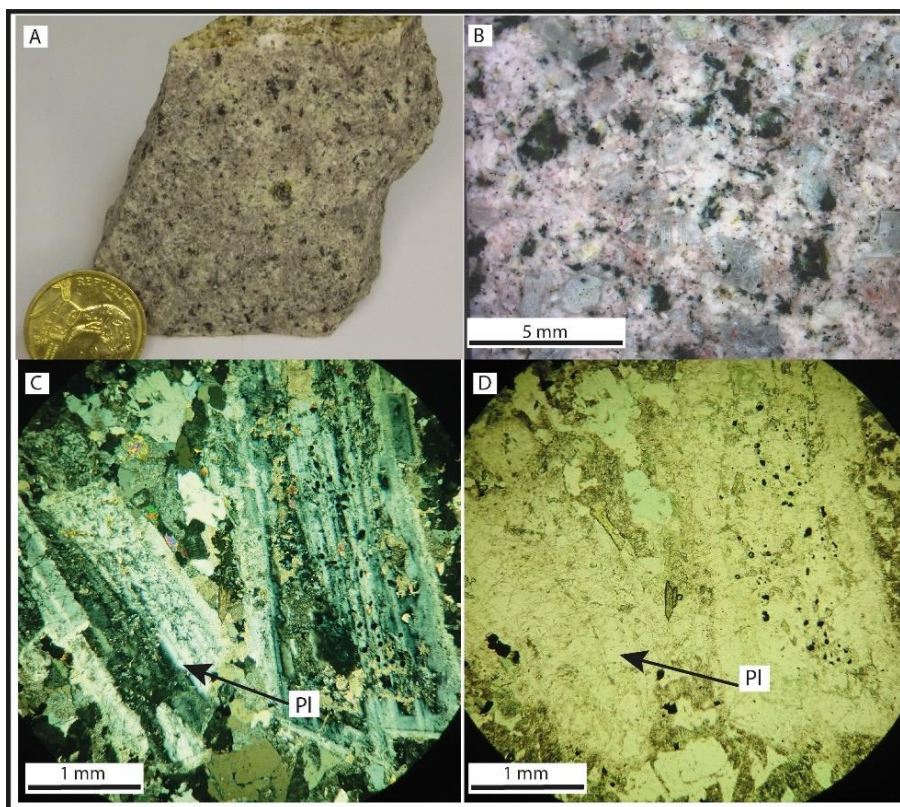


Figura 4.2: Microcuarzomonzonita porfidica (muestra A-02). A) Muestra de mano. B) Fotografía con lupa binocular en aumento 1x. C) Fotomicrografía de sección transparente en nicols cruzados y en D) se observa la misma imagen en luz polarizada plana. Plagioclasa: Pl.

Edad y correlaciones:

Esta unidad es correlacionable geográficamente con el intrusivo Plutón Cachiyuyo definido por Arévalo (1995). Edades de 62-60 Ma fueron obtenidas por Arévalo (1995) y Zentilli (1974) para el Plutón Cachiyuyo. Se puede inferir una edad Paleocena inferior para esta unidad.

4.1.2 Unidades estratificadas

4.1.2.1 Unidad de Lavas andesíticas (LAn)

Distribución y relaciones estratigráficas:

Esta unidad se distribuye en el sector suroeste del área de estudio, abarcando menos de la cuarta parte de ésta. Aflora como *roof pendant* sobre la unidad MCP e infrayace mediante no conformidad a la unidad de Depósitos aluviales y coluviales (DAC).

Litología:

Corresponde a lavas andesíticas de color gris verdosas. Macroscópicamente se identifica una textura porfídica presentando 60% de matriz afanítica oscura y 40% de fenocristales de plagioclasa subhedrales a euhedrales de grano medio con tamaños de 1 a 5 mm (Figura 4.3A). Además, se observa la presencia de minerales del grupo limonitas (Figura 4.3B).

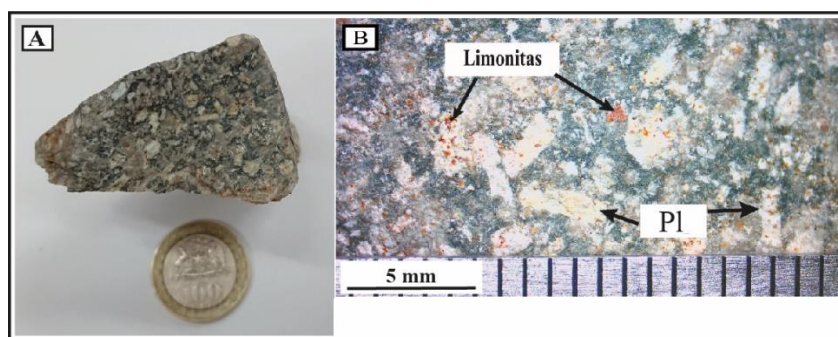


Figura 4.3: (A) Muestra B-53: Lava andesítica. (B) Se observa la presencia del grupo limonitas, fotografía sacada con lupa binocular. Plagioclasa: Pl.

Edad y correlaciones: Se correlaciona con las lavas andesíticas superiores de la formación Venado definida por Sepúlveda y Naranjo (1982). Se obtuvieron dos edades K-Ar, recalculadas de Zentilli (1974) en la secuencia de lavas y rocas epiclásticas indicando valores $55,6 \pm 2,4$ Ma (hornblenda) y $58,6 \pm 1,8$ Ma (roca total) que representan, probablemente a edades mínimas.

4.1.3 Unidades no consolidadas

4.1.3.1 Depósitos aluviales y coluviales (DAC)

Distribución y relaciones de contacto:

Esta unidad consiste en sedimentos no consolidados lo cuales se encuentran rellenando quebradas (Ver mapa en anexo). Estos depósitos, sobreyacen mediante no conformidad a las unidades de MCP y LAn.

Litología:

Los depósitos aluviales corresponden a sedimentos no consolidados constituidos por clastos tamaño grava, la matriz que soporta a estos clastos está compuesta de sedimentos finos a gruesos, como limos y arenas. Estos depósitos están asociados a sistemas de drenaje activo, incluyendo depósitos de flujos densos (corrientes de barro) y conos aluviales (Sepúlveda & Naranjo, 1982). Los depósitos coluviales corresponden a mezclas

caóticas de fragmentos rocosos angulosos a subangulosos de diversos tamaños, sin estratificación y con mala selección. Se restringen a taludes (escombros de falda) y a quebradas cortas y de gran pendiente como conos de deyección (Sepúlveda & Naranjo, 1982).

Edad y correlaciones:

Se deduce que son depósitos modernos basado en las relaciones de contacto y a que los procesos que los originaron aún están activos. Se le asigna una edad Pleistoceno-Holoceno según Sepúlveda y Naranjo (1982).

4.2 Estructuras Geológicas

Las estructuras geológicas presentes en el área de estudio corresponden principalmente a vetas, fallas con movimiento de rumbo y en menor ocurrencia diques con orientaciones N-S y W-E. Todas estas estructuras se emplazan en la unidad MCP.

4.2.1 Vetos

Corresponden a cuerpos mineralizados de simetría tabular con orientaciones NW-SE y NE-SW y de manteos subverticales entre 65° a 89° , por lo general con dirección de inclinación SW y NE. Las potencias de estas estructuras son irregulares variando desde los 30 cm hasta los 3 metros aproximadamente. En terreno se identificaron y midieron 24 datos estructurales correspondientes a vetas en labores mineras de reconocimiento. En algunos de los sacados localizados en el sector NE del área de estudio, pertenecientes a veta 1, la veta presenta una potencia aproximada de 2 metros con una orientación $N5^{\circ}W$; $85^{\circ}SW$. El núcleo de la veta está constituido por el grupo limonitas, presentando de leve a moderada brechización hidrotermal y concentrando mayormente mineralización de crisocola en su pared oeste (Figura 4.4). En todas las vetas se desarrolla alteración argílica de moderada a intensa.



Figura 4.4: Labor minera perteneciente a veta 1, veta con orientación $N5^{\circ}W$; $85^{\circ}SW$ en la cual se puede observar brechización hidrotermal en la zona central de ésta.

También se identificaron vetillas centimétricas, a los costados de una labor minera en veta 11, que exhiben formas sinuosas (Figura 4.5A) a rectas con bordes de hematita especular y textura de “diente de perro” (Figura 4.5B).

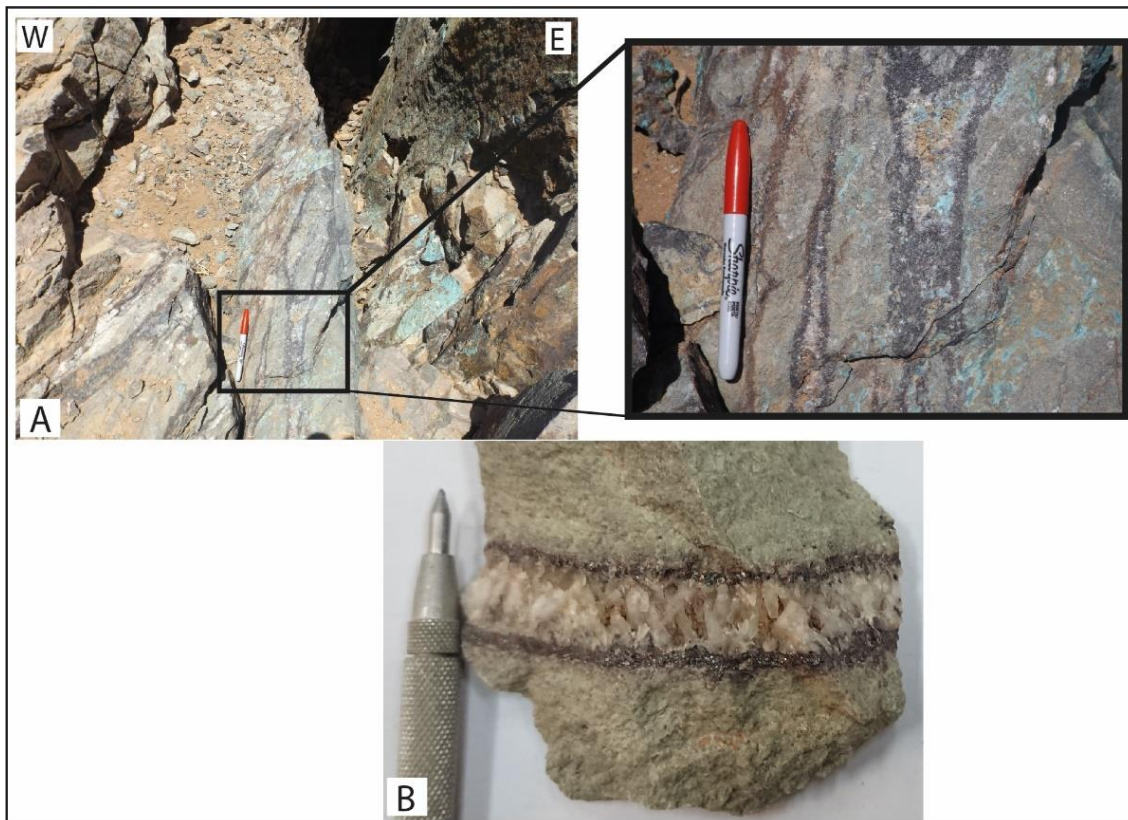
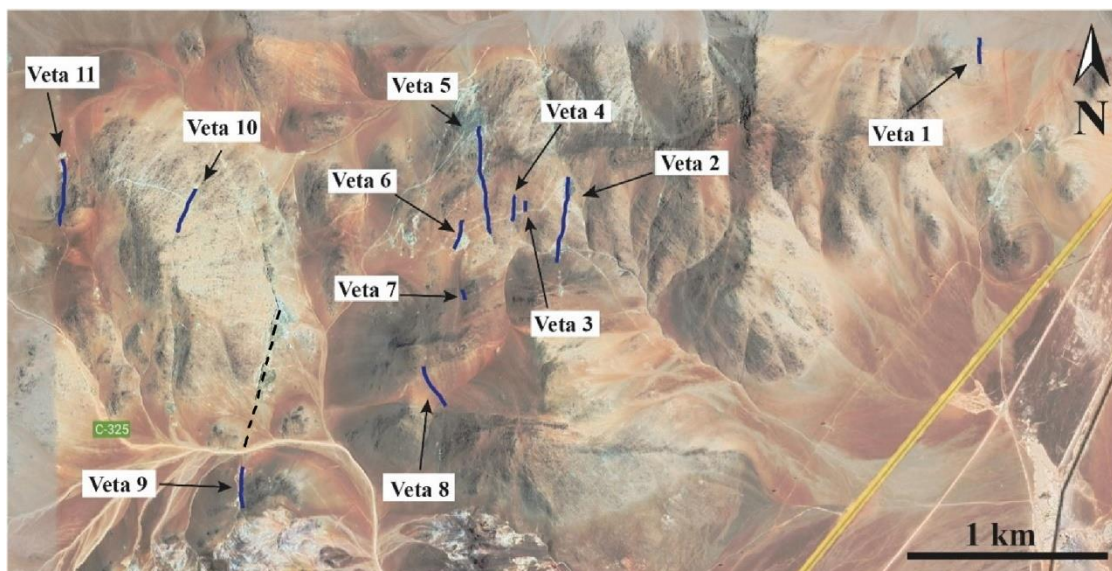


Figura 4.5: A) Vista de planta, donde se presentan vetas de cuarzo sinuosas en los costados de una labor minera en veta 11. B) Veta de cuarzo con bordes de hematita especular y textura de “diente de perro”.

A partir de los datos estructurales recopilados en terreno (Tabla 4.1) se construyó la proyección de 11 vetas principales, hospedadas en la unidad MCP, con ayuda de fotointerpretación (Figura 4.6).

Tabla 4.1: Actitud de las vetas estudiadas.

Veta	Tipo Americano
Veta 1	N5°W; 85°SW N7°W; 75°SW
Veta 2	N2°E; 89°NW N5°E; 85°NW N11°E; 81°NW N10°E; 80°NW N15°E; 85°NW
Veta 3	N13°E; 79°NW
Veta 4	N33°E; 81°NW N10°E; 77°NW
Veta 5	N10°W; 80°NE N3°W; 83°NE
Veta 6	N12°E; 86°NW N30°E; 76°NW
Veta 7	N26°W; 84°SW
Veta 8	N4°W; 45°SW N13°W; 60°SW N5°W; 65°SW
Veta 9	N5°W; 85°SW N4°W; 80°SW N8°W; 85°SW
Veta 10	N15°E; 80°NW
Veta 11	N15°W; 81°SW N5°E; 77°NW

**Figura 4.6:** Vista de planta de las 11 vetas estudiadas. En líneas azules se destaca las corridas de las vetas con formas sinuosas. En línea segmentada se marca la proyección hacia el N de veta 9.

4.2.2 Fallas

Otro elemento estructural importante son las fallas, las cuales se distribuyen a lo largo de la unidad de MCP, algunas de ellas se logran identificar en las labores mineras. Falla 1 exhibe una orientación N10°E; 75°NW (Figura 4.7A) y falla 2 tiene una orientación N5°W;78°SW (Figura 4.7B). Con las observaciones en terreno no se identificaron indicadores cinemáticos que permitieran determinar la cinemática de estas estructuras. Por último, falla 3 se identificó en un laboreo minero perteneciente a la veta 2 (Figura 4.7C), ésta cuenta con una orientación N-S y manteo subvertical. En la vista del plano de falla (Figura 4.7D) es posible observar los lineamientos de las estrías de fallas, en donde el bloque E se mueve hacia el norte mientras que el bloque W se mueve en dirección hacia el sur, dando lugar a una falla de desplazamiento horizontal de tipo sinistral.

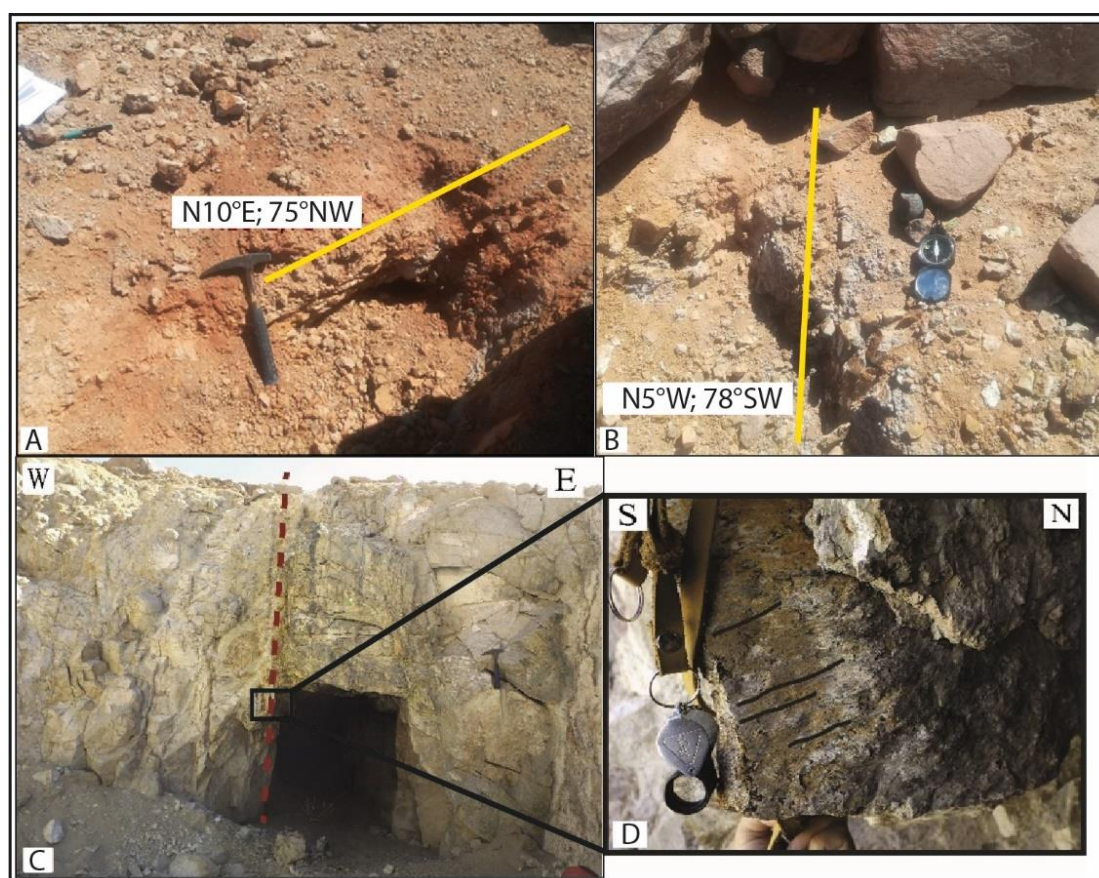


Figura 4.7: A) Falla 1. B) Falla 2. C) Labor minera en la cual se observa falla sinistral, línea roja segmentada indica el plano de falla. D) Vista del plano de falla, líneas negras marcan la orientación de las estrías de falla.

4.2.3 Diques

Finalmente, dentro del área de estudio afloran diques cortando a la unidad de MCP, los cuales se distribuyen con orientaciones N-S y W-E. Se identificaron dos diques en terreno: dique 1 de composición granodiorítica cuenta con una orientación $N5^{\circ}W; 85^{\circ}SW$, una corrida de 215 m y una potencia de 17 m aproximadamente. El dique 2 de composición tonalítica se distribuye a través de una corrida de 103 m, una potencia de 11 m y con una orientación $N75^{\circ}W; 88^{\circ}NE$, éste se encuentra cuasi-perpendicular al dique 1 (Figura 4.8). Se infiere a través de la imagen satelital que el dique 1 corta al dique 2, solo debido a que dique 1 se observa con una mejor continuidad (Figura 4.9).

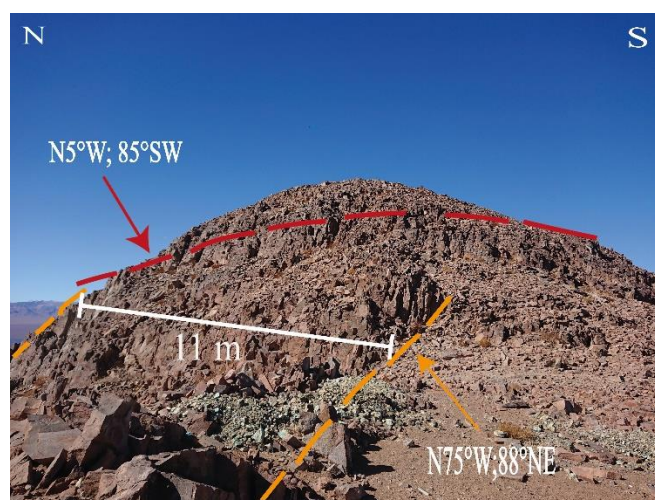


Figura 4.8: Diques cuasi-perpendiculares. líneas segmentadas rojas representan la orientación del dique 1 y las de color anaranjado a la orientación del dique 2.



Figura 2.9: Imagen satelital en donde se destacan con líneas segmentadas negras la corrida de los diques.

4.3 Alteración

Dentro del distrito Carrera Pinto se identifican dos tipos de alteración: una primaria de origen magmático afectando a la unidad intrusiva MCP durante su cristalización, y las secundarias de tipo hidrotermal y supérgena.

4.3.1 Alteración magmática

4.3.1.1 Alteración deutérica

Hekinian (1982) se refiere a la alteración deutérica como: “un cambio magmático de baja temperatura relacionado con la cristalización de un fundido. El término deutérico está restringido a reacciones que involucran cambios en las fases minerales primarias durante el proceso de cristalización magmática. Este tipo de alteración no debe ser confundida con metasomatismo que es el proceso involucrado en el reemplazo de una fase mineral por otra, debido a la introducción de material de una fuente externa. El agente del deuterismo es la materia volátil disuelta en el magma. A menudo el término autometasomatismo puede ser usado en lugar de deuterismo.”

Este tipo de alteración afecta a la unidad MCP, se puede observar principalmente en los clinopiroxenos. Estos cristales han sido transformados, a través del proceso de uralitización, a anfiboles como hornblenda y actinolita. Exhibiendo colores de birrefringencia altos y aspecto fibroso. También en menor medida se presentan alterando a clorita (Figura 4.8).

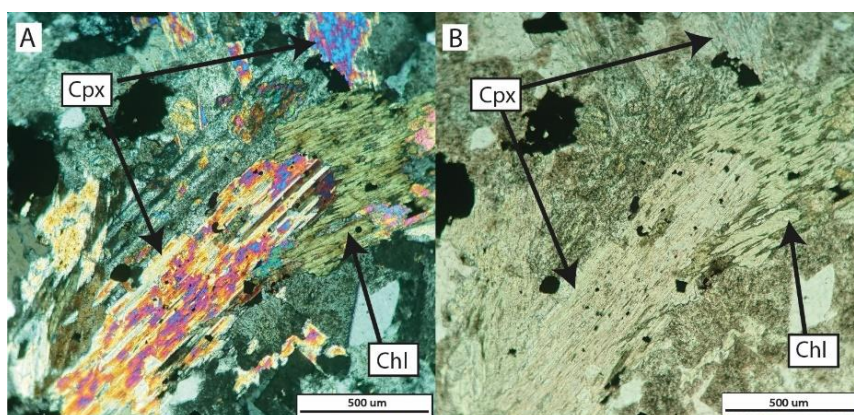


Figura 4.8: Uralitización de clinopiroxenos. A) Fotomicrografía en nicols cruzados que muestra clinopiroxenos uralitizados con colores de birrefringencia fuertes: azules, rosados y amarillos. También presentan cloritización en los bordes. B) Misma imagen en luz polarizada plana en la cual se observa el cristal con aspecto fibroso y pleocroísmo verde pálido. Clinopiroxeno: Cpx; Clorita: Chl.

4.3.2 Alteración hidrotermal

4.3.2.1 Alteración clorita-sericita-arcillas

Se presenta en algunas muestras como el halo de alteración hidrotermal que acompaña a las vetillas. Esta asociación se caracteriza por la presencia de cloritas alterando de forma selectiva a máficos, (principalmente biotita y en menor medida a clinopiroxenos), la sericita se desarrolla alterando de forma intensa a fenocristales de plagioclasa. Mientras que las arcillas se encuentran alterando a los feldespatos con una intensidad leve a moderada (Figura 4.9).

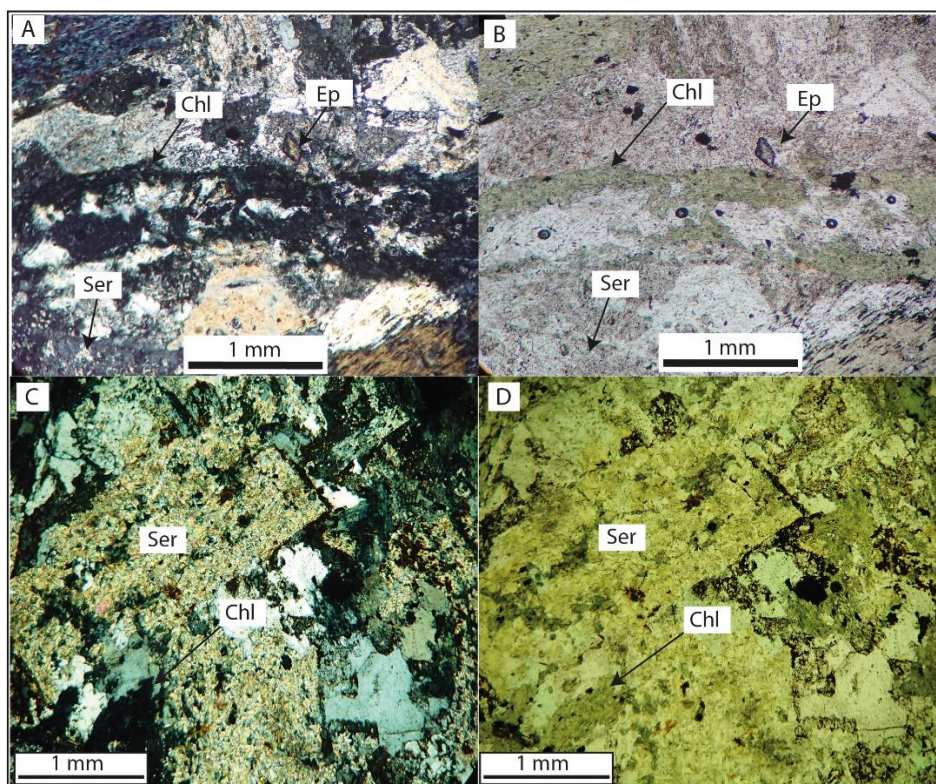


Figura 4.9: Alteración clorita-sericita-arcillas. A) Fotomicrografía en nicols cruzados donde se observa vetilla de cuarzo de 0,5 mm de espesor que en sus bordes presenta clorita férrica. B) Fotomicrografía anterior en luz polarizada plana. C) Fotomicrografía en la cual se muestra plagioclasas con alteración sericítica intensa. D) Fotomicrografía anterior en luz polarizada plana. Clorita: Chl; Sericita: Ser; Epidota: Ep.

4.3.2.2 Alteración cuarzo-sericítica-arcillas

Esta alteración ocurre en la gran mayoría de las muestras alteradas como una asociación mineralógica de cuarzo, sericita y arcillas. La sericita se caracteriza como alteración de fenocristales de plagioclasa (Figura 4.10A), ocurre de manera pervasiva y produciendo en algunos casos la destrucción total o parcial de los minerales primarios. Además, se encuentra en los bordes de vetillas de cuarzo (Figura 4.10B).

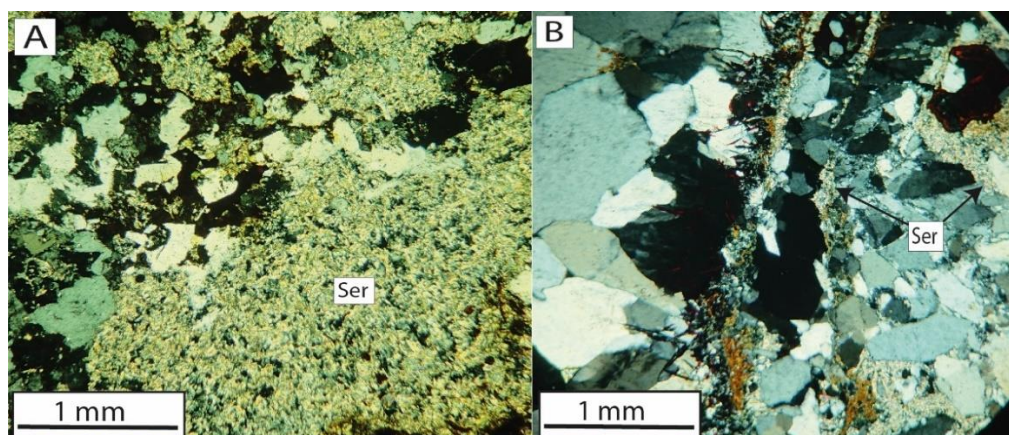


Figura 4.10: Alteración cuarzo-sericita. A) Fotomicrografía en nicoles cruzados en donde se observa un cristal de plagioclasa totalmente alterado junto con cuarzo secundario. B) Fotomicrografía que muestra vetillas de cuarzo con bordes de sericita. Sericita: Ser.

4.3.2.3 Silicificación

La alteración silíceá se exhibe en la gran mayoría de las muestras alteradas, con intensidades moderadas a intensas. Su ocurrencia es en vetas y vetillas formando stockworks de cuarzo o de manera masiva con texturas de mosaico (Figura 4.11B). También se presenta cuarzo secundario con textura de “diente de perro” envolviendo minerales opacos (Figura 4.11C) y a calcedonia en donde los microcristales de cuarzo forman texturas esferulíticas (Figura 4.11D).

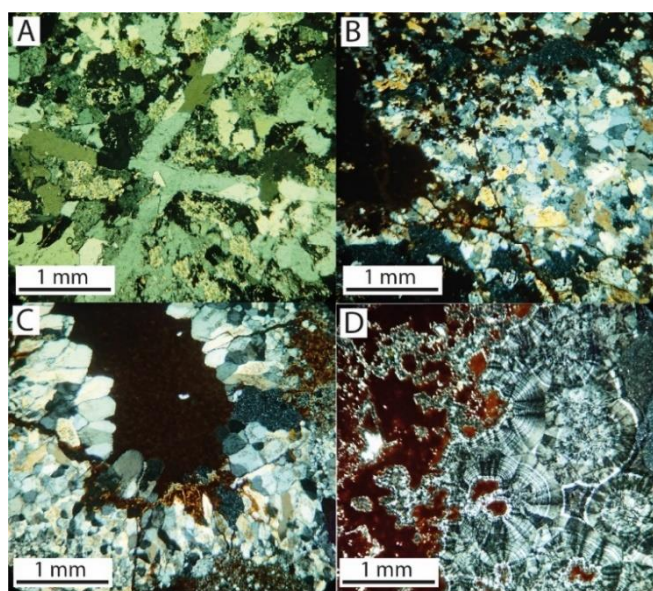


Figura 4.11: Alteración silíceá, Fotomicrografías en nicoles cruzados. A) Fotomicrografía en donde se observan vetillas rectas de cuarzo secundario de 0,2 mm de espesor. B) Fotomicrografía que muestra cuarzo secundario con textura de mosaico junto con minerales de mena. C) Fotomicrografía que muestra cuarzo

secundario con textura de diente de perro envolviendo minerales opacos. D) Fotomicrografía en donde se observa calcedonia (cuarzo microcristalino) con textura esferulítica.

4.3.2.4 Alteración argílica

Esta alteración está compuesta por arcillas y se puede observar en los bordes laterales de las vetas, en los cuales oblitera la roca de caja parcial o completamente. Se desarrolla con una intensidad moderada a alta y es de aspecto blanquecino (Figura 4.12A). En algunas muestras de rocas alteradas, mediante microscopio de luz transmitida, se observan pequeños cristales de alunita en una matriz de cuarzo microcristalino y arcillas (Figura 4.12C).

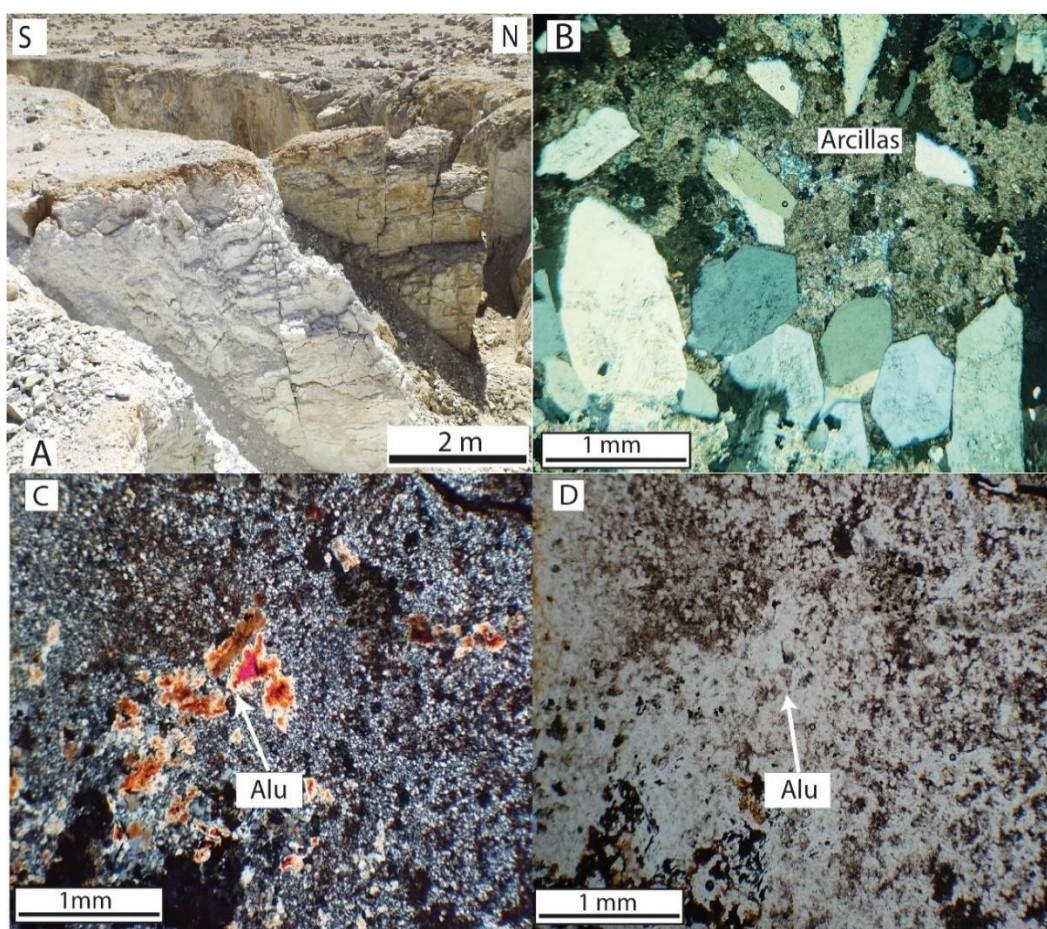


Figura 4.12: Alteración argílica. A) Roca de caja completamente obliterada. B) Fotomicrografía que muestra nuestra alteración de arcillas junto a cristales de cuarzo subhedral. C) Fotomicrografía donde se observa pequeños cristales de alunita en una matriz de cuarzo microcristalino y arcillas. D) Misma fotomicrografía anterior en luz polarizada plana. Alunita: Alu.

4.3.2.5 Vuggy sílica

Esta alteración está presente en zonas puntuales de la unidad LAn, El principal mineral corresponde a cuarzo residual (cuarzo oqueroso o vuggy sílica) que oblitera la roca de caja completamente, solo se reconocen los vuggy con forma tabular que posiblemente correspondieron a fenocristales de plagioclasa (Figura 4.13).

