

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

**“Caracterización Geológica - Geoquímica y Alteración
Hidrotermal del Prospecto Pinco Pinco,
Pórfido de Cu (Mo)”**

TESIS

Presentada por:

Bach. JORDAN ARTURO MANCHEGO MAMANI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO – GEOTÉCNICO

TACNA – PERU

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

Jurado de Sustentación de Tesis

“Caracterización Geológica – Geoquímica y alteración
hidrotermal del Prospecto Pinco Pinco, Pórfido de Cu (Mo)”

06 de Diciembre del 2016

Ph.D. Edwin M. Pino Vargas
Presidente



Ing. Fernando Velásquez Díaz
Secretario



Ing. Fredy C. Cabrera Olivera
Miembro



Ing. Jonathan F.D. Zavaleta Curasi
Asesor



AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por darme salud y vida, además que me permita que siga mi camino como apasionado de la geología y aportar mis conocimientos y experiencias en la carrera.

Agradezco al Ing. Víctor Valdivia, geólogo principal de AngloAmerican Exploraciones, por su apoyo constante y los aportes a la tesis, quien dedicó su tiempo para aportar sus conocimientos científicos y sus respectivas sugerencias en la mejora de la presente tesis.

Doy gracias a mis padres Arturo y Aguida por su apoyo constante en mi formación como persona y profesional, deseándome siempre los mejores deseos y siendo mi mejor motivación para cumplir mis metas.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi familia, en especial a mi madre Aguida y mi padre Arturo, por su apoyo incondicional de creer en mí y verme con una carrera universitaria, a mi hermana Lizeth que siendo mi engreída siempre me demostró su apoyo en cualquier condición.

Jordan Manchego

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
ASPECTOS GENERALES	3
1.1. UBICACIÓN	3
1.2. ANTECEDENTES	7
1.3. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.3.1. Planteamiento de la Investigación.....	20
1.3.2. Objetivos.....	21
1.4. METODOLOGÍA.....	21
1.5. HIPÓTESIS	22
1.6. JUSTIFICACION	23
1.7. REVISION DE ESTUDIOS PREVIOS	23
CAPÍTULO II	26
GEOMORFOLOGIA, GEOLOGÍA REGIONAL Y MARCO ESTRUCTURAL	26
2.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	26
2.2. GEOLOGIA REGIONAL.....	27
2.3. MARCO ESTRUCTURAL	36
CAPÍTULO III	39
GEOLOGÍA DISTRITAL	39
3.1. LITOLOGÍA	39
3.2. CONTROL ESTRUCTURAL	53
CAPÍTULO IV	57
GEOLOGIA LOCAL	57
4.1. LITOLOGÍA	57
4.1.1. Intrusivos precursor mineral	58
4.1.2. Pórfido temprano.....	62
4.1.3. Pórfido intermineral.....	63

4.1.4.	Pórfido intermineral tardío.....	63
4.1.5.	Pórfido tardío.....	64
4.1.6.	Brechas.....	66
4.1.7.	Postmineral	67
CAPITULO V	.....	70
ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	.....	70
5.1.	GENERALIDADES.....	70
5.2.	ALTERACIÓN POTÁSICA.....	73
5.3.	ALTERACIÓN FILICA	75
5.4.	ALTERACIÓN ARGÍLICA	77
5.5.	ALTERACIÓN PROPILÍTICA	78
5.6.	SILICIFICACIÓN	80
5.7.	SECUENCIA PARAGENÉTICAS	83
5.8.	ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO	84
CAPÍTULO VI	.....	91
GEOQUIMICA DEL SISTEMA HIDROTHERMAL	.....	91
6.1.	GENERALIDADES.....	91
6.2.	ZONAMIENTO GEOQUÍMICO	93
6.2.1.	Geoquímica de superficie	93
6.2.2.	Geoquímica de sondajes	125
CAPÍTULO VII	.....	138
DISCUSIÓN	.....	138
7.1.	EVOLUCIÓN DEL SISTEMA HIDROTHERMAL	138
7.1.1.	Fase precursor mineral.....	139
7.1.2.	Fase temprana.....	139
7.1.3.	Fase intermineral.....	140
7.1.4.	Fase tardía	140
7.2.	ZONACIÓN DE METALES TRAZA DEL PÓRFIDO PINCO PINCO	142
7.3.	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA HIDROTHERMAL	146

CAPÍTULO VIII	153
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
8.1. CONCLUSIONES.....	153
8.2. RECOMENDACIONES	154
BIBLIOGRAFÍA	156
ANEXOS	157

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Prospecto Pinco Pinco.....	5
Figura 2 Topografía y concesión del Prospecto Pinco Pinco.....	6
Figura 3 Mapa de franjas metalogenéticas del norte de Chile y Sur de Perú (A. Simmons, 2013 Magmatic and Hydrothermal Stratigraphy of Paleocene and Eocene Porphyry Cu-Mo Deposits in Southern Peru).	8
Figura 4 Mapa metalogenético de los depósitos hidrotermales tipo Pórfidos en el Perú (Fuente: GEOCATMIN).....	16
Figura 5 Control estructural del Sur de Perú y Norte de Chile por W. Martínez 2013. Revisión de los controles tectonomagmáticos en la exploración de Pórfidos de Cobre.	19
Figura 6 Geología Regional del Prospecto Pinco Pinco	34
Figura 7 Columna estratigráfica de las formaciones geológicas del distrito.....	35
Figura 8 Mapa metalogenético y dominios estructurales del Sur del Perú (fuente: GEOCATMIN).....	37
Figura 9 Esquema de los mayores rasgos estructurales en el Sur peruano, relacionados a la ocurrencia de Pórfidos de Cobre. FUENTE: J. Acosta, 2006 Características metalogenéticas de los yacimientos asociados a los arcos magmáticos Mesozoicos y Cenozoicos del Sur	38
Figura 10 Muestra de Cuarzita fuertemente fracturada, el relleno de la fractura es óxidos de Hierro producto de la lixiviación de sulfuros primarios.	41
Figura 11 Brecha Polimictica de Cuarzita – Diorita con fuerte silicificación y oxidación	42
Figura 12 Muestra de andesita con débil alteración de sus plagioclasas.	43
Figura 13 Pórfido andesita con fenocristales de plagioclasas y biotitas	44
Figura 14 Intrusivo diorítico Crowded, plagioclasas alterando a sericita e illita	44
Figura 15 Intrusivo diorítico con presencia de alteración Potásica	45
Figura 16 Pórfido Dacítico, intrusivo mineralizante, presencia de vetilleo stockwork..	46
Figura 17 Intrusivo granodiorítico perteneciente a la Superunidad Yarabamba	47

Figura 18 Subvolcánico riódacita, presenta mineralización de sulfuros en profundidad	47
Figura 19 Intrusivo microdiorítico con fenocristales de hornblendas, pirita diseminada	48
Figura 20 Intrusivo cuarzo – diorita con fenocristales de biotita – hornblendas.....	49
Figura 21 Fotografía panorámica del Prospecto Pinco Pinco mirando hacia el Este..	49
Figura 22 Fotografía panorámica del Prospecto, vista al Este	50
Figura 23 Fotografía de afloramiento de cuarcitas fracturadas y rellenados por OxFe	50
Figura 24 Geología distrital del Prospecto Pinco Pinco.....	51
Figura 25 Triangulo de Strekeisen para rocas intrusivas.....	52
Figura 26 Imagen satelital del distrito y Prospecto Pinco Pinco	54
Figura 27 Muestra sondaje PPD-05 (383.10 m), diorita Crowded con clastos de cuarcita, presenta alteración cloritización débil y finas vetillas de Qz – Py.....	58
Figura 28 Muestra de mano, diorita Crowded con presencia de alteración Argílica, reemplazamiento de plagioclasas por sericita - illitas asociado con óxidos de hierro..	59
Figura 29 Muestra sondaje PPD-05 (114,20 m), cuarzo – diorita con presencia de alteración Potásica sobrepuesta por Sericita, se observan vetillas de Magnetita, vetillas Cl-Ser-Py, vetillas “D”	60
Figura 30 Cuarzo diorita con presencia de alteración Potásica y mineralización supérgena de óxidos de Cobre en fracturas	60
Figura 31 Muestra sondaje PPD-05 (373,20m), diorita con presencia de fuerte Cloritización y superposición de Sericita verde principalmente en vetillas, presenta vetilleo stockwork del tipo “D” y vetillas de Qz-Cl-Py. La presencia de la sericita verde en los halos	61
Figura 32 Muestra sondaje PPD-05 (130,80), Pórfido dacita con alteración Potásica de fondo asociado a biotita secundaria y vetilleo stockwork.	62
Figura 33 Muestra del sondaje PPD-04 (433,60 m) pórfido intermineral, con presencia de mineralización de Pirita, Molibdenita en vetillas y diseminado	63
Figura 34 Muestra del sondaje PPD-04 (390,.20 m). Pórfido intermineral tardío presenta alteración Potásica de fondo y se superpone cloritización de las biotitas y	

plagioclasas, además de vetillas de cuarzo, vetillas Cl – Py, vetillas de magnetita y vetillas tardías de yeso	64
Figura 35 Muestra del sondaje PPD-05 (499,10). Pórfido tardío que corta al intrusivo diorítico Crowded, presenta alteración Propilítica	65
Figura 36 Muestra del sondaje PPD-02 (513,40 m), pórfido tardío, Presenta alteración Propilítica y débil sericita; este Pórfido corta al intrusivo diorítico y Brechas freatomagmática.....	65
Figura 37 Muestra de sondaje PPD-01 (540,00 m), Pórfido tardío.....	65
Figura 38 Muestra de sondaje PPD-02 (494.50 m), brecha clasto soportada de cuarcita - diorita con presencia de alteración Sericítica débil en fracturas y finas vetillas de pirita.....	66
Figura 39 Fotografía tomada en campo donde se observa la brecha freática compuesta por clastos angulosos a subangulosos de cuarcita en una escasa matriz de polvo de roca. Se observa leve oxidación en la matriz y bordes de clastos, no presenta mineralización.....	67
Figura 40 Vista panorámica de las coberturas de cenizas e ignimbritas post mineralización del sistema Pórfido Pinco Pinco.....	67
Figura 41. Columna litoestratigráfica interpretativa del Prospecto Pinco Pinco, Pórfido Cuprífero.	68
Figura 42 Geología Local del Pórfido Cuprífero Pinco Pinco	69
Figura 43 Muestra de sondaje PPD-05 (175.60 m), pórfido dacita con presencia de alteración Potásica, se observa vetilleo stockwork con vetillas del tipo Qz-CI retrograda – magnetita – Py, vetillas Qz-CI, vetilla de Qz.....	73
Figura 44 Muestra del sondaje PPD-05 (203.30 m), diorita con fuerte alteración Potásica de fondo, sobreimpuesta por débil sericita en halos, se observa vetillas de cuarzo Py son cortadas por vetillas de Qz-CI-Py, en algunas vetillas se observa débil halo de sericita	74
Figura 45 Muestra sondaje PPD-04 (559.10 m), Pórfido Dacita con débil presencia de alteración Potásica, se observa una matriz limpia, vetillas tempranas de cuarzo y anhidrita.....	74

Figura 46 Muestra de sondaje PPD-05 (114.20 m), cuarzo diorita, alteración Sericita sobreimpuesta a alteración Potásica; presenta vetillas sinuosas de magnetita – Cpy, vetillas de cuarzo-sericita-Py y vetillas de Py.....	75
Figura 47 Muestra de sondaje PPD-05 (373.20), diorita con presencia de alteración Fílica que se sobreimpone a la alteración Potásica; se observa remanentes de biotita secundaria alterados a sericita y vetillas a modo de stockwork de Qz-Ser-Py y vetillas de Qz-CI-.....	76
Figura 48 Muestra de sondaje PPD-01 (322.50 m), Pórfido Dacita con presencia de alteración Sericita moderada, vetilleo stockwork de Qz-Ser-Py y esporádicas vetillas de Qz.....	76
Figura 49 Muestra de sondaje PPD-01 (462.70 m), dacita con alteración Sericita asociado a vetillas tardías de Qz-Ser-Py y vetillas tempranas de cuarzo; se presenta Py-Cpy y Mo diseminado	77
Figura 50 Muestra de mano con presencia de alteración Argílica que afecta al intrusivo diorítico; presenta minerales de arcillas y limonitas	77
Figura 51 Muestra del sondaje PPD-02 (203.50 m), diorita que presenta cloritización pervasiva en la matriz, asociado con magnetita diseminada y vetillas de cuarzo, vetillas “Qz-Ser-CI-Py”, vetillas de Qz-CI-Py a modo de stockwork.....	79
Figura 52 Muestra de sondaje PPD-05 (383.10 m), diorita con clastos de cuarcita, presenta remanentes de alteración Potásica sobreimpuesta por una moderada cloritización y sericita débil; se observan minerales de biotita secundaria, magnetita, clorita retrógrada.....	79
Figura 53 Muestra del sondaje PPD-05 (499.10 m), Pórfido tardío sin presencia de mineralización y una débil alteración Propilítica, esporádicas vetillas de calcita	80
Figura 54 a y b Muestras de mano de las partes altas de las brechas con presencia de fuerte silicificación.....	81
Figura 55 Mapa de alteración hidrotermal del Pórfido Pinco Pinco	82
Figura 56 Campo de detección de los espectrómetros, abarca de 1300 a 2500nm. Se muestran las principales zonas de absorción y enlace iónico que representan.....	84

Figura 57 Espectros de reflectancia de minerales de rocas alteradas por acción de fluidos hidrotermales (Clark R.N. Swayze, A.J. Gallagher, T.V.V. King and M. Calvin, 1993, The U.S. Geological Survey).....	85
Figura 58 análisis Espectrométrico de Reflectancia.....	87
Figura 59 análisis Espectrométrico de Reflectancia.....	88
Figura 60 análisis Espectrométrico de Reflectancia.....	89
Figura 61 Ubicación de las 474 muestras de roca tipo chip sampling en el Prospecto Pinco Pinco. Las muestras de ID AEP corresponden a las muestras tomadas por Angloamerican, el segundo grupo corresponde a las muestras tomadas por BISA. Las coordenadas se encuentran en el sistema PSAD56	99
Figura 62 Grafico Log – Probabilidad del Cu (ppm)	106
Figura 63 Mapa de isovalores geoquímicos del Cobre (ppm)	107
Figura 64 Grafico de Log – probabilidad del Mo (ppm)	109
Figura 65 Mapa de isovalores geoquímicos del molibdeno (ppm).....	110
Figura 66 Gráfico de Log – probabilidad del Ag (ppm).....	112
Figura 67 Mapa de isovalores de la plata (ppm)	113
Figura 68 Gráfico de Log – probabilidad del Au (ppm).....	115
Figura 69 Mapa de Isovalores de Au (ppb)	116
Figura 70 Cuadro resumen de concentraciones geoquímicas y gráfica Log – probabilidad de Zn, Pb, Mn.....	119
Figura 71 Mapa de isovalores de Zn (ppm).....	120
Figura 72 Mapa de isovalores de Plomo (ppm).....	121
Figura 73 Mapa de isovalores de Manganeso	122
Figura 74 Mapa de zoneamiento geoquímico superficial del Prospecto Pinco Pinco	124
Figura 75 Anomalías de Cobre en los sondajes diamantinos.....	133
Figura 76 Anomalías de molibdeno en los sondajes diamantinos	134
Figura 77 Sección geológica y alteración hidrotermal interpretativas del Pórfido Pinco Pinco.	137
Figura 78 Sección Geológica interpretativo de la evolución del sistema pórfido Pinco Pinco.	141
Figura 79 Elementos traza vs tipo de alteración hidrotermal.....	145