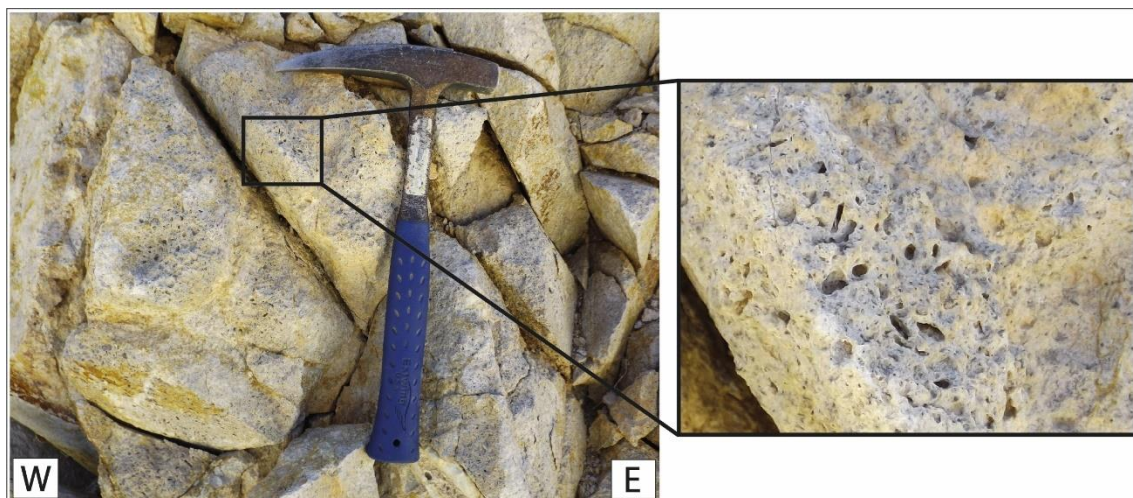


Figura 4.13: Alteración vuggy sílica.

4.3.3 Alteración supérgena

Corresponde a una alteración mineralógica compuesta por hematita y goetita (óxidos e hidróxidos de hierro), y jarosita (sulfatos de hierro y potasio), los que constituyen el grupo de las limonitas. Esta alteración ocurre con intensidad leve a moderada al interior de la totalidad de las vetas emplazadas en la unidad de MCP (Figura 4.14C). También esta alteración se encuentra localmente afectando a las rocas de la unidad LAn con intensidad leve a moderada. En láminas delgadas se observa al grupo limonitas envolviendo a cuarzo secundario micro y criptocristalino que posee textura en bandas crustiforme-colofórmica, además la goetita se encuentra reemplazando a la hematita (Figura 4.14A) y en la figura 4.14B se observa a la hematita con textura colofórmica característica de los productos de alteración supérgena.

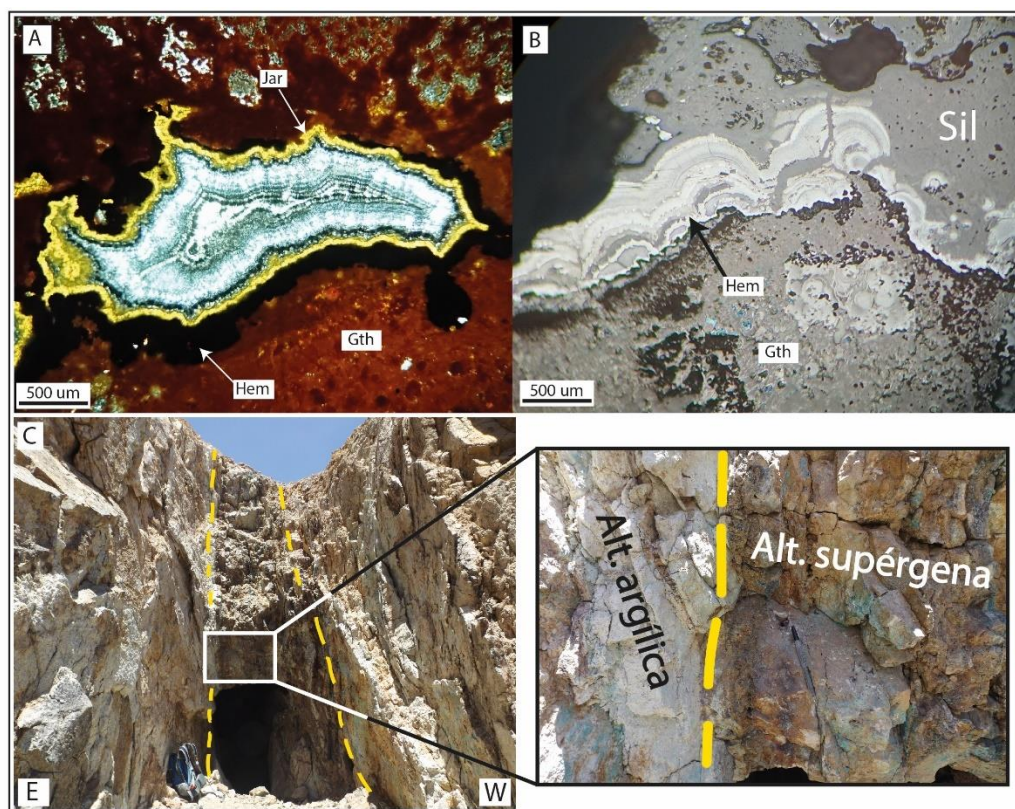


Figura 4.14: Alteración supérgena del grupo limonitas. A) Fotomicrografía de lámina delgada en donde se observa al grupo limonitas envolviendo a cuarzo micro y criptocristalino con textura en bandas crustiforme-colofórmica. B) Fotomicrografía de sección pulida en la cual se observa a la hematita (Hem) con textura colofórmica. C) Veta con alteración supérgena de limonitas en la zona central y asociada a alteración argílica en los costados. Jarosita: Jar; Hematita: Hem; Goetita: Gth; Silicatos: Sil.

4.4 Mineralización

La mineralización en el distrito Carrera Pinto está asociada a vetas, las cuales espacialmente están dispuestas paralelamente con orientaciones NE y NW. Se desarrollan dos tipos de mineralización una de sulfuros y otra de óxidos, siendo estos últimos los que se observan mayormente en el área de estudio. La información tomada en terreno se obtuvo directamente de las vetas trabajadas y de algunos desmontes antiguos.

4.4.1 Sulfuros

La mineralización de sulfuros se identificó principalmente a través de estudios calcográficos, ya que su ocurrencia es en forma diseminada. Uno de los sulfuros reconocidos con mayor frecuencia en los cortes pulidos es la galena, la cual exhibe los característicos surcos triangulares generados por el clivaje cúbico del mineral (Figura 4.15A). Además, se identificó la exsolución de calcopirita en un cristal esfalerita (Figura 4.15B). En una muestra obtenida de los desmontes de las antiguas labores, se presenta

calcopirita en el centro de una veta de cuarzo en conjunto con óxidos de cobre (Figura 4.15C). Adicionalmente, a través de análisis de XRF se identificaron minerales como wurtzita (sulfuro de zinc) y arsenosulvanita (sulfuro de cobre-vanadio-arsénico).

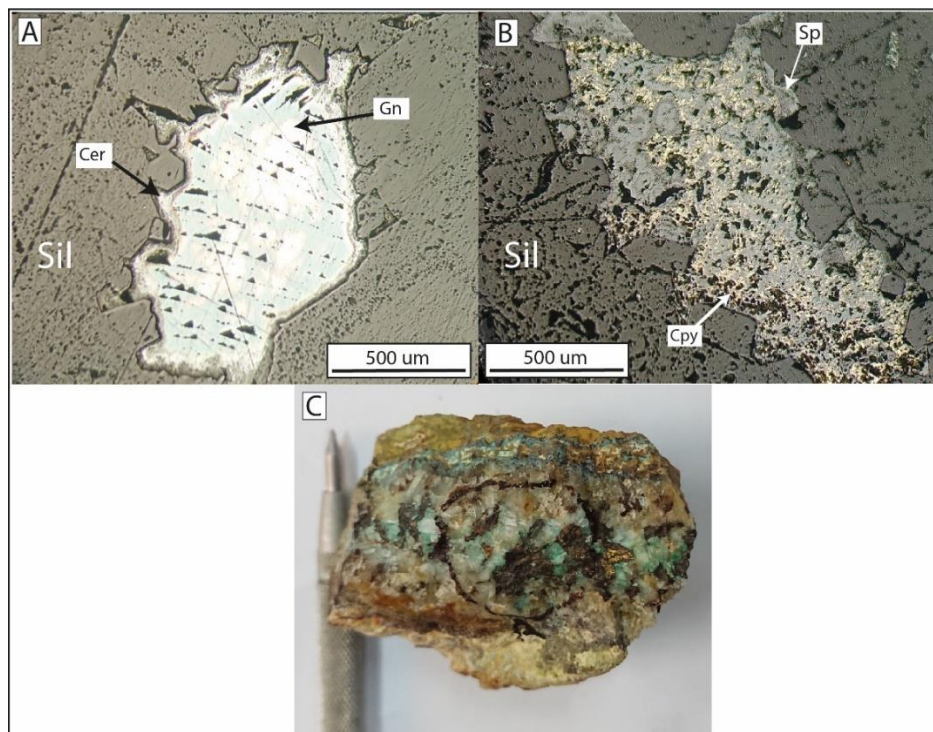


Figura 4.15: Sulfuros. A) Fotomicrografía en donde se observa cristal de galena con sus característicos surcos triangulares, además de bordes alterando a cerusita. B) Fotomicrografía que muestra blebs de calcopirita en un cristal de esfalerita. C) Muestra sacada de un desmonte en donde se observa veta de cuarzo con calcopirita. Silicato: Sil; Gn: Galena; Cer: Cerusita; Esfalerita: Sp; Calcopirita: Cpy.

4.4.2 Óxidos de Cobre-Plomo-Zinc

La mineralización de óxidos se evidencia en las labores mineras, en las cuales las vetas se ven afectadas por la alteración supérgena y argílica (Figura 4.14C) con presencia de minerales oxidados de cobre, plomo, zinc y minerales del grupo limonitas. Los silicatos de cobre como la crisocola, a nivel macroscópico, se presentan en las vetas relleno de fracturas y en forma de pátinas en las paredes de los laboreos (Figura 4.16A). En láminas delgadas se observa a la crisocola relleno de intersticios y en vetillas (Figura 4.16B), mientras que la cerusita (carbonato de plomo) se desarrolla en los bordes de cristales oxidados de galena. Además, en los análisis de XRD (Tabla 4.2) realizados a muestras obtenidas de laboreos mineros, identifican la presencia de baritina, minerales pertenecientes al grupo de las alunitas como ozarizawaita y beaverita.

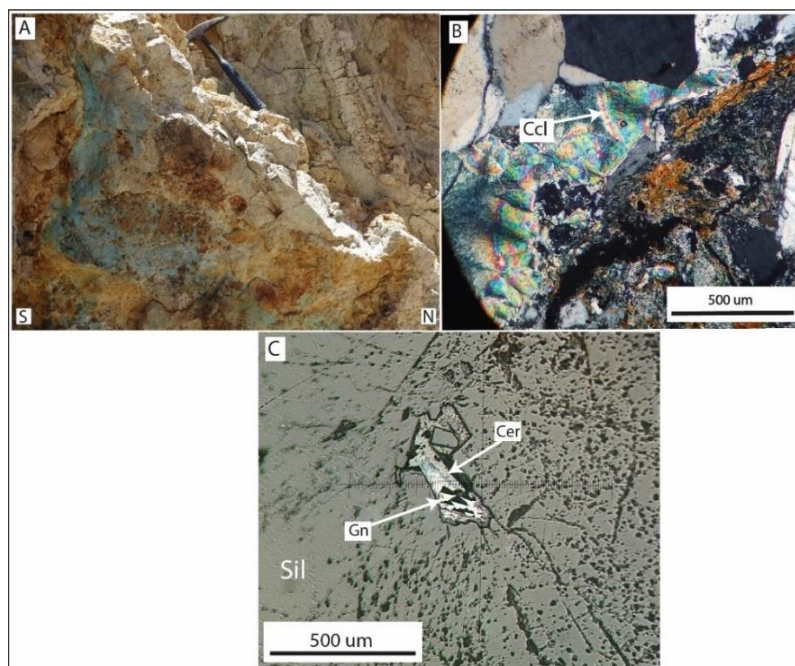


Figura 4.16: Óxidos de Cobre-Plomo-Zinc. A) Fotografía que muestra la pared de una labor minera con presencia de crisocola en patinas. B) Fotomicrografía en donde se observa a la crisocola relleno de intersticios entre cristales. C) Galena (blanco) alterando a cerusita (bordes grisáceos). Crisocola: Ccl; Silicato: Sil; Cerusita: Cer; Galena: Gn.

4.4.2 Oro

El oro es otro tipo de mineralización que se exhibe en los cortes pulidos de algunas muestras obtenidas desde las vetas, esta mineralización se caracteriza por pequeñas partículas de oro fino, con un tamaño inferior a 200 µm, ocurriendo de manera libre y diseminada en una asociación cuarzo – hematita especular (Figura 4.17) que constituye el relleno de algunas vetas observadas en el distrito Carrera Pinto.

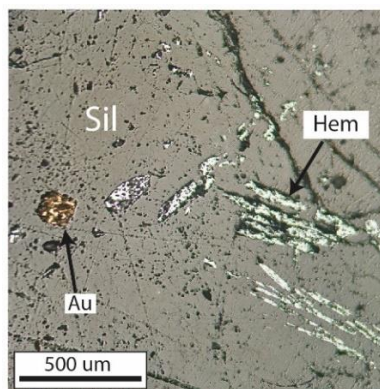


Figura 4.17: Fotomicrografía que muestra fragmento de oro fino junto a hematita especular inmersos en una matriz de silicatos. Silicatos: Sil; Oro: Au; Hematita: Hem.

4.5 Difracción de rayos X (XRD)

A través de los análisis de difracción de rayos X realizado a 3 muestras, se identificaron las siguientes fases/grupos de minerales (Tabla 4.2 y 4.3). En Anexos 4 se encuentran los difractogramas y análisis de XRF de dichas muestras.

Tabla 4.2: Fases minerales.

Fase Mineral	Fórmula	B-49 (%)	B-70AB (%)	B-73AB (%)
Cuarzo	SiO ₂	95,039	48,657	75,472
Maghemita	gamma-Fe ⁺⁺⁺ 2O ₃	0,462	< LDD	< LDD
Altaíta	PbTe	0,402	< LDD	< LDD
Pirocroita	Mn(OH) ₂	1,575	< LDD	< LDD
Cristobalita	SiO ₂	2,521	< LDD	< LDD
Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	< LDD	8,368	< LDD
Goetita	Fe ⁺⁺⁺ O(OH)	< LDD	4,984	0,745
Hematita	Fe ₂ O ₃	< LDD	3,605	3,406
Flogopita	KMg ₃ (Si ₃ Al)O ₁₀ (F,OH) ₂	< LDD	3,556	< LDD
Illita	(K,H ₃ O)(Al,Mg,Fe) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ [(OH) ₂ ,(H ₂	< LDD	27,92	< LDD
Clinocloro	(Mg,Fe ⁺⁺) ₅ Al(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	< LDD	2,911	< LDD
Cerusita	PbCO ₃	< LDD	< LDD	8,714
Osarizawaíta	PbCuAl ₂ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	< LDD	< LDD	1,045
Beaverita	PbCu ⁺⁺ (Fe ⁺⁺⁺ ,Al) ₂ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	< LDD	< LDD	1,617
Calcopirita	CuFeS ₂	< LDD	< LDD	4,604
Arsenosulvanita	Cu ₃ (As,V)S ₄	< LDD	< LDD	1,532
Wurtzita	(Zn,Fe)S	< LDD	< LDD	1,581
Baritina	BaSO ₄	< LDD	< LDD	1,284

Tabla 4.3: Fase/grupo mineral para arcillas.

Fase/Grupo Mineral	B-49AB	B-70AB	B-73AB
Caolinita	< LDD	2,159	3,35
Illita	1,805	0,957	< LDD
Montmorillonita-Illita	1,474	1,793	< LDD
Total (%)	3,28	4,91	3,35

CAPÍTULO V: RESULTADOS CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA

5.1 Generalidades

Con la finalidad de detectar la concentración y distribución de elementos de interés dentro del distrito Carrera Pinto, se realizó un levantamiento geoquímico con las muestras obtenidas de las rocas de caja de las distintas unidades del área y de los laboreos mineros. Éstas corresponden a 83 muestras de mano a las cuales se le realizaron 198 análisis químicos a través del método de fluorescencia de rayos X (XRF) y además 3 de ellas fueron seleccionadas para difracción de rayos X (XRD).

La totalidad de elementos obtenidos por los análisis de XRF se pueden ver en Anexo 1, mientras que para apartados posteriores en este capítulo solo se utilizaron los elementos de mayor interés para este trabajo, los que corresponden a V, Cu, Zn, As, Sb, Ba, W, Au y Pb.

Como base de referencia para el estudio de los elementos estratégicos y sus asociados, se utilizaron los datos de abundancia promedio de la corteza terrestre propuestos por Taylor (1964) (Tabla 5.1). Puesto que el límite de detección inferior para todos los elementos en este estudio es de 10 ppm, la simple presencia de elementos como por ejemplo Ag y Au ya corresponden a valores anómalos positivos.

Tabla 5.1: Promedio de abundancia de elementos de interés en la corteza terrestre y rocas ígneas en ppm.

Elemento	Taylor, 1964 Corteza terrestre	Goldschmidt, 1937 Rocas ígneas	Clarke, 1924 Rocas ígneas
V	135	150	170
Co	25	40	10
Cu	55	100	100
Zn	70	40	40
As	1,8	5	1
Ag	0,07	0,1	0,01
Sb	0,2	1	0,1
Ba	425	250	500
W	1,5	69	50
Au	0,004	0,005	0,001
Hg	0,08	0,5	0,1
Pb	12,5	16	20
Ce	60	46	-
U	2,7	4	800

5.2 Análisis geoestadísticos

5.2.1 Estadística univariable

Con el objetivo de tener una apreciación gráfica de las concentraciones de elementos por vetas (descartando las rocas de caja) y la concentración general de los elementos en las muestras del área (Figura 5.1, 5.2 y 5.3), se generaron gráficos de cajas y bigotes para cada elemento. Los gráficos restantes se pueden revisar en el anexo 2.

Cobre, Zinc, Plomo, Arsénico y Bario

El Cu presenta valores de mediana más altos en: Veta 3= 1,129%; Veta 10= 1,328%; Veta 11= 3,3% y valores atípicos superiores en: Veta 2= 14,52; Veta 3= 14,27%; Veta 9= 14,57% (Figura 5.1A).

El Zn cuenta con valores de mediana altos en: Veta 1= 0,627%, Veta 3= 0,375%, Veta 11= 0,615% y valores atípicos superiores en: Veta 1= 7,07%, Veta 3= 10,59%, Veta 6= 5,33% (Figura 5.1B).

El Pb presenta valores de mediana más altos en: Veta 3= 2,089%; Veta 6= 0,47%; Veta 11= 5,138% y valores atípicos superiores en: Veta 3= 79,5%; Veta 6= 43,24%; Veta 11= 100% (Figura 5.1C).

El As exhibe valores de mediana más altos en: Veta 3= 1,109%; Veta 11= 0,148%; Veta 11= 3,3% y valores atípicos superiores en: Veta 1= 1,594%; Veta 5= 1,21%; Veta 6= 2,7%; Veta 11= 3,973% (Figura 5.1D).

El Ba muestra valores de mediana más altos en: Veta 1= 0,086%; Veta 3= 0,068%; Veta 5= 0,058% y valores atípicos superiores en: Veta 8= 0,585%; Veta 11= 1,651% (Figura 5.1E).

Vanadio, Plata, Antimonio, Oro y Wolframio

El V cuenta con valores de mediana más altos en: Veta 3= 2935 ppm; Veta 6= 440 ppm; Veta 10= 400 ppm y valores atípicos superiores en: Veta 1= 6300 ppm; Veta 2= 12980 ppm; Veta 6= 14770 ppm (Figura 5.2A).

La Ag no muestra valores de mediana solo valores atípicos superiores en: Veta 2= 190 ppm; Veta 4= 30 ppm; Veta 5= 30 ppm; Veta 8= 230 ppm; Veta 9= 810 ppm (Figura 5.2B).

El Sb cuenta con valores de mediana más altos en: Veta 7= 270 ppm; Veta 10= 425 ppm y valores atípicos superiores en: Veta 2= 12130 ppm; Veta 6= 2190 ppm; Veta 9= 4240 ppm (Figura 5.2C).

El Au presenta valores de mediana más altos en: Veta 4= 15 ppm y valores atípicos superiores en: Veta 1= 700 ppm; Veta 2= 160 ppm; Veta 5= 30 ppm; Veta 6= 320 ppm; Veta 8= 10 ppm; Veta 9= 10 ppm (Figura 5.2D).

El W exhibe valores de mediana más altos en: Veta 1= 35 ppm; Veta 4= 145 ppm y valores atípicos superiores en: Veta 1= 4130 ppm; Veta 2= 1060 ppm; Veta 5= 320 ppm; Veta 6= 2200 ppm; Veta 9= 40 ppm; Veta 11= 10 ppm (Figura 5.2E).

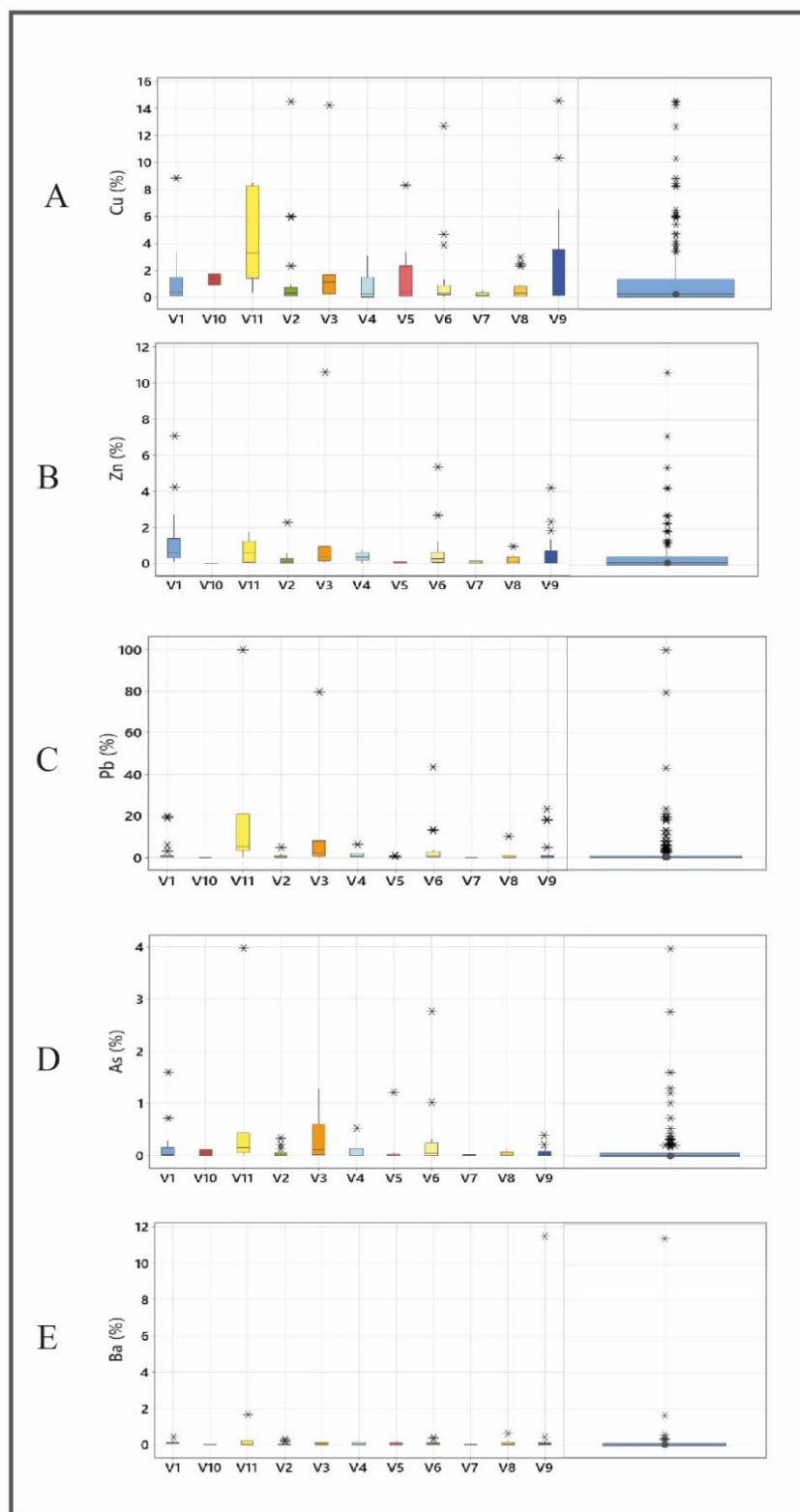


Figura 5.1: Gráfico de Boxplot con las concentraciones del elemento en muestras obtenidas de 11 vetas y su concentración general (incluyendo las rocas de cajas del área de estudio). A) Cu, B) Zn, C) Pb, D) As y E) Ba, valores en % en peso.

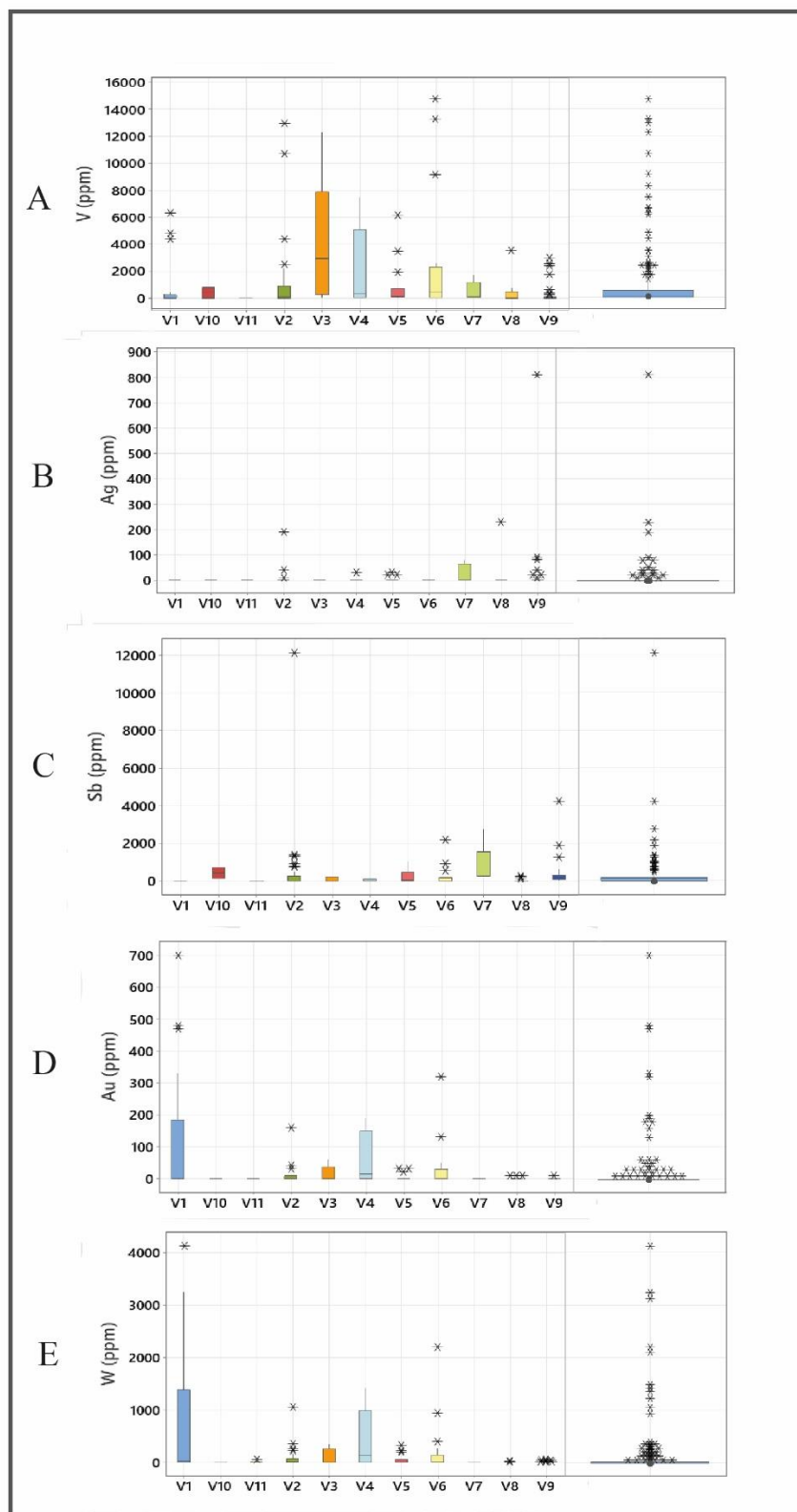


Figura 5.2: Gráfico de Boxplot con las concentraciones del elemento en muestras obtenidas de 11 vetas y su concentración general (incluyendo las rocas de cajas del área de estudio). A) V, B) Ag, C) Sb, D) Au y E) W, valores en ppm.

Cobalto y Cerio

El Co no muestra valores de mediana solo valores atípicos superiores en: Veta 1= 1240 ppm; Veta 2= 530 ppm; Veta 6= 200 ppm y Veta 9 con valores de 1290 y 1820 ppm (Figura 5.3A).

El Ce no muestra valores de mediana solo valores atípicos superiores en: Veta 1= 3860 ppm; Veta 6= 930 ppm; Veta 8= 2170 ppm y Veta 9= 1180 ppm (Figura 5.3B).

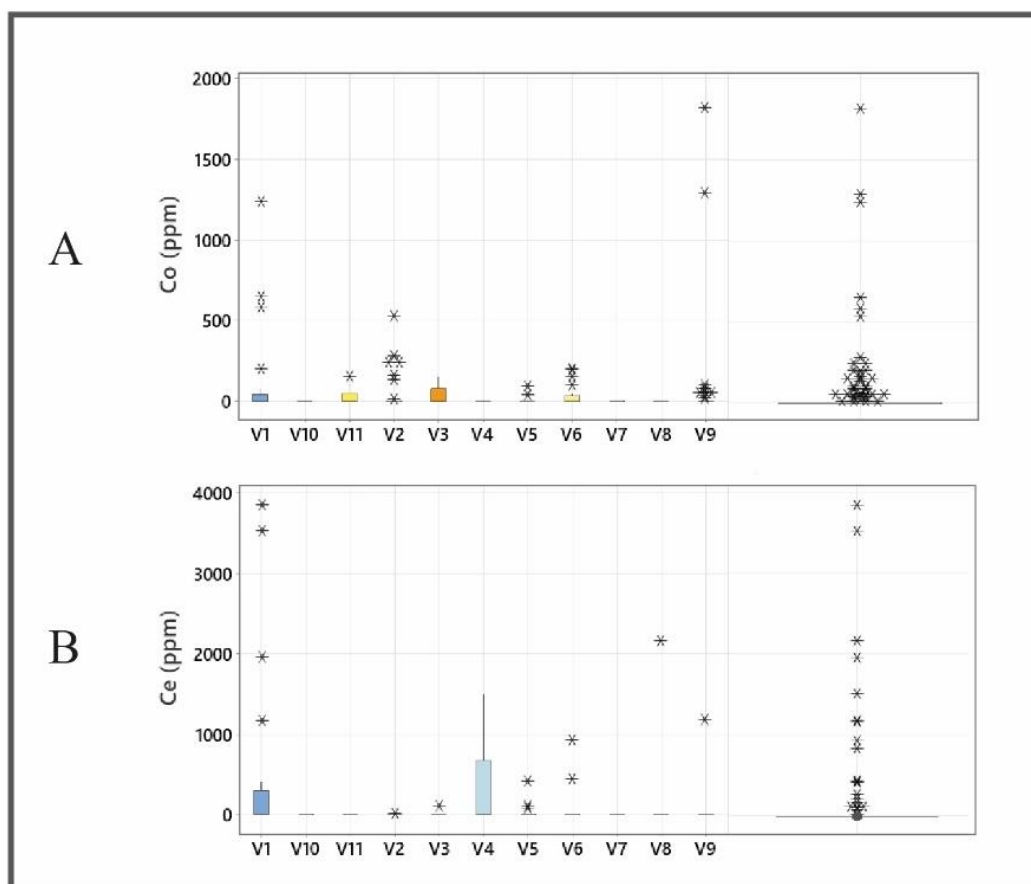


Figura 5.3: Gráfico de Boxplot con las concentraciones del elemento en muestras obtenidas de 11 vetas y su concentración general (incluyendo las rocas de cajas del área de estudio). A) Co y B) Ce, valores en ppm.

La tabla a continuación presenta un resumen con los valores de la distribución de las concentraciones generales por cada elemento de interés (Tabla 5.2), información obtenida de los gráficos de caja y bigotes (Figura 5.1, 5.2 y 5.3).

Tabla 5.2: Resumen con la distribución de concentraciones generales de cada elemento. Datos obtenidos de los gráficos de caja y bigotes.

Elemento	Mínimo	Q1	Q2	Q3	Máximo	Bigotes	RIC
V (ppm)	<LDD	<LDD	60	522,5	14770	0 ; 1280	522,5
Co (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	<LDD	1820	<LDD ; <LDD	<LDD
Cu (%)	0,002	0,0697	0,284	1,395	14,573	0,002 ; 3,328	1,325
Zn (%)	<LDD	0,0182	0,127	0,4367	10,594	<LDD ; 1,059	0,4185
As (%)	<LDD	<LDD	0,007	0,0645	3,973	<LDD ; 0,15	0,0645
Ag (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	<LDD	810	<LDD ; <LDD	<LDD
Sb (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	182,5	12130	<LDD ; 450	182,5
Ba (%)	<LDD	<LDD	0,046	0,0993	11,506	<LDD ; 0,238	0,0993
W (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	20	4130	< LDD ; 50	20
Au (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	<LDD	700	<LDD ; <LDD	<LDD
Hg (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	<LDD	940	<LDD ; <LDD	<LDD
Pb (%)	<LDD	0,018	0,155	0,872	100	<LDD ; 1,943	0,854
Ce (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	<LDD	3860	<LDD ; <LDD	<LDD
U (ppm)	<LDD	<LDD	<LDD	<LDD	2820	<LDD ; <LDD	<LDD

- < LDD: Bajo el límite de detección, mediciones (<10ppm).; Q1: Primer cuartil; Q2: Mediana; Q3: Tercer cuartil; RIC: Rango intercuartil.

La determinación de parámetros estadísticos (Tabla 5.3) se hace con el propósito de obtener la distribución espacial de las concentraciones por elemento con base a un valor de fondo (background), las anomalías bajas y altas del área de estudio.

Tabla 5.3: Parámetros estadísticos, valores en ppm y % en peso.

Elemento	Clark	Umbral Superior 1	Background	Anomalías bajas	Anomalías altas
V (ppm)	135	1302	<LDD - 523	523 - 1302	1302 - 14770
Co (ppm)	25	1240	<LDD	10 - 650	1240 - 1820
Cu (%)	0.0055	3,38	0,07 - 1,4	1,4 - 3,38	3,38 - 14,573
Zn (%)	0,007	1,065	0,018 - 0,437	0,437 - 1,065	1,065 - 10,5
As (%)	0,00018	0,16	<LDD - 0,065	0,065 - 0,16	0,16 - 3,97
Ag (ppm)	0.07	100	<LDD	10 - 100	100 - 810
Sb (ppm)	0,2	457	<LDD - 183	183 - 457	457 - 12130
Ba (%)	0,0425	0,248	<LDD - 0,099	0,099 - 0,248	0,248 - 11,51
W (ppm)	1,5	50	<LDD - 20	20 - 50	50 - 4130
Au (ppm)	0.004	350	<LDD	10 - 350	350 - 700
Hg (ppm)	0,08	120	<LDD	10 - 120	120 - 940
Pb (%)	0,00125	2,15	0,018 - 0,87	0,87 - 2,15	2,15 - 100
Ce (ppm)	60	1000	<LDD	10 - 1000	1000 - 3860
U (ppm)	2,7	930	<LDD	10 - 240	930 - 2820

5.2.2 Estadística multivariable

La estadística multivariable se realizó mediante el uso de la matriz de correlación de Spearman y dendrogramas (diagramas de árbol).

Matriz de correlación

Los diferentes elementos de interés son analizados a través de la matriz de correlación de Spearman para variables no normalizadas (Spearman, 1904), en la cual se mide la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables. Los resultados son expuestos en la Tabla 5.4. Los valores que se encuentran entre 0,5 y 0,8 son considerados buenos, mientras que los valores mayores a 0,8 son considerados excelentes según Townley (1999).

Tabla 5.4: Matriz de correlación de Spearman.

	V	As	Zn	Cu	Mo	Se	Pb	Tl	Hg	Ag	Sb	Ba	W	Au	Co	Ce
As	0,519															
Zn	0,291	0,366														
Cu	0,328	0,53	0,355													
Mo	0,137	0,387	0,324	0,517												
Se	0,152	0,462	0,208	0,517	0,405											
Pb	0,349	0,598	0,515	0,529	0,466	0,669										
Tl	0,384	0,676	0,415	0,503	0,462	0,645	0,782									
Hg	0,032	0,349	0,187	0,408	0,253	0,49	0,318	0,397								
Ag	0,044	0,061	0,022	0,221	0,215	0,158	0,135	0,12	0,065							
Sb	0,209	0,34	0,124	0,466	0,319	0,393	0,442	0,443	0,188	0,241						
Ba	0,153	0,141	0,284	-0,184	0,01	-0,212	0,049	-0,029	-0,008	-0,006	-0,143					
W	-0,205	-0,502	-0,018	-0,454	-0,405	-0,373	-0,341	-0,415	-0,187	-0,186	-0,407	0,135				
Au	-0,379	-0,545	-0,226	-0,407	-0,329	-0,166	-0,266	-0,391	-0,148	-0,124	-0,264	-0,003	0,595			
Co	-0,095	0,014	0,147	0,078	0,158	0,153	0,114	0,059	0,163	-0,119	-0,079	0,085	0,079	0,175		
Ce	-0,068	-0,184	0,039	-0,18	-0,09	-0,107	-0,062	-0,159	-0,001	-0,041	-0,248	0,243	0,238	0,37	0,165	
U	0,029	0,259	0,12	0,354	0,444	0,18	0,203	0,178	0,324	0,231	0,06	0,135	-0,245	-0,188	0,222	0,073

De la tabla anterior se observa lo siguiente: Los valores con buenas correlaciones positivas entre 0,5 y 0,8 son: Cu- (As; Se; Mo; Tl; Pb); Pb- (Zn; Tl); As- (V; Tl; Pb); Se- (Tl; Pb) y W-Au. Los elementos que presentan buenas correlaciones negativas entre -0,8 y -0,5 son: As-Au y As-W. Por el contrario, los elementos que presentan mala correlación (sin correlación) son todos aquellos valores que fluctúan entre -0,5 y 0,5 (valores amarillos y grises).

Estos datos solo nos facilitan de una guía para conocer cómo se distribuyen estadísticamente los elementos, las altas correlaciones pueden ser atribuidas a un sinnúmero de asociaciones mineralógicas y a una afinidad geoquímica durante el proceso de concentración y mineralización.

Dendrograma

Además de utilizar la matriz de correlación se realizaron análisis de conglomerados o clústeres. En este análisis multivariado se agrupa el número de elementos según el nivel

de similitud en la distancia de sus coeficientes de correlación, de esta manera se obtiene una imagen más clara de las correlaciones.

En el dendrograma (Figura 6.3) a un nivel de similitud del 50% se pueden distinguir 4 clústeres principales. El primero clúster (extremo izquierdo) se compone de 3 elementos (V, As, Zn). El segundo clúster, inmediatamente a la derecha, se compone de 7 elementos (Cu, Mo, Se, Pb, Tl, Sb, Ag). El tercer clúster se compone solo de 2 elementos (Hg, U) y el cuarto clúster, en el extremo derecho, se compone de 4 elementos (Ba, Ce, W, Au). Al nivel de similitud del 50% el Co no presenta asociación con otros elementos. Si se aumenta el nivel de similitud al 74% los elementos agrupados serían: V-As, Cu-Mo, Se-Pb-Tl y W-Au.

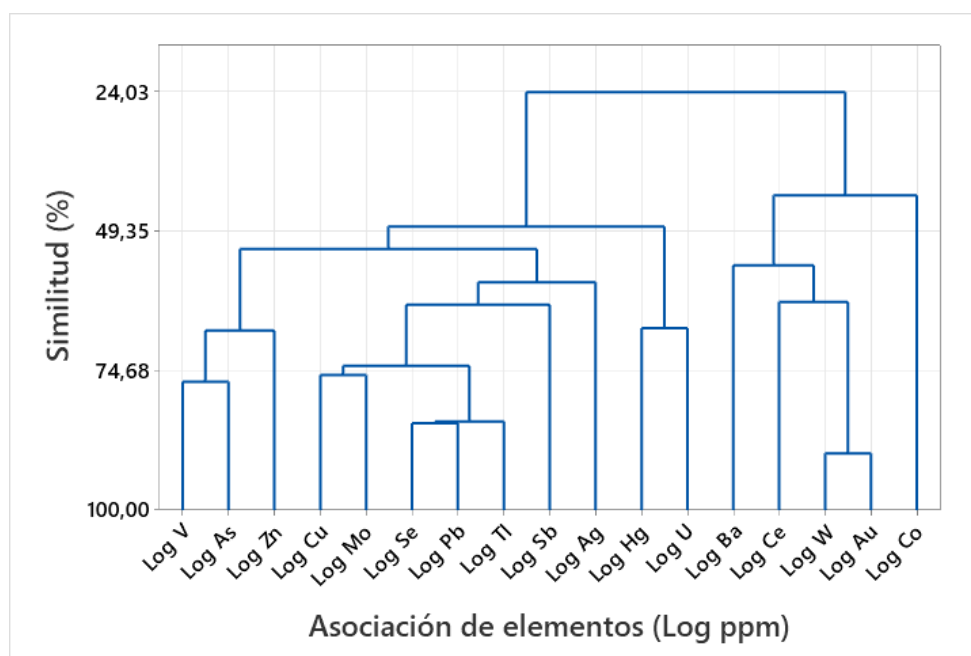


Figura 6.3: Gráfico de dendrograma en el que se exhiben las asociaciones de elementos.

5.2.3 Mapa de puntos

Con los parámetros estadísticos de los datos de distribución de concentraciones generales obtenidos a través de los gráficos de caja y bigotes (Tabla 5.3), se realizaron en ArcGis 10.5 mapas de puntos para observar la distribución espacial de estos elementos en el área de estudio. Para conocer los mapas de distribución espacial de los elementos Hg, Sb, Ce y U ver anexo 3.

Enfocando especialmente estos resultados en los elementos: V, As, Ba, W, Cu, Zn, Pb, Au, Ag, Co y Ce se tiene que:

Oro y plata

Para el Au las anomalías bajas con concentraciones entre 10-350 ppm representan el 15% del total de datos, en tanto que sus anomalías altas entre 350-700 ppm solo alcanzan el 1,5%, estas anomalías se localizan en la parte noroeste y central del área de estudio (Figura 5.4). A su vez la Ag tiene solo el 7,5% del total de datos en anomalías bajas entre 10-100 ppm y 1,5% en anomalías altas con concentraciones entre 100-810 ppm distribuidas mayormente en la parte central y suroeste del área (Figura 5.5). El resto de los datos tanto para el Au como la Ag se encuentran fuera de los límites inferiores de detección.

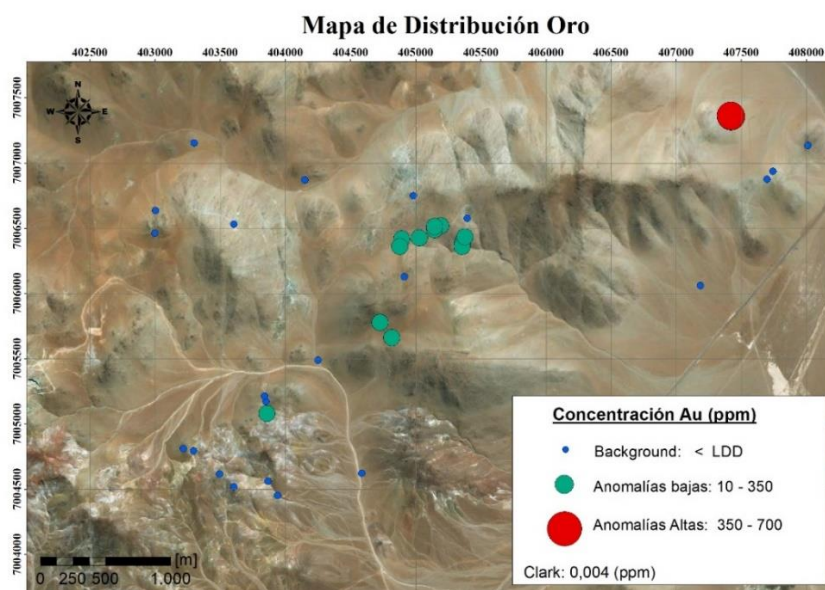


Figura 5.4: Distribución espacial de la concentración de Au (ppm) en el área de estudio.

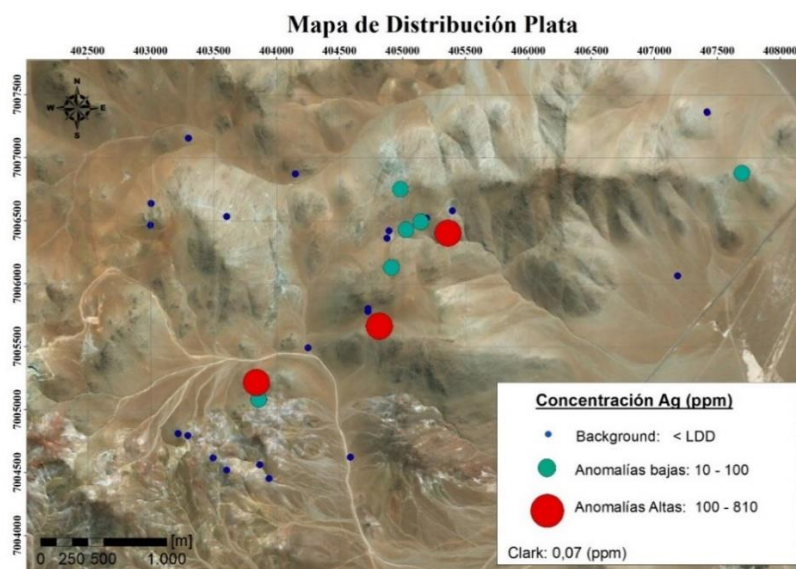


Figura 5.5: Distribución espacial de la concentración de Ag (ppm) en el área de estudio.

Vanadio, Arsénico, Bario y Wolframio

El V por su parte presenta un 17,5% de datos anómalos altos con concentraciones entre 1302-14770 ppm los cuales se distribuyen en la parte central oeste del mapa (Figura 5.6). El As a su vez cuenta con el 13% de valores anómalos altos con rangos de 0,16-3,97% de concentración. El elemento Ba cuenta con valores anómalos altos que van desde 0,248-11,51% que corresponden al 4,5% del total de datos. De los elementos estudiados el Ba es el único que presenta valores anómalos en las muestras de la unidad LAn en la zona suroeste del área de estudio. Los elementos As y Ba se ubican especialmente en tres zonas: suroeste, centro y noroeste (Figura 5.7 y 5.8). Por otro lado, W presenta valores anómalos altos entre 50-4130 ppm equivalentes al 21% total de datos (Figura 5.9).

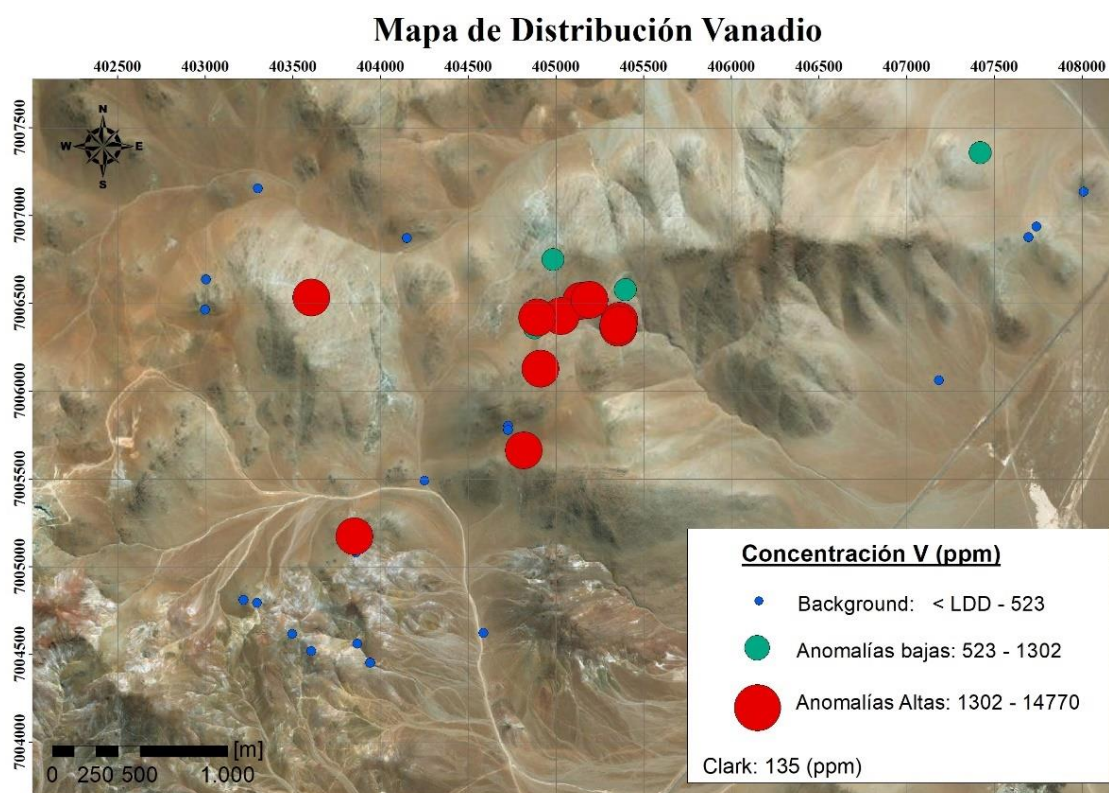


Figura 5.6: Distribución espacial de la concentración de V (ppm) en el área de estudio.

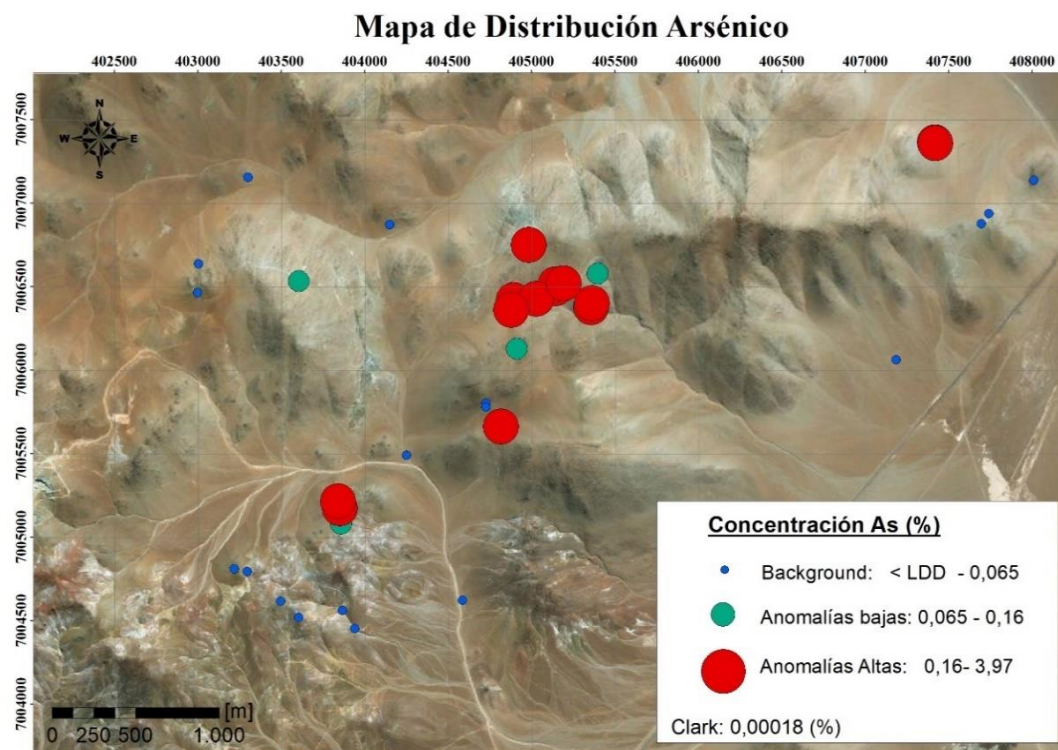


Figura 5.7: Distribución espacial de la concentración de As (%) en el área de estudio.

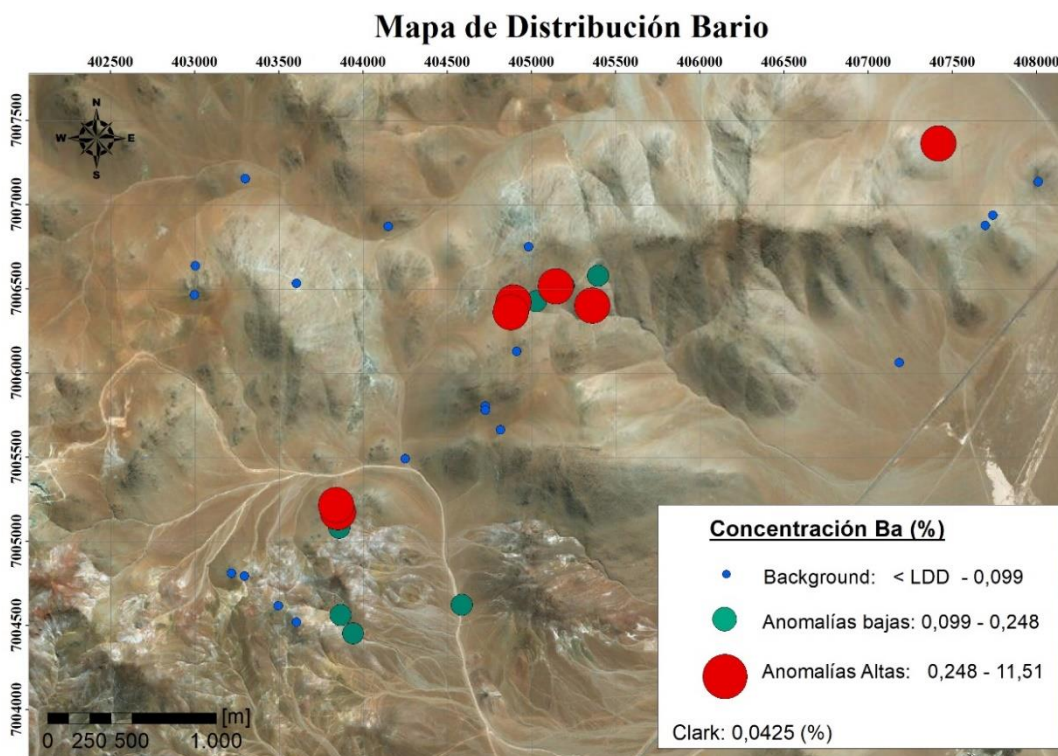


Figura 5.8: Distribución espacial de la concentración de Ba (%) en el área de estudio.

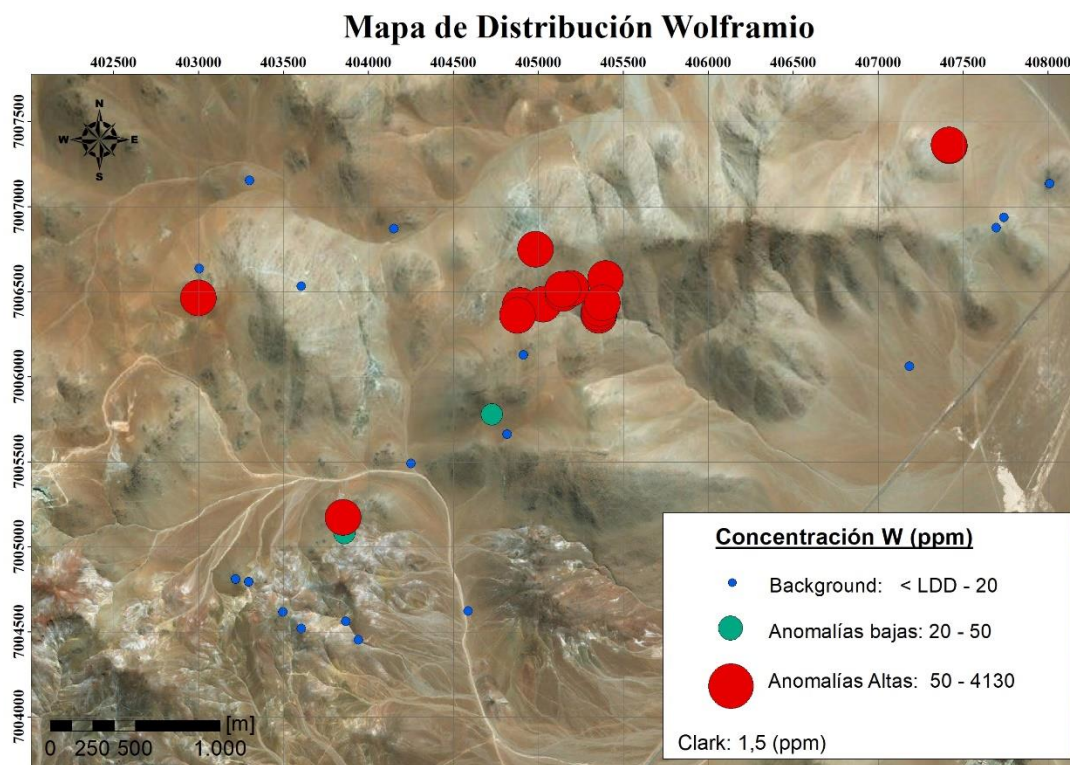


Figura 5.9: Distribución espacial de la concentración de W (ppm) en el área de estudio.

Cobre, Zinc y Plomo

El Cu entretanto se destaca en la mayoría de las labores muestreada, con concentraciones anómalas altas (3,38-14,5%) que representan solo el 12% de los datos, estos se distribuyen en la parte oeste, central y noreste del área (Figura 5.10). El Zn y el Pb en cambio solo se distribuyen de manera puntual en tres zonas: suroeste, central y noroeste (Figura 5.11 y 5.12). Las anomalías altas para el Zn corresponden al 10% con concentraciones entre 1,06-10,6%. Mientras tanto el Pb tiene 13% de datos con concentraciones anómalas altas que van desde el 2,15% hasta incluso llegar a exhibir valores muy anómalos de 79% y 100%.

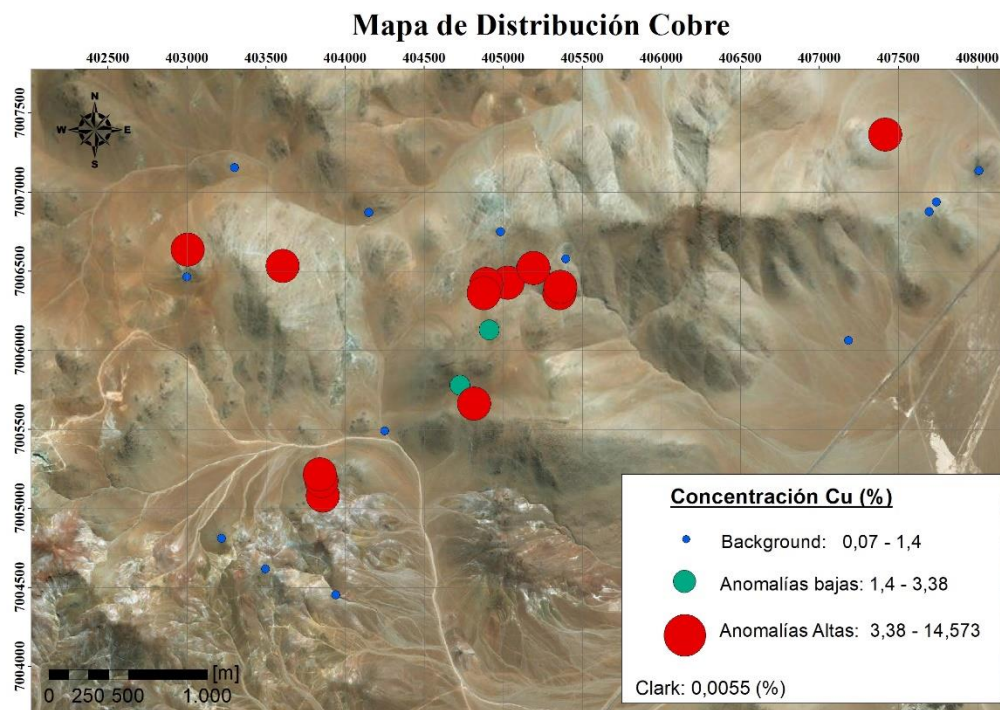


Figura 5.10: Distribución espacial de la concentración de Cu (%) en el área de estudio.

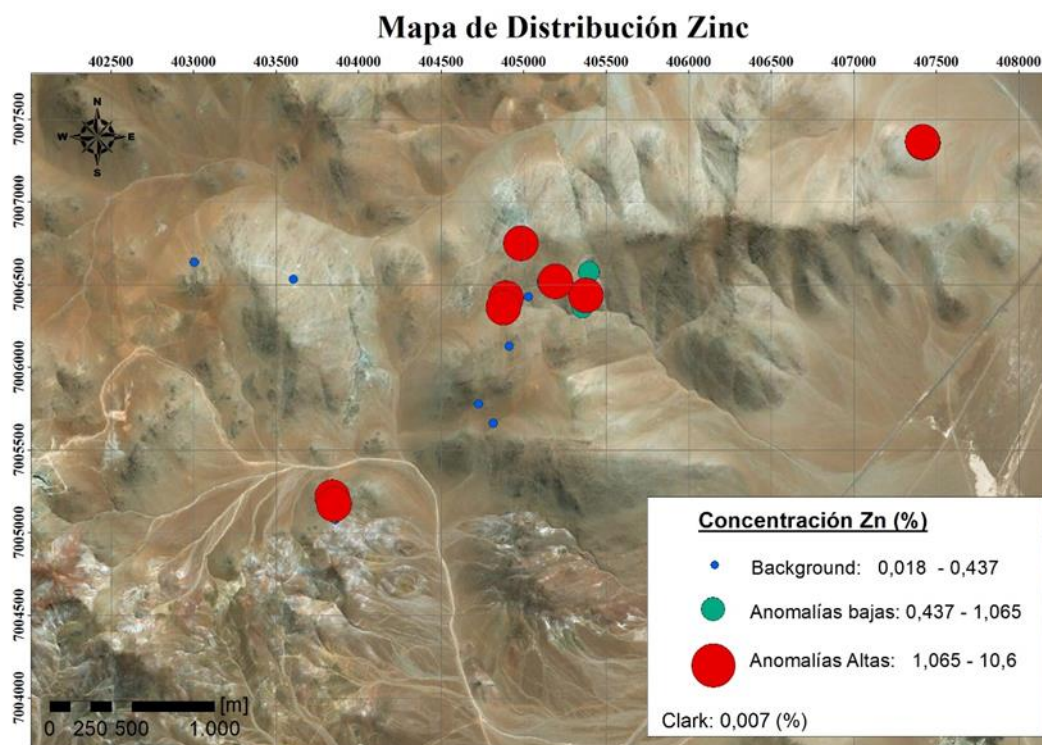


Figura 5.11: Distribución espacial de la concentración de Zn (%) en el área de estudio.

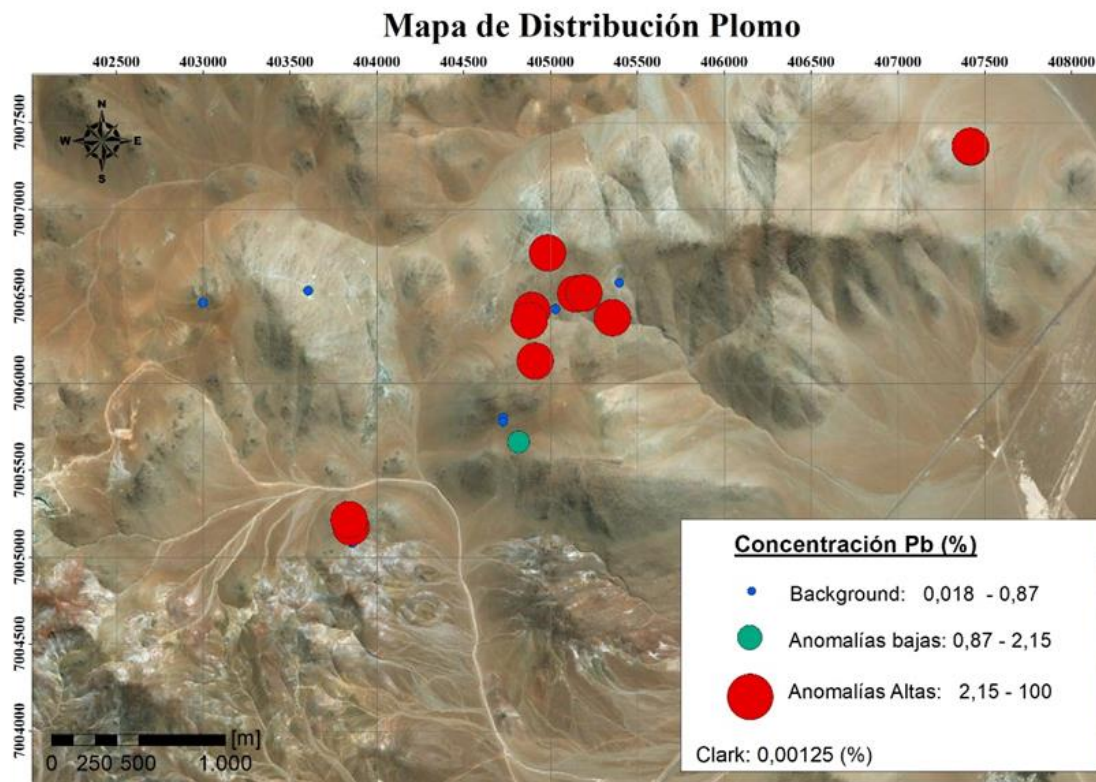


Figura 5.12: Distribución espacial de la concentración de Pb (%) en el área de estudio.

Cobalto y Cerio

El Co por su parte presenta un 15% de datos anómalos bajos con concentraciones entre 30-650 ppm, y un 1,5% de datos anómalos altos con concentraciones entre 1240-1820 ppm. El Ce a su vez cuenta con el 6% de valores anómalos bajos con concentraciones entre 80-1000 ppm y un 3,5% de datos anómalos altos con rangos entre 1000-3860 ppm de concentración. El Co y el Ce se distribuyen de manera puntual en tres zonas del área de estudio: suroeste, central y noroeste (Figura 5.13 y 5.14).

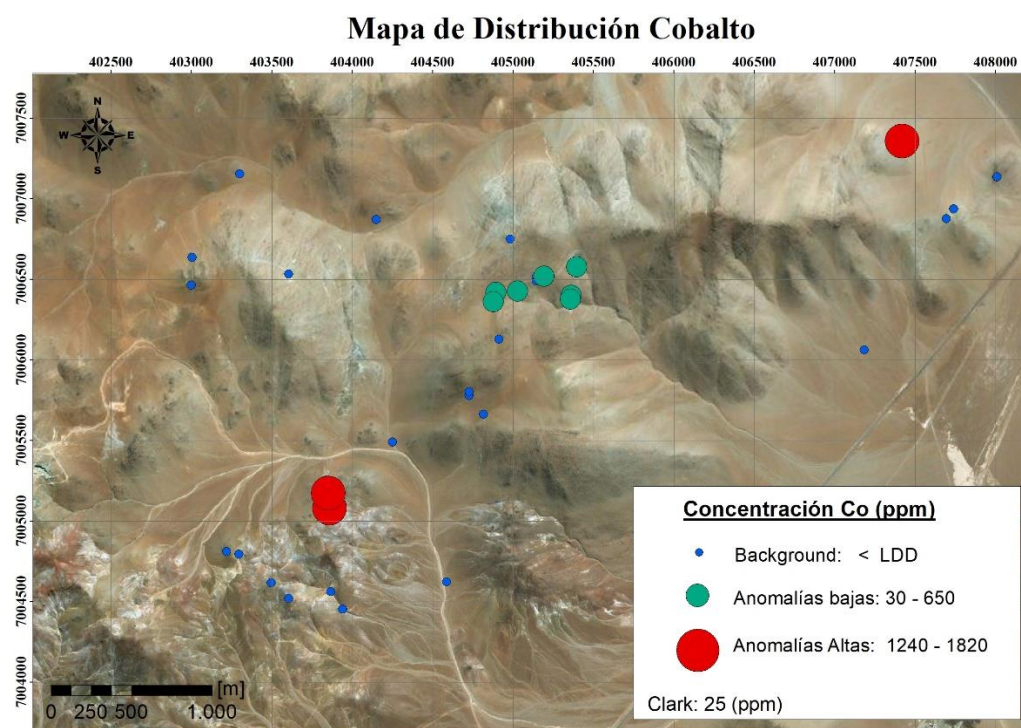


Figura 5.13: Distribución espacial de la concentración de Co (ppm) en el área de estudio.

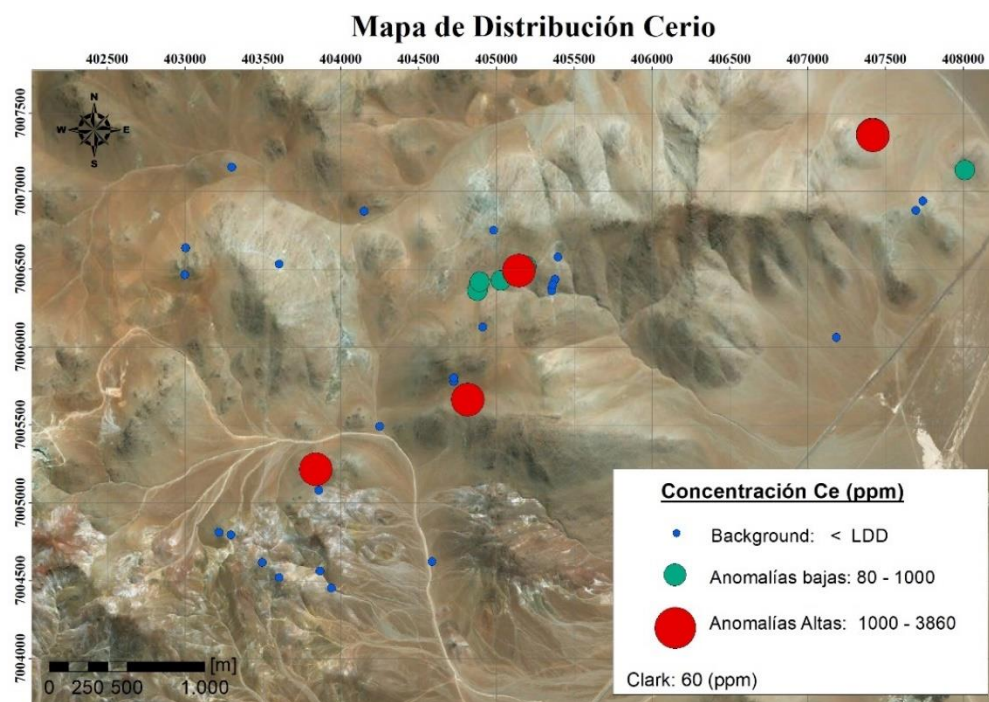


Figura 5.14: Distribución espacial de la concentración de Ce (ppm) en el área de estudio.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

6.1 Evolución geológica local

La evolución geológica del área de estudio comienza a desarrollarse a mediados de la segunda etapa del Ciclo Andino en la cual ocurre un evento compresional breve pero intenso denominado “Límite K/T” o Fase Incaica I. Durante el Cretácico tardío y parte del Paleógeno (Paleoceno hasta Eoceno medio) se desarrolló a lo largo del margen continental un arco magmático con una orientación NNE que se extendió entre las latitudes 23° y 27°S a lo largo de la Depresión Central (Charrier et al., 2009).