Figura 80 Distribución vertical de elementos traza en depósitos tipo Pórfido Cuprífero, Halley 2015 Porphyry geochemical footprint.	146
Figura 81 Correlación de edades de depósitos y prospectos exploratorios del Sur del Perú.....	152

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Vértices de concesión exploratoria Pinco Pinco	3
Tabla 2 Accesos a Prospecto Exploratorio Pinco Pinco	4
Tabla 3 Ensamblajes mineralógicos de los tipos de alteración hidrotermal en Pórfidos Cupríferos.....	12
Tabla 4 Cronograma de actividades realizadas en la campaña exploratoria.....	24
Tabla 5 Descripción de las muestras de mano obtenidas en campo, se realizó un análisis porcentual de los componentes principales de cada litología y su relación en el sistema del Pórfido Pinco Pinco.....	52
Tabla 6 Cuadro de secuencia paragenéticas del sistema hidrotermal, Pórfido Pinco Pinco	83
Tabla 7 Ubicación de muestras para análisis de Reflectancia.....	86
Tabla 8 Cuadro de análisis estadístico del muestreo superficial del Prospecto Pinco Pinco	102
Tabla 9 Diagrama de correlación de Pearson basado en los datos obtenidos en el muestreo geoquímico	103
Tabla 10 Resumen de análisis estadístico del Cu (ppm).....	106
Tabla 11 Tabla resumen de análisis estadístico del Mo (ppm).....	109
Tabla 12 Tabla resumen de análisis estadístico de Ag (ppm)	112
Tabla 13 Tabla resumen de análisis estadístico del Au (ppm)	115
Tabla 14 Características de correlación geoquímica superficial.....	123
Tabla 15 Ubicación de sondajes y especificaciones	126
Tabla 16 Análisis estadístico del sondaje PPD-01	127
Tabla 17 Análisis estadístico del sondaje PPD-02	128
Tabla 18 Análisis estadístico del sondaje PPD-03	129
Tabla 19 Análisis estadístico del sondaje PPD-04	130
Tabla 20 Análisis estadístico del sondaje PPD-05	131
Tabla 21 Zonación de elementos traza en las alteraciones hidrotermales	144
Tabla 22 Rasgos geológicos principales de los depósitos tipo Pórfido Cu - Mo	151

RESUMEN

El Prospecto exploratorio Pinco Pinco es reconocido como un Pórfido Cu-Mo por las características superficiales y verticales observadas en los trabajos exploratorios; las evidencias geológicas resaltantes que permitieron reconocer este pórfido fueron las Cuarzitas y Areniscas cuarzosas pertenecientes al Grupo Yura que actuaron como roca hospedante y que presentan un intenso fracturamiento local, relleno de fluidos hidrotermales mineralizados con sulfuros primarios como Pirita y Calcopirita, seguido por un enriquecimiento de Silicatos y Carbonatos de Cobre como Crisocola y Malaquita asociados a Hematita y Jarosita producto de la lixiviación, este enriquecimiento se presenta principalmente en las fracturas de las Cuarzitas; los trabajos de mapeo geológico y muestreo geoquímico superficial permitieron reconocer los diversos cuerpos intrusivos Dioríticos pertenecientes a la Superunidad Yarabamba y al Pórfido Dacita que es el principal evento mineralizador y generador de la alteración hidrotermal del sistema Pinco Pinco.

El muestreo sistemático superficial reveló anomalías de Cobre con valores de 0,3 % y 0,006 % para el Molibdeno, estos valores asociados al pórfido Dacítico ubicado en el centro de la concesión; además de elementos como el Zn, Pb y Mn que son elementos vectorizadores que aplicaron perfectamente en el sistema Pinco Pinco, ya que definieron las zonas externas, intermedias y centrales del Pórfido.

Finalmente la perforación de cinco sondajes diamantinos permite esquematizar e interpretar las características geológicas, alteración hidrotermal y mineralización del sistema en profundidad, ya que el sondaje PPD-005 intercepta la Diorita y Pórfido Dacita asociados a la alteración Potásica y anomalías de Cobre con valores de 0,9 % y anomalías de Molibdeno con valores de 0,02 %. Todas estas características recomienda seguir una agresiva campaña exploratoria en sus alrededores y de esta manera definir el potencial económico que podría presentar este Prospecto.

Palabras claves: Caracterización geoquímica, geología, alteración hidrotermal.

ABSTRACT

The exploratory prospect Pinco Pinco is recognized as a Porphyry Cu-Mo by the superficial and vertical characteristics observed in the exploratory Works, the outstanding geological evidences that allowed to recognize this porphyry were quartzite or quartz sandstones belonging to the Yura group that acted as host rocks and which present intense local fracturing, filling of mineralized hydrothermal fluids with primary sulfides such as pyrite and chalcopyrite, followed by an enrichment of silicates and copper carbonates such as chrysocolla and malachite associated with Hematite and Jarosite resulting from leaching, this enrichment occurs mainly in the quartzite fractures, geological mapping and Surface geochemical sampling allowed the recognition of the various intrusive Dioritic bodies belonging to the Yarabamba Super Unit and the Dacite porphyry which is the main mineralizing and generating event of the hydrothermal alteration of the Pinco Pinco System.

The superficial systematic sampling revealed copper anomalies with values of 0,3 % and 0,006 % for Molybdenum, these values associated to the porphyry Dacitic located in the center of the concession; In addition to elements such as Zn, Pb and Mn, which are vectorizers that applied perfectly with the Pinco Pinco system, since they defined the external, intermediate and central zones of the porphyry.

Finally the drilling of five diamond drilling allow us to schematize and interpret the geological characteristics, hydrothermal alteration and mineralization of the system in depth, since the drilling PPD-05 intercepts the Diorite and Dacite porphyry associated to the potassium alteration and copper anomalies with values of 0,9% and molybdenum anomalies with values of 0,02%. All these characteristics recommend us to follow an aggressive exploratory campaign in its Surroundings and to define the economic potential that could present this prospect.

Keywords: Geochemical characterization, geology, alteration hydrothermal.

INTRODUCCIÓN

La relativa alta abundancia, el grado y densidad de los depósitos minerales en los Andes hacen que sea uno de los cinturones orogénicos más ricos en términos de minerales metálicos (Petersen, 1977). Debido a la alta importancia dada a los metales, al consumo mundial de estos productos, es importante entender la distribución de los metales dentro de la corteza terrestre. La evolución del conocimiento sobre la génesis y procesos de formación de los Pórfidos Cupríferos en el mundo ha ido evolucionando a través del tiempo, gracias a la investigación de varios autores (Hunt, 1991., Lowell y Gilbert, 1970., Sillitoe, 1996., Meyer y Hemley, 1967., Hunt, 2009., Richards, 2010) que recopilaron información de diversos yacimientos tipo Pórfido en el mundo, con la finalidad de obtener características a gran escala, por ejemplo las zonas de alteración hidrotermal que presentan a los Pórfidos, ensambles mineralógicos característicos y las relaciones litológicas respecto al intrusivo mineralizante y el tipo de magma del que procede. Finalmente la formulación de modelos empíricos sobre este tipo de depósito ha ido evolucionando, generalizando rasgos característicos de los Pórfidos Cupríferos.

El Prospecto Pinco Pinco, se encuentra ubicado en la región de Moquegua, Provincia de Sánchez Cerro, C.P la Capilla, anexo de Pecon, según el mapa Metalogenético del Perú corresponde a un Pórfido Cuprífero, que se desarrolla en la franja productiva del Paleoceno, donde se encuentran los mejores ejemplares de yacimientos tipo Pórfido en el Perú como son: Cerro Verde, Zafranal, Chapi, Cuajone, Quellaveco y Toquepala. Pinco Pinco se encuentra ubicado cerca al Proyecto Chapi y comparten características geológicas regionales importantes que son de gran interés para la generación de nuevas ideas de exploración regional Greenfield y mejorar la vectorización de estos.

La exploración de Pórfidos en la zona Sur del Perú, en la última década, se ha incrementado, debido a las características geológicas y estructurales que presentan los Clúster; que fueron estudiadas y determinadas en los diferentes yacimientos en explotación y prospectos recientes, como el caso de Pinco Pinco, esto permitirá encontrar una metodología y/o técnicas exploratorias eficaces que se apliquen en el Distrito.

La estructura del presente trabajo se encuentra enlazado con la información de campo como: El mapeo geológico, alteración, mineralización, muestreo geoquímico sistemático tanto superficial como vertical, perforación de cinco sondajes y finalmente análisis Terraspec de muestras de campo. Todas las herramientas exploratorias descritas permitieron generar un análisis estadístico multivariable para cada uno de los elementos analizados en laboratorio, elaboración de secciones y modelos interpretativos de la evolución del sistema hidrotermal Pórfido Pinco Pinco.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN

El Prospecto de Exploración Pinco Pinco se encuentra dentro de las antiguas concesiones mineras “Pinco” y “Pinco 1”, en la zona 19 Sur. Políticamente, se encuentra ubicado en el centro poblado de Yalaque, distrito de La Capilla, provincia General Sánchez Cerro, en la región de Moquegua; dentro los terrenos superficiales eriazos pertenecientes al Estado.

Geográficamente, el Prospecto Pinco Pinco se encuentra en la sierra Sur occidental del Perú, al Sur de la capital de la provincia General Sánchez Cerro, aproximadamente entre los 2600 y 2800 msnm (Fig. 1.1).

Las coordenadas UTM de la zona presentan un polígono con un área de 1 200 ha; cuyas coordenadas son:

Tabla 1 Vértices de la concesión exploratoria Pinco Pinco

Área	Vértice	Coordenadas UTM WGS84, zona 19	
		Este (m)	Norte (m)
1 200 ha	1	259 798	8 148 637
	2	259 798	8 146 637
	3	258 798	8 146 637
	4	258 798	8 144 637
	5	256 798	8 144 637
	6	256 798	8 148 637
	7	259 798	8 146 637
	8	259 798	8 144 637
	9	258 798	8 144 637
	10	258 798	8 146 637

Fuente: propia

Para acceder al Prospecto Pinco Pinco se parte desde la ciudad de Arequipa, se toma la vía asfaltada que lleva al santuario de la Virgen de Chapí, desde el cual se sigue la vía afirmada carrozable hacia el centro poblado de Yalaque, pasando por los anexos Carrizal y Pecon, finalmente se toma la trocha carrozable hacia el Prospecto. (Fig. 1.2)

En el siguiente cuadro se resume la ruta hacia el Prospecto.

Tabla 2 Accesos a Prospecto Exploratorio Pinco Pinco.

Ruta	Distancia (Km)	Via	Tiempos
Arequipa – Santuario Virgen de Chapí	65.00	Asfaltada	1 h
Santuario Virgen de Chapí – Anexo Carrizal	21.00	Afirmada	50 min
Anexo Carrizal – Anexo Pecon	1.60	Afirmada	5 min
Anexo Pecon – Pinco Pinco	3.40	Trocha carrozable	10 min
TOTAL	91	-	3 h 15 min