La actividad magmática cenozoica de este arco correspondió a erupción de abundantes depósitos volcánicos de carácter andesítico y sedimentos epiclásticos (Charrier et al., 2009) que constituyen a la unidad de Lavas andesíticas que se correlaciona con la Formación Venado definida por Sepúlveda y Naranjo (1982). Contemporáneamente, esta actividad magmática dio lugar al emplazamiento de una serie de complejos intrusivos tales como la unidad de microcuarzomonzodiorita porfídica (MCP) que se interpreta como un cuerpo intrusivo hipabisal emplazado a profundidades someras, asociada a rocas intrusivas de composición intermedia que incluye dos fases de enfriamiento. Esta unidad que aflora en casi la totalidad del área de estudio se correlaciona espacialmente al Plutón Cachiyuyo (62-60 Ma) definido por Iriarte et al. (1996). Ambas unidades LAn y MCP forman parte del Complejo plutónico-volcánico Cachiyuyo. Según Iriarte et al. (1996) y Arévalo (1995) este complejo plutónico-volcánico representaría probablemente los restos de un estratovolcán erodado cuyo núcleo fue intruido por un stock de granodiorita durante etapas tardías del mismo ciclo volcánico.

En este período a lo largo del arco volcano-plutónico, durante el Paleoceno a Eoceno temprano se formaron pequeños pórfidos de Cu (~59 a 52 Ma; Sillitoe y Perelló 2005) (Figura 6.1). Este conjunto de depósitos minerales constituye la tercera mayor concentración de cobre en los Andes Centrales.

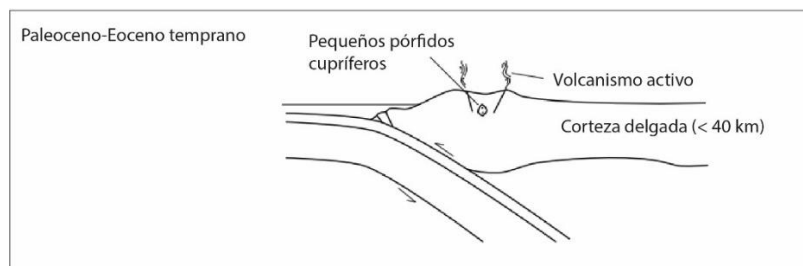


Figura 6.1: Sección tectomagmática del margen andino central del norte y centro de Chile que muestra la franja metalogénica Paleoceno-Eocena temprana. Se presentan condiciones neutras a levemente extensionales con volcanismo activo y formación de pequeños pórfidos cupríferos. Modificado de Sillitoe y Perelló (2005)

Posterior a estos eventos compresivos se genera un régimen extensional que dio lugar a la formación de fallas en la unidad de MCP, generando estructuras normales y de cizalle que ayudaron al ascenso de fluidos hidrotermales.

La actividad volcánica y plutónica continuó ininterrumpidamente hasta fines del Eoceno, nuevos eventos de deformación compresiva ocurrieron durante el Eoceno medio a Superior conocidos como la Fase Incaica Principal y Orogenia Pehuenche respectivamente (Charrier et al., 2007).

Estos eventos de deformación tectónica compresiva habrían provocado la inversión de las estructuras principales presentes, las cuales se habrían reactivado en este período generando un alzamiento generalizado en la zona de estudio, y la consecuente exhumación (Iriarte et al., 1996) de la unidad MCP que provocó el enriquecimiento supérgeno de las estructuras mineralizadas.

Finalmente, la unidad de Depósitos aluviales y coluviales (DAC) que cubre a las unidades MCP y LAn se interpreta como los depósitos más recientes, con un bajo transporte y de composición similar a las unidades adyacentes, la matriz de limo-arenosa sugiere que han sido incorporadas a un flujo denso, asociadas a drenajes activos y esporádicos. De acuerdo con lo descrito en la Carta Carrera Pinto (Sepúlveda y Naranjo, 1982), corresponde a Depósitos Aluviales y Coluviales Modernos, de edad cuaternaria.

6.2 Alteración, mineralización y modelo propuesto

En las vetas de la zona de estudio se reconocen asociaciones de minerales de alteración como clorita+sericita+arcilla, cuarzo+sericita±arcillas, silicificación y argílica intermedia. De acuerdo a los resultados de los análisis XRD de arcillas se identificaron fases minerales como illita, caolinita y montmorillonita/illita.

La mineralogía de alteración está controlada mayormente por la temperatura como también por el pH (Hedenquist et al.2000). El conocimiento del rango de temperatura y condiciones de pH sobre el cual los minerales de alteración son estables, permite que se puedan estimar las condiciones de formación de dichas alteraciones. Por esta razón se utilizan minerales como clorita y sericita, además de las arcillas illita y montmorillonita (grupo smectita) como geotermómetros. Corbett y Leach (1998) establecen que la ocurrencia de illita es frecuente en condiciones de temperatura entre 200-250°C. En el caso de la muscovita, ésta sería estable a temperaturas > 250°C y la sericita se presentaría de manera estable entre la ocurrencia de illita y muscovita. Esta ocurrencia de filosilicatos sería estable a valores de pH entre 4-6. La clorita se presenta bajo condiciones de pH cercanos a neutros, es decir 6-8 y con temperaturas de estabilidad > 200°C (Reyes, 1990) (Figura 6.2). Mientras que las smectitas ocurren a temperaturas bajas <100-150°C. Con todo esto se puede sugerir que el depósito se habría formado en un ambiente epitermal

según el diagrama de alteración en función del pH y temperatura de Corbett y Leach (1998) (Figura 6.3).

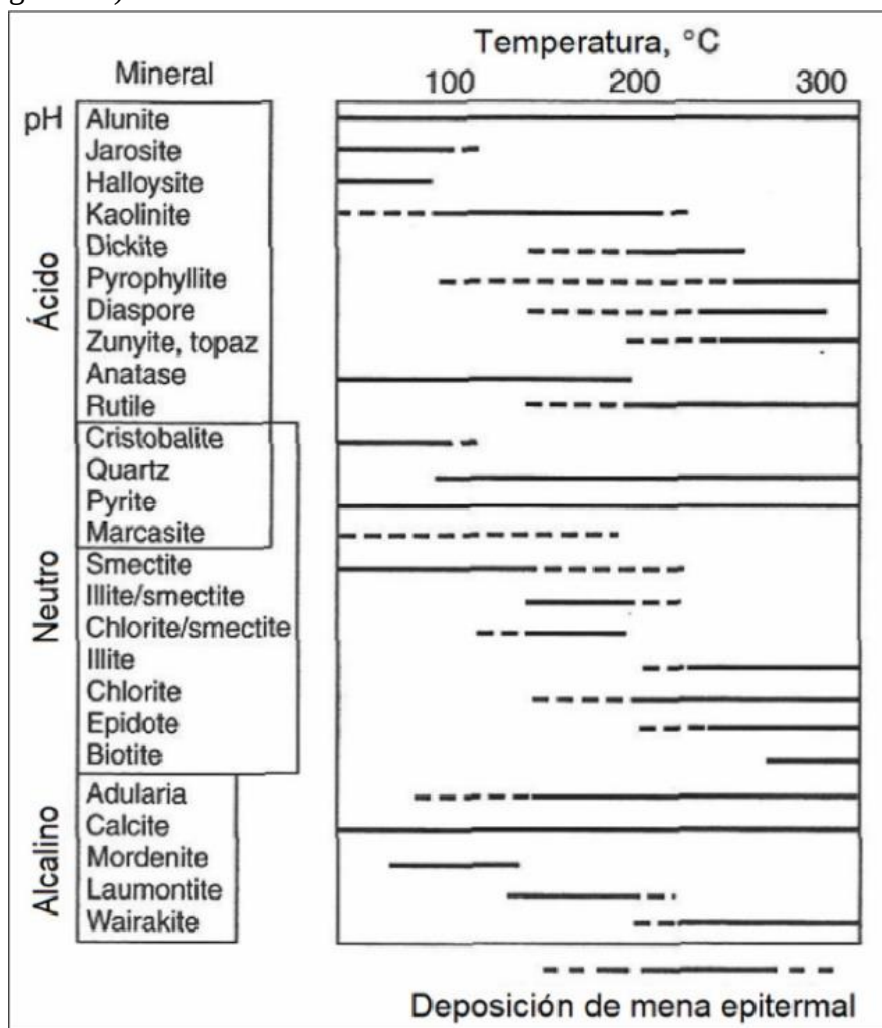


Figura 6.2: Estabilidad térmica de varios minerales hidrotermales, los cuales ocurren en el ambiente epitermal. (Reyes, 1990; Hedenquist et al., 1996). Extraído de Hedenquist et al. (2000).

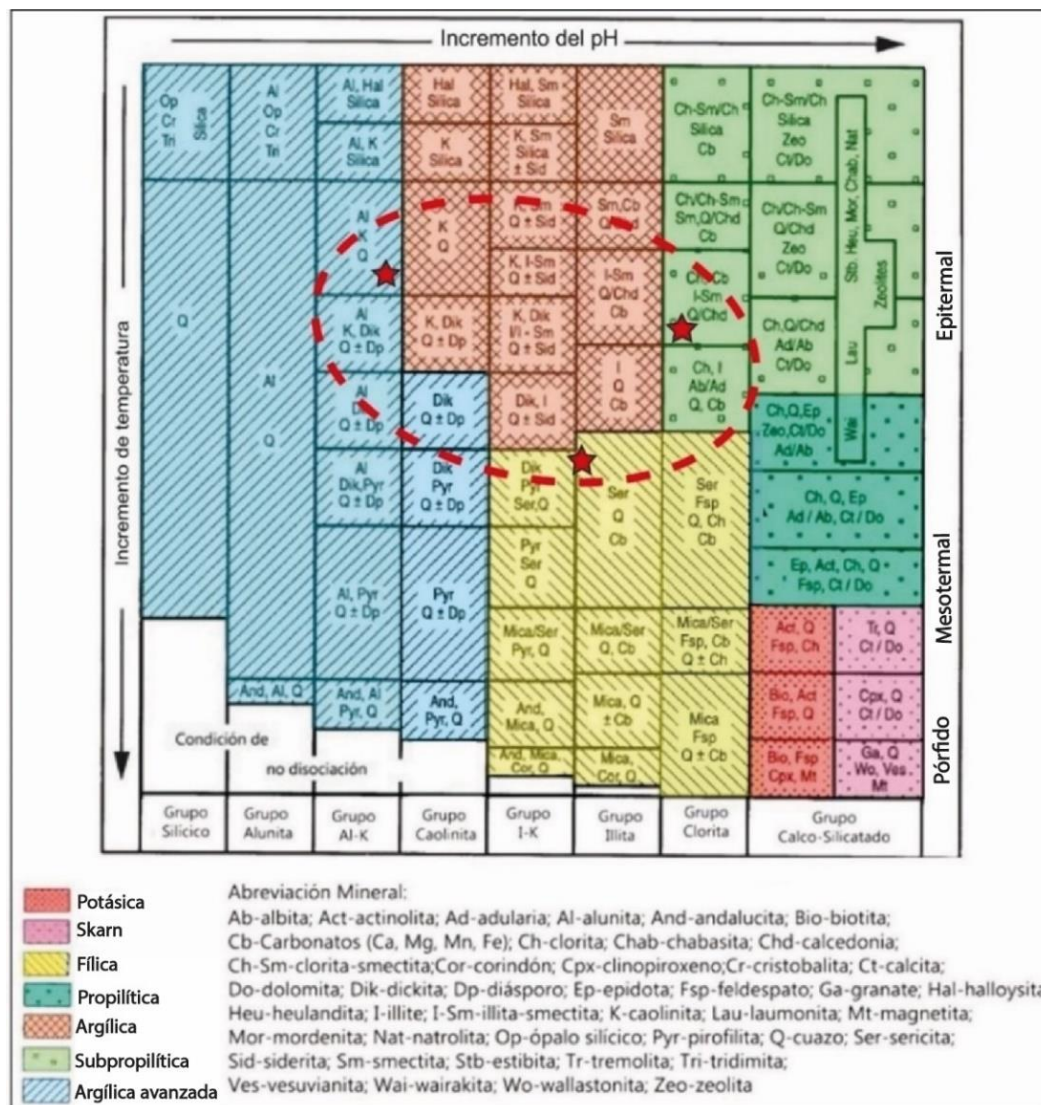


Figura 6.3: Minerales de alteración comunes en sistemas hidrotermales en función del pH y la temperatura. La elipse roja segmentada marca la ubicación del ambiente hidrotermal y las estrellas marcan la mineralogía de alteración asociada al área de estudio. Modificado de Corbett y Leach (1998).

El distrito Carrera Pinto se encuentra en un dominio metalogénico caracterizado por la presencia de mineralización de Au-Ag-Cu, principalmente en depósitos vetiformes y subordinadamente cuerpos irregulares y chimeneas de brechas (Walker y Travisany, 1980).

En términos generales, la mineralización del área de estudio ocurre en vetas de cuarzo-hematita especular con rumbos NW-SE y NE-SW y de manteos subverticales entre 65° a 89°; con potencias irregulares que varían desde los 30 cm hasta los 3 metros aproximadamente, estas estructuras exhiben zonas de stockworks y brecha hidrotermal, reflejando el comportamiento frágil de la roca de caja durante el evento metalogénico que

originó la mineralización del distrito. La mineralización hipógena identificada, a través de análisis calcográficos y de XRD, consiste en: galena, esfalerita, wurtzita, calcopirita, arsenosulvanita y oro. El Au consta de una ocurrencia diseminada de manera libre en vetas de cuarzo con hematita especular. Además, cabe agregar que las concentraciones máximas obtenidas a través de los análisis de XRF de elementos como Pb y Zn superan en gran medida sus valores de Clark (Figura 6.4).

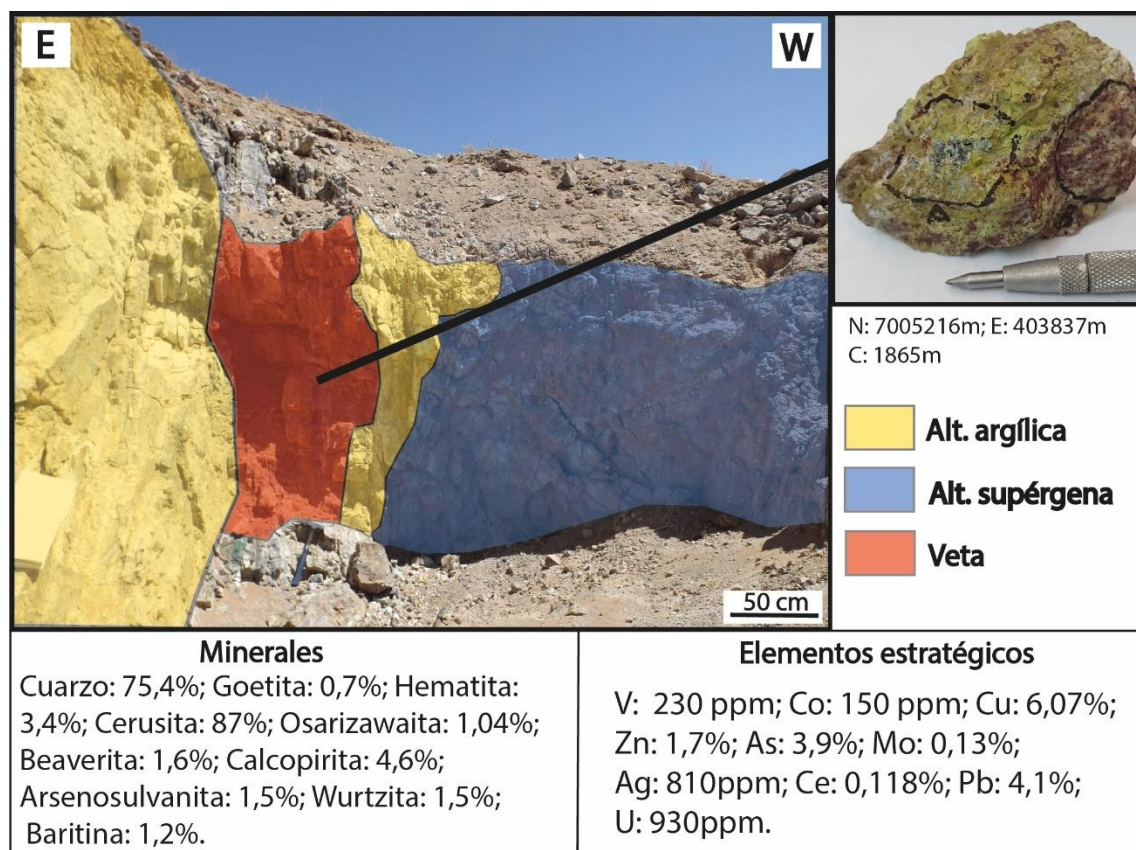


Figura 6.4: Sección esquemática de una veta típica del área de estudio con zonaciones de alteración.

Con estos antecedentes se determinó que el área de estudio coincide con un depósito epitermal de sulfuración intermedia, ya que las especies de sulfuros clave para este tipo de depósito son esfalerita, galena y calcopirita (Camprubí y Albinson, 2006), fases minerales que concuerdan con la mineralización hipógena identificada en este estudio.

En contraste, los depósitos epitermales de alta sulfuración presentan mayormente fases sulfuradas como por ejemplo enargita, luzonita y covelina (Camprubí y Albinson, 2006). En cambio, los depósitos de baja sulfuración contienen escasas cantidades de sulfuros de metales base (Zn-Pb) (Hedenquist et al., 2000).

Con respecto a la alteración deutérica, esta se encuentra afectando a la unidad de MCP. El origen de esta alteración se atribuye a fluidos magmáticos derivados de cuerpos intrusivos someros (~4km?), que experimentan en profundidad una desmezcla que provoca la exsolución de volátiles durante la etapa tardía de cristalización del fundido (Hekinian, 1982), lo que muy probablemente estaría relacionado al proceso de segunda ebullición. La separación de la fase hidrotermal durante la segunda ebullición es la encargada de secuestrar metales desde el magma previo a su incorporación a los minerales formadores de roca (Candela, 1994). Este proceso sería el responsable del origen de elementos estratégicos en la fase hidrotermal y su posterior precipitación.

Elementos tales como Zn, Pb y V estarían asociados a sulfuros primarios como esfalerita, galena y arsenosulvanita respectivamente, según los análisis de XRF y XRD.

La presencia de mineralización de oro en las vetas del distrito Carrera Pinto se asocia a un proceso supérgeno de lixiviación de la pirita que en su estructura cristalina presentaba Au, cuando ésta es alterada por agentes meteóricos, la pirita se descompone generando jarosita y hematita (Sillitoe, 2018), provocando de esta manera la liberación del Au.

En lo que respecta al cobalto y al cerio no se lograron identificar fases minerales hospedantes. Pero hay estudios en los cuales se sugiere que la pirita es el principal hospedante del Co en los depósitos tipo pórfido cuprífero (Velásquez et al., 2020; Steadman et al., 2021). En el caso del Ce, a pesar de la relativa inmovilidad de las tierras raras (REE) en la mayoría de los procesos geológicos, recientes investigaciones sobre su concentración en fluidos hidrotermales y rocas alteradas han demostrado que en determinadas condiciones las REE pueden volverse móviles durante la alteración hidrotermal (Hikov, 2014). La relativa estabilidad de las LREE está relacionada con la presencia de alunita y la capacidad de acomodación de estos elementos en lugar del potasio en la red cristalina de la alunita (Fulignati et al. 1999; Kikiwada et al. 2004). De modo que, es muy probable que el Ce se encuentre hospedado en las fases minerales de beaverita y osarizawaita identificadas a través de XRD.

Por último, cabe destacar que la presencia de la alteración sericitica, en gran parte de los depósitos, podría indicar el límite inferior de un litocap el cual marca la transición en un sistema porfídico-epitermal. Tanto depósitos epitermales de estado de sulfuración alta como intermedia ocurren en arco andesítico-dacítico, comúnmente en asociación con yacimientos de tipo pórfido (John et al., 1999). Por consiguiente, el área de estudio tendría potencial para estar relacionado espacialmente a un depósito tipo pórfido Cu-Au en las zonas profundas del sistema (Figura 6.5).

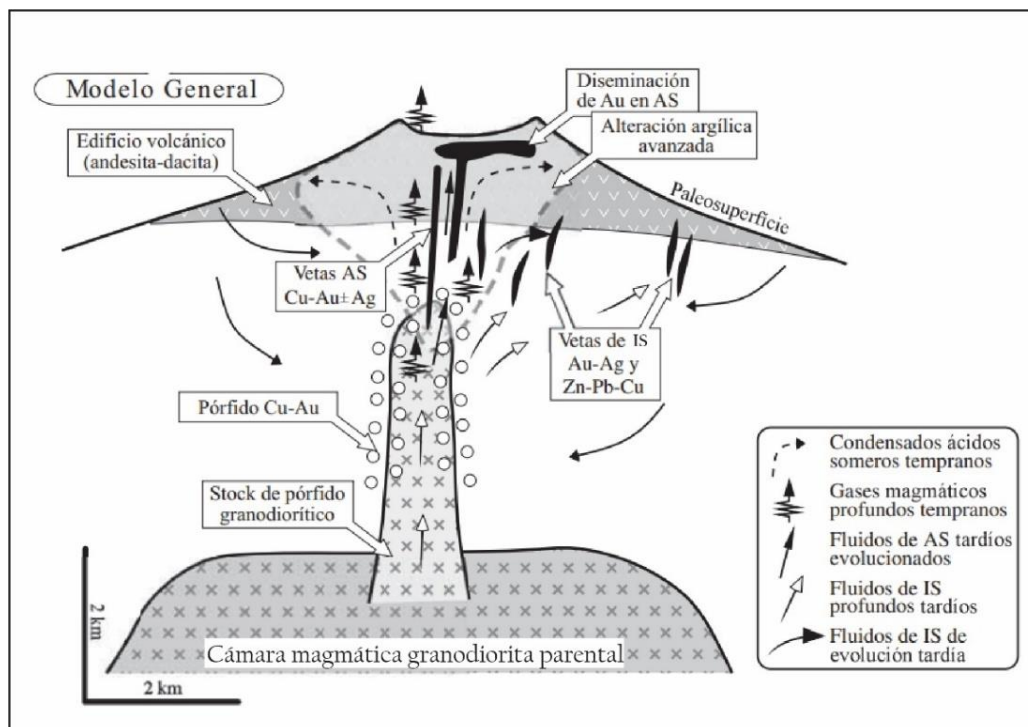


Figura 6.5: Secciones esquemáticas de los ambientes de formación de depósitos epitermales en arcos volcánicos calcoalcalinos, mostrando la evolución de los fluidos durante su recorrido ascendente, hasta la superficie. Redibujado de Sillitoe y Hedenquist (2003), se ejemplifica el contexto general de coexistencia de epitermales de alta (AS) e intermedia sulfuración (IS) con depósitos metalíferos en pórfidos. Extraído de Camprubí y Albinson (2006).

6.3 Geoquímica

Se entiende por zona anómala como un lugar geográfico donde la concentración de un elemento (o más de uno) supera su valor promedio de concentración en la corteza terrestre (Hawkes y Webb, 1962). Recopilando la información obtenida de los mapas de puntos se identifican 3 zonas anómalas principales en el área de estudio (Figura 6.6):

Zona 1

Esta zona se encuentra ubicada en la parte noreste del área de estudio, la cual coincide con la ubicación de Veta 1. Ésta cuenta con valores atípicos (muy por sobre el valor de Clark) en los siguientes elementos: Au= 700 ppm; Zn= 7,07%; Co= 1240 ppm; Ce= 3860 ppm; V= 6300 ppm y Pb= 19,437%.

Zona 2

Esta zona se encuentra ubicada en la parte central del área de estudio, la cual abarca desde la Veta 2 a la Veta 8. Esta zona presenta valores atípicos altos en los siguientes elementos: Au en Veta 2=160 ppm y Veta 6=320 ppm; Pb en Veta 3=79,5% y Veta 6=43%; Zn en

Veta 3=10,6% y Veta 6=5,33%; V en Veta2= 12980 ppm y Veta 6=14770 ppm; Co en Veta 2=530 ppm y Veta 6=200 ppm y Ce en Veta 4=1510 ppm, Veta 8=2170 ppm.

Zona 3

Esta zona se encuentra ubicada en la parte suroeste del área de estudio, la cual coincide con la ubicación de Veta 9. Esta zona presenta valores atípicos en los siguientes elementos: Pb= 23,3%; V= 2990 ppm; Zn= 4,18%; Co= 1820 ppm y Ce= 1180 ppm. Mientras que el Au cuenta con concentraciones anómalas bajas de 10 ppm.

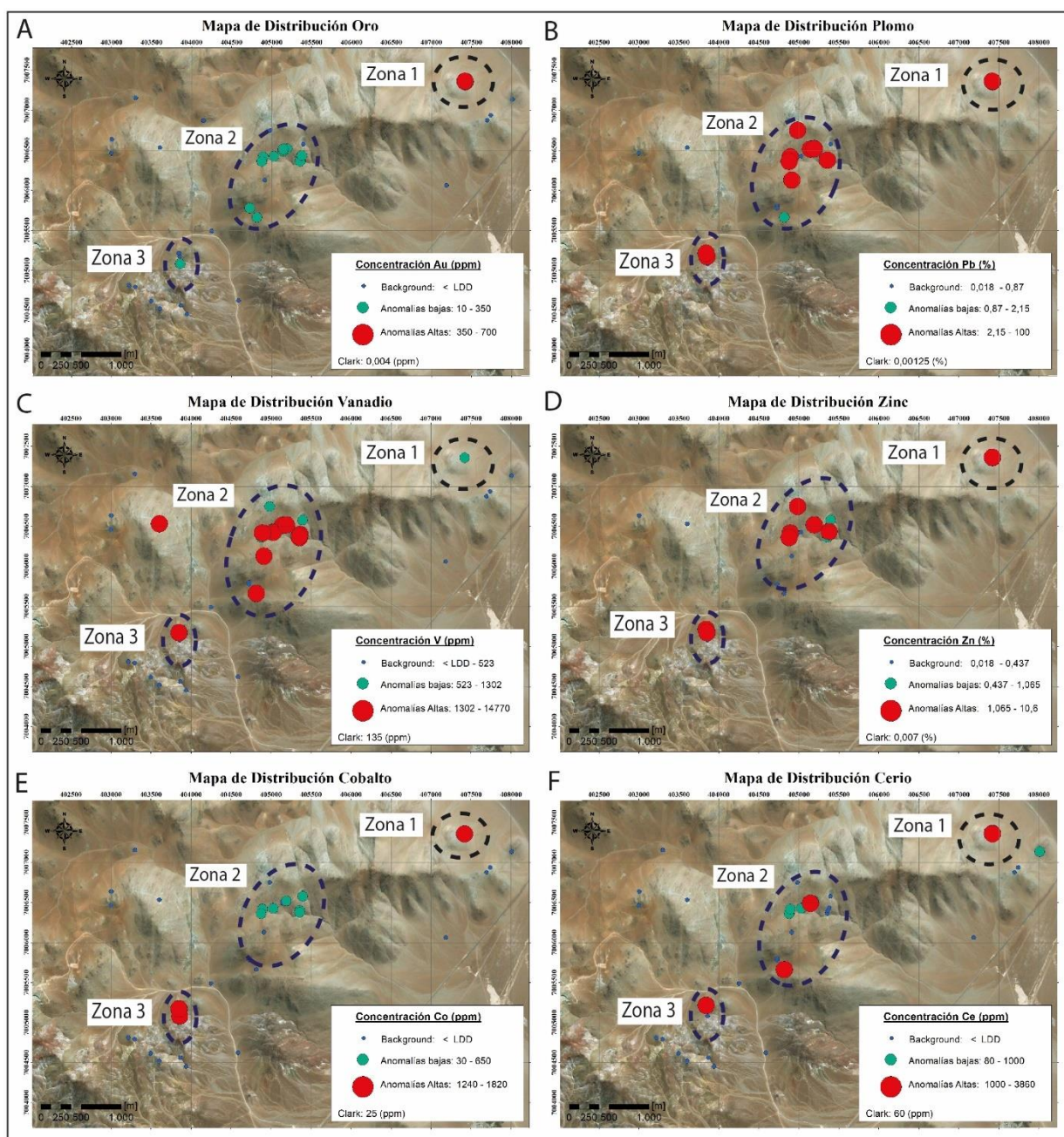


Figura 6.6: Principales zonas anómalas, las cuales son demarcadas con elipses segmentadas. Mapas de distribución de elementos estratégicos: A) Au, B) Pb, C) V, D) Zn, E) Co y F) Ce.

Metodologías estadísticas multivariable

En este estudio se utilizó análisis de correlación de Spearman y análisis de clústers para identificar asociaciones de elementos que presenten comportamientos similares. Respecto al análisis de clústeres, este logró agrupar a un nivel de similitud del 35% a dos grupos: grupo 1 (V-As-Zn-Cu-Mo-Se-Pb-Tl-Sb-Ag-Hg-U) y grupo 2 (Ba-Ce-W-Au-Co) (Figura 6.7). Según la clasificación de Goldschmidt el primer grupo de elementos estaría comportándose como elementos calcófilos y el segundo grupo como siderófilos (o por lo menos la mayoría de ellos) (White, 2013). Por otro lado, en depósitos de Au relacionados a intrusiones, estos desarrollan zonaciones desde el núcleo a las partes más distales como las siguientes: $Au \pm W$, As-Au, As-Sb-Au, Ag-Pb-Zn, en sistemas magmáticos-hidrotermales mayormente ocurrirá esta gradación de elementos en función de la temperatura (Hart, 2007). Por ende, esta división en dos grupos de elementos puede estar relacionada a la dispersión primaria de elementos en función de la temperatura, como también al tipo de complejos que puedan formar para poder transportarse (Heinrich et al, 1999). Esto causaría la precipitación secuencial de metales originando la zonación a escalas de depósitos y de distritos (Sillitoe, 1993).

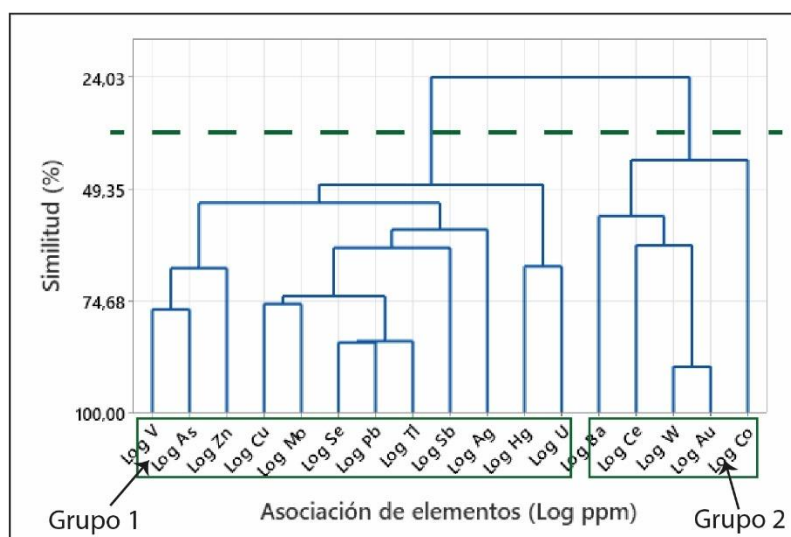


Figura 6.7: Dendrograma en el cual se muestran los grupos generados a un nivel de similitud mayor al 35% (línea segmentada verde indica el nivel de similitud).

Al aumentar el porcentaje de similitud entre los elementos a un nivel mayor al 70%, se forman solo 3 clústeres o grupos con más de un elemento (Figura 6.8):

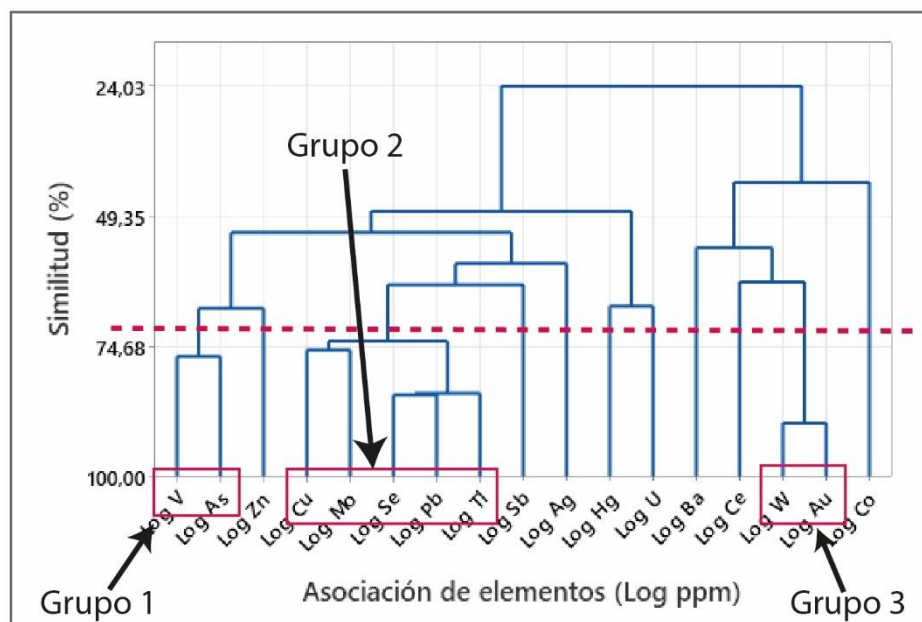


Figura 6.8: Dendrograma en el cual se muestran los grupos generados a un nivel de similitud mayor al 70% (línea segmentada roja indica el nivel de similitud).

Grupo 1

Comparando las correlaciones de los elementos V y As en este análisis multivariable con los resultados obtenidos de la difracción de rayos X (subcapítulo 4.5), se sugiere que esta asociación V-As correspondería a la fase mineral arsenosulvanita $\text{Cu}_3(\text{As},\text{V})\text{S}_4$. Este raro mineral se trata de un sulfuro de vanadio-cobre-arsénico, el cual ha sido hallado en depósitos epitermales de Cu-Au-Ag-Te de alta-intermedia sulfuración en Pefka, Grecia (Repstock et al., 2015).

Grupo 2

Se considera que Pb, Cu y Zn son transportados predominantemente como complejos moleculares clorurados (Barnes, 1979). De modo que la asociación de elementos químicos Cu, Mo, Se, Pb y Tl son particionados preferentemente en la fase líquida (como complejos clorurados) (Heinrich et al, 1999). En el caso de los depósitos epitermales del distrito de Fresnillo (México), las salinidades más altas están estrechamente relacionadas con la deposición de sulfuros, lo cual es congruente con la capacidad de transporte de Ag-Pb-Zn por parte de complejos moleculares clorurados (Helgeson, 1964). La inyección recurrente de fluidos de este tipo se ha interpretado como indicación de la existencia en profundidad de un reservorio de salmueras de origen magmático (Camprubí y Albinson, 2006)

En los epitermales de baja o intermedia sulfuración dominados por Ag-Pb-Zn, no parece posible que el oro pueda ser transportado mediante el mismo tipo de complejos que estos metales hasta el ambiente epitermal (Camprubí y Albinson, 2006). Siendo esto lo que ocurre con estas asociaciones, en las cuales el oro no presenta correlaciones positivas con

ninguno de estos elementos, lo que indica que el Au en cambio se estaría transportando a través de complejos bisulfurados.

Grupo 3

Esta asociación de W-Au podría deberse a scheelita y oro. Hace tiempo que se reconoce la asociación entre el oro y la scheelita en los depósitos de Au orogénico (Sciuba et al., 2019), en depósitos tipo skarn (Xiong et al. 2006) y en menor medida en pórfidos de Cu-(Mo-Au) (Poulin 2016). Además, en gran parte de las vetas de turmalina-cobre en el distrito Los Plomos cerca de Copiapó (Zentilli, 1984), presentan cantidades variables de scheelita, galena, esfalerita, pirita, calcopirita, calcita y cantidades menores de plata y oro.

Investigaciones realizadas en depósitos de oro en India indican que las anomalías de scheelita muestran una estrecha relación espacial con las anomalías de oro y, por lo tanto, pueden utilizarse para identificar y localizar targets de exploración para investigaciones geológicas y geoquímicas detalladas (Rao et al., 1989).

De acuerdo con esto, se podría considerar al W como un elemento pathfinder o guía en la búsqueda de yacimientos de oro en el distrito Carrera Pinto, ya que presentan correlaciones positivas y es mejor detectado a diferencia del Au. En la figura 6.9 se muestran las zonas coincidentes con anomalías de W y Au, y las posibles zonas anómalas para el Au no detectadas.

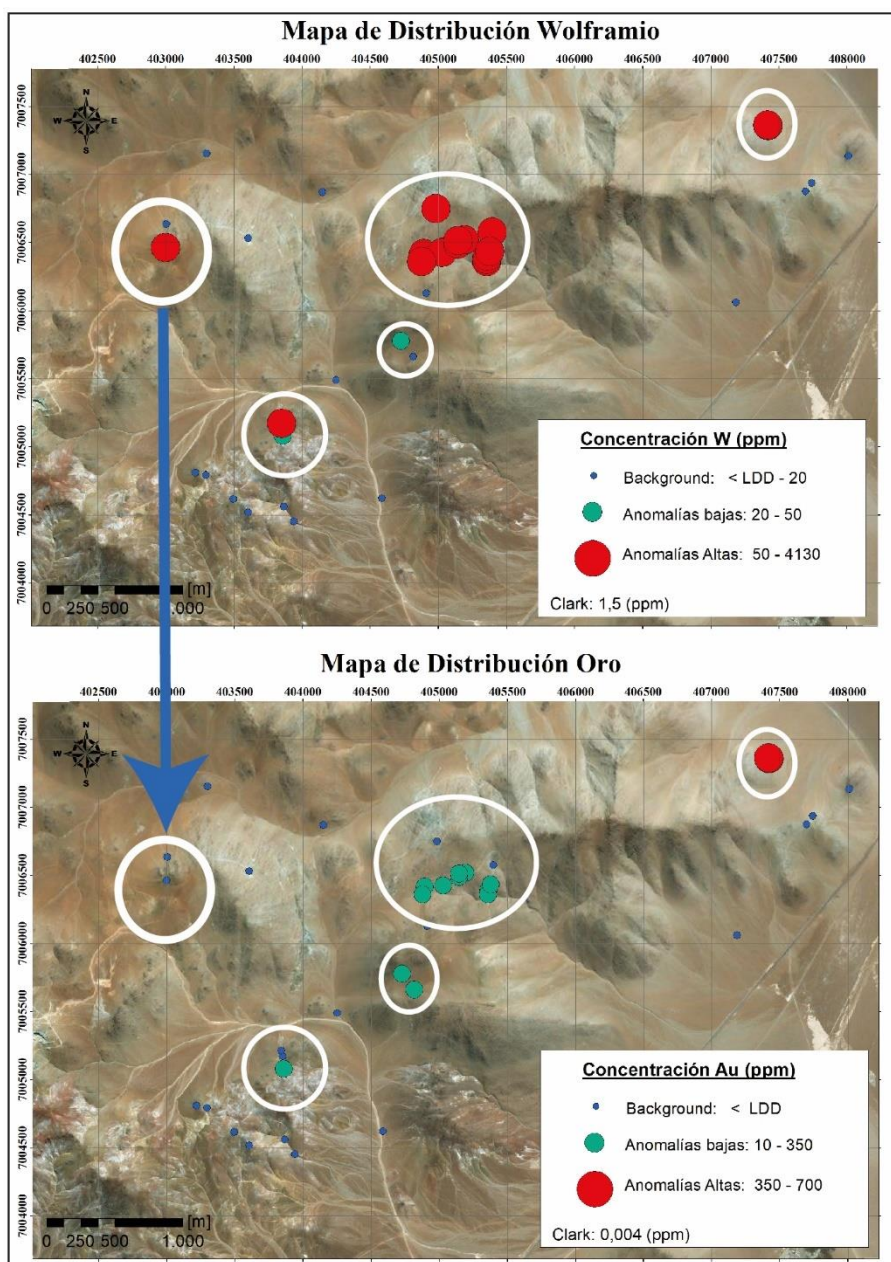


Figura 6.9: W como elemento guía para el Au. Flecha azul indica posible anomalía de oro.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área de estudio en el distrito Carrera Pinto se encuentra constituida por rocas de edad paleocena. Principalmente se caracteriza por la presencia de un cuerpo intrusivo hipabisal de composición cuarzomonzodiorítica, en el cual se hospedan las vetas mineralizadas.
- La mineralización del área de estudio ocurre en vetas de cuarzo-hematita especular con rumbos NW-SE y NE-SW y de manteos subverticales entre 65° a 89°; con potencias irregulares que varían desde los 30 cm hasta los 3 metros aproximadamente, estas estructuras exhiben zonas de stockworks y brecha hidrotermal, reflejando el comportamiento frágil de la roca de caja durante el evento metalogénico que originó la mineralización del distrito. La mineralización hipógena identificada consiste en: galena, esfalerita, wurtzita, calcopirita, arsenosulvanita y oro de ocurrencia diseminada. Mientras que los minerales de la zona de oxidación corresponden a osarizawaita, beaverita, crisocola y cerusita, además de minerales de ganga como cuarzo, baritina y caolinita.
- Las principales asociaciones de minerales de alteración corresponden a clorita+sericita+arcilla, cuarzo+sericita±arcillas, silicificación y argílica avanzada, las cuales sugieren que el depósito se establece en un ambiente epitermal.
- Los elementos estratégicos tales como Zn, Pb y V estarían asociados a sulfuros primarios como esfalerita, galena y arsenosulvanita respectivamente. En el caso del Au y el Co, estos se encontrarían inicialmente hospedados en piritas. Mientras, que el Ce es muy probable que se encuentre hospedado en las fases minerales de beaverita y osarizawaita identificadas a través de XRD.
- Se determinó que el área de estudio corresponde a un depósito epitermal de intermedia sulfuración, y tendría potencial para estar relacionado espacialmente a un depósito tipo pórfido Cu-Au en profundidad.
- Se logró identificar tres zonas anómalas con elevadas concentraciones de elementos estratégicos como Au, Pb, Zn, V, Co y Ce.
- El W podría emplearse como elemento guía para la exploración de Au.

Recomendaciones:

- A pesar de que en la zona existe evidencia de minería asociada a la extracción de Au, aun así, más de la mitad de las muestras presentaron valores bajo el límite de detección, por lo tanto, se sugiere utilizar equipos que tengan un límite de detección inferior más bajo (en ppb), para así tener una noción más clara del background local de los elementos en el distrito Carrera Pinto.
- Con la identificación de tres zonas de anomalía muy marcadas, se recomienda realizar trincheras y calicatas de reconocimiento perpendicular a las vetas, además

de prospección geofísica como levantamientos de polarización inducida (IP) para la búsqueda de cuerpos silicificados. De esta manera se podrá ampliar la información del área para poder realizar una campaña de sondajes, con la finalidad de observar cómo se comporta la mineralización a profundidad y así determinar si los elementos estratégicos estudiados se podrían tratar como un sub-producto económicamente rentable dentro del depósito.

REFERENCIAS

- Ahrens, L.H. (1957). Log-normal type distributions, III. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 11: 205-212.
- Albinson, T., Norman, D.I., Cole, D., & Chomiak, B.A. (2001) Controls on formation of low-sulfidation epithermal deposits in Mexico: constraints from fluid inclusion and stable isotope data: *Society of Economic Geologists*, Special Publication, 8, 1-32. <https://doi.org/10.5382/sp.08.01>
- Amnesty International (2016). This Is What We Die for: Human Rights Abuses in the Democratic Republic of the Congo Power the Global Trade in Cobalt. <https://www.amnesty.org/download/Documents/AFR6231832016ENGLISH.pdf>
- Amoruso, B. (2017). Responsible sourcing—Setting the scene for cobalt: The Cobalt Conference, Cobalt Development Institute, 7 p, Marrakech, Morocco.
- Arévalo, C. (1995). Mapa Geológico de la Hoja Copiapó (Primera versión). Servicio Nacional de Geología y Minería. Documentos de Trabajo, No. 8 1 mapa escala 1:100.000.
- Avendaño, P. (2017). Evaluación de factibilidad técnico-ambiental de una planta de extracción de tierras raras en Chile. Memoria para optar al título de ingeniero civil químico, Universidad de Chile, Santiago (Chile), 150 p.
- Barnes, H.L. (1979). Solubilities of ore minerals: Geochemistry of hydrothermal ore deposits (2nd ed.). John Wiley & Sons, 404-460p., New York, U.S.A.
- Barra, F., Reich, M., Selby, D., Rojas, P., Simon, A., Salazar, E., & Palma, G. (2017). Unraveling the origin of the Andean IOCG clan: A Re-Os isotope approach. *Ore Geology Reviews*, 81, 62–78. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.10.016>
- Barton, M.D. (2014). Iron Oxide(-Cu-Au-REE-P-Ag-U-Co) Systems, *Treatise on Geochemistry*, Elsevier, 13, 515–541.
- Blanquat, M.D., Tikoff, B., Teyssier, C., & Vigneresse, J.L. (1998). Transpressional kinematics and magmatic arcs. *Geological Society*, London, Special Publications, 135, 327 - 340.
- Brand, N.W., Butt, C.R.M., & Elias, M. (1998). Nickel laterites—Classification and features: *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*, 17, 81–88.

- Buchanan, L.J. (1981). Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest: *Arizona Geological Society Digest*, 14, 237-262.
- Bunaciu, A., Udristoiu, E., & Aboul-Enein, H. (2005). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289-299.
- Camprubí, A., & Albinson, T. (2006). Depósitos epitermales en México: actualización de su conocimiento y reclasificación empírica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 58(1), 27-81. <https://doi.org/10.18268/bsgm2006v58n1a2>.
- Camus, F. (2003). Geología de los sistemas porfíricos en los Andes de Chile. CODELCO-SERNAGEOMIN-Sociedad Geológica de Chile, 267 p., Santiago.
- Candela, P. A. (1994). Combined chemical and physical model for plutonic devolatilization: A non-Rayleigh fractionation algorithm. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 58(10), 2157–2167. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(94\)90002-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(94)90002-7)
- Černý, P., & Ercit, T.S. (2005). The classification of granitic pegmatites revisited. *The Canadian Mineralogist*, 43(6), 2005-2026. <https://doi.org/10.2113/gscanmin.43.6.2005>
- Černý, P. (1989). Exploration strategy and methods for pegmatite deposits of tantalum. In: P. Möller, P. Černý, F. Saupé (eds) *Lanthanides, Tantalum and Niobium*. Springer-Verlag, Heidelberg, pp 274-310.
- Černý, P., London, D., & Novak, M. (2012). Granitic pegmatites as reflections of their sources. *Elements*, 8, 289-294.
- CESCO. (2019). Tierras raras y la guerra comercial [en Línea](Fecha de consulta: 26/09/2019). Disponible en: URL (<http://www.cesco.cl/2019/07/02/tierras-raras-y-la-guerra-comercial/>).
- Charrier, R., Pinto, L., & Rodríguez, M. P. (2007). Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. *The Geology of Chile*, 21–114. <https://doi.org/10.1144/goch.3>
- Charrier, R., Farias, M., & Makshev, V. (2009). Evolución tectónica, paleogeográfica y metalogénica durante el Cenozoico en los Andes de Chile norte y central e implicaciones para las regiones adyacentes de Bolivia y Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 65: 5-35.
- Wu, C.H. (2012). Low Energy-Consumption Industrial Production of Ultra-Fine Spherical Cobalt Powders. *Energy Conservation*. <https://doi.org/10.5772/52113>
- Clarke, F.W., & Washington, H.S. (1924). The composition of the earth's crust: U. S. Geol. Survey Prof. Paper 127, pp. 1-117.
- COCHILCO. (2016). Situación actual del mercado de tierras raras y su potencial en Chile.
- Corbett, G.J., & Leach, T.M. (1998). on Hydrothermal Alteration and Mineralisation. In Corbett, G.J., and Leach, T.M.(Eds.), *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization*, Special Publication: Littleton, Colorado, *Society of Economic Geologists*, 236 p.

- Diario UChile. (2017). Vicepresidente Corfo y cobalto: Chile puede ser un oferente importante en la cadena de electromovilidad [en Línea](Fecha de consulta: 26/09/2019). Disponible en: URL (<https://radio.uchile.cl/2017/12/13/vicepresidente-corfo-y-cobalto-chile-puede-ser-un-oferente-importante-en-la-cadena-de-electromovilidad/>).
- Einaudi, M.T., Hedenquist, J.W., & Inan, E.E. (2003). Sulfidation state of fluids in active and extinct hydrothermal systems: transitions from porphyry to epithermal environments: *Society of Economic Geologists*, Special Publication, 10, 285-313.
- Elias, M., Donaldson, M.J., & Giorgetta, N.E. (1981). Geology, mineralogy, and chemistry of lateritic nickel-cobalt deposits near Kalgoorlie, Western Australia. *Economic Geology*, 76 (6), 1775-1783.
- Escolme, A. (2016). Geology, geochemistry and geometallurgy of the Productora Cu-Au-Mo deposit, Chile: Ph.D. thesis, Hobart, Tasmania, University of Tasmania, p. 313.
- Freyssinet, P., Butt, C.R.M., Morris, R.C., & Piantone, P. (2005). Ore-forming processes related to lateritic weathering: *Economic Geology*, 100th Anniversary Volume, p. 681–722.
- Fulignati, P., Gioncada, A., & Sbrana, A. (1999). Rare-earth element (REE) behaviour in the alteration facies of the active magmatic–hydrothermal system of Vulcano (Aeolian Islands, Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 88(4), 325–342. [https://doi.org/10.1016/s0377-0273\(98\)00117-6](https://doi.org/10.1016/s0377-0273(98)00117-6).
- Fundación Tecnológica. (2015). La importancia de las tierras raras como materia prima [en Línea](Fecha de consulta: 26/09/2019). Disponible en: URL (<http://www.fundaciontecnologica.cl/sonami/las-tierras-raras-como-materia-prima>).
- Gammons, C.H., & Williams-Jones, A.E. (1997). Chemical mobility of gold in the porphyry-epithermal environment: *Economic Geology*, 92, 45-59.
- Goldschmidt, V. M. (1937). The laws of the geochemical distribution of the elements: IX. The abundance of the elements: *Norske vidensk. - akad. Oslo, Mat.-Nat. Klasse*, 4, 1-148.
- Groves, D., Bierlein, F., Meinert, L., & Hitzman, M. (2010). Iron Oxide Copper-Gold (IOCG) Deposits through Earth History: Implications for Origin, Lithospheric Setting, and Distinction from Other Epigenetic Iron Oxide Deposits. *Economic Geology*, 105, 641-654. DOI: 10.2113/gsecongeo.105.3.641.
- Gupta, C., & Krishnamurthy, N. (2005). Extractive metallurgy of rare earths. CRC Press, 484 p., Boca Raton , Florida, USA.
- Gutierrez, M., Reyes-Gomez, V.M., Alarcon-Herrera, M. T., & Nuñez-Lopez, D. (2012). Exploratory Analysis of Sediment Geochemistry to Determine the Source and Dispersion of Ba, Fe, Mn, Pb and Cu and in Chihuahua, Northern Mexico. *Journal of Geography and Geology*, 4(4). <https://doi.org/10.5539/jgg.v4n4p26>
- Hart, C. (2007). Reduced intrusion-related gold systems. In Goodfellow, W.D., (Ed.), Mineral deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: *Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division*, Special Publication, 5, 95-112.

- Hawkes, H., & Webb, J.S. (1962). *Geochemistry in mineral exploration*. Harper & Row Publisher. New York
- Hedenquist, J.W., Arribas, R.A., & Gonzalez-Urien, E. (2000). Exploration for epithermal gold deposits: Reviews in *Economic Geology*, 13, 245–277.
- Hedenquist, J.W. (1996). Hydrothermal systems in volcanic arcs. Origin of and exploration for epithermal gold deposits: Genève, Suiza, Département de Minéralogie, Université de Genève, 139 p.
- Heinrich, C.A., Günther, D., Audétat, A., Ulrich, T., & Frischknecht, R. (1999). Metal fractionation between magmatic brine and vapor, determined by microanalysis of fluid inclusions. *Geology*, 27(8), 755–758.
- Hekinian R. (1982). Deuteric alteration. In: Elsevier oceanography series, *Elsevier*, Amsterdam, 33, 329–331.
- Helgeson, H.C. (1964). *Complexing and hydrothermal ore deposition*, 1st ed., Pergamon Press, 136 p., New York, E.U.A.
- Hikov, A. (2014). REE mobility during advanced argillic alteration in some epithermal and porphyry copper systems from Central Srednogie, Bulgaria. – In: Proc. of the XX Congress CBGA, vol. 1. Tirana, Albania, 154–157.
- Hitzman, M.W., Oreskes, N., & Einaudi, M. (1992). Geological characteristics and tectonic setting of Proterozoic iron-oxide (Cu-U-Au-REE) deposits. *Precambrian Research*, 58, 241–287.
- Iriarte, S., Arévalo, C., Mpodozis, C., & Rivera, O. (1996). Mapa Geológico de la Hoja Carrera Pinto, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, No. 3, 1 mapa escala 1:100.000.
- John, D.A., Garside, L.J., & Wallace, A.R. (1999). Magmatic and tectonic setting of late Cenozoic epithermal gold-silver deposits in northern Nevada, with an emphasis on the Pah Rah and Virginia ranges and the northern Nevada rift: *Geological Society of Nevada*, Special Publication, 29, 65–158.
- Kikawada, Y., Uruga, M., Oi, T., & Honda, T. (2004). Mobility of lanthanides accompanying the formation of alunite group minerals. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 261(3), 651–659. <https://doi.org/10.1023/b:jnc.0000037109.34238.cc>
- Knipping, J.L., Bilenker, L.D., Simon, A.C., Reich, M., Barra, F., Deditius, A.P., Lundstrom, C., Bindeman, I., & Munizaga, R. (2015). Giant Kiruna-type deposits form by efficient flotation of magmatic magnetite suspensions. *Geology*, 43, 591–594.
- Lehmann, B., Dietrich, A., Wallianos, A., Oyarzún, J., Palacios, C., Riera-Kilibarda, C., & Townley, B. (2000). Metallogenic model for porphyry systems in the Central Andes. *Zeitschrift für angewandte Geologie (Journal for applied Geology)*, Sonderheft SH1, 45, 179–186.

- Lelong, F., Tardy, Y., Grandin, G., Trescases, J.J., & Boulangé, B. (1976). Pedogenesis, chemical weathering and processes of formation of some supergene ore deposits. In: Supergene and Surficial Ore Deposits; Texture and Fabrics, Elsevier, Amsterdam, pp. 93-173 p.
- Linnen, R.L., Van Lichtenvelde, M., & Černý, P. (2012). Granitic pegmatites as sources of strategic metals. *Elements*, 8(4), 275-280.
- Maksaev, V. (1990). Metallogeny, geological evolution and thermochronology of the Chilean Andes between latitudes 21° and 26° south, and the origin of the major porphyry copper deposits. Tesis doctoral, Dalhousie University, 544 p.
- Maksaev, V. (2001). Apuntes de Metalogénesis. Capítulo 11 "Reseña metalogénica de Chile y de los procesos que determinan la metalogénesis andina.
- Maksaev, V., Townley, B., Palacios, C., & Camus, F. (2007). Metallic ore deposits En: Moreno, T.; Gibbons, W. (eds.). The Geology of Chile. London: The Geological Society. p. 179-199.
- Maksaev, V. (2017). Curso GI-5311 Metalogénesis, clase n°5; Formación de Pórfidos Cupríferos en arcos magmáticos, Universidad de Chile.
- Marsh, E.E., & Anderson, E.D. (2011). Ni-Co laterite deposits: U.S. Geological Survey Open-File (Report 2011-1259). <https://doi.org/10.3133/ofr20111259>
- Mason, B. (1959). Principles of Geochemistry, third edition, John Wiley & Sons, New York, London.
- Poulin, R.S. (2016). A study of the crystal chemistry, cathodoluminescence, geochemistry and oxygen isotopes in scheelite: application towards discriminating among differing ore-deposit systems geology. Laurentian University, Sudbury, Ontario, Canada.
- Rao, K.M., Sastry, R.S., & Raju, S.V. (1989). Scheelite as a prospecting tool for gold in the Ramagiri greenstone belt, Andhra Pradesh, India. *Journal of Geochemical Exploration*, 31, 307-317.
- Reich, M., Simon, A.C., Deditius, A., Barra, F., Chrysosoulis, S., Lagas, G., Tardani, D., Knipping, J.L., Bilenker, L., Sánchez-Alfaro, P., Roberts, M.P., & Munizaga, R. (2016). Trace element signature of pyrite from the Los Colorados iron oxide-apatite (IOA) deposit, Chile: ¿a missing link between Andean IOA and IOCG systems? *Econ. Geol.*, 111, 743–761.
- Reimann, C., Filzmoser, P., & Garrett, R. (2005). Background and threshold: critical comparison of methods determination. *Science of the Total Environment*, 346, 1-16.
- Repstock, A., Voudouris, P., & Kolitsch, U. (2015). New occurrences of watanabeite, colusite, “arsenosulvanite” and “Cu-excess” tetrahedrite-tennantite at the Pefka high-sulfidation epithermal deposit, northeastern Greece. *Neues Jahrbuch Fur Mineralogie-abhandlungen*, 192, 135-149.
- Reyes, A.G. (1990). Petrology of Philippine geothermal systems and the application of alteration mineralogy to their assessment: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 43, 279-309.

- Rojas, D. & Paredes, J. (2013). Compendio de geología general, primera edición, Editorial Macro, 349 p., Lima, Perú.
- Salvi, S., & Williams-Jones, A.E. (2005). Alkaline granite-syenite deposits. In: Linnen RL, Samson IM (eds) Rare Element Geochemistry and Mineral Deposits. *Geological Association of Canada*, Short Course Notes, 17, 315-341.
- Sciuba, M., Beaudoin, G., Grzela, D., & Makvandi, S. (2019). Trace element composition of scheelite in orogenic gold deposits. *Mineralium Deposita*, 55, 1149-1172.
- Sepúlveda, P. & Naranjo, J.A. (1982). Hoja Carrera Pinto, Región de Atacama, escala 1:100.000.- Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile No. 53 p.62 p. Santiago de Chile.
- SERNAGEOMIN. (2017). CORFO, SERNAGEOMIN y Comité Minería no Metálico dan a conocer estudio del cobalto en Chile [en Línea](Fecha de consulta: 26/09/2019). Disponible en: URL (<https://www.sernageomin.cl/corfo-sernageomin-y-comite-mineria-no-metalico-dan-a-conocer-estudio-del-cobalto-en-chile/>).
- Sillitoe, R.H. (1993). Epithermal models: Genetic types, geometrical controls, and shallow features: *Geological Association of Canada*, Special Paper, 40, 403-417.
- Sillitoe, R.H. (2003). Iron oxide-copper-gold deposits: an Andean view. *Mineralium Deposita*, 38(7), 787-812.
- Sillitoe, R. H. (2018). Supergene oxidation of epithermal gold-silver mineralization in the Deseado massif, Patagonia, Argentina: response to subduction of the Chile Ridge. *Mineralium Deposita*, 54(3), 381–394. <https://doi.org/10.1007/s00126-018-0814-4>
- Sillitoe, R.H., & Hedenquist, J.W. (2003). Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits: *Society of Economic Geologists*, Special Publication Series, 10, 314-343.
- Sillitoe, R.H., & Perelló, J. (2005). Andean copper province: tectonomagmatic settings, deposit types, Metallogeny, exploration, and discovery. In: Hedenquist, J.W., Thompson, J.F.H., Goldfarb, R., Richards, J. (eds.) *Society of Economic Geologists*, Littleton, Colorado, USA, pp. 845-890.
- Simmons, S.F., & Christenson, B.W. (1994). Origins of calcite in a boiling geothermal system: *American Journal of Science*, 294, 361-400.
- Skirrow, R. (2022). Iron oxide copper-gold (IOCG) deposits – A review (part 1): Settings, mineralogy, ore geochemistry and classification. *Ore Geology Reviews*, 140, 1-36. [10.1016/j.oregeorev.2021.104569](https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2021.104569).
- Slack, J., Kimball, B., & Shedd, K. (2017). Chapter F: Cobalt. In: K.J., Schulz; J.H, DeYoung; R.R., Seal & D.C, Bradley (eds.) Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: *U.S. Geological Survey*, 1802, F1–F40, DOI: <https://doi.org/10.3133/pp1802F>.

- Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things: *The American Journal of Psychology*, 15, 72–101.
- Steadman, J. A., Large, R. R., Olin, P. H., Danyushevsky, L. V., Meffre, S., Huston, D., Fabris, A., Lisitsin, V., & Wells, T. (2021). Pyrite trace element behavior in magmatic-hydrothermal environments: An LA-ICPMS imaging study. *Ore Geology Reviews*, 128, 103878. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103878>.
- Steven, T.A., & Ratté, J.C. (1960) Geology of ore deposits of the Summitville district, San Juan Mountains, Colorado: *U.S. Geological Survey*, 343, 70 p.
- Stilling, A., Černý, P., & Vanstone P.J. (2006). The Tanco pegmatite at Bernic Lake, Manitoba. XVI. Zonal and bulk compositions and their petrogenetic significance. *The Canadian Mineralogist*, 44, 599-623.
- Stoffregen, R.E. (1987). Genesis of acid-sulfate alteration and Au-Cu-Ag mineralization at Summitville, Colorado: *Economic Geology*, 82, 1575-1591.
- Streckeisen, A. (1978). IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. Recommendations and suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*. Vol. 134: 1 – 14. Stuttgart.
- Taylor, S.R. (1964). Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28, 1273 – 1285.
- Townley, B., Díaz, A. & Luca, R. (2017). Estado del arte y potenciales recursos CO y MN en Chile.
- Townley, B., Makshev, V., Palacios, C., Lahsen, A., & Parada, M. (1999). Base and precious metals geochemistry of rock units of the mainland Aysén region, Chilean Patagonia. *Journal of Geochemical Exploration*, 68, 21-46.
- Tyrrell, G. (1963). Los depósitos residuales: Depósitos residuales en general. In: Methuen & Co (eds) *Principios de petrología*, cuarta edición, Londres, pp 205-212.
- USGS. (2021). Mineral commodity summaries 2021. In: U.S. Geological Survey, <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-rare-earths.pdf>.
- USGS. (2022). Minerals Yearbook, volume I, Metals and Minerals 2022. DOI: 10.3133/mybvl.
- Van Gosen, B.S., Verplanck, P.L., & Emsbo, P. (2019). Rare earth element mineral deposits in the United States (ver 1.1, April 15, 2019): U.S. Geological Survey Circular, 1454, 16 p., DOI: <https://doi.org/10.3133/cir1454>.
- Velásquez, G., Carrizo, D., Salvi, S., Vela, I., Pablo, M. y Pérez, A. (2020). Tracking cobalt, REE and gold from a porphyry-type deposit by LA-ICP-MS: a geological approach towards metal-selective mining in tailings. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174137>
- Walker, C. y Travisany, V. (1980). Geología económica metálica y no metálica de la Hoja Carrera Pinto, Region de Atacama. Inst. Inves. Geol. (inedito) Santiago, 132p.

- White, W.M. (2013). *Geochemistry*, 2nd edition, Wiley-Blackwell, Oxford.
- Williams, P.J., Barton, M.D., Johnson, D.A., Fontboté, L., De-Haller, A., Mark, G., Oliver, N., & Marschik, R. (2005). Iron oxide copper-gold deposits: Geology, space-time distribution, and possible modes of origin. *Economic Geology*, 371-405.
- Xiong, D.X., Sun, X.M., Shi, G.Y., Wang, S.W., Gao, J.F., & Xue, T. (2006). Trace elements, rare earth elements (REE) and Nd-Sr isotopic compositions in scheelites and their implications for the mineralization in Daping gold mine in Yunnan province, China. *China Acta Petrol Sin*, 22 ,733–741.
- Zentilli, M. (1974). Geological evolution and metallogenic relationships in the Andes of northern Chile, between 26° and 29° south. Ph.D. Thesis, Queen's Univ., 446 p. Kingston, Canadá.
- Zhou, S., Zhou, K., Cui, Y., Wang, J., & Ding, J. (2015). Exploratory data analysis and singularity mapping in geochemical anomaly identification in Karamay, Xinjiang, China. *J. Geochem. Explor.* 154, 171–179.

ANEXOS: Resultados de análisis de fluorescencia de rayos X (XRF) (% en peso).

Muestra	Código	Norte	Este	Coa	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Y
A-01B	838	7006879	407694	1731	57,821	17,176	3,964	0,093	0,114	0,018	2,269	3,669	0,210	0,003	0,000	0,045	2,240	0,001	0,000	0,011	0,005	0,001	0,000	0,008	0,071	0,001
	2787	7006879	407694	1731	73,923	4,328	25,749	0,382	0,006	0,020	2,603	6,958	0,387	0,009	0,000	0,053	3,653	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000
A-02	845	7006939	407740	1733	65,619	13,253	1,589	0,156	0,132	0,041	3,398	2,034	0,152	0,005	0,000	0,060	1,504	0,000	0,001	0,015	0,007	0,000	0,000	0,019	0,035	0,001
	2788	7006939	407740	1733	83,836	1,681	22,979	0,069	0,034	0,022	5,023	3,323	0,178	0,001	0,000	0,038	1,418	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000
A-03A	843	7007138	408010	1727	68,490	16,114	4,253	0,209	0,256	0,024	0,340	4,559	0,497	0,018	0,014	0,144	7,287	0,000	0,002	0,010	0,008	0,004	0,000	0,003	0,055	0,001
A-03B	844	7007138	408010	1727	55,060	14,135	1,794	0,146	0,095	0,055	1,847	4,462	0,226	0,005	0,000	0,030	1,879	0,000	0,001	0,009	0,004	0,001	0,000	0,011	0,060	0,002
A-03	2786	7007138	408010	1727	75,078	4,041	27,036	0,325	0,069	0,046	2,518	6,070	0,339	0,004	0,000	0,038	3,313	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000
A-04	851	7006064	407185	1676	44,553	9,545	0,737	0,161	0,325	0,091	3,320	2,996	0,361	0,009	0,000	0,031	1,813	0,000	0,002	0,009	0,005	0,001	0,000	0,013	0,048	0,002
B-02	842	7007366	407417	1705	21,480	1,900	1,648	0,049	0,214	0,109	0,233	2,012	0,043	0,027	0,007	0,000	0,310	0,000	0,024	8,849	7,071	0,012	0,000	0,005	0,008	0,000
	2796	7007366	407417	1705	96,767	0,000	11,227	0,106	0,091	0,033	1,816	0,455	0,143	0,000	0,000	0,010	1,044	0,000	0,000	0,485	0,164	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
B-03	2797	7007366	407417	1705	96,766	1,561	13,432	0,056	0,031	0,028	2,623	0,275	0,106	0,000	0,000	0,006	4,969	0,000	0,000	0,142	0,333	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
	846	7007366	407417	1705	45,391	3,397	0,000	0,058	0,423	0,028	2,018	2,039	0,116	0,044	0,000	0,015	0,771	0,000	0,003	0,100	0,333	0,000	0,000	0,024	0,009	0,000
B-04	847	7007366	407417	1705	75,335	10,586	0,000	0,135	0,707	0,093	2,057	0,470	0,092	0,003	0,002	0,227	12,377	0,000	0,002	0,102	0,161	0,000	0,000	0,009	0,002	0,001
	848	7007366	407417	1705	49,229	7,635	0,000	1,519	0,767	0,341	0,184	0,702	0,044	0,023	0,012	7,756	2,300	0,065	0,022	3,328	4,227	0,719	0,009	0,010	0,026	0,000
	849	7007366	407417	1705	62,914	3,100	0,000	0,765	1,514	0,097	0,388	1,366	0,169	0,009	0,000	0,643	5,290	0,000	0,000	0,511	0,463	0,054	0,000	0,000	0,021	0,000
	2800	7007366	407417	1705	87,897	0,000	21,642	0,058	0,563	0,024	4,132	0,321	0,426	0,000	0,000	0,527	6,009	0,020	0,000	0,066	0,056	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
B-05	839	7007362	407419	1714	14,327	2,447	0,000	2,121	3,884	0,081	0,459	4,613	0,000	0,440	0,000	0,330	12,016	0,000	0,002	0,706	0,767	0,115	0,000	0,012	0,004	0,004
	840	7007362	407419	1714	13,295	2,398	0,842	2,431	3,965	0,062	0,459	4,392	0,000	0,483	0,000	0,503	19,474	0,001	0,003	1,388	1,860	0,222	0,000	0,036	0,007	0,012
	841	7007362	407419	1714	14,472	3,263	0,000	2,355	4,323	0,176	1,738	2,706	0,058	0,630	0,000	0,015	1,767	0,000	0,004	0,348	1,024	0,207	0,000	0,019	0,009	0,000
	2801	7007362	407419	1714	89,092	0,000	14,844	0,084	0,149	0,008	3,503	0,342	0,132	0,000	0,000	0,043	8,434	0,008	0,000	0,553	0,435	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
B-06	2802	7007362	407419	1714	89,270	2,359	22,636	0,081	0,313	0,035	5,330	0,475	0,132	0,000	0,000	0,035	4,739	0,003	0,000	0,063	0,297	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
	852	7007362	407419	1714	29,028	4,055	1,121	0,102	2,065	0,098	1,444	0,921	0,041	0,000	0,000	0,228	7,618	0,000	0,001	0,261	0,854	0,064	0,000	0,016	0,006	0,000
	853	7007362	407419	1714	35,540	1,422	1,061	0,466	0,975	0,017	0,536	1,332	0,052	0,007	0,000	0,021	1,944	0,000	0,003	2,550	0,667	0,017	0,000	0,007	0,001	0,000
	854	7007362	407419	1714	37,281	1,410	0,000	0,458	2,264	0,110	0,255	0,507	0,000	0,002	0,000	0,281	13,850	0,058	0,006	1,696	1,233	0,288	0,020	0,000	0,004	0,000
	855	7007362	407419	1714	13,944	0,483	1,236	1,014	0,000	0,170	0,098	0,816	0,000	0,000	0,002	0,092	5,885	0,124	0,025	3,155	2,715	1,594	0,054	0,000	0,019	0,000
	2780	7007362	407419	1714	86,177	1,859	22,649	0,063	0,206	0,022	6,227	0,451	0,190	0,000	0,000	0,030	6,541	0,001	0,000	0,259	0,323	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
B-07	2781	7007362	407419	1714	85,163	2,243	22,792	0,022	0,082	0,030	8,608	0,485	0,358	0,001	0,000	0,068	2,710	0,000	0,000	0,295	0,442	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
	850	7007362	407419	1714	50,697	1,354	2,143	0,192	0,027	0,000	0,160	1,998	0,012	0,001	0,000	0,322	2,941	0,000	0,001	0,224	0,587	0,000	0,000	0,002	0,003	0,000
B-08	856	7007362	407419	1714	5,045	0,387	2,143	0,000	0,000	0,023	0,283	0,084	0,051	0,000	0,000	0,104	0,161	0,000	0,018	0,008	0,147	0,140	0,000	0,014	0,008	0,002
	857	7007362	407419	1714	54,634	8,862	0,000	0,100	0,658	0,036	1,349	1,759	0,058	0,009	0,000	0,658	2,393	0,000	0,000	0,151	0,675	0,014	0,000	0,017	0,011	0,004
B-09	858	7006064	407185	1676	48,528	9,714	2,303	0,063	0,072	0,048	3,253	0,464	0,197	0,002	0,000	0,033	1,067	0,000	0,000	0,004	0,010	0,001	0,000	0,023	0,013	0,002
B-10	1678	7006379	405355	1851	33,343	1,353	1,334	0,072	0,005	0,035	0,250	0,558	0,054	0,000	0,000	0,006	0,487	0,000	0,006	0,010	0,024	0,001	0,000	0,014	0,042	0,002
B-11	1679	7006379	405355	1851	25,702	2,758	4,298	0,169	0,000	0,117	0,182	11,551	0,095	0,016	0,000	0,243	2,812	0,000	0,002	0,107	0,255	0,001	0,000	0,003	0,009	0,000
B-12A	1680	7006379	405355	1851	78,727	0,000	1,385	0,073	2,200	0,092	0,153	1,169	0,000	0,070	0,000	0,013	10,383	0,000	0,000	0,468	0,010	0,095	0,000	0,000	0,000	0,000
B-12B	1681	7006379	405355	1851	15,507	1,559	1,439	0,000	11,633	0,262	0,013	3,439	0,002	1,298	0,000	0,020	5,173	0,000	0,003	2,289	0,194	0,199	0,002	0,000	0,003	0,000
B-12C	1682	7006379	405355	1851	96,312	0,000	3,714	0,104	0,293	0,045	0,038	0,272	0,000	0,002	0,018	0,017	1,678	0,000	0,000	0,376	0,076	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000
B-12D	1683	7006379	405355	1851	85,048	0,000	3,184	0,408	1,974	0,058	0,114	0,710	0,008	0,084	0,000	0,022	0,946	0,000	0,000	0,767	0,109	0,051	0,001	0,000	0,001	0,000
B-13	2776	7006379	405355	1851	77,878	0,000	2,831	1,912	1,145	0,089	0,083	1,426	0,017	0,116	0,000	0,049	1,259	0,000	0,000	0,723	0,052	0,000	0,005	0,000	0,003	0,009
	1684	7006379	405355	1851	22,053	0,000	4,924	0,313	5,330	0,216	0,140	1,758	0,010	1,073	0,000	0,000	2,455	0,000	0,001	0,500	0,260	0,112	0,000	0,001	0,005	0,000
	2782	7006379	405355	1851	50,799	0,000	25,050	0,590	1,341	0,071	0,071	1,702	0,172	0,007	0,000	0,000	25,463	0,053	0,000	0,999	0,281	0,035	0,006	0,002	0,004	0,010
	2783	7006379	405355	1851	70,578	0,000	29,026	0,112	0,744	0,049	0,367	0,960	0,021	0,014	0,000	0,000	10,141	0,024	0,000	0,181	0,217	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000