Fuente: propia

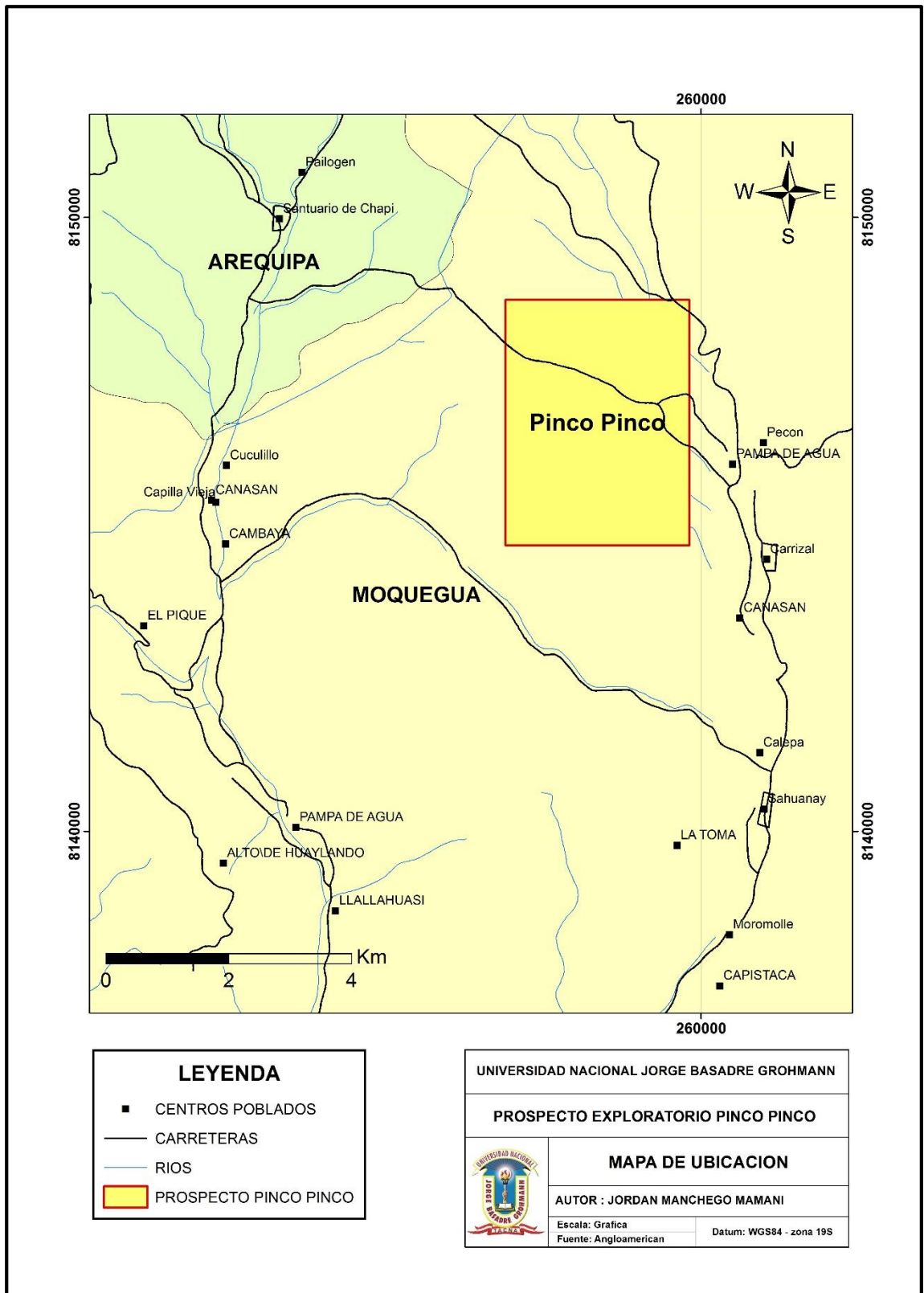


Figura 1 Ubicación del Prospecto Pinco Pinco

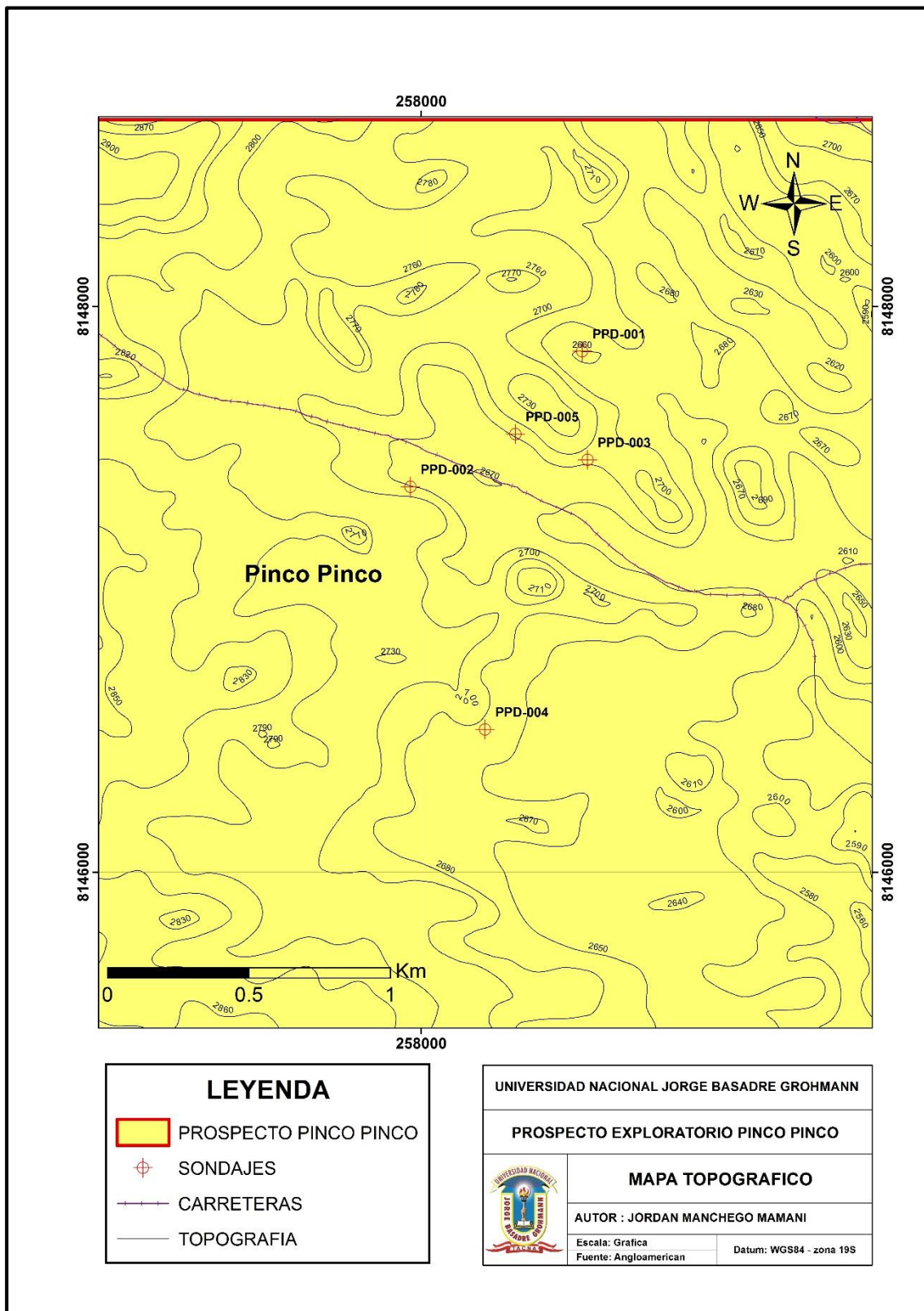


Figura 2 Topografía y concesión del Prospecto Pinco Pinco

1.2. ANTECEDENTES

La relativa alta abundancia, el grado y densidad de los depósitos minerales en los Andes hacen que sea uno de los cinturones orogénicos más ricos en términos de minerales metálicos (Petersen, 1977). Debido a la alta importancia dada a los metales, al consumo mundial de estos productos, es importante entender la distribución de los metales dentro de la corteza terrestre. Los Andes se puede dividir en cuatro dominios metálicos distintos, tal como define Routhier (1980): El Hierro, Cobre, Estaño y polimetálicos (Turneure, 1960; Petersen, 1970; Sillitoe, 1972, Malvicini, 1975, Ericksen, 1976). Estas franjas se caracterizan por el predominio de uno o dos metales principales, pero puede contener depósitos minerales de diferentes edades, tipos y paragénesis. La segmentación longitudinal de las franjas es una función de la heterogeneidad de la corteza continental, modificación de la geometría del continente, complejidad de las placas oceánicas, la variación de la velocidad y ángulo de convergencia entre las placas continentales y sus efectos en la zona de subducción (Petersen, 1970; Goosesens, 1972; Sillitoe, 1974; Oyarzun y Frutos, 1980).

La franja de Cobre se puede subdividir en cuatro distintas franjas metalogénicas paralelos, tenemos: Paleoceno al Eoceno temprano, Eoceno tardío al Oligoceno inferior y Mioceno medio a Plioceno inferior (Sillitoe, 1992; Richards, 2001). Estas franjas progresivamente jóvenes hacia el Este y en el norte de Chile ocurre un solapamiento de las fajas del Paleoceno y Eoceno; mientras que en el Sur del Perú existe un claro desplazamiento hacia el Este (25 a 35 Km) de la franja del Eoceno – Paleoceno (Perello et al., 2003; Martínez y Cervantes, 2003). Este salto hacia el Este del arco magmático en el Sur del Perú puede haber causado una tasa claramente inferior de levantamiento y erosión de la franja Paleoceno, lo que resulta en menos lixiviación significativa y supergénica que el observado en Chile.

La evolución del conocimiento sobre la génesis y procesos de formación de los Pórfidos Cupríferos en el mundo ha ido evolucionando a través del tiempo, gracias a la investigación de varios autores (Hunt, 1991., Lowell y Gilbert, 1970., Sillitoe, 1996., Meyer y Hemley, 1967., Hunt, 2009., Richards, 2010) que recopilaban información de diversos yacimientos tipo Pórfido en el mundo, con la finalidad de obtener características

de gran escala; por ejemplo, sobre las zonas de alteración hidrotermal, ensambles mineralógicos característicos y las relaciones litológicas respecto al intrusivo mineralizante y el tipo de magma del que procede. Finalmente la formulación de modelos empíricos sobre este tipo de depósito fue evolucionando generalizando rasgos característicos de los Pórfidos Cupríferos.

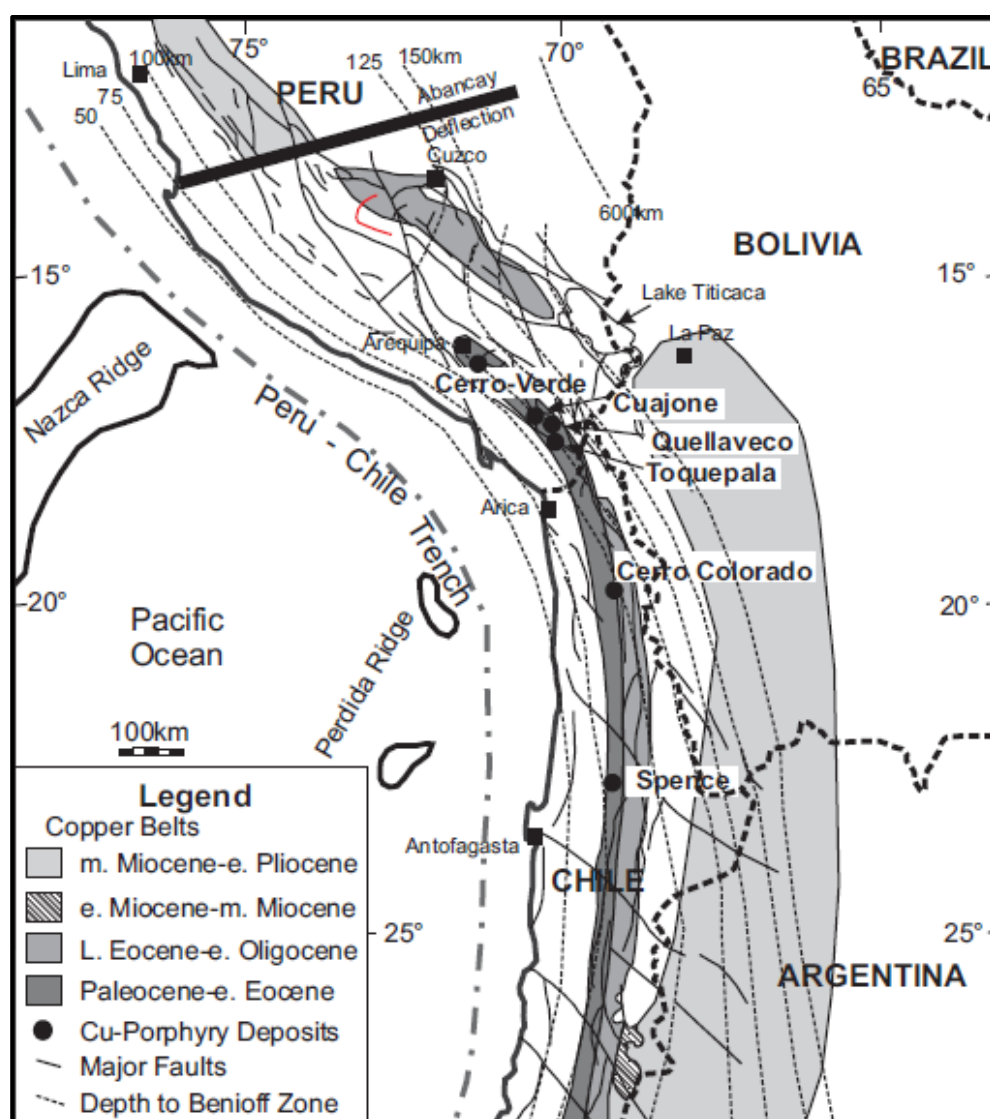


Figura 3 Mapa de franjas metalogenéticas del Norte de Chile y Sur de Perú (A. Simmons, 2013 *Magmatic and Hydrothermal Stratigraphy of Paleocene and Eocene Porphyry Cu-Mo Deposits in southern Peru*).

Los primeros estudios sobre los depósitos hidrotermales tipo Pórfido Cupríferos estaban principalmente enfocados en la relación entre los intrusivos y las menas hipógenas que estos hospedan, con las observaciones geológicas se centró la atención en la íntima afiliación magmática de la mineralización económica, minerales ganga de los depósitos y las evidencias de un origen o derivación netamente magmática de las menas económicas de los pórfidos cupríferos. Este punto de vista de la Escuela Plutonista, fueron como todas las ideas revolucionarias cuestionadas en los años 1970, cuando los estudios realizados a isótopos estables indicaron una participación muy importante de las aguas meteóricas durante la vida de los sistemas hidrotermales de los Pórfidos. Sin embargo, los estudios más recientes ha llevado de nuevo a la idea Plutonista, de modo que la derivación magmática de los fluidos mineralizadores de origen hidrotermal y metales económicos como el Cu, Au, Ag, Mo no se discute respecto a la importancia que tienen a la hora de volver económico a un depósito tipo Pórfido; mientras que el rol de las aguas meteóricas es relegado a la formación de celdas convectivas que contribuyen al enriquecimiento secundario de sulfuros y a enfriar el sistema. Además, los nuevos estudios han revelado la complejidad de los sistemas hidrotermales magmáticos debido a que una comparación de los diversos yacimientos tipo Pórfido en el mundo, que presentan características individuales en las zonas de enriquecimiento secundarios y zonas de óxidos, debido a las litologías, pH de las aguas meteóricas y subterráneas, que juegan un papel importante y producen mineralización de tipo Pórfido Cuprífero.

A continuación se presenta una recopilación de las contribuciones que realizaron diversos autores que influyeron y suministraron nuevos aportes a la generación de modelos de los sistemas hidrotermales tipo Pórfidos Cupríferos. Los primeros estudios fueron realizados en el Suroeste de los Estados Unidos y consistieron esencialmente en clarificadoras observaciones recopiladas en el campo. Los Pórfidos Cupríferos en dicha región fueron afectados por varios grados de alteración supérgena y enriquecimiento secundario, fenómenos que ciertamente oscurecían sus características primarias o hipógenas. En Perú los principales depósitos hidrotermales tipo Pórfido Cupríferos generan una rentabilidad económica gracias al enriquecimiento secundario de los

sulfuros primarios, debido a la interacción entre las aguas meteóricas que circulan por el sistema y lo enfrían; además que la baja tasa de erosión sufrida en el Sur del Perú permitió mantener casi por completo el sistema Pórfido, como por ejemplo: Cuajone, Toquepala, Quellaveco, Cerro Verde, Chapi.

Los Pórfidos Cupríferos fueron incluidos en la categoría de depósitos Mesotermales por Lindgren, para la cual este autor dedujo condiciones de formación con un rango de temperatura de 175°C a 300°C y profundidades de 1 200 m – 3 600 m. Esto fue inferido con base en la estabilidad de minerales asociados, lo que actualmente se conoce como minerales ensamblados; aunque las estimaciones de profundidad y presión fueron razonablemente correctas, las estimaciones de temperatura no consideraron el rol de la alteración Potásica más temprana y de mayor temperatura (450°C – 500°C). Actualmente se conoce que estos depósitos están incluidos en la categoría de depósitos hidrotermales, y que los rangos de temperatura se asocian a minerales ensamblados ya reconocidos e identificados en los modelos actuales, y que además son estables a rangos de temperatura.