Muestra	Código	Nota	Este	Coor	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	La	Ce	Hf	Ta	W	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
A-01B	838	7006879	407694	1731	0.022	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.091	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2787	7006879	407694	1731	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A-02	845	7006939	407740	1733	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.089	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2788	7006939	407740	1733	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A-03A	843	7007138	408010	1727	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000
	844	7007138	408010	1727	0.024	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A-03B	844	7007138	408010	1727	0.024	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2786	7007138	408010	1727	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.074	0.000	0.017	0.002	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A-04	851	7006064	407185	1676	0.017	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000
	842	7007366	407417	1705	0.003	0.004	0.005	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.172	0.000	0.000	0.000
B-02	2796	7007366	407417	1705	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.017	0.000	0.413	0.000	0.070	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000
	2797	7007366	407417	1705	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.007	0.000	0.312	0.000	0.048	0.000	0.000	0.032	0.000	0.000	0.000
B-03	846	7007366	407417	1705	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.147	0.000	0.000	0.000	0.004	0.028	0.000	0.000	0.000	0.105	0.005	0.000	0.000	0.000
	847	7007366	407417	1705	0.011	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.113	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.324	0.005	0.000	0.000	0.000
B-04	848	7007366	407417	1705	0.021	0.000	0.064	0.000	0.000	0.015	0.006	0.000	0.396	0.000	0.196	0.000	0.127	0.000	0.000	0.000	0.009	0.038	19.437	0.000	0.000	0.124
	849	7007366	407417	1705	0.004	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.172	0.000	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.803	0.000	0.000	0.006
B-05	2800	7007366	407417	1705	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.042	0.006	0.000	0.030	0.000	0.006	0.000	0.000	0.479	0.001	0.003	0.000
	839	7007362	407419	1714	0.009	0.000	0.006	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.118	0.000	0.386	0.000	0.000	0.005	0.018	0.000	0.000	0.006	0.908	0.000	0.000	0.002
B-06	840	7007362	407419	1714	0.010	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.203	0.000	0.354	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	1.014	0.014	0.000	0.005
	841	7007362	407419	1714	0.012	0.000	0.351	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.179	0.000	0.000	0.000	0.019	0.014	0.000	0.000	0.000	0.017	2.726	0.000	0.000	0.000
B-07	2801	7007362	407419	1714	0.006	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.044	0.000	0.026	0.004	0.000	0.149	0.000	0.018	0.000	0.000	0.070	0.001	0.000	0.000
	2802	7007362	407419	1714	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	0.004	0.006	0.211	0.000	0.033	0.000	0.000	0.030	0.000	0.003	0.000
B-08	852	7007362	407419	1714	0.008	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.153	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.654	0.000	0.000	0.000
	853	7007362	407419	1714	0.008	0.000	0.115	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.055	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	5.791	0.000	0.000	0.282
B-09	854	7007362	407419	1714	0.007	0.000	1.104	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.055	0.000	0.000	0.000	0.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	19.031	0.000	0.000	0.000
	855	7007362	407419	1714	0.017	0.000	2.789	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.059	0.000	0.000	0.004	0.000	0.136	0.000	0.020	0.000	0.000	0.073	0.001	0.000	0.000
B-10	2780	7007362	407419	1714	0.007	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.105	0.000	0.010	0.005	0.000	0.325	0.000	0.047	0.000	0.000	0.030	0.002	0.000	0.000
	2781	7007362	407419	1714	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000	0.501	0.000	0.000	0.000	0.000
B-11	850	7007362	407419	1714	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.133	0.000	0.000	0.000	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.233	0.001	0.000	0.000	0.000
	856	7007362	407419	1714	0.012	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.092	0.000	0.117	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.003	0.000	0.000
B-12A	857	7007362	407419	1714	0.010	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
	858	7006064	407185	1676	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
B-12B	1678	7006379	405355	1851	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1679	7006379	405355	1851	0.004	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.280	0.000	0.000	0.000
B-12C	1680	7006379	405355	1851	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.000	0.000	0.001	0.338	0.000	0.000	0.000	0.000
	1681	7006379	405355	1851	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.017	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	1.689	0.000	0.000	0.000
B-12D	1682	7006379	405355	1851	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.079	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.123	0.000	0.000	0.000
	1683	7006379	405355	1851	0.001	0.000	0.098	0.013	0.004	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.989	0.000	0.000	0.024
B-13	2776	7006379	405355	1851	0.002	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.001	0.000	0.007	4.505	0.006	0.000	0.000
	1684	7006379	405355	1851	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.022	0.075	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	1.058	0.000	0.000	0.000
B-13	2782	7006379	405355	1851	0.003	0.000	0.003	0.000	0.000	0.014	0.000	1.213	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	1.546			

Minera	Código	Nome	Ene	Cua	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Y
B-14	1685	7006379	405355	181	10,737	2,285	1,233	0,047	0,000	0,051	0,445	0,235	0,049	0,005	0,000	0,194	0,821	0,000	0,011	0,017	0,078	0,008	0,000	0,006	0,003	0,000
	1686	7006379	405355	181	44,617	0,000	8,412	0,296	0,153	0,030	0,797	17,646	0,085	0,030	0,004	0,287	5,754	0,000	0,000	0,083	0,104	0,002	0,000	0,006	0,004	0,001
B-16A	1687	7006362	405354	1848	30,504	1,599	9,025	0,395	0,000	0,003	0,956	1,625	0,000	0,077	0,000	0,337	9,118	0,000	0,001	0,815	0,588	0,015	0,000	0,001	0,005	0,000
	1688	7006362	405354	1848	26,785	0,000	6,487	0,089	0,774	0,061	0,942	0,960	0,942	0,169	0,000	0,447	6,466	0,000	0,000	0,666	0,559	0,060	0,000	0,000	0,004	0,000
	2803	7006382	405354	1848	99,127	0,000	1,078	0,063	0,399	0,031	0,945	0,220	0,174	0,000	0,000	0,000	1,487	0,000	0,000	5,921	0,001	0,009	0,000	0,000	0,002	0,000
	2804	7006382	405354	1848	99,282	2,082	8,476	0,058	0,257	0,024	0,555	0,221	0,000	0,000	0,000	0,205	5,183	0,001	0,000	0,359	0,013	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000
B-17	1689	7006362	405354	1848	30,961	2,463	7,421	0,151	0,000	0,033	1,241	7,248	0,273	0,000	0,000	0,064	2,190	0,000	0,003	0,010	0,028	0,002	0,000	0,008	0,071	0,002
B-18	1690	7006403	405361	1856	50,072	1,444	5,512	0,053	0,102	0,073	0,744	0,784	0,121	0,000	0,000	0,275	2,476	0,000	0,003	0,061	0,058	0,004	0,000	0,013	0,008	0,001
B-19A	1691	7006403	405361	1856	65,546	0,000	1,288	0,109	0,041	0,087	0,244	0,714	0,044	0,008	0,000	0,102	7,164	0,000	0,001	0,117	0,010	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000
B-19B	1692	7006403	405361	1856	77,880	0,036	2,327	0,107	0,052	0,028	0,26	0,365	0,033	0,011	0,000	0,009	5,899	0,000	0,002	0,178	0,009	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
B-19C	1693	7006403	405361	1856	59,365	0,000	3,196	0,219	0,250	0,000	0,290	1,465	0,226	0,053	0,011	7,794	3,995	0,028	0,008	6,003	0,120	0,068	0,000	0,000	0,006	0,000
B-20A	1694	7006403	405361	1856	97,896	0,000	1,495	0,082	0,652	0,061	0,117	0,099	0,001	0,000	0,006	0,008	5,688	0,000	0,001	0,044	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
B-20B	1695	7006403	405361	1856	47,745	0,000	12,141	0,023	0,633	0,240	3,389	0,777	0,074	0,249	0,000	0,010	3,811	0,000	0,000	0,946	0,943	0,139	0,001	0,017	0,003	0,000
	2798	7006403	405361	1856	95,551	0,000	8,616	0,030	0,05	0,049	0,193	0,077	0,000	0,000	0,000	0,000	17,735	0,016	0,000	0,171	0,005	0,003	0,000	0,000	0,001	0,000
	2799	7006403	405361	1856	100,000	1,120	6,374	0,070	0,072	0,043	0,102	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	13,688	0,013	0,000	0,061	0,005	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000
B-20C	1696	7006403	405361	1856	71,571	0,000	2,224	0,061	1,091	0,489	0,119	0,601	0,006	0,171	0,001	0,000	2,182	0,000	0,010	14,522	0,085	0,321	0,002	0,000	0,005	0,000
B-21A	1697	7006438	405375	1864	26,191	1,361	7,659	0,046	0,163	0,014	0,144	0,867	0,078	0,012	0,000	0,352	7,903	0,000	0,005	0,261	2,253	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001
	2779	7006438	405375	1864	91,920	1,163	20,827	0,059	0,37	0,038	1,779	0,678	0,182	0,000	0,000	0,093	4,747	0,000	0,000	0,329	0,129	0,009	0,000	0,000	0,001	0,000
	1698	7006438	405375	1864	58,966	0,000	4,410	0,063	0,35	0,017	0,808	0,520	0,023	0,000	0,009	0,022	5,531	0,000	0,000	0,099	0,54	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
B-21A	1699	7006580	405395	181	33,473	4,507	16,703	0,005	0,124	0,021	0,256	0,463	0,000	0,018	0,000	0,972	18,272	0,024	0,006	0,207	0,528	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001
B-21B	1700	7006580	405395	181	40,817	1,701	1,990	1,642	0,000	0,007	0,120	0,304	0,022	0,046	0,000	1,266	4,740	0,000	0,003	0,300	0,301	0,029	0,000	0,000	0,007	0,000
B-21A	1701	7006580	405395	181	32,225	1,464	1,165	0,681	1,121	0,052	0,051	1,003	0,000	0,221	0,000	0,000	0,998	0,000	0,002	0,111	0,050	0,039	0,000	0,000	0,001	0,000
B-21B	1702	7006580	405395	181	38,128	0,000	3,026	0,603	2,080	0,082	0,062	15,261	0,005	0,439	0,000	0,007	4,209	0,000	0,000	0,474	0,139	0,104	0,000	0,000	0,002	0,000
B-24	1703	7006580	405395	181	39,981	2,167	6,911	0,113	0,012	0,040	1,579	11,529	0,112	0,000	0,000	0,139	4,901	0,000	0,002	0,018	0,162	0,001	0,000	0,013	0,003	0,000
B-25A	1704	7006522	405192	1915	24,742	0,000	6,636	0,084	2,244	0,100	3,193	1,242	0,149	0,239	0,000	0,051	1,458	0,000	0,002	0,169	0,337	0,048	0,000	0,030	0,010	0,000
B-26B	1705	7006522	405192	1915	32,814	1,323	6,760	0,847	1,598	0,208	0,822	0,966	0,065	0,831	0,001	0,279	5,001	0,009	0,006	1,550	0,946	0,724	0,013	0,003	0,001	0,000
B-25C	1706	7006522	405192	1915	29,170	1,004	6,517	1,536	3,451	0,358	0,136	1,120	0,027	0,097	0,000	0,431	4,789	0,000	0,001	1,157	0,988	0,119	0,000	0,000	0,004	0,000
B-25D	1707	7006522	405192	1915	40,643	5,113	4,844	0,171	0,000	0,173	0,277	0,330	0,066	1,230	0,019	0,007	0,622	0,015	0,047	14,275	10,594	1,297	0,080	0,005	0,068	0,000
	2807	7006522	405192	1915	99,162	0,000	1,067	0,321	2,873	0,051	0,039	0,032	0,011	0,000	0,000	0,010	0,220	0,000	0,000	0,488	0,003	0,000	0,007	0,000	0,004	0,008
	2808	7006522	405192	1915	80,125	4,005	31,797	0,015	0,490	0,007	2,304	0,302	0,065	0,004	0,000	0,160	7,261	0,005	0,000	0,164	0,141	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
B-26A	1708	7006522	405192	1915	38,840	2,769	5,103	0,688	0,966	0,201	0,466	2,724	0,078	0,665	0,000	0,001	2,427	0,000	0,004	1,706	0,413	0,230	0,003	0,009	0,003	0,000
B-26B	1709	7006522	405192	1915	41,929	0,000	1,274	0,854	2,465	0,104	0,065	2,091	0,000	0,348	0,007	0,009	5,707	0,000	0,001	1,102	0,716	0,100	0,002	0,001	0,003	0,000
B-27A	1710	7006516	405143	1916	49,525	2,043	9,360	0,055	1,725	0,021	1,033	0,897	0,156	0,055	0,000	0,621	10,639	0,000	0,003	0,096	0,419	0,013	0,000	0,008	0,001	0,000
B-27B	1711	7006516	405143	1916	40,137	1,698	5,587	0,244	2,244	0,121	0,333	0,805	0,061	0,744	0,005	0,154	2,481	0,000	0,006	1,827	0,762	0,521	0,008	0,008	0,004	0,000
	2777	7006516	405143	1916	71,164	2,496	25,169	0,107	0,094	0,021	8,339	0,609	0,327	0,009	0,000	0,120	3,882	0,000	0,000	0,009	0,511	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000
	2778	7006516	405143	1916	77,008	3,439	23,766	0,222	0,064	0,016	7,082	0,573	0,364	0,004	0,000	0,294	8,351	0,000	0,000	0,017	0,632	0,173	0,001	0,000	0,002	0,000
B-28A	1712	7006493	405142	1912	40,851	0,000	0,852	0,366	4,048	0,143	0,096	0,285	0,022	0,660	0,013	0,000	0,129	0,000	0,001	0,386	0,209	0,173	0,001	0,000	0,002	0,000
	2789	7006493	405142	1912	100,000	0,000	1,024	0,028	0,882	0,032	0,039	0,059	0,006	0,000	0,005	0,000	0,153	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
	2790	7006493	405142	1912	80,597	0,000	1,661	1,179	0,328	0,023	0,072	1,477	0,000	0,051	0,000	0,000	7,517	0,000	0,000	0,429	0,244	0,000	0,003	0,000	0,002	0,008
B-28B	1713	7006493	405142	1912	46,965	0,000	0,169	0,262	0,663	0,107	0,050	0,170	0,017	0,011	0,000	0,002	0,382	0,000	0,005	3,103	0,163	0,035	0,000	0,000	0,004	0,000
B-29	1714	7006428	405036	1906	40,171	7,105	8,366	0,058	0,000	0,027	0,325	0,712	0,095	0,010	0,000	0,459	4,499	0,000	0,000	0,044	0,066	0,001	0,000	0,007	0,007	0,003
B-30A	1715	7006428	405036	1906	42,746	0,000	2,199	0,560	0,655	0,054	0,378	2,604	0,043	0,067	0,000	0,010	1,872	0,000	0,004	3,407	0,051	1,210	0,008	0,000	0,003	0,000
B-30B	1716	7006428	405036	1906	60,122	1,742	10,261	0,174	0,055	0,066	1,094	1,612	0,097	0,010	0,005	0,079	3,598	0,000	0,000	1,740	0,015	0,037	0,000	0,001	0,001	0,000
B-30C	1717	7006428	405036	1906	80,551	4,518	10,512	0,489	0,303	0,070	0,649	1,610	0,088	0,009	0,002	0,008	3,069	0,000	0,000	2,514	0,009	0,012	0,			

Muestra	Código	Norte	Este	Cine	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Y
B-31A	1718	7066428	405026	1966	45.887	0.000	11.065	0.023	2.371	0.026	2.981	1.725	0.388	0.017	0.000	0.833	3.716	0.000	0.001	0.697	0.122	0.088	0.000	0.024	0.004	0.001
	1719	7066428	405026	1966	22.330	1.048	6.607	0.000	0.270	0.013	2.374	0.393	0.156	0.071	0.000	0.611	2.065	0.000	0.003	0.149	0.124	0.031	0.000	0.023	0.004	0.000
	2793	7066428	405026	1966	87.577	0.000	22.924	0.242	0.825	0.023	3.942	0.887	0.579	0.001	0.000	0.367	5.105	0.004	0.000	0.032	0.026	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
	2794	7066428	405026	1966	65.584	0.000	24.000	0.206	0.992	0.014	4.196	0.862	0.567	0.001	0.000	0.180	5.816	0.000	0.000	0.031	0.035	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
	2795	7066428	405026	1966	75.766	0.000	28.888	0.424	0.714	0.009	4.524	1.652	1.070	0.010	0.000	0.349	7.176	0.009	0.000	0.059	0.053	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
B-31C	1720	7066428	405026	1966	48.117	1.884	15.019	0.211	1.715	0.072	2.854	0.798	0.428	0.344	0.000	0.016	2.782	0.000	0.000	0.394	0.075	0.057	0.000	0.023	0.002	0.000
B-32A	1721	7066421	404892	1919	17.751	0.000	5.565	5.535	0.000	0.057	0.348	6.425	0.029	0.918	0.000	0.830	3.873	0.019	0.016	3.870	1.287	0.395	0.020	0.013	0.027	0.000
	2805	7066421	404892	1919	100.000	3.884	1.968	0.075	0.039	0.000	0.220	0.658	0.005	0.000	0.000	0.940	2.691	0.000	0.000	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2806	7066421	404892	1919	100.000	0.000	2.274	0.020	0.077	0.023	0.236	0.651	0.000	0.000	0.000	0.000	1.595	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001
	2806	7066421	404892	1919	100.000	0.000	0.277	0.903	4.249	0.102	0.032	0.381	0.019	0.258	0.000	0.110	1.835	0.000	0.000	0.489	0.065	0.207	0.001	0.000	0.001	0.000
B-32B	1722	7066421	404892	1919	78.970	0.000	2.508	0.233	0.000	0.045	0.341	2.398	0.030	0.060	0.002	0.010	1.069	0.000	0.000	0.693	0.078	0.139	0.002	0.001	0.004	0.000
B-32C	1723	7066421	404892	1919	82.341	0.000	2.908	0.233	0.000	0.045	0.341	2.398	0.030	0.060	0.002	0.010	1.069	0.000	0.000	0.693	0.078	0.139	0.002	0.001	0.004	0.000
B-32D	1724	7066421	404892	1919	40.788	0.000	7.104	2.815	0.284	0.023	1.629	14.708	0.071	0.128	0.010	0.652	5.198	0.000	0.000	0.272	0.171	0.045	0.000	0.011	0.011	0.000
B-32E	1725	7066421	404892	1919	43.374	1.281	5.877	0.647	4.324	0.185	1.068	1.275	0.083	1.477	0.002	0.004	1.797	0.010	0.014	4.653	1.066	1.021	0.020	0.027	0.018	0.000
	2774	7066421	404892	1919	100.000	0.000	2.455	0.083	0.117	0.029	0.325	0.887	0.019	0.000	0.000	0.022	4.304	0.000	0.000	0.253	0.000	0.056	0.000	0.000	0.001	0.000
	2775	7066421	404892	1919	100.000	0.000	7.090	0.100	0.094	0.028	0.633	0.382	0.067	0.000	0.000	0.013	1.815	0.000	0.000	0.028	0.000	0.008	0.000	0.000	0.001	0.000
	B-33A	1726	7066421	404892	1919	42.450	0.000	12.871	6.293	0.479	0.041	3.850	5.828	0.220	0.207	0.000	0.433	6.925	0.015	0.003	0.273	0.380	0.038	0.000	0.026	0.012
B-33B	1727	7066421	404892	1919	46.302	0.000	12.401	0.046	1.237	0.035	3.772	1.224	0.214	0.169	0.000	0.013	2.590	0.000	0.000	0.178	0.324	0.040	0.000	0.026	0.012	0.000
B-34	1728	7066362	404875	1918	33.058	1.475	6.592	0.153	0.000	0.028	0.910	2.762	0.213	0.003	0.000	0.034	2.565	0.000	0.002	0.010	0.107	0.001	0.000	0.010	0.050	0.003
	1729	7066362	404875	1918	52.701	0.000	7.283	0.248	0.000	0.197	0.569	0.891	0.052	1.327	0.012	0.170	0.480	0.005	0.021	12.707	5.339	2.788	0.047	0.010	0.050	0.000
B-35A	2791	7066362	404875	1918	74.879	0.000	28.000	0.533	0.152	0.011	6.287	0.899	0.647	0.004	0.000	0.033	9.060	0.020	0.000	0.034	0.176	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
	2792	7066362	404875	1918	74.673	0.000	28.447	0.297	0.186	0.017	8.457	0.974	0.372	0.003	0.000	0.057	4.857	0.000	0.000	0.024	0.085	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
B-35B	1730	7066362	404875	1918	31.482	0.000	8.973	0.240	0.090	0.056	2.504	1.964	0.263	0.028	0.000	0.418	2.951	0.000	0.002	0.074	0.171	0.019	0.000	0.020	0.017	0.000
	1731	7066362	404875	1918	39.735	0.000	9.862	0.132	0.656	0.012	3.688	0.944	0.457	0.229	0.000	0.169	5.084	0.000	0.006	0.340	0.482	0.083	0.000	0.030	0.022	0.000
B-36A	2784	7066362	404875	1918	75.804	2.797	24.960	0.144	0.168	0.024	9.066	0.758	0.289	0.003	0.000	0.398	5.111	0.000	0.000	0.031	0.272	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
	2785	7066362	404875	1918	77.741	3.877	25.447	0.172	0.000	0.027	8.707	0.629	0.463	0.003	0.000	0.064	3.349	0.000	0.002	0.010	0.516	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000
B-36B	1732	7066362	404875	1918	44.553	1.777	10.301	0.223	0.508	0.029	3.343	1.023	0.292	0.137	0.000	0.022	1.360	0.000	0.002	0.117	0.944	0.011	0.000	0.026	0.014	0.000
B-38	2598	7065493	404248	1839	37.420	0.391	9.021	0.240	0.018	0.058	1.386	3.405	0.139	0.000	0.000	0.014	0.851	0.000	0.002	0.015	0.002	0.001	0.000	0.007	0.057	0.001
B-39	2599	7065664	404815	1865	14.568	2.243	0.943	0.035	0.012	0.059	0.016	0.121	0.025	0.003	0.000	0.011	7.219	0.000	0.012	0.071	0.019	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
B-40A	2600	7065664	404815	1865	29.821	1.131	7.513	0.140	0.000	0.026	0.082	1.024	0.034	0.036	0.000	0.023	8.124	0.000	0.003	0.548	0.169	0.003	0.000	0.001	0.003	0.000
B-40B	2601	7065664	404815	1865	7.877	2.226	0.866	0.265	0.000	0.051	0.000	8.886	0.013	0.052	0.000	0.000	1.151	0.000	0.004	0.145	0.030	0.020	0.000	0.000	0.003	0.000
B-41A	2602	7065664	404815	1865	7.877	2.226	0.866	0.265	0.000	0.051	0.000	8.886	0.013	0.052	0.000	0.000	1.151	0.000	0.004	0.145	0.030	0.020	0.000	0.000	0.003	0.000
B-41B	2603	7065664	404815	1865	39.103	1.314	1.355	0.072	0.079	0.042	0.190	0.149	0.023	0.000	0.000	0.015	1.384	0.000	0.003	0.014	0.005	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
B-42A	2604	7065664	404815	1865	56.463	0.000	7.007	0.178	0.208	0.030	2.145	1.151	0.071	0.039	0.002	0.061	4.708	0.000	0.000	0.225	0.059	0.007	0.000	0.003	0.000	0.001
B-42B	2605	7065664	404815	1865	31.206	1.391	4.463	0.112	0.384	0.042	0.248	0.273	0.010	0.079	0.000	0.023	13.963	0.000	0.017	10.346	0.230	0.016	0.012	0.004	0.000	0.001
B-42C	2606	7065664	404815	1865	97.959	0.000	0.670	0.125	0.030	0.041	0.034	0.049	0.039	0.000	0.000	0.005	0.268	0.000	0.000	0.034	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
B-42D	2607	7065664	404815	1865	38.691	0.000	3.076	0.134	0.451	0.058	0.426	0.380	0.039	0.330	0.000	0.005	1.029	0.000	0.001	1.151	0.056	0.189	0.002	0.004	0.003	0.000
B-43A	2608	7065781	404726	1962	57.432	1.052	7.945	0.150	0.047	0.038	1.741	2.147	0.085	0.008	0.000	0.015	1.006	0.000	0.000	0.385	0.014	0.002	0.000	0.010	0.002	0.001
B-43B	2609	7065781	404726	1962	13.011	1.522	1.469	0.120	0.000	0.025	0.434	4.266	0.035	0.004	0.000	0.006	0.451	0.000	0.011	0.966	0.020	0.007	0.000	0.010	0.006	0.000
B-44	2610	7065781	404726	1962	25.842	0.000	4.667	0.182	0.000	0.049	1.370	0.944	0.080	0.008	0.000	0.008	0.999	0.000	0.005	2.933	0.032	0.005	0.000	0.011	0.004	0.000
B-45	2611	7065781	404726	1962	13.776	2.455	1.397	0.037	0.013	0.036	0.389	0.622	0.018	0.000	0.000	0.030	0.921	0.000	0.008	0.043	0.038	0.001	0.000	0.008	0.003	0.000
B-46	2612	7065781	404726	1962	4.122	2.519	0.766	0.263	0.116	0.060	0.000	18.580	0.018	0.000	0.000	0.023	0.698	0.000	0.006	0.054	0.022	0.002	0.000	0.000	0.012	0.000
B-47	2613	7065781	404726	1962	27.652	1.455	5.045	0.358	0.000	0.015	1.051	2.110	0.000	0.007	0.000	0.284	2.951	0.000	0.001	0.113	0.090	0.008	0.000	0.008	0.005	0.003
B-48	2614	7065905	404724	1965	33.062	1.749	3.493	0.106	0.001	0.027	0.459	0.645	0.048	0.001	0.000	0.021	0.474									

Muestra	Código	Nombre	Espe	Cota	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	La	Ce	Hf	Ta	W	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
B-31A	1718	7006428	40506	196	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.209	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.098	0.002	0.000	0.000
B-31B	1719	7006428	40506	196	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.024	0.097	0.172	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.316	0.001	0.000	0.000
	2793	7006428	40506	196	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.000	0.041	0.000	0.003	0.022	0.000	0.003	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	
	2794	7006428	40506	196	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.083	0.000	0.011	0.000	0.003	0.020	0.000	0.003	0.000	0.000	0.013	0.001	0.000	0.000
B-31C	2795	7006428	40506	196	0.037	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.125	0.000	0.008	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.065	0.001	0.000	0.000
	1720	7006428	40506	196	0.011	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.010	0.176	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.859	0.000	0.000	
	1721	7006421	40492	1919	0.016	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.021	0.015	0.219	0.102	0.000	0.000	0.000	0.077	0.000	0.000	0.008	0.043	12.929	0.000	0.000	
B-32A	2805	7006421	40492	1919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.106	0.000	0.000	
	2806	7006421	40492	1919	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.994	0.000	0.000	0.000	
	1722	7006421	40492	1919	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.861	0.000	0.000	
B-32C	1723	7006421	40492	1919	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.011	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	1.181	0.000	0.000	
B-32D	1724	7006421	40492	1919	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.055	0.035	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.003	0.473	0.000	0.000	
B-32E	1725	7006421	40492	1919	0.024	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.020	0.009	0.092	0.238	0.000	0.000	0.034	0.082	0.000	0.000	0.000	0.018	0.051	13.149	0.000	0.000
	2774	7006421	40492	1919	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.014	0.000	0.003	0.000	0.000	0.048	0.000	0.000	
	2775	7006421	40492	1919	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.003	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	
B-33A	1726	7006421	40492	1919	0.013	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.318	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.008	0.000	0.000	0.003	0.467	0.000	0.000	
B-33B	1727	7006421	40492	1919	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.161	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.302	0.000	0.000	
B-34	1728	7006362	404975	1918	0.021	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
B-35A	1729	7006362	404975	1918	0.040	0.000	0.017	0.000	0.000	0.076	0.015	0.000	0.354	0.000	0.000	0.004	0.234	0.000	0.000	0.000	0.011	0.073	43.247	0.000	0.000	0.000
	2791	7006362	404975	1918	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.078	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.005	0.000	0.000	0.143	0.001	0.000	0.000
	2792	7006362	404975	1918	0.031	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126	0.000	0.000	0.000	0.001	0.028	0.000	0.003	0.000	0.000	0.091	0.001	0.000	0.000
B-35B	1730	7006362	404975	1918	0.021	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.139	0.000	0.000	0.000	0.007	0.002	0.000	0.000	0.000	0.008	0.715	0.000	0.000	0.000
B-36A	1731	7006362	404975	1918	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.365	0.000	0.000	0.002	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.009	0.921	0.000	0.000	0.000
	2794	7006362	404975	1918	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.221	0.000	0.044	0.003	0.000	0.094	0.000	0.013	0.000	0.000	0.194	0.002	0.000	0.000
	2795	7006362	404975	1918	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.144	0.000	0.000	0.002	0.017	0.220	0.000	0.032	0.000	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000
B-36B	1732	7006362	404975	1918	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.151	0.000	0.000	0.000	0.004	0.008	0.000	0.000	0.000	0.001	0.344	0.002	0.000	0.000
B-38	2598	7005493	404248	1839	0.017	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-39	2599	7005664	404915	1865	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.008	0.004	0.000	0.000
B-40A	2600	7005664	404915	1865	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.013	0.000	0.000
B-40B	2601	7005664	404915	1865	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.216	0.005	0.000	0.000
B-41A	2602	7005664	404915	1865	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.216	0.005	0.000	0.000
B-41B	2603	7005664	404915	1865	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
B-42A	2604	7005664	404915	1865	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.000	0.217	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.001	0.000	0.000
B-42B	2605	7005664	404915	1865	0.002	0.000	0.003	0.000	0.023	0.003	0.000	0.000	0.077	0.000	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.356	0.001	0.000	0.009
B-42C	2606	7005664	404915	1865	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
B-42D	2607	7005664	404915	1865	0.004	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	1.167	0.001	0.000	0.000
B-43A	2608	7005781	404726	1962	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
B-43B	2609	7005781	404726	1962	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078	0.003	0.000	0.000	0.000
B-44	2610	7005781	404726	1962	0.008	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000															