Los primeros estudios detallados de alteración de las rocas huésped de los Pórfidos Cupríferos se realizaron en Cerro de Pasco, Perú (Graton y Bowditch, 1936) y en Butte, Montana (Sales y Meyer, 1948). Concluyeron que la alteración fue progresiva, causada por la continua interacción de la misma solución hidrotermal con la roca caja. Sales (1913) ya había notado una clara zonación tanto lateral como vertical de minerales sulfurados, desde una zona central a una externa, migrando de una anomalía positiva a valores normales de Cobre y Molibdeno.

Por los años 1970 después de muchos estudios realizados a varios depósitos principalmente en Estados Unidos, permitieron que Lowell y Gilbert (1970) usando su estudio del sistema San Manuel – Kalamazoo en Arizona, destacaran la zonación vertical y horizontal. Basados en este conocimiento, estos autores compilaron datos de otros veintisiete Pórfidos Cupríferos de distintas partes del mundo para establecer un modelo de zonación de alteración, el cual fue usado por más de dos décadas.

Sillitoe identificó los principales tipos de alteración hidrotermal más comunes en los Pórfidos Cupríferos Cu - Mo y Cu – Au, relacionándolos a sus ensamblajes mineralógicos que se presentan de acuerdo al rango de temperatura de formación, ya que, según Sillitoe, cada mineral ensamble necesita una temperatura adecuada para su cristalización. Luego también se relacionó las alteraciones hidrotermales a sistemas de vetillas que aparecen según la temperatura, profundidad y mineralización. Estas vetillas fueron divididas en sus primeros años como vetillas tipo A, B y D, donde las dos primeras pertenecían principalmente a la alteración Potásica, a veces logrando presentarse en la alteración Sericítica y/o Fílica, debido a la superposición sobre la alteración Potásica; las vetillas tipo D principalmente se observan en el ambiente de alteración Fílica, aunque muchas veces logran traspasar a la zona Propilítica por acción de altas presiones de los flujos hidrotermales.

Tabla 3 Ensamblajes mineralógicos de los tipos de alteración hidrotermal en Pórfidos Cupríferos

Tipo de alteración	Ubicación en el Sistema	Minerales Ensamblajes	Minerales Accesorios	Principales sulf. ensamblajes	Vetillas Contemporáneas	Potencial Económico
Sódico – cálcico	De profundidad, incluyendo debajo de los depósitos de pórfidos de Cu (poco común)	Albita/ oligoclasas, actinolita, magnetita	Dióxido, epidota, granates	Típicamente ausentes	Magnetita +- actinolita (tipo M)	normalmente estéril, pero localmente mineral portador
Potásico (K-silicatos)	Zona del núcleo de pórfidos cupríferos	Biotita, K – feldespatos	Actinolita, epidota, sericita, andalusita, albita, carbonatos, turmalina, magnetita	Pirita- calcopirita, calcopirita +- bornita, bornita +- calcosita	Biotita (tipo EB), K-feldespatos, Qz-Bo-Ser-K-feld-andalusita – sulfuros (tipo EDM/T). Qz-Sulfuros-Magnetita (tipo A), Qz-Mo-Py-Cpy (sutura central)	Principal contribuidor de mineralización.
Propilitica	Partes marginales o bordes del sistema, bajo el lithocap.	Clorita, epidota, albita, carbonatos	Actinolita, hematita, magnetita	Pirita (+- esfalerita, galena)	Pirita, Epidota	Estéril, a excepción de las vetillas subepiternales.
Clorita – Sericita (Sericita – arcillas – clorita SCC)	Partes superiores de las zonas núcleo de pórfido Cu (común, particularmente en los depósitos ricos en AU).	Clorita, Sericita/Ililita, Hematita (martita, especulerita)	Carbonatos, epidota, esmectita	Pirita - calcopirita	Clorita, Sericita, sulfuros	Colaborador básico de mineralización.
Sericita (Filica)	Partes superiores de los depósitos de pórfidos de Cu (ubicuos, excepto con intrusiones alcalinos).	Cuarzo, Sericita	Pirofilita, carbonatos, turmalina, especulerita.	Pirita +- Calcopirita (Pirita – enargita +- tenantita, pirita – bornita +- calcosita, pirita – esfalerita).	Cuarzo – pirita +- otros sulfuros (tipo D).	Comúnmente estéril, pero puede contribuir mineral.
Argilica avanzada	Sobre los depósitos pórfidos Cu, constituyen los lithocaps (comúnmente).	Cuarzo (en parte residual, vuggy), alunita, pirofilita, dickita, caolinita.	Diasporo, andalusita, corindom, dumortierita, topacio, especulerita.	Pirita – enargita Pirita – calcocita Pirita - covelina	Pirita – enargita +- sulfuros de Cu (incluido vetillas).	Localmente constituye mineralización en Lithocap y sus raíces.

Las herramientas de exploración usadas para el descubrimiento de nuevos yacimientos tipo Pórfido Cuprífero, cada vez son menos empíricos y se basan en datos cuantitativos, litogeoquímicos, dataciones, datos analíticos de magnetometría, etc. En el Perú se usan como excelentes guías exploratorias los yacimientos gigantes o Clúster, como es el caso de Cerro Verde, Cuajone, Quellaveco y Toquepala, los cuales son las mejores manifestaciones y modelos de pórfidos en el Sur peruano (Fig. 4).

El depósito de Cerro Verde y Santa Rosa, actualmente propiedad de Freeport – McMoran inc., a través de su subsidiaria Sociedad Minera Cerro Verde S.A, fue el segundo depósito de este tipo desarrollado en el Perú después de Toquepala y uno de los primeros reconocidos en Sudamérica. Probablemente descubierto en 1868 y corroborada con los informes de Antonio Raimondi, se requirieron tres programas de exploración y alrededor de 155 kilómetros de perforación diamantina para probar un estimado de 171 millones de toneladas de mena lixiviable con una ley de 0,77% de Cu total y 197 millones de minerales primario para molienda con una ley de 0,71% de Cu total.

El yacimiento de Cuajone fue reconocido como un depósito potencial de Pórfido de Cobre en la década de 1930 (Lacy, 1991). Se perforó por primera vez en 1942, calculado en 157 mt con una ley de 1,27% de Cu lo cual en ese momento no se consideró económico (Lacy, 1991), la perforación subsecuente en 1952 amplió el recurso a 417 mt con 1,05 de Cu. El proyecto Cuajone se desarrolló eventualmente con la primera producción a mediados de 1976. Concha y Valle (1999) informan reservas de 1400 mt con 0,64 % de Cu y 0,33 % Mo con una ley de corte de 0,40%.

El yacimiento de Toquepala fue reconocido en 1930 y fue considerado como un Prospecto de Pórfido de Cobre por Carl Schmedeman (Lacy, 1991), en base a los afloramientos superficiales de lixiviados y limonitas con vetillas que contenían óxidos de Cobre y minerales de Carbonatos. La Compañía Cerro de Pasco perforó la propiedad en 1942; delineó un recurso de 9 mt con 2,21% Cu y ley de corte de 1,2 %, Northern Peru Mining and Smelting Co. realizó un programa de exploración y delineó 363 mt en el cuerpo de mineral con una ley de 1,5% Cu. Mattos y Valle (1999) calcularon las

reservas en 300 mt con leyes de 0,83% de Cu y 0,07% de Mo en minerales de sulfuros y 700 mt con una ley de 0,2% de Cu en minerales lixiviables.

El Prospecto Quellaveco fue reconocido como un depósito potencial de Pórfido de Cobre en la década de 1930 (Lacy, 1991). Se ha explorado en varias ocasiones por Northern Peru Mining and Smelting Co. Entre 1947 y 1952, Southern Peru Copper Corporation en 1970 antes de ser nacionalizada y estudiada más a fondo por Minero Perú en 1972 (Candiotti, 1995). Las reservas en ese momento eran 405 mt con una ley de 0,8% de Cu (Estrada, 1975). Una exploración final fue realizada por Anglo American Exploration Perú S.A, que define un recurso geológico de 1 670 mt con una ley de 0,56% de Cu y ley de corte de 0,3 % de Cu, con reservas de 979 mt con ley de 0,6 % de Cobre y 0,021% de Mo.

El presente trabajo se enfoca en la zona Sur del Perú, en la franja productiva del Paleoceno - Eoceno; los principales yacimientos asociados a esta franja son: Cuajone, Toquepala, Cerro Verde, Zafranal, Chapi, Quellaveco. El Prospecto exploratorio Pinco desea generar información geológica, de alteración e inferir edades de formación del sistema, describiendo sus principales rasgos y características superficiales y en profundidad, con la finalidad de obtener herramientas de exploración regional, y a la vez generar nuevas ideas de exploración temprana en el distrito.

En el Sur de Perú, según varios trabajos de investigación, se estableció que los depósitos del tipo Pórfido se formaron durante el Paleoceno al Eoceno Temprano. Por ejemplo, los sistemas del Pórfido Cerro Verde – Santa Rosa, alojados por el Gneis Proterozoico del macizo de Arequipa y el premineral con edad de 62 – 67 ma, el Batolito de la superunidad Yarabamba genéticamente están asociados con intrusiones de pórfido con 61 ma (U – Pb) edades (LeBel, 1985; Mukasa, 1986); la alteración hidrotermal Sericítica con edades de 61,8 y 62 ma para Cerro Verde y 62,2 ma para Santa Rosa (Quang y col., 2003).

La alteración hidrotermal Sericítica en Cuajone se ha fechado utilizando métodos $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en 52,8 ma (Clark et al., 1990a). Las edades de Toquepala, $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ de biotita ígnea y sericita hidrotermal sugiere que el sistema de Pórfido Cuprífero se formó

entre 55,9 – 55,0 ma (Zweng y Clark, 1995), con una etapa hidrotérmica de Pirita con edades de 52 ma.

En Quellaveco, Estrada (1975) reportó edades K-Ar en sericita de 56,2 ma, Sillitoe y Mortensen (2010) informan edades de U-Pb en Zircón a partir de intrusiones de pórfido entre 54 y 59 ma, lo que sugiere que las edades reflejan el enfriamiento global del evento hidrotermal en lugar de la edad real de la formación del pórfido, al igual que en muchos depósitos de pórfidos de Cobre en el mundo (Richards y Noble, 1998; Gustafson et al, 2001). No obstante, las edades K-Ar y $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ son lo suficientemente cerca de las edades de los pórfidos asociados con introducción de Cobre, para definir un marco cronológico de gran escala sobre la formación de Pórfidos Cupríferos. Los datos disponibles sugieren una cronología de al menos 8 a 10 ma, periodo durante el cual los depósitos de Pórfidos de Cobre fueron emplazados en el cinturón Sur del Perú.

Conociendo estos estudios se puede decir que los Pórfidos Cupríferos son sistemas relativamente estudiados desde el punto de vista genético, reconociendo sus características generales con la finalidad de ser aplicadas a los diversos yacimientos tipo Pórfido del mundo, pero la experiencia de varios exploradores describen que, estas características son reconocidas a escala regional y son excelentes guías de exploración a este nivel. Es conocido que cada Pórfido presenta rasgos característicos a escala local, propios, que lo hacen único; por ejemplo, los sistemas tipo Pórfido en los Andes de Perú y Chile presentan características variadas como: en el tipo de magma, espesor de corteza continental, enriquecimiento secundario, control estructural, edades de formación y tasas de erosión, respecto a los pórfidos del Oeste del Pacífico y Estados Unidos, debido principalmente al ambiente geológico y tectónico; por lo tanto, las características a escala local en los pórfidos de los Andes peruanos necesitan ser ampliamente estudiados para reconocer sus características, con la finalidad de aplicarlos a diversos prospectos en los mismos distritos o franjas metalogenéticas.

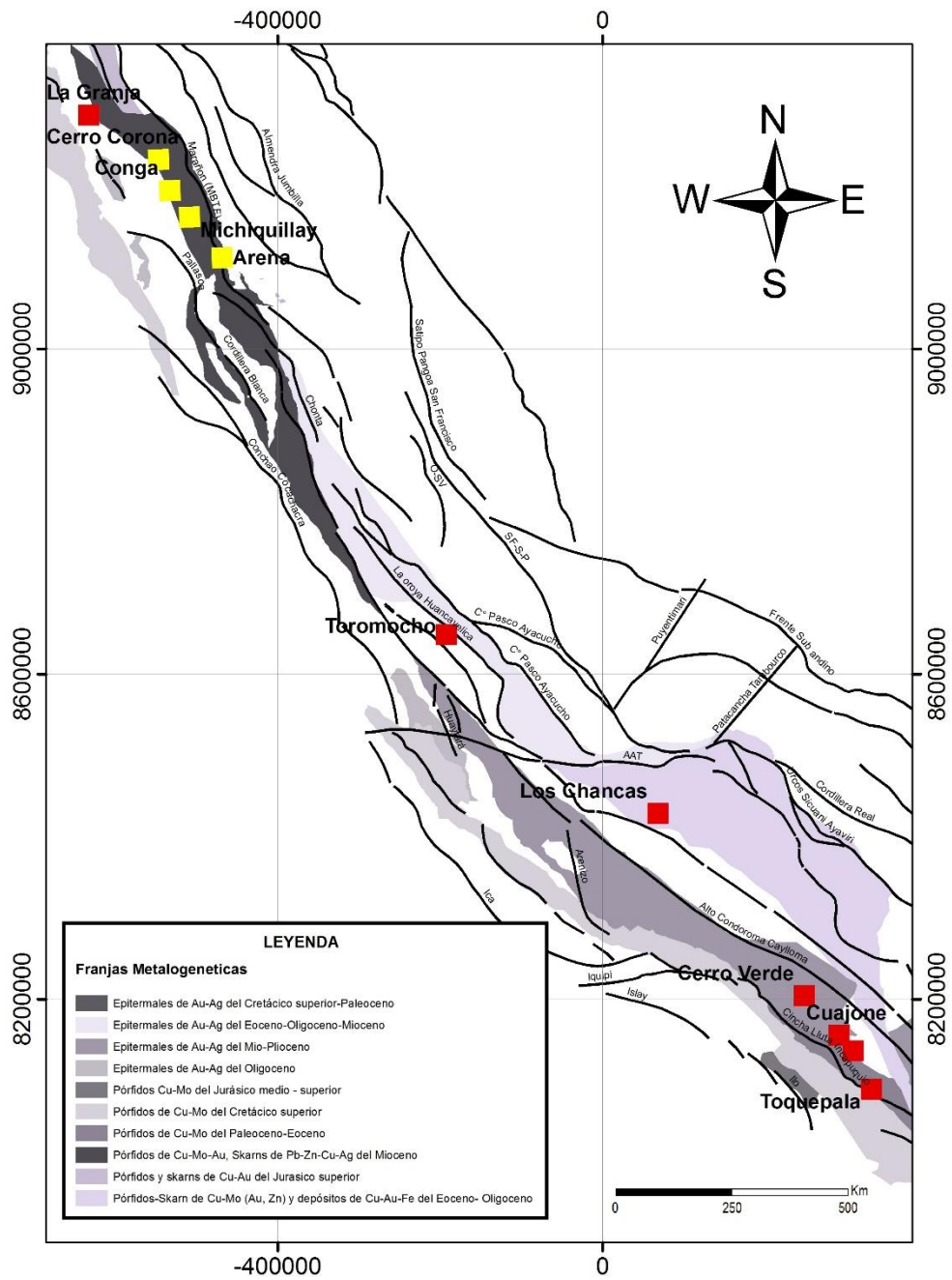


Figura 4 Mapa metalogenético de los depósitos hidrotermales tipo Pórfidos en el Perú (Fuente: GEOCATMIN)

Las características geológicas en el Perú ha hecho que muchas empresas dedicadas a la exploración de sistemas tipo Pórfido Cupríferos realicen intensas campañas de exploración, principalmente en la zona Sur y Norte del Perú, debido a que varios proyectos mineros ubicados en éstas regiones, presentan características económicas muy interesantes; por ejemplo: Arena, Michiquillay, Minas Conga, Galeno, Cerro Corona ubicados en el Norte del Perú, y proyectos mineros como Cerro Verde, Cuajone, Quellaveco y Toquepala al Sur de Perú, son algunas de las mejores representaciones de medianos a grandes yacimientos. Esto permite a los exploradores generar áreas de interés a sus alrededores, siendo estas zonas la primera opción de búsqueda, generando targets por la presencia de anomalías en superficie y correlacionado a las características expuestas de los yacimientos explotados.

La elaboración de modelos genéticos de los sistemas Pórfido permite generar nuevos aportes a la exploración de estos, apoyado por modernas herramientas y técnicas de prospección geoquímica y geofísica; por ejemplo, el muestreo geoquímico de sedimentos y rocas, así como las modernas técnicas geofísicas de magnetometría e IP, que son utilizadas desde muchos años, y que actualmente su interpretación es estudiada cada vez a mayor detalle, generando que se reformulen nuevas ideas sobre la exploración de Pórfidos Cupríferos.

Actualmente, los estudios sobre la génesis de los Pórfidos Cupríferos se centran en el estudio de los magmas y el ambiente tectónico ideal para generar zonas de debilidad apropiadas para el emplazamiento de cuerpos intrusivos, y la generación de pórfidos en la zona Sur del Perú, para compararlos con el ambiente geológico del Norte de Chile. Martínez (2009) describe que los arcos magmáticos desarrollados entre Arequipa y Tacna, representados por la Formación Guaneros, los batolitos de Punta Coles e Ilo con edades Jurásico a Cretáceo inferior; Grupo Toquepala con el batolito de la Superunidad Yarabamba de edad Cretáceo a Paleoceno. Según los resultados de análisis tectónico, aeromagnético y geoquímico de estos dos arcos, ponen en evidencias posibles áreas favorables al emplazamiento de cuerpos ígneos que puedan haber originado yacimientos económicos del tipo Pórfido Cupríferos; el sistema de Fallas Incapuquio asocia los grandes depósitos Pórfidos Cupríferos y Prospectos del Sur peruano como:

Cerro Verde, Los Calatos, Cuajone, Yarito, Huacanane, Quellaveco y Toquepala; asimismo en el arco Guaneros de la costa como: Cachuyo, Cachuyito, La Llave, Carnaval, Chaspaya, que son prospectos interesantes. Los estudios de elementos mayores, menores, trazas e isótopos, donde se encuentran los emplazamientos de estos depósitos, se vinculan con magmas evolucionados, calcoalcalinos, fraccionados y con altos contenidos de elementos incompatibles (LREE/HREE). De igual modo es concordante con un magmatismo poco contaminado (Grupo Toquepala) y una corteza continental relativamente delgada en proceso de engrosamiento. Finalmente los datos estructurales permiten identificar nuevas áreas con posibilidades de haber generado yacimientos económicos, además que muchos de estos yacimientos se encuentren cubiertos por secuencias sedimentarias relativamente jóvenes (30 y 5 ma.).

Estudios realizados en el Norte de Chile por Richards (1999, 2004), Tosdal y Richards (2001), Richards et al (2001), muestran la intersección del sistema de fallas Domeyko de dirección N-S, con antiguos lineamientos regionales de carácter continental con dirección N 120-130° (Salfity, 1985). La intersección creó zonas de debilidad estructural, por donde se emplazaron cuerpos magmáticos responsables de la generación de importantes yacimiento de Pórfidos Cupríferos como: Collahuasi, El Abra, Chuquicamata, la Escondida, etc. asimismo depósitos de Oro como: el Guanaco, Quebrada Blanca, La Colpa, El Indio, etc., Estos sistemas de fallas translitosféricas funcionaron por lo menos desde el Paleozoico en el Perú, comportándose en ese periodo como extensionales y que se invirtieron en transcurrentes a partir del Cretáceo superior. Por lo tanto la generación de los depósitos de Pórfidos Cupríferos se desarrollaron posiblemente en condiciones transpresivas e indistintamente entre el intervalo Paleógeno al Mioceno – Plioceno (Fig. 5).

Estas condiciones estructurales son aplicativas en el Sur del Perú, existe un sistema de transcurrencia que es el Sistema de fallas Incapuquio con dirección N315° y antiguos lineamientos con dirección N50-70° los cuales se interceptan con el sistema de fallas Incapuquio, que son similares en dirección (N120°-130°) a los estudiados en Chile. Estas áreas de intercepción originaron zonas de debilidad estructural, por donde se emplazaron intrusiones magmáticas durante el lapso de 70 a 50 ma. Varias de estas

zonas de debilidad están asociadas a importantes yacimientos de Pórfido Cupríferos. Estas áreas estructuralmente débiles se comportaron de régimen extensional, facilitando la canalización de fluidos magmáticos en forma vertical u horizontal. Estas áreas de debilidad se ubican entre Cerro Verde (Arequipa) y la frontera con Chile. Las similitudes estructurales entre el sistema de fallas Incapuquio con la prolongación Norte del sistema Domeyco (N-S) es al parecer continua, esto también se basa en argumentos estratigráficos y magmáticos. Finalmente los depósitos de pórfidos cupríferos se encuentran emplazados en estas zonas de baja presión y debilidad translitosféricas.

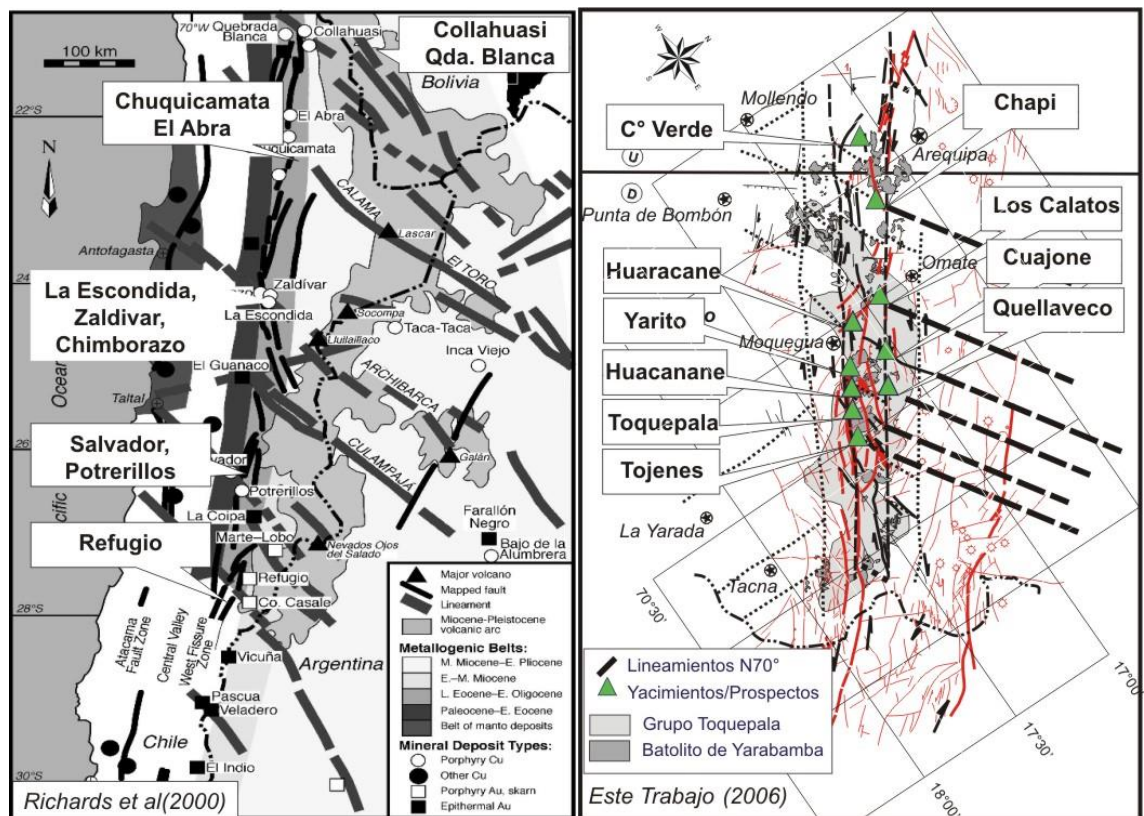


Figura 5 Control estructural del Sur de Perú y Norte de Chile por W. Martínez 2013. Revisión de los controles tectonomagmáticos en la exploración de pórfidos de Cobre.

La comparación estructural entre el Norte de Chile (Richards et al, 2001) y el Sur de Perú entre el sistema de fallas Incapuquio y los lineamientos Aeromagnéticos que después de rotados N60° (Perú) son similares a los interceptados entre los paralelos

21° y 30° de Chile (N120°-130°); es aquí donde se encuentran los mayores depósitos de Pórfidos Cupríferos.

1.3. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Planteamiento de la Investigación

En el Sur del Perú, en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna la exploración minera es una actividad constante que se ha desarrollado desde hace mucho tiempo, con la finalidad de descubrir depósitos minerales de valor económico. En la actualidad, los principales yacimientos mineros explorados y explotados en el Sur del Perú son del tipo Pórfido Cuprífero. Este tipo de yacimiento se caracteriza por albergar grandes volúmenes de mineral con leyes económicas de Cobre principalmente, en algunos casos con créditos de Molibdeno y Oro, que permiten una explotación a cielo abierto por periodos mayores a veinte años.

Las diversas técnicas aplicadas en la exploración de los sistemas tipo Pórfido Cuprífero, ayudan a resaltar las características o rasgos más comunes. Estos han sido descritos o presentados por diferentes autores (Ej. Lowell & Gilbert; Corbett & Leach, R. Sillitoe, J. Hedenquist, etc) en modelos empíricos a través de los años. Sin embargo, como muchos de ellos lo mencionan, los sistemas tipo Pórfido son tan extensos que generalizan estas características, obviando detalles de escala local y/o distrital como: Ensamblajes de alteración, mineralización, procesos de enriquecimientos, improntas geoquímicas, rasgos superficiales, etc., que pueden permitir diferenciar a cada Pórfido individualmente. Por tal razón la caracterización del sistema hidrotermal Pórfido Cuprífero, Prospecto Pinco Pinco, permite generar características locales y/o distritales que pueden ser aplicadas como herramientas de exploración Greenfield en el distrito y/o en la franja del Sur del Perú, para incrementar el potencial de éxito exploratorio y generar nuevos proyectos mineros.

1.3.2. Objetivos

a) Objetivo principal

Caracterizar la expresión superficial del sistema tipo pórfido Cu – Mo, Prospecto Pinco Pinco, para identificar la(s) mejor(es) herramienta(s) de vectorización que pueden ser usadas en las fases tempranas (Greenfield) de exploración de este tipo de mineralización.

b) Objetivos específicos

- Definir las características Geológicas, Geoquímicas y alteración hidrotermal a través del mapeo de campo, logueo de testigos de perforación y análisis de espectros de Reflectancia de minerales de alteración hidrotermal (Terraspec).
- Definir la relación Geológica – Geoquímica del sistema.
- Realizar una sección Geológica y de alteración hidrotermal interpretativa que represente al sistema.
- Generar el modelo geológico interpretativo del sistema y determinar la evolución del Pórfido Pinco Pinco.

1.4. METODOLOGÍA

La caracterización geológica, geoquímica y alteración hidrotermal del depósito Cu - Mo del Prospecto Exploratorio Pinco Pinco, ubicado en la región Moquegua, permitirá definir las relaciones litológicas, alteración y mineralización del Prospecto mediante herramientas de exploración Greenfield, tales como: el muestreo geoquímico superficial y vertical sistemático, mapeo geológico, logueo de sondajes diamantinos y análisis de Terraspec de muestras obtenidas en campo, para finalmente correlacionarlo con los diversos yacimientos de pórfidos cupríferos del Sur peruano. Todo este trabajo de campo y gabinete tiene por resultado generar vectores de exploración y aplicarlos en la búsqueda de nuevas zonas de interés exploratorio en la zona Sur del Perú.

Actualmente se cuenta con información limitada respecto a las características que presentan los prospectos tipo Pórfido cuprífero en el sur Peruano, principalmente donde

se observan características geológicas, geoquímicas y de alteración hidrotermal en rocas sedimentarias como el Grupo Yura, que fueron afectadas por eventos magmáticos y de mineralización y generaron depósitos con mineralización económica, como es el caso del Prospecto Pinco Pinco.

Finalmente, existen diversos prospectos exploratorios en el distrito, estos presentan altas expectativas de éxito exploratorio. Por ello se plantea realizar un estudio del Prospecto Pinco Pinco, utilizando la información de campo mencionada anteriormente, agregando un análisis estadístico multivariable de los valores de concentraciones y del criterio geológico, para describir y caracterizar sus manifestaciones superficiales y/o verticales, para obtener nuevas herramientas que apoyen en la vectorización y delimitación de estos prospectos en el Distrito.