Muestra	Código	Note	Ese	Cna	SiO ₂	MgO	AlO ₃	FeO	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Y
B-49A	2615	7006131	404909	1953	35.078	1.807	0.856	0.539	0.000	0.053	0.154	3.630	0.023	0.175	0.000	0.212	0.303	0.000	0.011	2.315	0.375	0.145	0.016	0.004	0.038	0.000
B-49B	2616	7006131	404909	1953	80.334	0.000	0.522	0.147	0.120	0.040	0.091	0.159	0.011	0.005	0.000	0.339	0.236	0.000	0.000	0.295	0.106	0.000	0.001	0.001	0.004	0.000
B-49C	2617	7006131	404909	1953	18.929	1.367	1.702	0.031	0.000	0.069	0.496	0.163	0.034	0.009	0.000	0.011	4.566	0.000	0.012	2.474	0.319	0.086	0.006	0.006	0.002	0.000
B-49D	2618	7006131	404909	1953	84.154	0.000	1.090	0.142	0.528	0.048	0.103	0.138	0.014	0.065	0.002	0.299	0.145	0.000	0.000	0.458	0.078	0.081	0.002	0.001	0.003	0.000
B-49E	2619	7006131	404909	1953	97.888	0.000	0.244	0.125	0.000	0.022	0.016	0.042	0.005	0.000	0.000	0.731	0.082	0.000	0.001	0.164	0.117	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001
B-50	2620	7004623	404585	1880	52.749	0.759	16.098	0.114	0.082	0.060	3.354	0.209	0.402	0.008	0.000	0.000	1.799	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.011	0.007	0.001
B-51	2621	7004454	403940	1883	33.861	1.983	14.852	0.053	0.000	0.005	2.984	0.287	0.332	0.003	0.000	0.033	4.730	0.000	0.006	0.013	0.002	0.000	0.000	0.011	0.012	0.003
B-52	2622	7004563	403865	1874	30.339	0.000	8.791	0.087	1.325	0.000	2.775	1.195	0.246	0.005	0.000	0.000	0.365	0.000	0.002	0.003	0.001	0.000	0.000	0.011	0.004	0.004
B-53	2623	7004521	403602	1974	47.348	0.000	13.704	0.087	1.649	0.022	3.655	0.207	0.291	0.005	0.000	0.000	1.079	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.001	0.013	0.029	0.001
B-54	2624	7004620	403483	1999	37.932	1.158	9.284	0.151	0.000	0.103	1.567	2.995	0.161	0.005	0.000	0.017	1.158	0.000	0.003	0.008	0.003	0.001	0.000	0.007	0.062	0.002
B-55	2625	7004812	403216	1946	40.153	1.327	9.840	0.172	0.450	0.046	1.427	4.093	0.362	0.013	0.000	0.049	2.363	0.000	0.001	0.012	0.004	0.001	0.000	0.008	0.060	0.002
B-56	2626	7004797	403293	1974	67.076	2.743	19.892	0.283	0.014	0.061	3.081	0.957	0.302	0.002	0.000	0.009	2.330	0.000	0.001	0.004	0.010	0.000	0.000	0.012	0.028	0.004
B-57A	2628	7005081	403857	1883	23.949	1.266	6.822	0.551	1.002	0.032	1.612	2.865	0.094	0.000	0.000	0.020	1.456	0.000	0.003	0.167	0.032	0.002	0.001	0.018	0.006	0.000
B-57B	2629	7005081	403857	1883	40.091	1.132	13.861	0.335	0.611	0.027	2.753	1.370	0.455	0.034	0.000	0.018	1.529	0.000	0.000	0.147	0.016	0.002	0.000	0.024	0.009	0.000
B-58A	2630	7005081	403857	1883	13.725	2.256	1.077	0.200	0.000	0.241	0.054	0.339	0.016	0.003	0.000	0.009	0.465	0.000	0.023	5.460	0.073	0.051	0.001	0.000	0.012	0.002
B-58B	2631	7005081	403857	1883	35.378	0.000	2.503	0.684	0.000	0.016	0.084	1.554	0.021	0.007	0.000	4.604	0.348	0.129	0.016	6.047	0.196	0.010	0.000	0.000	0.013	0.001
B-59A	2632	7005081	403857	1883	58.378	1.316	12.588	0.458	0.038	0.084	0.678	5.910	0.043	0.001	0.003	0.005	0.702	0.000	0.000	0.351	0.011	0.003	0.000	0.000	0.007	0.000
B-59B	2633	7005081	403857	1883	31.323	0.000	8.010	0.483	0.172	0.019	0.926	24.066	0.006	0.005	0.000	0.025	1.018	0.000	0.000	0.319	0.007	0.005	0.000	0.006	0.005	0.001
B-60A	2634	7005081	403857	1883	61.888	0.000	2.389	0.316	0.052	0.363	0.298	0.850	0.004	0.004	0.002	0.343	2.533	0.000	0.001	2.196	0.033	0.003	0.000	0.001	0.003	0.000
B-60B	2635	7005081	403857	1883	13.440	1.542	3.717	0.277	0.000	0.034	0.094	0.636	0.013	0.000	0.000	0.190	1.179	0.000	0.016	4.188	0.076	0.005	0.001	0.000	0.005	0.000
B-60C	2636	7005081	403857	1883	20.257	0.965	5.964	1.247	0.000	0.008	0.622	3.443	0.005	0.001	0.000	0.103	9.791	0.000	0.018	2.385	0.132	0.035	0.004	0.000	0.069	0.000
B-61A	2637	7005081	403857	1883	28.095	0.000	12.427	0.184	17.489	0.000	1.493	15.223	0.156	0.000	0.000	0.017	2.128	0.000	0.000	0.062	0.009	0.002	0.000	0.013	0.006	0.002
B-61B	2638	7005081	403857	1883	34.420	0.000	12.827	1.026	0.911	0.004	3.210	1.674	0.331	0.006	0.000	0.040	8.538	0.000	0.007	0.246	0.160	0.006	0.000	0.025	0.003	0.008
B-61C	2639	7005081	403857	1883	55.547	1.632	18.598	0.046	0.526	0.033	4.238	0.565	0.375	0.006	0.000	0.030	2.942	0.000	0.000	0.078	0.039	0.001	0.000	0.021	0.002	0.002
B-62A	2640	7005175	403848	1875	37.786	1.217	5.687	0.316	0.536	0.052	0.419	0.812	0.000	0.000	0.003	0.036	6.532	0.000	0.002	0.174	0.365	0.011	0.000	0.003	0.002	0.004
B-62B	2641	7005175	403848	1875	43.484	0.000	7.331	0.500	0.027	0.105	2.886	1.205	0.100	0.005	0.000	0.000	2.028	0.000	0.002	0.169	0.601	0.044	0.000	0.020	0.015	0.004
B-63A	2642	7005175	403848	1875	33.351	0.918	5.501	0.035	0.009	0.028	3.323	0.444	0.126	0.000	0.000	0.000	0.408	0.000	0.003	0.071	0.313	0.001	0.000	0.020	0.014	0.002
B-63B	2643	7005175	403848	1875	37.248	0.000	2.835	1.659	3.382	0.301	0.637	0.567	0.130	0.006	0.000	0.486	5.261	0.000	0.003	0.142	0.296	0.150	0.001	0.004	0.008	0.000
B-63B	2644	7005175	403848	1875	28.134	0.000	6.344	0.689	0.554	0.174	0.812	0.593	0.173	0.000	0.000	0.009	1.865	0.000	0.005	0.102	0.364	0.107	0.000	0.009	0.013	0.000
B-63C	2645	7005175	403848	1875	40.385	0.000	16.463	0.170	0.267	0.036	1.413	1.127	0.262	0.007	0.000	0.008	2.882	0.000	0.001	0.076	0.259	0.008	0.000	0.007	0.005	0.007
B-64	2646	7005175	403848	1875	22.118	1.981	1.404	0.117	0.000	0.055	0.021	1.529	0.000	0.000	0.000	0.007	5.339	0.000	0.010	6.301	0.984	0.000	0.002	0.000	0.010	0.000
B-65A	2647	7005175	403848	1875	14.724	1.525	0.488	0.135	0.000	0.054	0.006	0.437	0.001	0.002	0.000	0.000	1.144	0.000	0.004	0.882	0.526	0.064	0.000	0.000	0.003	0.000
B-65B	2648	7005175	403848	1875	77.461	0.999	0.918	0.006	0.115	0.011	0.062	0.213	0.009	0.002	0.000	0.000	0.082	0.000	0.000	0.057	0.031	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
B-65C	2649	7005175	403848	1875	35.394	0.915	1.492	0.072	0.000	0.026	0.199	0.448	0.018	0.000	0.000	0.041	0.713	0.000	0.010	4.740	1.124	0.001	0.000	0.001	0.005	0.000
B-66	2650	7005175	403848	1875	52.739	0.000	1.239	0.164	0.953	0.072	0.059	0.493	0.002	0.000	0.000	0.015	1.401	0.000	0.004	1.635	0.400	0.014	0.001	0.000	0.003	0.000
B-67	2651	7005175	403848	1875	51.843	5.825	11.265	0.155	0.000	0.012	2.517	3.231	0.028	0.172	0.001	0.026	4.821	0.006	0.003	2.197	4.187	0.168	0.000	0.021	0.005	0.000
B-68A	2652	7005175	403848	1875	59.382	6.775	13.944	0.000	1.441	0.033	2.255	1.705	0.109	0.239	0.000	0.017	1.710	0.002	0.004	3.448	1.342	0.204	0.000	0.020	0.003	0.000
B-68B	2653	7005175	403848	1875	54.624	2.389	11.581	0.000	3.044	0.020	2.817	2.124	0.250	0.020	0.000	0.016	3.077	0.000	0.004	4.031	0.788	0.015	0.000	0.025	0.003	0.000
B-69A	2654	7005175	403848	1875	19.941	1.460	4.146	0.166	1.109	0.070	0.219	0.766	0.033	0.257	0.000	0.021	6.073	0.000	0.005	0.832	0.352	0.128	0.003	0.003	0.004	0.000
B-69B	2655	7005175	403848	1875	47.086	0.000	4.717	1.362	1.901	0.080	1.389	1.780	0.118	0.299	0.000	0.038	1.371	0.000	0.001	0.506	0.069	0.145	0.002	0.010	0.006	0.000
B-70A	2656	7005175	403848	1875	36.351	0.000	8.758	0.082	0.125	0.057	1.472	2.323	0.433	0.064	0.000	9.160	8.713	0.182	0.015	2.167	0.421	0.029	0.000	0.014	0.046	0.002
B-70B	2657	7005175	403848	1875	64.264	9.199	11.533	0.341	0.000	0.084	0.646	1.292	0.153	0.011	0.000	0.015	7.873	0.005	0.001	0.493	0.751	0.014	0.000	0.007	0.004	0.003
B-70C	2658	7005175	403848	1875	49.265	2.235	7.895	0.270	0.000	0.109	0.561	1.726	0.046	0.033	0.000	0.017	8.589	0.000	0.007	6.548	1.222	0.025	0.000	0.005	0.133	0.007

Misra	Cdipo	Nore	Ese	Caa	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	Sn	Sh	Ba	La	Ce	Hf	Ta	W	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
B-6A	2615	7005131	403909	1953	0.014	0.000	0.008	0.000	0.008	0.013	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	9.990	0.000	0.000	0.001
B-6B	2616	7006131	404909	1953	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	1.101	0.000	0.000	0.000
B-6C	2617	7006131	404909	1953	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.275	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.699	0.000	0.000	0.000
B-6D	2618	7006131	404909	1953	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.004	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	1.374	0.000	0.000	0.000
B-6E	2619	7006131	404909	1953	0.001	0.000	0.002	0.011	0.005	0.000	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	1.139	0.000	0.000	0.000
B-50	2620	7004623	404585	1880	0.015	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.147	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-51	2621	7004454	403940	1853	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-52	2622	7004563	403865	1874	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-53	2623	7004521	403602	1974	0.021	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
B-54	2624	7004620	403493	1999	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-55	2625	7004812	403216	1946	0.016	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.066	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
B-56	2626	7004797	403293	1924	0.036	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.004	0.000
B-57A	2628	7005081	403857	1893	0.009	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.009	0.022	0.119	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.437	0.000	0.000	0.000
B-57B	2629	7005081	403857	1893	0.013	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.172	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.018	0.000	0.000	0.000
B-58A	2630	7005081	403857	1893	0.002	0.000	0.028	0.000	0.000	0.018	0.000	0.424	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.475	0.000	0.000	0.000
B-58B	2631	7005081	403857	1893	0.002	0.000	0.043	0.000	0.000	0.002	0.000	0.043	0.045	0.000	0.000	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.315	0.000	0.004	0.000
B-59A	2632	7005081	403857	1893	0.001	0.000	0.008	0.000	0.002	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.045	0.000	0.000	0.001
B-59B	2633	7005081	403857	1893	0.006	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.002
B-60A	2634	7005081	403857	1893	0.000	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	0.000
B-60B	2635	7005081	403857	1893	0.009	0.000	0.024	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.342	0.000	0.000	0.000
B-60C	2636	7005081	403857	1893	0.007	0.000	0.115	0.000	0.009	0.000	0.000	0.017	0.056	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.491	0.000	0.000	0.000
B-61A	2637	7005081	403857	1893	0.014	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.001
B-61B	2638	7005081	403857	1893	0.019	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.000	0.000	0.000
B-61C	2639	7005081	403857	1893	0.017	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
B-62A	2640	7005175	403848	1875	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.231	0.000	0.000	0.000	0.000
B-62B	2641	7005175	403848	1875	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.193	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.435	0.000	0.000	0.000
B-63A	2642	7005175	403848	1875	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.101	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000
B-63A	2643	7005175	403848	1875	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.019	0.110	0.000	0.000	0.005	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	1.657	0.000	0.000	0.000
B-63B	2644	7005175	403848	1875	0.008	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.199	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	1.476	0.000	0.000	0.000
B-63C	2645	7005175	403848	1875	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.089	0.000	0.000	0.008	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.255	0.000	0.000	0.000
B-64	2646	7005175	403848	1875	0.003	0.000	0.637	0.000	0.000	0.003	0.000	0.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.009	0.034	4.622	0.000	0.000	0.000
B-65A	2647	7005175	403848	1875	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.648	0.000	0.000	0.000
B-65B	2648	7005175	403848	1875	0.000	0.000	0.011	0.000	0.001	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.085	0.000	0.000	0.000
B-65C	2649	7005175	403848	1875	0.001	0.000	0.029	0.000	0.000	0.001	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.946	0.000	0.000	0.000
B-66	2650	7005175	403848	1875	0.002	0.000	0.016	0.013	0.008	0.000	0.000	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.973	0.000	0.000	0.000
B-67	2651	7005175	403848	1875	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.010	0.123	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.198	0.000	0.000	0.005
B-68A	2652	7005175	403848	1875	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.076	0.000	0.000	0.009	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.696	0.000	0.000	0.000
B-68B	2653	7005175	403848	1875	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.089	0.001	0.000	0.000
B-69A	2654	7005175	403848	1875	0.002	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.010	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.766	0.000	0.000	0.000
B-69B	2655	7005175	403848	1875	0.006	0.000	0.004	0.000	0.000	0.003	0.000	0.062	0.067	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.601	0.000	0.000	0.000
B-70A	2656	7005175	403848	1875	0.009	0.000	0.016	0.000	0.002	0.013	0.000	0.022	0.404	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.009	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.007
B-70B	2657	7005175	403848	1875	0.013	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.019	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
B-70C	2658	7005175	403848	1875	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.039	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.113	0.000	0.000	0.000	0.000

Muestra	Código	Nome	Esq	Con	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	PO ₄	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Str	Y
B-11B	2661	7065216	403837	1865	36.008	0.000	11.235	0.495	7.932	0.266	0.078	0.834	0.001	0.000	0.001	0.094	1.385	0.008	0.020	14.573	1.830	0.379	0.024	0.002	0.027	0.000
B-11A	2662	7065216	403837	1865	5.636	2.317	0.948	0.272	0.000	0.113	0.041	0.191	0.009	0.000	0.000	0.020	0.470	0.010	0.046	3.621	2.279	0.133	0.030	0.001	0.029	0.000
B-71C	2663	7065216	403837	1865	4.854	1.882	0.625	0.221	0.000	0.090	0.029	0.181	0.008	0.000	0.000	0.012	0.366	0.003	0.044	2.121	1.659	0.066	0.020	0.001	0.018	0.000
B-72A	2664	7065216	403837	1865	19.471	1.116	0.296	0.024	2.408	0.032	0.054	0.242	2.314	0.000	0.000	0.000	0.640	0.005	0.034	0.057	0.028	0.060	0.000	0.000	0.271	0.000
B-72B	2665	7065216	403837	1865	9.539	1.421	1.559	1.160	0.000	0.107	0.215	0.247	0.191	0.000	0.000	0.016	0.713	0.000	0.011	0.386	0.070	0.251	0.006	0.004	0.024	0.000
B-73A	2666	7065216	403837	1865	14.697	0.000	0.837	1.347	3.662	0.973	0.000	0.220	0.239	0.023	0.035	0.035	0.356	0.015	0.077	6.073	1.787	3.973	0.228	0.000	0.169	0.000
B-73B	2667	7065216	403837	1865	51.284	0.000	4.052	0.119	1.321	0.066	0.107	0.266	0.010	0.002	0.000	0.009	2.508	0.000	0.007	3.301	0.897	0.000	0.004	0.001	0.012	0.000
B-73C	2668	7065216	403837	1865	24.031	1.154	3.665	0.288	0.000	0.140	0.171	0.624	0.011	0.000	0.000	0.211	1.239	0.004	0.010	8.247	1.242	0.148	0.013	0.002	0.040	0.000
B-73D	2669	7065216	403837	1865	20.271	1.638	0.638	0.562	0.000	0.157	0.000	0.192	0.010	0.000	0.005	0.050	0.225	0.005	0.020	2.556	0.615	0.455	0.035	0.000	0.021	0.000
B-73E	2670	7065216	403837	1865	18.138	1.809	1.073	0.263	0.000	0.091	0.019	0.182	0.036	0.003	0.000	0.023	0.306	0.000	0.012	1.416	0.258	0.060	0.006	0.001	0.009	0.000
B-74A	2671	706637	403001	1918	77.916	0.000	1.041	0.076	0.123	0.046	0.172	0.146	0.008	0.006	0.000	0.311	3.392	0.000	0.000	1.733	0.004	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
B-74B	2672	706637	403001	1918	35.033	0.708	2.851	0.105	0.066	0.030	0.925	0.249	0.042	0.005	0.000	0.117	1.021	0.000	0.002	0.420	0.005	0.001	0.000	0.010	0.000	0.001
B-75A	2673	706637	403001	1918	38.654	2.593	7.397	0.018	0.071	0.034	0.202	0.423	0.020	0.007	0.006	0.864	13.003	0.000	0.008	8.386	0.117	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000
B-75B	2674	706637	403001	1918	6.483	1.991	2.104	0.017	0.000	0.044	0.035	0.666	0.000	0.005	0.000	0.470	5.616	0.000	0.010	2.519	0.125	0.001	0.000	0.002	0.002	0.000
B-76A	2675	706645	402997	1969	9.836	2.113	0.384	0.038	0.000	0.053	0.034	0.011	0.000	0.002	0.000	0.024	4.265	0.000	0.020	0.954	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-76B	2676	706645	402997	1969	44.287	1.499	3.959	0.085	0.044	0.030	1.020	0.197	0.130	0.004	0.000	0.016	3.897	0.000	0.003	0.499	0.009	0.003	0.000	0.007	0.016	0.000
B-77	2677	706645	402997	1969	55.098	0.000	2.000	0.065	0.144	0.042	0.090	0.091	0.000	0.005	0.000	0.019	6.075	0.000	0.000	0.221	0.002	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000
B-78A	2678	706634	403604	1972	69.435	0.000	0.813	0.000	1.641	0.143	0.044	0.138	0.000	0.000	0.036	0.002	7.195	0.000	0.009	8.518	0.031	0.057	0.001	0.000	0.000	0.000
B-78B	2679	706634	403604	1972	84.487	0.000	0.861	0.066	0.971	0.056	0.051	0.286	0.003	0.080	0.000	0.008	1.310	0.000	0.000	0.924	0.009	0.009	0.000	0.000	0.001	0.000
B-79	2680	706674	404147	1814	39.399	1.784	7.488	0.134	0.009	0.044	1.929	5.315	0.239	0.011	0.000	0.035	1.713	0.000	0.002	0.021	0.004	0.001	0.000	0.015	0.035	0.003
B-80	2681	7067156	403299	1850	41.892	0.000	9.003	0.008	0.015	0.031	2.657	2.213	0.209	0.000	0.000	0.021	1.109	0.000	0.002	0.024	0.003	0.001	0.000	0.012	0.039	0.001
B-81A	2682	7066751	404981	1939	40.845	1.261	2.411	2.462	0.527	0.068	0.092	5.428	0.028	0.000	0.000	0.009	0.624	0.000	0.004	1.378	0.572	0.329	0.002	0.001	0.010	0.000
B-81B	2684	7066751	404981	1939	39.636	1.669	5.003	0.066	0.378	0.035	1.072	0.738	0.236	0.024	0.000	0.011	1.788	0.000	0.002	0.187	0.595	0.006	0.000	0.007	0.006	0.000
B-81C	2685	7066751	404981	1939	60.415	9.486	12.000	0.242	0.018	0.022	1.265	0.942	0.192	0.013	0.000	0.018	1.675	0.000	0.000	0.433	2.653	0.003	0.000	0.009	0.003	0.001
B-81D	2686	7066751	404981	1939	11.219	2.546	1.551	0.655	0.000	0.023	0.523	0.573	0.060	0.000	0.000	0.000	0.668	0.000	0.009	0.098	0.651	0.000	0.000	0.010	0.007	0.001
B-81E	2687	7066751	404981	1939	69.892	0.000	0.282	0.239	0.658	0.037	0.651	0.227	0.009	0.191	0.001	0.116	1.850	0.000	0.001	0.895	0.347	0.259	0.001	0.000	0.005	0.000
B-81F	2688	7066751	404981	1939	29.256	1.847	0.447	0.657	0.000	0.036	0.033	0.162	0.010	0.032	0.000	0.020	0.175	0.000	0.011	0.360	0.203	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000

Muestra	Código	Notas	Esq	Con	Zr	Nb	Mo	Rh	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	La	Ce	Hf	Ta	W	P	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
B-1B	2661	706216	40387	1865	0.016	0.000	0.006	0.000	0.000	0.017	0.016	0.019	0.000	0.000	0.000	0.059	0.091	0.000	0.000	0.000	0.018	0.074	18.256	0.000	0.010	0.013
B-1A	2662	706216	40387	1865	0.022	0.000	0.007	0.000	0.000	0.021	0.000	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.173	0.000	0.000	0.000	0.010	0.039	23.315	0.000	0.000	0.000
B-1C	2663	706216	40387	1865	0.015	0.000	0.005	0.000	0.000	0.010	0.003	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	17.689	0.000	0.000	0.000
B-2A	2664	706216	40387	1865	0.027	0.000	0.014	0.000	0.000	0.004	0.012	0.000	11.506	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.624	0.000	0.000	0.000
B-2B	2665	706216	40387	1865	0.007	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.205	0.000	0.000	0.005	0.026	0.000	0.000	0.000	0.011	0.036	3.405	0.000	0.000	0.000
B-3A	2666	706216	40387	1865	0.088	0.000	0.131	0.000	0.081	0.254	0.006	0.000	1.651	0.000	0.18	0.000	0.933	0.000	0.000	0.000	0.094	0.179	100.000	0.000	0.000	0.093
B-3B	2667	706216	40387	1865	0.004	0.000	0.008	0.000	0.004	0.005	0.000	0.124	0.000	0.000	0.000	0.006	0.013	0.000	0.000	0.000	0.006	0.014	4.160	0.014	0.000	0.000
B-3C	2668	706216	40387	1865	0.013	0.000	0.024	0.000	0.000	0.009	0.002	0.043	0.000	0.000	0.000	0.032	0.053	0.000	0.000	0.000	0.010	0.040	10.616	0.000	0.006	0.000
B-3D	2669	706216	40387	1865	0.015	0.000	0.009	0.000	0.000	0.022	0.004	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000	0.000	0.020	0.055	20.993	0.000	0.000	0.007
B-3E	2670	706216	40387	1865	0.005	0.000	0.026	0.000	0.000	0.007	0.007	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	5.138	0.000	0.000	0.000
B-4A	2671	706637	40301	1918	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.010
B-4B	2672	706637	40301	1918	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
B-5A	2673	706637	40301	1918	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.006	0.005
B-5B	2674	706637	40301	1918	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.006	0.000	0.000
B-6A	2675	706465	40297	1969	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.005	0.000	0.000
B-6B	2676	706465	40297	1969	0.016	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.005	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.002	0.000	0.000
B-7	2677	706465	40297	1969	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.006	0.000	0.000
B-8A	2678	706534	40364	1972	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	0.038	0.000	0.007	0.000
B-8B	2679	706534	40364	1972	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.300	0.000	0.000	0.000
B-9	2680	706874	404147	1814	0.025	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.079	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
B-10	2681	7007156	40329	1850	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B-1A	2682	706551	404981	1939	0.004	0.000	0.004	0.000	0.000	0.003	0.001	0.012	0.000	0.000	0.000	0.003	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	3.655	0.000	0.000	0.000
B-1B	2684	706551	404981	1939	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.052	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.131	0.000	0.000	0.000
B-1C	2685	706551	404981	1939	0.011	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.045	0.000	0.000	0.000	0.001	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
B-1D	2686	706551	404981	1939	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.355	0.001	0.000	0.000
B-1E	2687	706551	404981	1939	0.002	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	2.804	0.000	0.000	0.000
B-1F	2688	706551	404981	1939	0.004	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.006	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	2.810	0.000	0.000	0.000

Análisis químico de elementos mayores y menores en roca de caja (% en peso).

Muestra	Código	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe
A-01B	838	57,821	17,176	3,964	0,093	0,114	0,018	2,269	3,669	0,210	0,045	2,240
	2787	73,923	4,328	25,749	0,382	0,006	0,020	2,603	6,958	0,387	0,053	3,853
A-02	845	65,619	13,253	1,589	0,156	0,132	0,041	3,398	2,034	0,152	0,060	1,504
	2788	83,836	1,681	22,979	0,069	0,034	0,022	5,023	3,323	0,178	0,038	1,418
A-03A	843	68,490	16,114	4,253	0,209	0,256	0,024	0,340	4,559	0,497	0,144	7,287
A-03B	844	55,060	14,135	1,794	0,146	0,095	0,055	1,847	4,462	0,226	0,030	1,879
A-03	2786	75,078	4,041	27,036	0,325	0,069	0,046	2,518	6,070	0,339	0,038	3,313
A-04	851	44,553	9,545	0,737	0,161	0,325	0,091	3,320	2,996	0,361	0,031	1,813
B-38	2598	37,420	0,391	9,021	0,240	0,018	0,058	1,386	3,405	0,139	0,014	0,851
B-50	2620	52,749	0,759	16,098	0,114	0,082	0,060	3,354	0,209	0,402	0,000	1,799
B-51	2621	33,861	1,983	14,852	0,053	0,000	0,005	2,984	0,287	0,332	0,033	4,730
B-52	2622	30,539	0,000	8,791	0,097	1,325	0,000	2,775	1,195	0,246	0,000	0,265
B-53	2623	47,348	0,000	13,704	0,097	1,649	0,022	3,655	0,207	0,291	0,000	1,079
B-54	2624	37,932	1,158	9,284	0,151	0,000	0,103	1,567	2,995	0,161	0,017	1,158
B-55	2625	40,153	1,327	9,840	0,172	0,450	0,046	1,427	4,093	0,362	0,049	2,363
B-56	2626	67,076	2,743	19,892	0,283	0,014	0,061	3,081	0,957	0,302	0,009	2,330
B-79	2680	39,399	1,784	7,488	0,134	0,009	0,044	1,929	5,315	0,239	0,035	1,713
B-80	2681	41,892	0,000	9,003	0,608	0,015	0,031	2,657	2,213	0,209	0,021	1,109

: Elementos trazas de roca de caja em ppm.

Muestra	Código	V	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Ba	Ce	Ta	Pb	Th
A-01B	838	30	0	0	110	50	10	80	710	10	220	0	910	0	10	0	0
	2787	90	0	0	50	0	0	0	210	0	120	0	530	0	80	0	40
A-02	845	50	0	10	150	70	0	190	350	10	170	0	890	0	0	0	0
	2788	10	0	0	60	0	0	0	120	0	170	0	570	0	60	0	30
A-03A	843	180	140	20	100	80	40	30	550	10	220	0	620	0	10	30	0
A-03B	844	50	0	10	90	40	10	110	600	20	240	10	810	0	10	0	0
A-03	2786	40	0	0	60	0	0	0	150	0	160	0	740	170	110	0	40
A-04	851	90	0	20	90	50	10	130	480	20	170	10	820	0	0	0	20
B-38	2598	0	0	20	150	20	10	70	570	10	170	10	700	0	10	0	0
B-50	2620	80	0	10	20	10	0	110	70	10	150	10	1470	0	0	0	0
B-51	2621	30	0	60	130	20	0	110	120	30	180	0	1180	0	0	0	0
B-52	2622	0	0	20	30	10	0	110	40	40	210	0	1090	0	0	0	0
B-53	2623	50	0	0	20	10	0	130	290	10	210	10	730	0	10	0	0
B-54	2624	50	0	30	80	30	10	70	620	20	220	0	560	0	10	0	0
B-55	2625	130	0	10	120	40	10	80	600	20	160	10	660	0	10	0	10
B-56	2626	20	0	10	40	100	0	120	280	40	360	10	660	0	0	0	40
B-79	2680	110	0	20	210	40	10	150	350	30	250	10	790	0	0	30	0
B-80	2681	0	0	20	240	30	10	120	390	10	190	0	880	0	0	0	0

Veta 1 (%)

Muestra	Código	V	Co	Cu	Zn	As	Mo	Ba	Ce	W	Au	Hg	Pb	U
B-02	842	0,027	0,000	8,849	7,071	0,012	0,005	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,172	0,000
	2796	0,000	0,000	0,485	0,164	0,000	0,000	0,023	0,000	0,413	0,070	0,000	0,125	0,000
	2797	0,000	0,000	0,142	0,333	0,000	0,000	0,029	0,000	0,312	0,048	0,000	0,032	0,000
B-03	846	0,044	0,000	0,100	1,824	0,017	0,000	0,147	0,000	0,028	0,000	0,000	0,105	0,000
B-04	847	0,003	0,000	0,102	0,161	0,000	0,001	0,113	0,000	0,001	0,000	0,000	0,324	0,000
	848	0,023	0,065	3,328	4,227	0,719	0,064	0,396	0,196	0,000	0,000	0,009	19,437	0,124
	849	0,009	0,000	0,511	0,463	0,054	0,038	0,172	0,000	0,000	0,000	0,000	0,803	0,006
	2800	0,000	0,020	0,066	0,056	0,000	0,000	0,081	0,042	0,030	0,006	0,000	0,479	0,000
B-05	839	0,440	0,000	0,706	0,767	0,115	0,006	0,118	0,386	0,005	0,000	0,000	0,908	0,002
	840	0,483	0,001	1,388	1,860	0,222	0,009	0,203	0,354	0,000	0,000	0,000	1,014	0,005
	841	0,630	0,000	0,348	1,024	0,207	0,351	0,179	0,000	0,014	0,000	0,000	2,726	0,000
	2801	0,000	0,008	0,553	0,435	0,000	0,001	0,044	0,026	0,149	0,018	0,000	0,070	0,000
	2802	0,000	0,003	0,063	0,297	0,000	0,000	0,054	0,000	0,211	0,033	0,000	0,030	0,000
B-06	852	0,000	0,000	0,261	0,854	0,064	0,001	0,153	0,000	0,000	0,000	0,000	0,654	0,000
	853	0,007	0,000	2,550	0,667	0,017	0,115	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,611	0,000
	854	0,002	0,058	1,696	1,233	0,288	1,104	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	5,791	0,282
	855	0,000	0,124	3,155	2,715	1,594	2,789	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	19,031	0,000
	2780	0,000	0,001	0,259	0,323	0,000	0,001	0,059	0,000	0,136	0,020	0,000	0,073	0,000
	2781	0,001	0,000	0,295	0,442	0,000	0,000	0,105	0,010	0,325	0,047	0,000	0,030	0,000
B-07	850	0,001	0,000	0,224	0,587	0,000	0,003	0,039	0,000	0,005	0,000	0,000	0,501	0,000
B-08	856	0,000	0,000	0,008	0,147	0,140	0,006	0,133	0,000	0,002	0,000	0,000	0,233	0,000
	857	0,009	0,000	0,151	0,675	0,014	0,001	0,092	0,117	0,000	0,000	0,000	0,121	0,000

Veta 2 (%)

Muestra	Código	V	Co	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Ba	W	Au	Hg	Pb	U
B-10	1678	0,000	0,000	0,010	0,024	0,001	0,000	0,000	0,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B-11	1679	0,016	0,000	0,107	0,255	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,280	0,000
B-12A	1680	0,070	0,000	0,468	0,010	0,095	0,000	0,009	0,000	0,006	0,000	0,001	0,000	0,000
B-12B	1681	1,298	0,000	2,289	0,194	0,199	0,000	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	1,689	0,000
B-12C	1682	0,002	0,000	0,376	0,076	0,051	0,001	0,079	0,000	0,000	0,001	0,000	0,123	0,000
B-12D	1683	0,084	0,000	0,767	0,109	0,051	0,004	0,006	0,000	0,000	0,000	0,003	0,989	0,024
	2776	0,116	0,000	0,723	0,052	0,000	0,000	0,038	0,000	0,011	0,001	0,000	4,505	0,000
B-13	1684	1,073	0,000	0,500	0,260	0,112	0,000	0,075	0,000	0,000	0,000	0,000	1,058	0,000
	2782	0,007	0,053	0,999	0,281	0,035	0,000	1,213	0,000	0,000	0,000	0,000	1,546	0,000
	2783	0,014	0,024	0,181	0,217	0,000	0,000	0,131	0,000	0,022	0,003	0,000	0,223	0,000
B-14	1685	0,005	0,000	0,017	0,078	0,008	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,086	0,000
B-15	1686	0,030	0,000	0,083	0,104	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,011	0,000
B-16A	1687	0,077	0,000	0,815	0,568	0,015	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,526	0,000
B-16B	1688	0,169	0,000	0,606	0,559	0,060	0,000	0,016	0,000	0,002	0,000	0,000	0,762	0,000
	2803	0,000	0,000	5,921	0,001	0,009	0,000	0,000	0,190	0,015	0,000	0,040	0,086	0,003
	2804	0,000	0,001	0,359	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,004	0,000	0,391	0,000
B-17	1689	0,000	0,000	0,010	0,028	0,002	0,000	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B-18	1690	0,000	0,000	0,061	0,058	0,004	0,000	0,000	0,298	0,000	0,000	0,000	0,032	0,000
B-19A	1691	0,008	0,000	0,117	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000	0,004	0,001	0,001	0,016	0,000
B-19B	1692	0,011	0,000	0,178	0,009	0,001	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,002	0,000
B-19C	1693	0,053	0,028	6,003	0,120	0,068	0,000	0,021	0,206	0,000	0,000	0,000	0,796	0,015
B-20A	1694	0,000	0,000	0,044	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,012	0,000
B-20B	1695	0,249	0,000	0,946	0,043	0,139	0,000	0,136	0,096	0,000	0,000	0,000	0,845	0,000
	2798	0,000	0,016	0,171	0,005	0,003	0,000	0,000	0,000	0,036	0,001	0,000	0,029	0,000
	2799	0,000	0,013	0,061	0,005	0,002	0,000	0,000	0,000	0,025	0,001	0,000	0,020	0,000
B-20C	1696	0,171	0,000	14,522	0,085	0,321	0,019	0,093	0,061	0,000	0,000	0,000	1,797	0,000
B-21A	1697	0,012	0,000	0,261	2,253	0,002	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,055	0,000
	2779	0,000	0,000	0,329	0,129	0,000	0,000	0,000	0,028	0,106	0,016	0,000	0,022	0,000
B-21B	1698	0,000	0,000	0,099	0,354	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,014	0,000
B-22A	1699	0,018	0,024	0,207	0,528	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,025	0,000
B-22B	1700	0,046	0,000	0,300	0,301	0,029	0,000	0,013	0,057	0,004	0,000	0,000	0,786	0,000
B-23A	1701	0,221	0,000	0,111	0,056	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,265	0,000
B-23B	1702	0,439	0,000	0,474	0,139	0,104	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,667	0,000
B-24	1703	0,000	0,000	0,018	0,162	0,001	0,000	0,165	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000

Veta 3 (%)

Muestra	Código	V	Co	Cu	Zn	As	Sb	Ba	W	Au	Hg	Pb	U
B-25A	1704	0,239	0,000	0,169	0,337	0,048	0,000	0,174	0,004	0,000	0,000	0,376	0,000
B-25B	1705	0,831	0,009	1,550	0,846	0,724	0,000	0,051	0,000	0,000	0,000	7,825	0,000
B-25C	1706	0,097	0,000	1,157	0,968	0,119	0,013	0,087	0,000	0,000	0,000	1,943	0,001
	1707	1,230	0,015	14,275	10,594	1,297	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	79,559	0,000
B-25D	2807	0,000	0,000	0,488	0,003	0,000	0,000	0,000	0,034	0,005	0,000	8,052	0,000
	2808	0,004	0,005	0,164	0,141	0,000	0,000	0,019	0,036	0,006	0,000	0,108	0,000
B-26A	1708	0,665	0,000	1,706	0,413	0,230	0,023	0,168	0,000	0,000	0,000	2,235	0,000
B-26B	1709	0,348	0,000	1,102	0,176	0,100	0,024	0,085	0,000	0,000	0,000	1,770	0,000

Veta 4 (ppm)