1.5. HIPÓTESIS

La búsqueda de nuevos Pórfidos Cupríferos en la zona Sur del Perú en los últimos años ha continuado logrando resultados alentadores (Tía María, La Tapada, Las Bambas, Quellaveco), gracias a las herramientas exploratorias aplicadas actualmente, que permiten localizar Targets interesantes para su exploración, pero también existen una gran incertidumbre si seguirán existiendo yacimientos tipo Pórfidos de gran potencial en la zona Sur del Perú, principalmente en la franja del Paleoceno (52 – 60 m.a). Por ello la Caracterización del Pórfido Cuprífero, Prospecto Pinco Pinco ubicado en la región Moquegua, permitirá identificar características a detalle de cómo estos Pórfidos se presentan en el distrito, tomando principal interés en los rasgos de superficie y/o en profundidad. La correlación de estas características nos permitirá generar un modelo geológico interpretativo, basado en este modelo y compararlo con los yacimientos explotados actualmente, como: Cerro Verde, Cuajone, Quellaveco y Toquepala. Permitirá obtener nuevas herramientas de exploración basados en rasgos específicos de los Pórfidos en la zona Sur del Perú, aplicables en las regiones de Arequipa y Moquegua, para así obtener mejores resultados y éxito exploratorio.

1.6. JUSTIFICACION

Una de las ramas de la geología es la geología económica; esta se encarga de investigar, encontrar y proveer nuevas fuentes de recursos minerales para satisfacer las principales necesidades del ser humano ya sea de salud, alimentos y tecnología. Estas necesidades son útiles para el avance científico y tecnológico, pero esto solo se lleva a cabo gracias a la presencia de recursos minerales que nuestro planeta posee producto de la geodinámica interna de la tierra que produce internamente principales elementos metálicos y no metálicos, estos metales de principal uso son: Cobre, Oro, Plata, Estaño, Aluminio, Hierro, entre otros.

Una justificación descriptiva es conocer la expresión geoquímica superficial del Pórfido Pinco Pinco, con la finalidad de afinar el uso de las herramientas de exploración y describir las principales características del sistema, para incrementar la probabilidad de éxito en la exploración.

La realización de un análisis estadístico multivariable e interpolación kriging permitirá, reflejar y representar las características de concentraciones geoquímicas normales y anómalas de los elementos económicos Cu-Mo-Au-Ag y elementos clásicos como el Zn, Pb y Mn que vectorizan el halo de extensión central, intermedia y externa del sistema Pórfido Pinco Pinco.

1.7. REVISION DE ESTUDIOS PREVIOS

La zona Sur del Perú, en razón a la importancia de las concentraciones económicas de minerales metálicos principalmente Cobre, Plata, Oro y Molibdeno, han sido objeto de numerosos y diversos estudios a escala regional y distrital, llegando a trabajos de detalle en escala local. Existen varios trabajos exploratorios cercanos al Prospecto Pinco Pinco; mencionando algunos, se tiene a Mina Chapí perteneciente a MILPO, Mina Candelaria teniendo como dueños a pequeños mineros artesanales, que son denominados como pequeña minería; también se cuenta con Prospectos exploratorios como Atravesado, perteneciente a AngloAmerican Exploraciones Perú S.A.

Se debe mencionar los diversos trabajos exploratorios realizados en el 2009 en la zona de Pinco Pinco por la Compañía Minera Buenaventura Ingenieros S.A. que realizaron trabajos exploratorios como: mapeo geológico, muestreo geoquímico y sondajes de poca profundidad; no se logró obtener información respecto a los resultados obtenidos por dicha empresa.

En el año 2012 hasta la actualidad AngloAmerican Exploraciones Perú S.A. obtiene la concesión Pinco Pinco con la finalidad de realizar trabajos exploratorios Greenfield de: muestreo geoquímico, mapeo geológico 25K, 10K y 5K a detalle, para finalmente realizar una campaña de perforación diamantina y RC.

1.8. TRABAJOS DE CAMPO

Las labores realizadas en campo tuvieron una duración de cinco meses, considerando la campaña de muestreo geoquímico, mapeo geológico a escala 25K y 10K, campaña de perforación diamantina y RC, logueo geológico de testigos diamantinos, toma de muestras para datación de intrusivo, alteración y mineralización.

A continuación se presenta un cuadro cronológico de las actividades realizadas en campo.

Tabla 4 Cronograma de actividades realizadas en la campaña exploratoria

ACTIVIDAD	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Muestreo geoquímico					
Mapeo geológico					
Perforación Diamantina					
Mapeo de testigos					
Muestreo para Datación					

Fuente propia

1.9. TRABAJOS DE GABINETE

Primero se realizó la recopilación de material bibliográfico público y resúmenes de trabajos no publicados de yacimientos cercanos y Prospectos exploratorios aledaños pertenecientes a otras empresas mineras. La revisión de la geología a escala regional se basó en las publicaciones de boletines realizados por el INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) correspondiente a los cuadrángulos de Omate, Puquina y Arequipa.

En seguida se planificó trabajar la información de campo. Así tenemos la realización de mapas geoquímicos, perfil de sondajes diamantinos, secciones geológicas, análisis estadístico de leyes, fotografía y análisis Terraspec de muestras de mano, preparación de muestras para datación y finalmente elaboración de los mapas geológicos y de alteraciones

CAPÍTULO II

GEOMORFOLOGIA, GEOLOGÍA REGIONAL Y MARCO ESTRUCTURAL

2.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

(INGEMMET, *Boletín N° 29*). El territorio peruano principalmente se divide en una angosta faja costanera en el Este, una extensa llanura cubierta por espesa vegetación de bosques tropicales al Oeste; pero el principal elemento orográfico más definido en los Andes peruanos, es la Cordillera Occidental.

Entre las tres unidades geográficas existe un fuerte contraste topográfico y climático. La costa es un territorio de relieve moderado, de ancho variable entre 20 km - 100 km. Se desarrolla entre alturas de 500 a 1500 m.s.n.m.; consiste de terrazas marinas, planicies aluviales de pie de monte que en muchos casos vienen a ser las estribaciones terminales de los Andes.

El sistema andino está formado por tres cadenas montañosas que se denominan: Cordillera Occidental, Cordillera Oriental y Cordillera Subandina, respectivamente. La Cordillera Occidental, formada de rocas mesozoicas y terciarias, es la más prominente y elevada; la línea de sus cumbres es más o menos paralela al litoral Pacífico y marca la divisoria continental de aguas. El Flanco Occidental de esta cordillera se halla intensa y profundamente disectada por los ríos que descienden al Pacífico.

El área objeto de estudio se encuentra ubicada en la parte meridional del país, geomorfológicamente pertenece a las Estribaciones de los Andes Occidentales destacándose en ella una topografía muy variada, reconociéndose sectores de moderada pendientes y superficies onduladas que contrastan con otros agrestes, caracterizados por ofrecer cerros escarpados, cortados por pequeñas quebradas de sección transversal en V. Entre los principales ríos se encuentra el río Tambo, que representa la zona más erosiva del área de estudio. La superficie de la zona se encuentra cubierta por cenizas, presentando así un paisaje arenoso de poca pendiente. Las cotas oscilan entre los 2600 a 2900 m.s.n.m. y presenta un clima caluroso en los meses de verano y desciende la temperatura levemente en los meses de invierno.

Las geoformas actuales de la zona de estudio han sido labradas en rocas cuyas edades van desde el Jurásico hasta el Cuaternario, siendo en esta última edad en que las rocas preexistentes sufrieron un fuerte proceso erosivo disectando toda la superficie previamente formada y cuyos efectos dieron como resultado la topografía actual.

Estas unidades geomorfológicas están comprendidas entre los 1800 y 3000 m.s.n.m.; caracterizándose por ofrecer una superficie accidentada con pendiente promedio ligeramente inclinada hacia el Suroeste. En términos generales semeja a una ladera disectada por numerosas quebradas mayormente profundas, con cauces angostos, flancos de corto recorrido y fuerte gradientes, entre las que se pueden mencionar por su mayor recorrido, las quebradas Yalaque, Capilla, Quequesana, Coalaque, Omate.

2.2. GEOLOGIA REGIONAL

(*INGEMMET, Cuadrángulo 34-T Omate*). Las rocas mesozoicas tienen un gran desarrollo en el Perú afloran a lo largo de la Costa, en toda la parte central y septentrional de la Cordillera Occidental. En la faja costanera son principalmente volcánico - sedimentarias; en cambio en la Cordillera Occidental están representadas por sedimentos clásticos y calcáreos, que finalmente son cubiertos por volcánicos del Terciario y Cuaternario. Toda esta secuencia se logra observar en el fondo y flanco de los valles que descienden al Pacífico.

2.2.1. VOLCÁNICO CHOCOLATE

La potencia mejor expuesta de esta formación ha sido medida en el valle labrado por el río Tambo a la altura del paraje denominado El Fiscal, donde se ha determinado un espesor de más de 3500 m.

Magníficos afloramientos de esta unidad se observan cortados por el cañón del río Tambo. Al oeste de la mina Atahualpa en el área de Chapi, las rocas consisten en andesitas de color gris a chocolate de textura porfiroide; la pasta es afanítica, en la que destacan fenos de feldespatos. En general, la roca de este sector del área es densa y compacta, encontrándose altamente metamorfozada en los contactos con rocas intrusivas.

En el área de La Joya, en esta secuencia volcánica se intercalan sedimentos calcoarenosos, encontrándose en ellos lamelibranquios mal conservados, así como miembros calcáreos con corales, siendo estos últimos más frecuentes (*W. García 1968*).

En casi todo el sector Sur, perteneciente al *cuadrángulo de Puquina (34-T)*, se observa esta unidad infrayaciendo en discordancia erosional o en contacto fallado a los clastos del Grupo Yura o formaciones más recientes, hallándose intruida por apófisis y pequeñas masas intrusivas tipo “stock” de edad Cretáceo – Terciario inferior.

Estructuralmente, estas rocas se presentan formando monoclinales simples, con bancos de 2 a 3 m de espesor en los afloramientos, donde se intercalan con areniscas u otras sedimentarias; y, cuando son macizas, constituyen grandes farallones en la generalidad de los casos; los bancos presentan rumbo general Noroeste – Sureste y están afectados por fallas y fuerte fracturamiento.

2.2.2. GRUPO YURA

Se distingue un afloramiento de una gruesa secuencia de rocas mayormente clásticas de ambiente marino que guardan similitud litoestratigráfica e idéntico contenido de fauna con los depósitos del Grupo Yura descritos por Jenks en los alrededores de Arequipa.

Posteriormente *Wilson y García (1962)* reconocen la misma formación elevándola a la categoría de grupo, incluyendo en él, las formaciones Ataspaca y Chachacumane. *V. Benavides (1962)* en cambio considera cinco miembros: Puente, Cachios, Labra, Gramadal y Hualhuani.

En el área de estudio difícilmente se exponen en forma completa estos miembros, por lo que se consideró a este grupo como indiviso para evitar complicaciones litológicas, estratigráficas y estructurales que dificultan su diferenciación.

La litología es variada, consistiendo predominantemente en areniscas pardas de grano fino a medio, con intercalaciones de bancos de derrames volcánicos en los niveles basales, lutitas grises oscuras a pardo con algunos bancos de areniscas cuarzosas de colores claros en los niveles medios a superiores, y capas de calizas intercaladas con cuarcitas en el tope. Toda la secuencia se presenta intruida por las rocas que conforman el Batolito de la Caldera.

a) Miembro Puente

Litológicamente, está representado por secuencias de rocas clásticas que consisten mayormente en areniscas cuarzosas de color pardo y lutitas carbonosas, con algunas intercalaciones de derrames volcánicos en diferentes niveles de la sección. Las areniscas cuarzosas son de grano fino a medio; casi no varían su carácter y están estratificadas en capas delgadas con disyunción en lajas. En aquellos lugares donde las areniscas se tornan más cuarzosas, los mantos varían de grosor. En estos horizontes se encuentran restos de plantas mal conservadas.

Los volcánicos consisten en capas andesíticas de color gris verdoso, con textura porfirítica y fenos de plagioclasas, clasificadas como andesitas porfirítica. En la región de Chapi, las rocas que conforman el miembro Puente consisten en areniscas de grano fino y de color marrón, con capas delgadas de cuarcita claras a grises subordinadas a ellas; existen intercalaciones de mantos de lutitas negras grisáceas. En conjunto alcanza un espesor estimado de 800 m. Esta secuencia presenta una estructura simple con pliegues amplios y buzamiento promedio de 20° al Sureste; mientras que en el cerro Vizcacha y Cambaya conforman un amplio pliegue sinclinal con flanco poco inclinado. Es frecuente reconocer la presencia de fallas de rumbo que corren más o menos paralelas a la dirección general de los estratos. Intrusiones de composición ácida cortan la secuencia en esta región.

Como se ha indicado, los niveles inferiores presentan una estratificación fina de areniscas, cuarcitas y lutitas, con algunos bancos volcánicos. Sin embargo, en la región del santuario de Chapi, los bancos de areniscas cuarzosas alcanzan hasta 1,20 m de grosor, en tanto que las capas de lutitas alcanzan de 10 – 15 cm, habiéndose distinguido en este sector un solo banco de andesita porfírica, en el fondo de una quebrada ubicada a unos 5 km al Noroeste del referido santuario.

En lo que se refiere a los derrames, el hecho de presentar fuerte variación lateral en dirección Oriental hace suponer que durante la deposición de las areniscas y lutitas del miembro Puente se produjeron explosiones volcánicas, cuyos focos estarían hacia el Oeste de la región, razón por la cual sus capas adelgazan hacia el Este.

Las estructuras determinadas en esta formación son plegamientos fallados. Un amplio sinclinal al Noreste del poblado, pone en contacto a la formación Puente con el volcánico Chocolate.

b) Miembro Cachios

La litología consiste mayormente en lutitas negras, grises, verdes, marrones, pardo amarillentas. Las lutitas se presentan en capas delgadas, friables, apreciándose algunas estructuras sedimentarias y fácilmente deleznable; con frecuentes nódulos de núcleo mayormente arenoso de grano fino. Estas capas se intercalan con algunos lechos de areniscas de colores claros y grano fino.

En este miembro se han encontrado algunas estructuras de tipo de deslizamiento subacuático en los bancos de areniscas. El grosor total es aproximadamente de 400 m en las vecindades de la Mina Chapi con adelgazamiento hacia el Este.

El miembro Cachios descansa concordante sobre las areniscas y lutitas del miembro Puente, sin descartar la posibilidad de que medie entre ellos

una discordancia paralela. Su contacto inferior queda establecido en los lugares donde son escasas las capas de areniscas que se intercalan en la secuencia lutácea.

El contacto superior ofrece un cuadro similar, debido a que el miembro Labra que lo suprayace posee características litológicas semejantes a las del miembro Puente. La naturaleza litológica sugiere un ambiente marino de aguas tranquilas en una cuenca cerrada.

c) Miembro Labra

Consiste en areniscas cuarzosas, cuarcitas y lutitas en los niveles inferiores; areniscas, areniscas calcáreas y lutitas con algunos lentes calcáreos en los niveles medio y finalmente cuarcitas y lutitas en los niveles superiores.