Muestra	Código	V	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Ba	Ce	W	Au	Hg	Pb	U
B-27A	1710	560	960	4190	130	0	0	340	0	20	0	0	1230	0
	1711	7440	18270	7620	5210	0	120	650	0	0	0	50	60890	20
B-27B	2777	90	90	5110	0	0	0	2780	830	1230	180	0	200	0
	2778	40	170	6320	0	0	0	1490	220	1430	190	0	400	0
	1712	6600	3860	2090	1730	0	0	0	0	0	0	0	13620	0
B-28A	2789	0	120	0	0	0	0	0	1510	280	60	0	4120	0
	2790	510	4290	2440	0	0	50	0	0	270	30	0	19420	0
B-28B	1713	110	31030	1630	350	30	110	390	0	0	0	0	4890	0

Veta5 (ppm)

Muestra	Código	V	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Ba	W	Au	Hg	Pb
B-29	1714	100	440	660	10	0	0	730	10	0	0	0
B-30A	1715	670	34070	510	12100	0	0	0	0	0	60	1670
B-30B	1716	100	17400	150	370	0	160	0	20	0	0	210
B-30C	1717	90	25140	90	120	20	1000	600	0	0	0	1120
B-31A	1718	170	970	1220	80	0	0	2090	0	0	0	980
	1719	710	1490	1240	310	0	970	1720	10	0	0	3160
B-31B	2793	10	320	260	0	0	0	1000	220	30	0	150
	2794	10	310	350	0	0	10	830	200	30	0	130
	2795	100	590	530	0	0	80	1250	0	20	0	650
B-31C	1720	3440	3940	750	570	20	100	1760	0	0	0	8590
B-81A	2682	6160	13780	5720	3290	0	120	0	0	0	0	36350
B-81B	2684	240	1870	5950	60	0	0	520	60	0	0	1310
B-81C	2685	130	4330	26530	30	30	0	450	320	0	0	950
B-81D	2686	0	980	6510	0	0	0	620	60	0	0	3550
B-81E	2687	1910	8950	3470	2590	0	1040	0	0	0	0	26040
B-81F	2688	320	3600	2030	0	0	570	0	0	0	0	28100

Veta 6 (%)

Muestra	Código	V	Co	Cu	Zn	As	Sb	Ba	Ce	W	Au	Hg	Pb
	1721	0,918	0,019	3,870	1,207	0,305	0,219	0,102	0,000	0,000	0,000	0,008	12,929
B-32A	2805	0,000	0,000	0,264	0,000	0,000	0,000	0,000	0,093	0,000	0,000	0,000	0,106
	2806	0,000	0,000	0,186	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,904
B-32B	1722	0,258	0,000	0,489	0,065	0,207	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,861
B-32C	1723	0,060	0,000	0,693	0,078	0,139	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,181
B-32D	1724	0,128	0,000	0,272	0,171	0,045	0,055	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,473
	1725	1,477	0,010	4,653	1,066	1,021	0,092	0,238	0,000	0,000	0,000	0,018	13,149
B-32E	2774	0,000	0,000	0,253	0,000	0,036	0,000	0,000	0,000	0,014	0,003	0,000	0,048
	2775	0,000	0,000	0,028	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,015	0,003	0,000	0,017
B-33A	1726	0,207	0,015	0,273	0,380	0,038	0,017	0,318	0,000	0,002	0,000	0,000	0,467
B-33B	1727	0,169	0,000	0,178	0,324	0,040	0,015	0,161	0,000	0,001	0,000	0,000	0,302
B-34	1728	0,003	0,000	0,010	0,107	0,001	0,000	0,053	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
	1729	1,327	0,005	12,707	5,339	2,768	0,000	0,354	0,000	0,000	0,000	0,011	43,247
B-35A	2791	0,004	0,020	0,034	0,176	0,000	0,005	0,078	0,000	0,040	0,005	0,000	0,143
	2792	0,003	0,000	0,024	0,085	0,000	0,000	0,126	0,000	0,028	0,003	0,000	0,091
B-35B	1730	0,028	0,000	0,074	0,171	0,019	0,000	0,139	0,000	0,002	0,000	0,000	0,715
	1731	0,239	0,000	0,340	0,402	0,083	0,000	0,585	0,000	0,001	0,000	0,000	0,921
B-36A	2784	0,003	0,000	0,031	0,272	0,000	0,000	0,221	0,044	0,094	0,013	0,000	0,194
	2785	0,003	0,000	0,010	0,516	0,000	0,000	0,144	0,000	0,220	0,032	0,000	0,003
B-36B	1732	0,137	0,000	0,117	0,944	0,011	0,000	0,151	0,000	0,008	0,000	0,000	0,344

Veta 7 (ppm)

Muestra	Código	V	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Ta	Pb	U
B-49A	2615	1750	23150	3750	1450	80	270	480	99900	10
B-49B	2616	50	2950	1060	0	0	260	40	11010	0
B-49C	2617	90	24740	3190	860	0	2750	10	6990	0
B-49D	2618	650	4580	780	810	0	250	50	13740	0
B-49E	2619	0	1640	1170	0	50	370	30	11390	0

Veta 8 (ppm)

Muestra	Código	V	Cu	Zn	As	Sb	Ag	Ba	Ce	W	Au	Pb	U
B-39	2599	30	710	190	0	0	0	0	0	0	10	80	0
B-40A	2600	360	5480	1690	30	0	0	0	0	0	0	570	0
B-40B	2601	520	1450	300	200	0	0	0	0	0	0	2160	0
B-41A	2602	520	1450	300	200	0	0	0	0	0	0	2160	0
B-41B	2603	0	140	50	10	0	0	0	0	10	0	80	0
B-42A	2604	390	2250	590	70	0	0	460	2170	0	0	190	0
B-42B	2605	790	103460	2300	160	0	230	770	0	0	0	3560	90
B-42C	2606	0	340	40	10	0	0	0	0	0	10	30	0
B-42D	2607	3500	11510	560	1890	0	0	0	0	0	0	11670	0
B-43A	2608	80	3850	140	20	0	0	370	0	0	0	120	0
B-43B	2609	40	9060	200	70	250	0	0	0	0	0	780	0
B-44	2610	80	29330	320	50	190	0	0	0	0	0	120	60
B-45	2611	0	430	380	10	0	0	450	0	0	10	0	0
B-46	2612	0	540	220	20	0	0	0	0	0	0	60	0
B-47	2613	70	1130	900	80	0	0	550	0	20	0	510	0
B-48	2614	10	2540	120	0	100	0	0	0	0	0	220	0

Veta 9 (ppm)

Muestra	Código	V	Co	Cu	Zn	As	Ag	Sb	Ba	Ta	W	Au	Hg	Tl	Pb	U
B-57A	2628	0	0	1670	320	920	0	220	1190	60	0	0	0	80	4370	0
B-57B	2629	340	0	1470	160	20	0	120	1720	10	0	0	0	30	180	0
B-58A	2630	30	0	54600	730	510	0	4240	0	0	0	0	0	30	4750	0
B-58B	2631	70	1290	60470	1960	100	0	430	450	0	0	0	0	10	3150	0
B-59A	2632	10	0	3510	110	30	20	140	0	0	0	0	0	10	450	10
B-59B	2633	50	0	3190	70	50	0	260	490	0	10	0	0	0	230	20
B-60A	2634	40	0	21960	330	30	0	130	0	0	0	0	0	0	460	0
B-60B	2635	0	0	41880	760	50	0	0	0	0	0	0	0	20	3420	0
B-60C	2636	10	0	23850	1320	350	90	170	560	0	0	0	0	30	4910	0
B-61A	2637	0	0	620	90	20	0	0	730	0	0	10	0	0	160	10
B-61B	2638	60	0	2460	1600	60	0	0	990	0	20	0	0	0	630	0
B-61C	2639	60	0	780	390	10	0	0	780	0	0	0	0	0	30	0
B-62A	2640	0	0	1740	3650	110	0	0	0	0	40	0	0	2310	0	0
B-62B	2641	50	0	1690	6610	440	0	0	1930	40	0	0	0	20	4350	0
B-62C	2642	0	0	710	3130	10	0	0	1010	10	40	0	0	0	230	0
B-63A	2643	60	0	1420	2960	1500	0	190	1100	150	0	0	0	230	16570	0
B-63B	2644	0	0	1020	3640	1070	0	220	1990	120	0	0	0	160	14760	0
B-63C	2645	70	0	760	2590	80	0	60	890	10	10	0	0	10	2550	0
B-64	2646	0	0	63010	9840	0	0	1880	0	190	0	0	90	340	46220	0
B-65A	2647	20	0	8920	5260	640	0	300	0	40	0	0	0	50	6480	0
B-65B	2648	20	0	570	310	0	10	180	0	0	0	0	0	0	850	0
B-65C	2649	0	0	47400	11240	10	0	280	0	0	0	0	0	80	8460	0
B-66	2650	0	0	16350	4000	140	80	610	0	20	0	0	0	90	9730	0
B-67	2651	1720	60	21970	41870	1680	0	100	1230	70	0	0	0	0	11980	50
B-68A	2652	2390	20	34480	13420	2040	0	180	760	30	0	0	0	30	6960	0
B-68B	2653	200	0	40310	7680	150	0	170	1050	0	0	0	0	0	890	0
B-69A	2654	2570	0	8320	3520	1280	0	600	0	60	0	0	0	20	7660	0
B-69B	2655	2990	0	5060	690	1450	0	620	670	40	0	0	0	40	6010	0
B-70A	2656	640	1820	21670	4210	290	20	220	4040	0	10	0	0	0	160	70
B-70B	2657	110	50	4930	7510	140	0	80	460	0	50	0	0	0	40	0
B-70C	2658	330	0	65480	12220	250	0	270	390	0	0	0	0	0	1130	0
B-71B	2661	0	80	145730	18300	3790	0	190	0	910	0	0	180	740	182560	130
B-71A	2662	0	100	36210	22790	1330	0	450	0	1730	0	0	100	390	233150	0
B-71C	2663	0	30	21210	10590	660	0	340	0	1210	0	0	0	360	176890	0
B-72A	2664	0	50	570	280	600	0	0	115060	50	0	0	0	0	6340	0
B-72B	2665	0	0	3060	700	2510	0	260	2050	260	0	0	110	360	34050	0
B-73A	2666	230	150	60730	17870	39730	810	0	16510	9330	0	0	940	1790	1000000	930
B-73B	2667	20	0	33010	8970	0	40	1240	0	130	0	0	60	140	41600	0
B-73C	2668	0	40	82470	12420	1480	0	430	0	530	0	0	100	400	108160	0
B-73D	2669	0	50	25560	6150	4350	0	290	0	1400	0	0	200	550	209930	70
B-73E	2670	30	0	14160	2580	600	0	300	0	260	0	0	0	220	51380	0

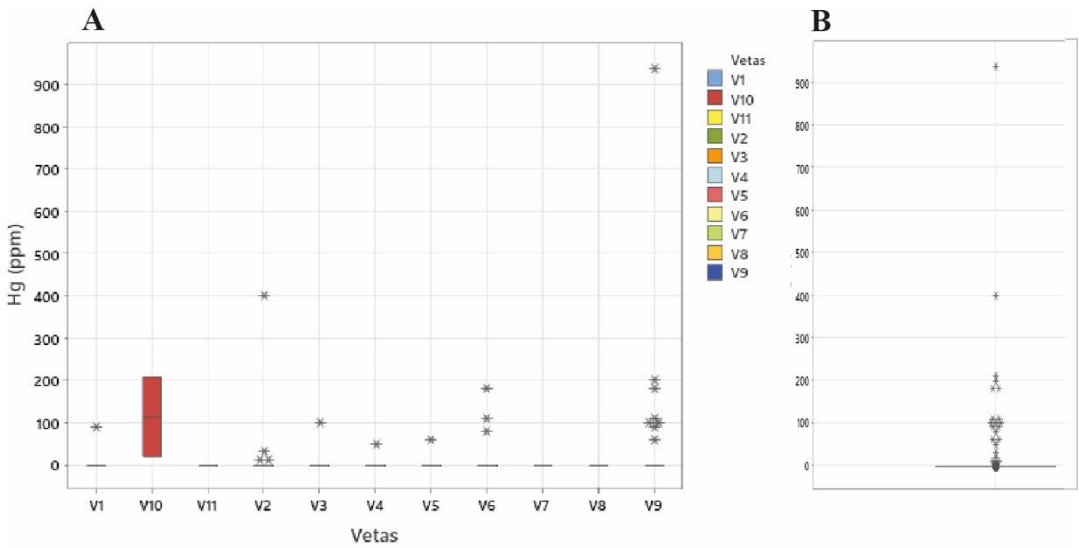
Veta 10 (ppm)

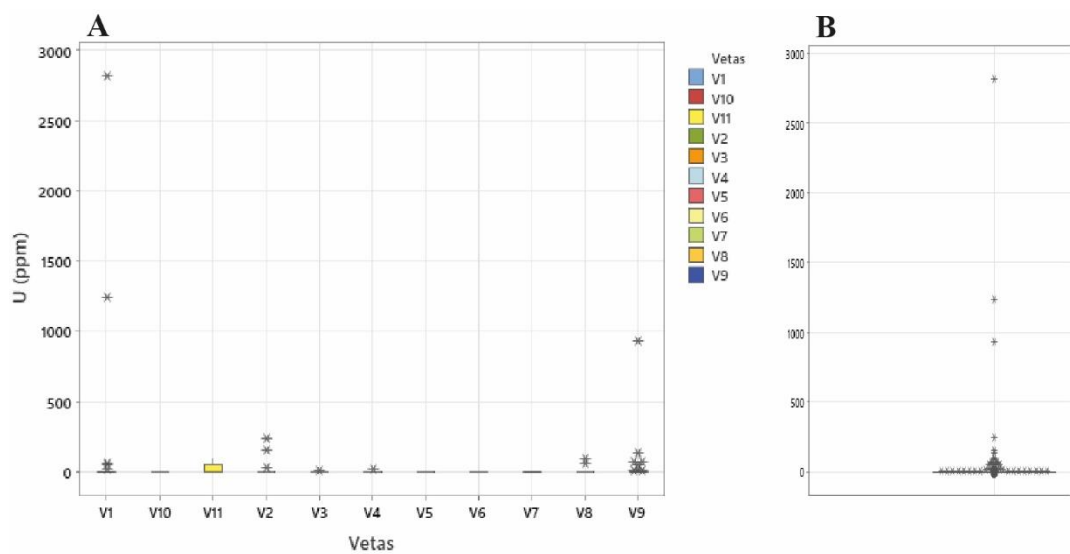
Muestra	Código	V	Cu	Zn	As	Sb	Hg	Pb
B-78A	2678	0	85180	310	570	730	210	180
B-78B	2679	800	9240	90	1090	120	20	3000

Veta 11 (ppm)

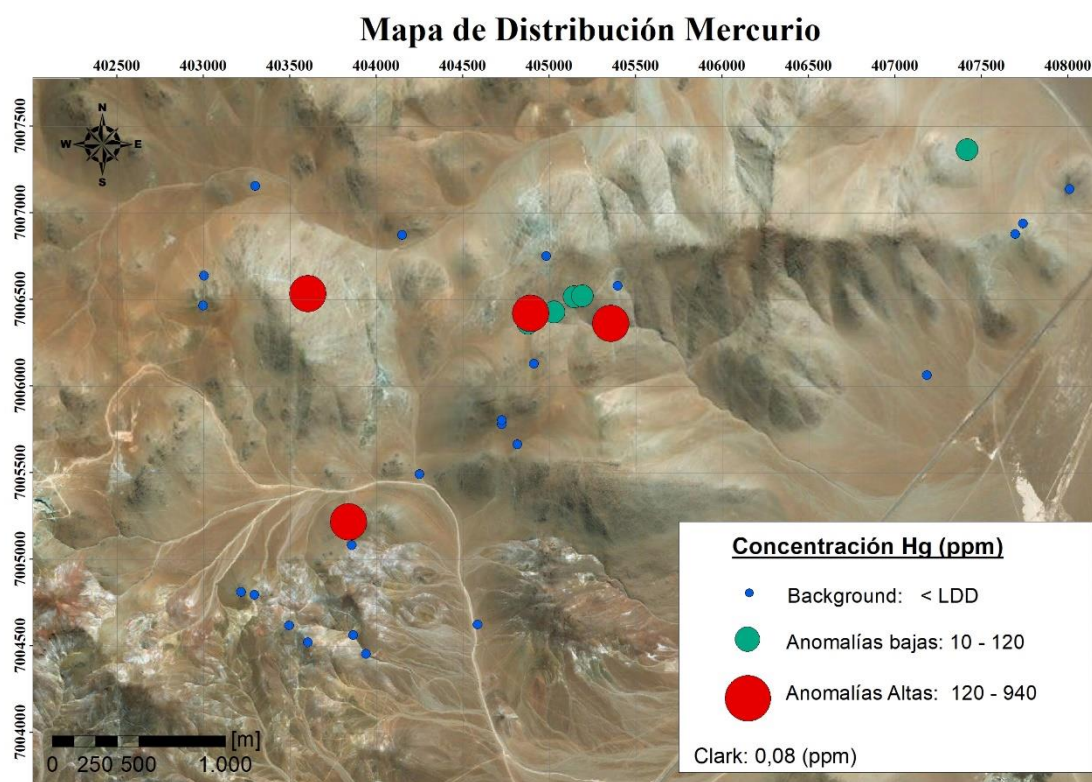
Muestra	Código	V	Cu	Zn	As	Ba	W	Pb	U
B-74A	2671	60	17330	40	0	0	0	160	100
B-74B	2672	50	4200	50	10	0	0	100	0
B-75A	2673	70	83080	1170	30	0	0	60	50
B-75B	2674	50	25190	1250	10	0	0	120	0
B-76A	2675	20	9540	70	0	0	60	230	0
B-76B	2676	40	4990	90	30	560	20	240	0
B-77	2677	50	2210	20	40	0	0	300	0

Anexo 4. Gráficos de caja.

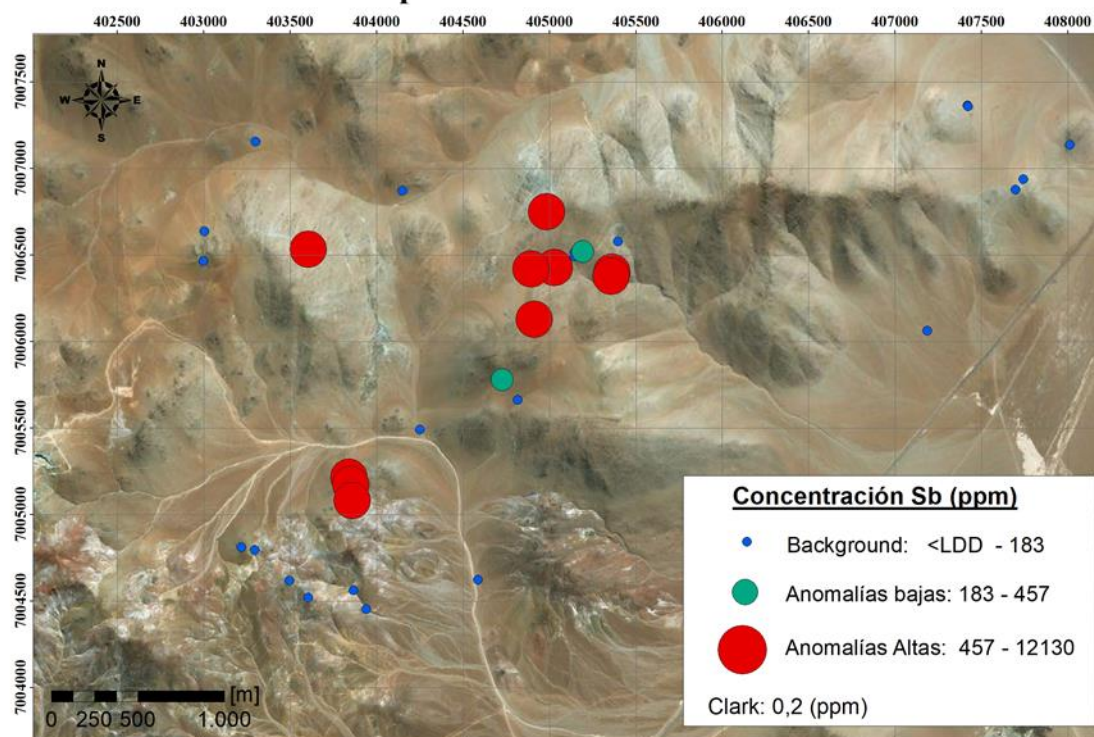




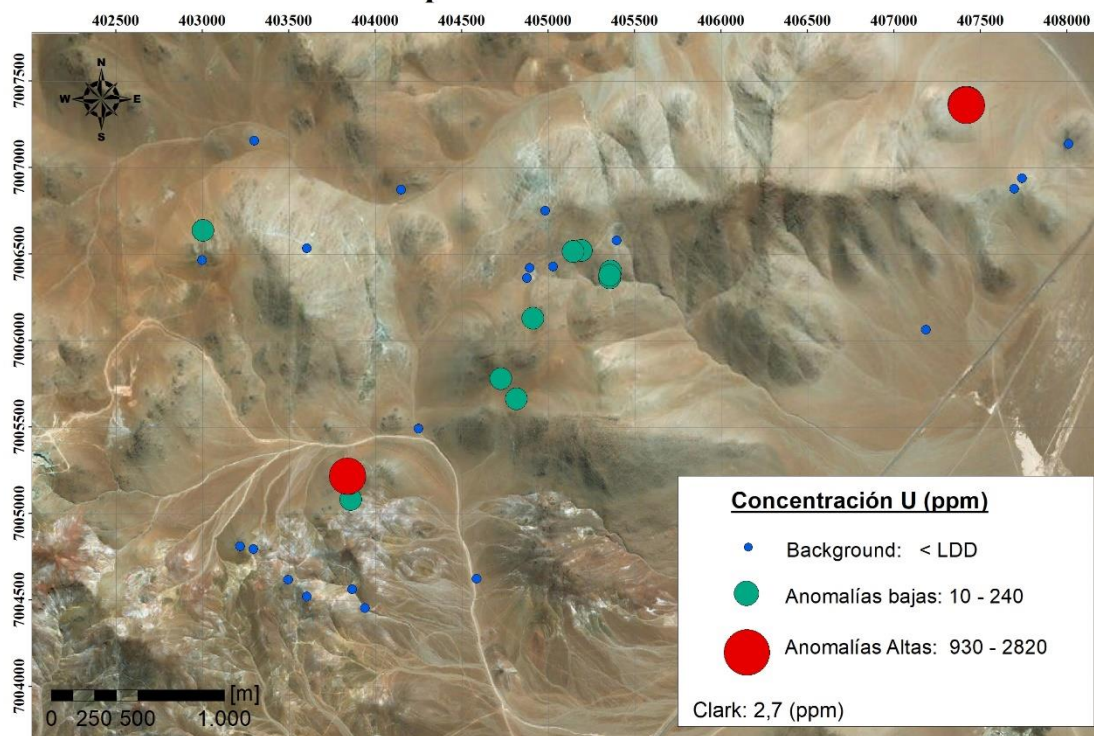
Anexo 3. Mapa de distribución de elementos.



Mapa de Distribución Antimonio



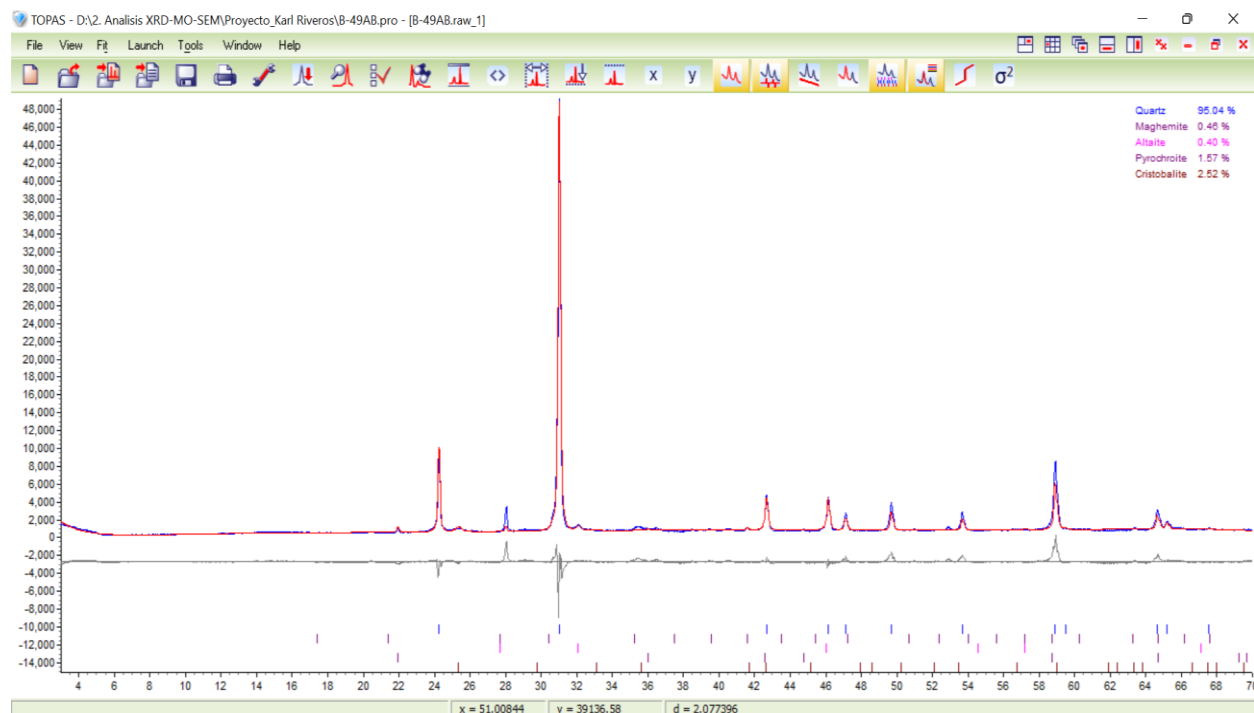
Mapa de Distribución Uranio



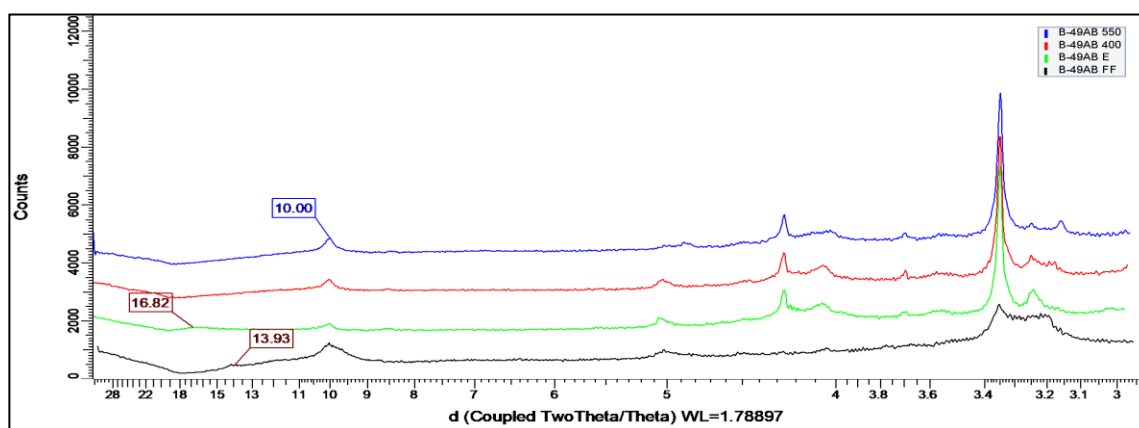
Anexo 4. Difractogramas

Difractograma muestra B-49

Fases minerasles:

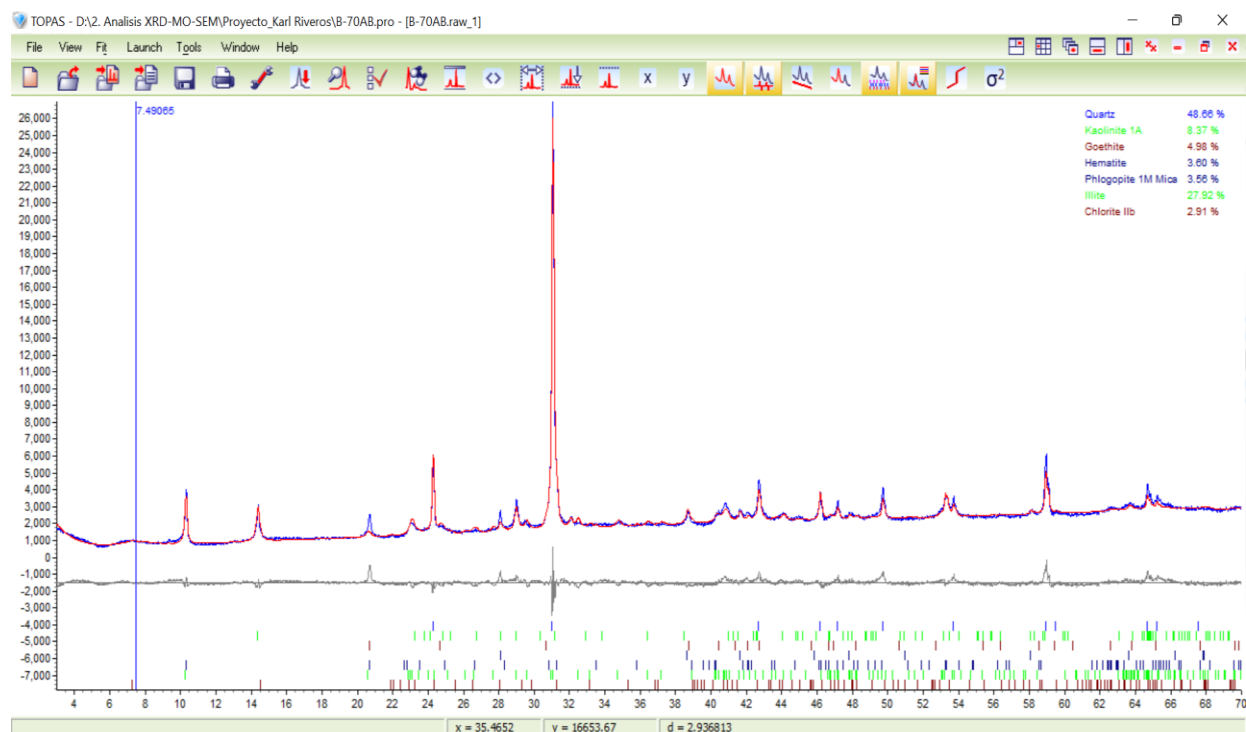


Arcillas

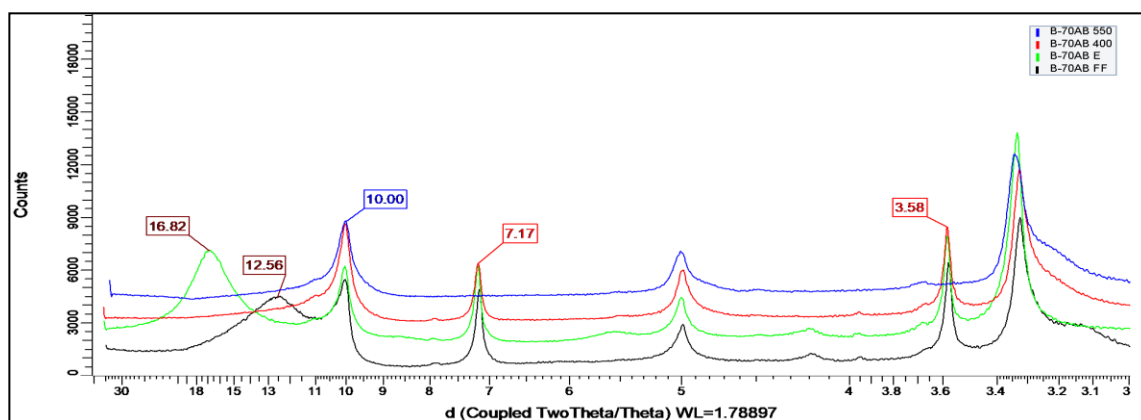


Difractograma muestra B-70AB

Fases minerales:



Arcillas:

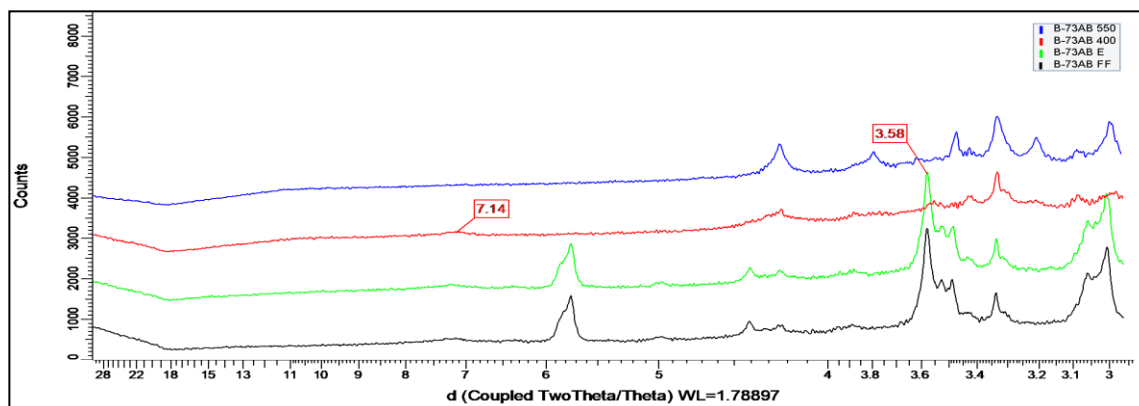


Difractograma muestra B-73AB

Fases minerales:



Arcillas:



Análisis de XRF para las muestras B-49, B-70AB Y B-73AB:

ID	Mg (%)	Al (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	K (%)	Ca (%)	Ti (%)	V (%)	Cr (%)	Mn (%)	Fe (%)
B-49	0,89	0,48	28,12	0,15	0,53	0,12	0,34	< LOD	0,15	0,13	0,41	0,79
B-70 AB	0,95	6,48	18,43	0,07	0,37	2,04	0,50	0,39	0,01	0,03	1,13	8,53
B-73 AB	1,35	0,84	15,25	0,05	3,35	0,01	0,22	< LOD	< LOD	0,05	0,02	5,62

ID	Co (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)	Ga (%)	As (%)	Se (%)	Rb (%)	Sr (%)	Y (%)	Zr (%)	Mo (%)
B-49	< LOD	< LOD	2,86	0,19	< LOD	0,13	< LOD	< LOD	0,01	< LOD	0,01	0,06
B-70 AB	< LOD	< LOD	1,03	0,47	< LOD	0,02	< LOD	0,02	0,01	0,00	0,04	0,01
B-73 AB	< LOD	0,02	4,76	0,75	< LOD	0,42	< LOD	< LOD	0,03	< LOD	0,01	0,02

ID	Rh (%)	Pd (%)	Ag (%)	Cd (%)	In (%)	Sn (%)	Sb (%)	Te (%)	Ba (%)	W (%)	Pt (%)	Au (%)
B-49	< LOD	< LOD	0,01	0,00	< LOD	< LOD	0,06	< LOD	0,02	< LOD	< LOD	< LOD
B-70 AB	< LOD	< LOD	< LOD	0,01	< LOD	< LOD	0,01	< LOD	0,11	0,02	< LOD	< LOD
B-73 AB	< LOD	< LOD	0,02	0,01	< LOD	0,01	0,19	0,00	1,28	< LOD	0,02	< LOD

ID	Hg (%)	Pb (%)	Bi (%)	Th (%)	U (%)
B-49	0,01	4,22	< LOD	< LOD	< LOD
B-70 AB	< LOD	0,07	< LOD	0,00	< LOD
B-73 AB	0,03	20,43	< LOD	< LOD	0,00