Las areniscas son de grano fino a medio, tienen color blanco grisáceo en fractura fresca, gradando a rojo o ligeramente amarillento en superficies intemperizadas. Las areniscas calcáreas son de grano medio a fino. Las cuarcitas son de color blanco a grisáceo; las lutitas son de color grisáceo oscuro a negras.

Toda la secuencia se presenta finamente estratificada. La potencia total del miembro Labra es aproximadamente de 800 a 850 m. Los afloramientos se exponen conformando colinas, con algunos escarpes que se hacen prominentes debido al carácter litológico de la formación, diferenciándose enormemente de la topografía que muestran las lutitas del miembro Cachios.

Estratigráficamente, esta unidad suprayace aparentemente en concordancia al miembro Cachios e infrayace a las calizas Gramadal. El tipo de contacto inferior induce a pensar que durante la sedimentación de las lutitas Cachios se produjo un levantamiento o un cambio climático que aceleró el proceso erosivo, facilitando de este modo el aporte de material

detrítico más grueso, dando lugar a una sedimentación predominantemente clástica.

d) Miembro Gramadal

Un reducido afloramiento de rocas pertenecientes a este miembro, se ha reconocido en los tramos superiores de un cerro situado al Sur de la mina Chapi.

La litología consiste en calizas grises que intemperizan a un color amarillento, estratigráficamente el miembro Gramadal reposa en concordancia sobre el miembro Labra e infrayace regionalmente, con igual relación a los bancos cuarzosos de Hualhuani.

e) Miembro Hualhuani

W. Jenks (1948) describió esta unidad como cuarcitas Hualhuani, se halla encima del miembro Gramadal, estas rocas son duras y compactas, destacándose en la topografía al formar crestas o escarpa, este miembro se caracteriza por estar constituido de areniscas cuarcíticas y cuarcitas de grano fino, de color blanco que por intemperismo se torna rojo amarillento claro; forman generalmente bancos gruesos.

2.2.3. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

En la zona de trabajo los depósitos cuaternarios que se logran identificar son los depósitos piroclásticos principalmente cenizas, lapilli y pómez que cubren grandes extensiones y diferentes formaciones litológicas. Los depósitos aluviales se encuentran en las quebradas Yalaque y principalmente en el río Tambo.

a) Depósitos piroclásticos

Los productos eyectados por la última explosión del volcán Huaynaputina han quedado esparcidos cubriendo gran parte del área de trabajo. Aunque de relativo valor estratigráfico, por su escaso grosor es necesario hacer referencia de ello debido a su amplia propagación.

La litología consiste predominantemente de bombas, lapilli y pómez. Por su fácil disgregación conforman suelos arenosos de color blanquecino. Su poca compactación hace difícil el tránsito por estos parajes. Estos materiales cubren las superficies planas, flancos, pequeñas depresiones y la mayoría de cerros, constituyendo terrenos áridos.

b) Depósitos aluviales

Depósitos recientes cuyos materiales se presentan consolidados y sus elementos no tienen ninguna selección, tratándose más bien de una mezcla heterogénea de materiales de diferente tamaño ubicados en las quebradas y ríos.

2.2.4. UNIDADES INTRUSIVAS

Estas rocas se presentan formando cadenas de cerros de cumbres redondeadas y flancos poco escarpados, cortados por numerosas quebradas de corto recorrido. También se les encuentra de forma aislada. Los diferentes intrusivos aflorantes en la zona son de composición ácida – intermedia y forman parte del complejo de rocas intrusivas que constituyen el batolito de la Caldera correspondientes a la súper unidad Yarabamba (Fig. 2.1).

Las rocas intrusivas están representadas por dioritas, tonalitas porfírica, granodioritas cortados por numerosos diques aplíticos. Las relaciones de contacto no son claras, pero debido a sus características ha sido posible diferenciarlos. Por lo general, en los contactos el paso sería gradacional a excepción de los diques mencionados.

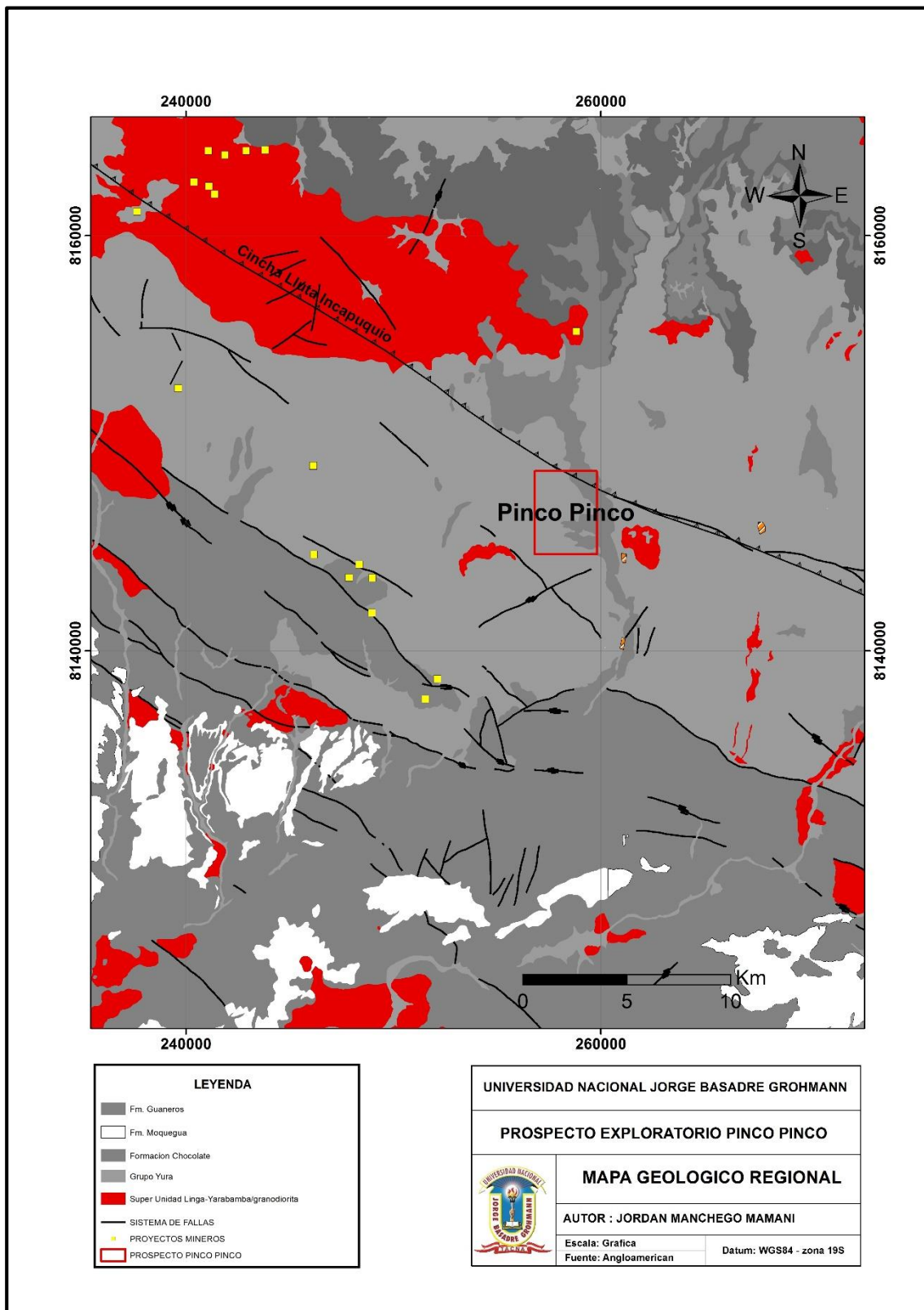


Figura 6 Geología Regional del Prospecto Pinco Pinco

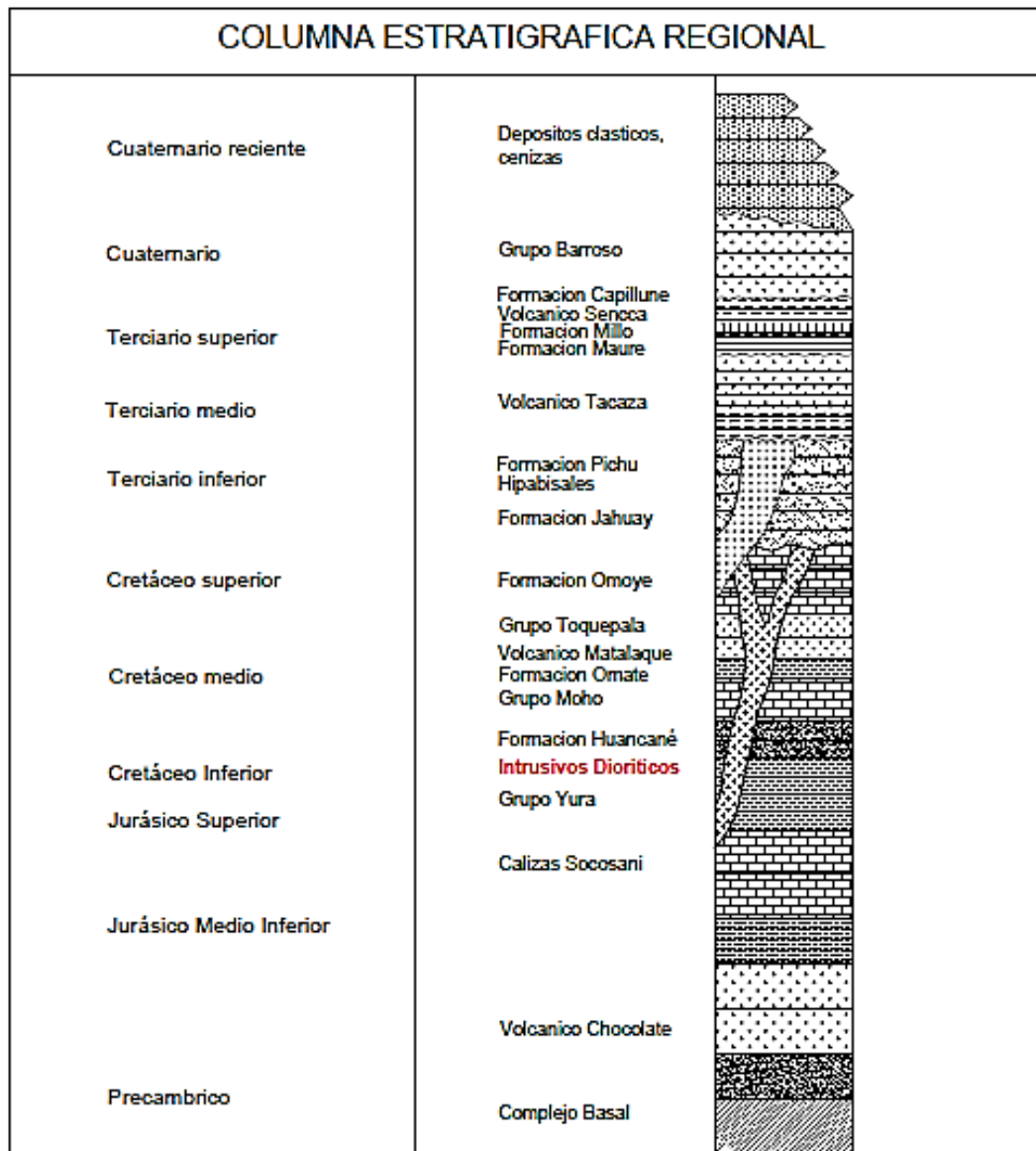


Figura 7 Columna estratigráfica de las formaciones geológicas del distrito

2.3. MARCO ESTRUCTURAL

Las cordilleras que forman el sistema andino en el Perú tienen una orientación general NW-SE, rumbo que también presentan los principales elementos estructurales, como ejes de pliegues, fallas, depresiones, elongación de los grandes intrusivos, alineamiento de los conos volcánicos, etc. Estos aspectos tectónicos son el resultado de varios procesos orogénicos y magmáticos ocurridos durante los tiempos paleozoicos, mesozoicos y cenozoicos.

En términos generales se pueden diferenciar en el territorio peruano tres grandes zonas estructurales, que corresponden a la Faja Costanera y a las regiones andinas y subandina. En la Faja Costanera desde Paracas hasta la frontera con Chile, el rasgo tectónico más notable está constituido por fallamientos longitudinales, trazas y escarpas de fallas de rumbo NW-SE y E-W, son reconocibles por decenas de kilómetros a lo largo de la Cadena Costanera. En ciertos sectores, como al Sur del valle del Tambo, hay un sistema de fallas transversales de rumbo NE-SW que producen un desplazamiento en bloques de la Cordillera de la Costa.

El Batolito Andino mencionado anteriormente que ocupa la mayor parte de la porción de la pendiente andina con una orientación SE-NW; las capas intruidas del lado Occidental no muestran mayor perturbación tectónica, en tanto que las del lado Oriental se encuentran fuertemente deformadas por compresión. El batolito en sí, es relativamente angosto en comparación con su enorme longitud; su emplazamiento se supone controlado por una zona de debilidad o de fallamientos que coincidiría con el rumbo andino.

A lo largo del frente andino existen sistemas de fallas longitudinales de apreciable recorrido; cabe mencionar al sistema de fallas Incahuasi de más de 140 km en el Sur, y escarpas bien alineadas que probablemente correspondan a fallas y zonas de debilidad. Estas estructuras habrían favorecido el levantamiento del bloque andino en conjunción con los fallamientos de igual tipo del lado Oriental de los Andes, además de ser propicios para el emplazamiento de intrusivos.

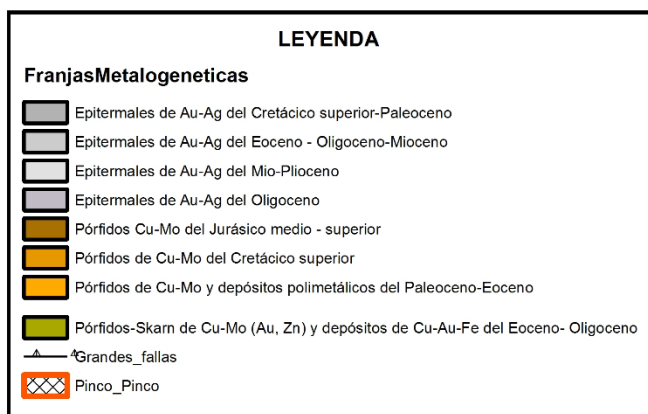
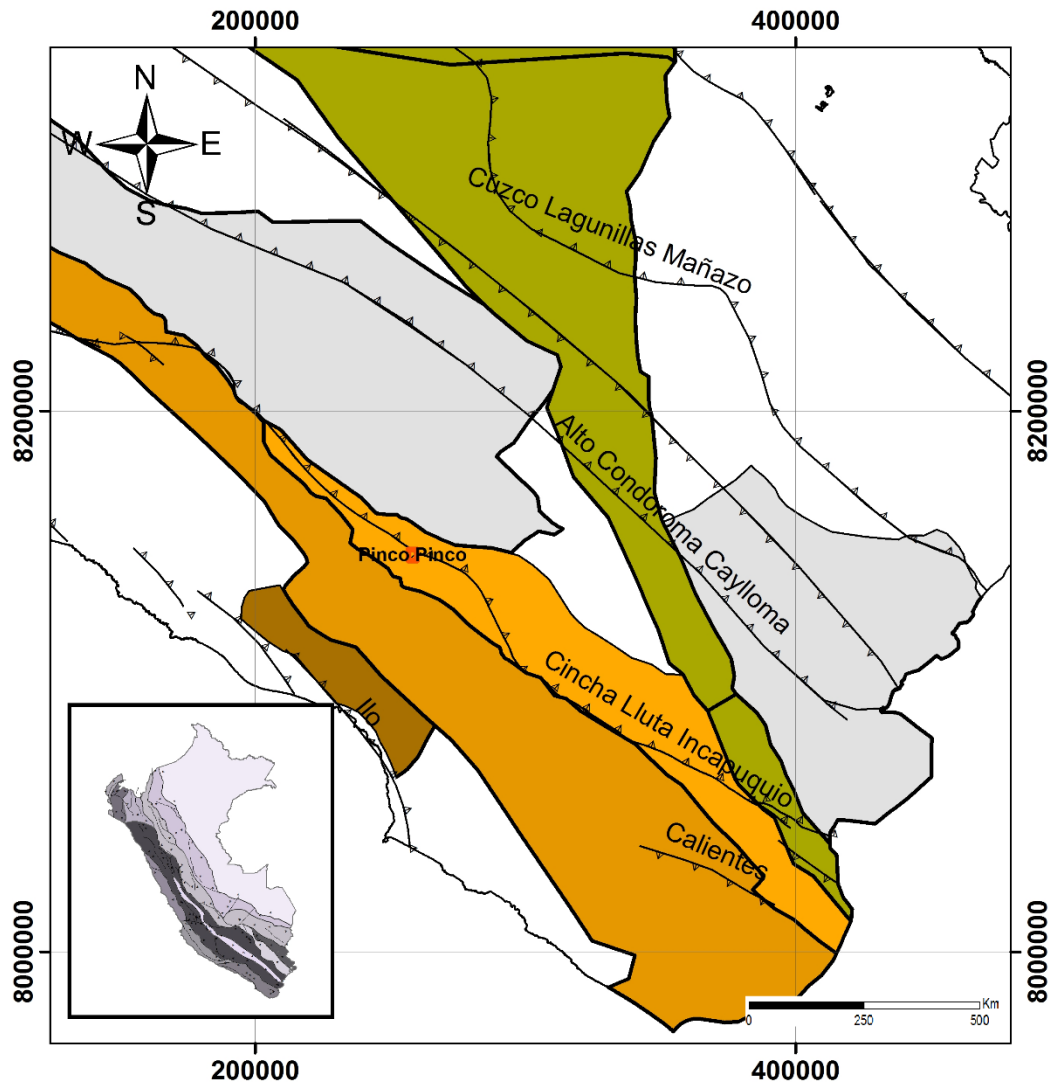


Figura 8 Mapa metalogenético y dominios estructurales del Sur del Perú (fuente: GEOCATMIN)

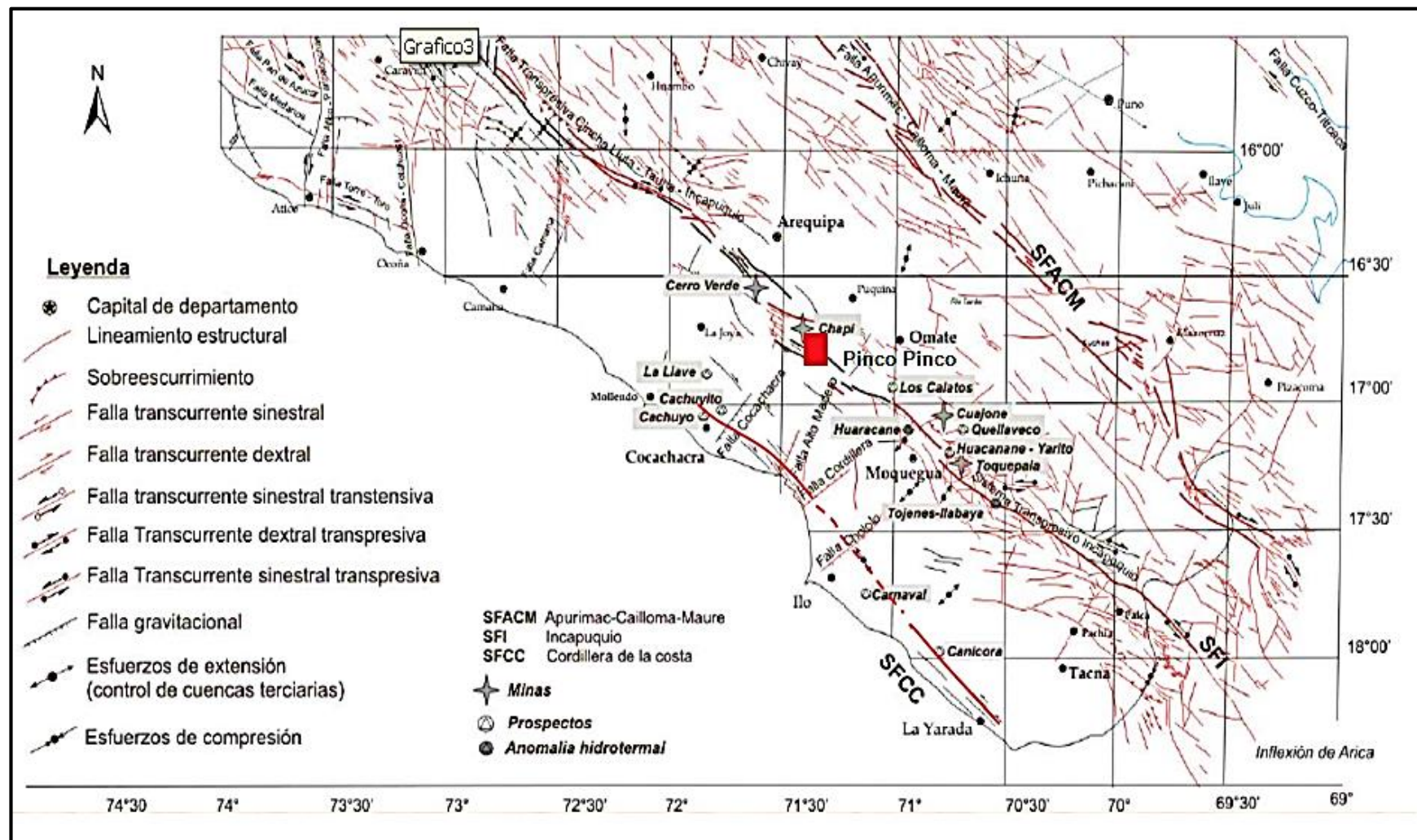


Figura 9 Esquema de los mayores rasgos estructurales en el Sur peruano, relacionados a la ocurrencia de pórfidos de Cobre. FUENTE: J. Acosta, 2006 Características metalogénicas de los yacimientos asociados a los arcos magmáticos Mesozoicos y Cenozoicos del Sur

CAPÍTULO III

GEOLOGÍA DISTRITAL

3.1. LITOLOGÍA

En este capítulo se describe principalmente los resultados del trabajo de campo, realizado en el Prospecto Pinco Pinco. El reconocimiento en campo de la geología del Prospecto tuvo una duración de cinco meses, previa planificación y gabinete final para la elaboración de los mapas geológicos, alteración y mineralización.

Las características litológicas reconocidas en el Prospecto Pinco Pinco son: principalmente las areniscas y cuarcitas del Grupo Yura, se sabe que este grupo está compuesta por diferentes miembros, cada uno con sus respectivas características de composición sedimentaria. En campo no se logró reconocer dichos miembros, pero según la literatura y las características superficiales observadas, el miembro Puente sería el que se presentaría en el Prospecto.

Las Cuarcitas se presentan inalteradas en los extremos Este y Oeste del Prospecto; son de gran potencia y toman una orientación inclinada de bajo ángulo. En ciertas áreas al Este del Prospecto, las Cuarcitas se encuentran cubriendo volcánicos andesíticos como ligeras capas algo fracturadas, producto del emplazamiento de estos volcánicos. También las cuarcitas afectadas por los intrusivos presentan rasgos en campo muy importantes para la exploración y descripción superficial del pórfido, ya que están fuertemente fracturadas, brechadas y contienen óxidos y sulfuros en las fracturas y/o en la matriz. La extensión de este ambiente fracturado es notorias y fueron una las guías de exploración del Prospecto.

Al Este del Prospecto se observó secuencias volcánicas de composición andesíticas de matriz afanítica y coloración gris verdoso, de una extensión aproximada de 1 km, estas andesitas se logran identificar en accesos antiguos carrozable y en las partes altas de cerros de gran pendiente, ya que en su mayoría están cubiertos por cenizas, arenas de moderada potencia y las cuarcitas del Grupo Yura.

También adyacente a las andesitas descritas, se presenta andesita de textura porfirítica con fenocristales de Plagioclasa y Biotita, de coloración verdosa con moderado a fuerte intemperismo. Este pórfido andesítico aflora al Sureste respecto al punto central del Prospecto en pequeñas áreas, debido a que también son cubiertas por las cuarcitas del Grupo Yura y cenizas de moderado espesor.

Los intrusivos observados en campo son de diferente composición, así se tiene: Las dioritas, microdiorita, riolita, granodiorita y Pórfido dacita que afloran en diversos puntos del Prospecto y la mayoría presenta intemperismo moderado y algunas sufrieron procesos de alteración hidrotermal propia del sistema Pórfido Pinco Pinco, modificándose sus características de composición. Estos intrusivos observados pertenecen a la Superunidad Yarabamba por su edad, composición y ubicación.

Se describe a continuación cada una de las muestras de mano tomadas en campo, estas corresponden a las unidades litológicas reconocidas en superficie de todo el Prospecto; la descripción será por el tipo de litología y su ubicación. Se tomaron un total de doce muestras de mano representativas obtenidas en campo.

3.1.1. Cuarcitas

Las cuarcitas que cubren gran extensión del Prospecto, pertenecen al Grupo Yura. El fuerte fracturamiento es producto del emplazamiento de intrusivos y fluidos hidrotermales, estas fracturas presentan relleno de óxidos de hierro (Hematitas) producto de la lixiviación de los sulfuros (Pirita, Calcopirita), en los halos de fracturas se observa débil presencia de sericita blanca diseminada.

Esta muestra fue tomada cercana al centro del Prospecto, la extensión de las características descritas es aproximadamente de 2 km de radio, por lo tanto el fuerte fracturamiento es necesariamente por el emplazamiento de cuerpos intrusivos en las cuarcitas.

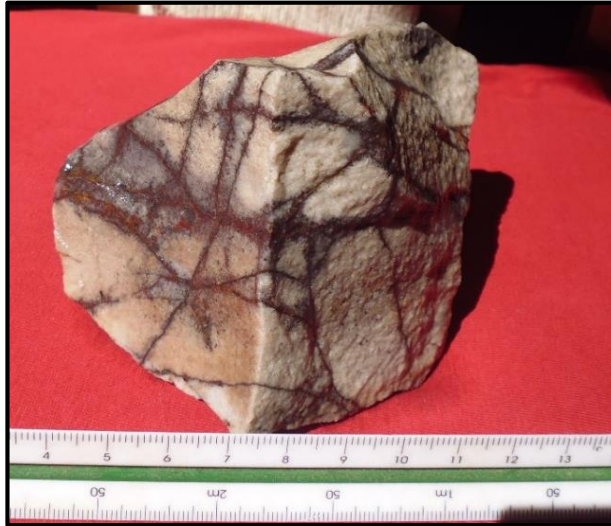


Figura 10 Muestra de cuarcita fuertemente fracturada, el relleno de la fractura es óxidos de hierro producto de la lixiviación de sulfuros primarios.

3.1.2. Brechas

Son gran extensión lateral, presenta una gradación de composición, ya que en las partes bajas y cercanas a los intrusivos dioríticos se presenta como una brecha polimíctica, clasto soportada con clastos angulosos de diorita y cuarcita; mientras que en las partes altas y distantes de los intrusivos, la cantidad de clastos de cuarcita aumenta y solo esporádicos clastos de diorita se logran observar y la matriz se compone principalmente de polvo de roca. La brecha de cuarcita - diorita presenta fuerte silicificación y oxidación en la matriz y clastos; también se observa de forma residual sulfuros como pirita en finas vetillas en las dioritas y cuarcitas.

La brecha de cuarcita - diorita se clasifica como ígnea por la composición y características que presenta; mientras que para la parte superior se clasifica como brechas freáticas por la matriz de polvo de roca y características descritas. Se encuentran ubicadas en el centro del sistema y se extienden hacia el Sur del Prospecto.



Figura 11 Brecha Polimictica de Cuarzita – Diorita con fuerte silicificación y oxidación

3.1.3. Andesitas

Las andesitas de textura afanítica, finos cristales de plagioclasas, la matriz de coloración gris verdosa, sin presencia de alteración hidrotermal, afloran en el lado Este del Prospecto en los cortes de accesos y partes altas de cerros; son de gran extensión y están cubiertos por las cenizas de eventos volcánicos recientes de moderada potencia.

Las Andesitas se encuentran alejadas del centro del sistema, no presentan alteración hidrotermal notoria, con ayuda de la lupa de aumento se observa una débil alteración de clorita y epidota reemplazando a las plagioclasas de la roca, a medida que se acerca al sistema, esta alteración se incrementa notoriamente presentándose como epidota cristalizada principalmente a modo de diseminado y esporádicas finas vetillas producto de los fluidos hidrotermales que fluyeron por la roca. Las andesitas se encuentran en contacto directo con las cuarcitas, lutitas y areniscas del Grupo Yura.



Figura 12 Muestra de andesita con débil alteración de sus plagioclasas.

3.1.4. Pórfido Andesita

Las andesitas de textura porfirítica presentan fenocristales de plagioclasas y biotitas en una matriz de coloración verdosa. Las biotitas presentan débil alteración a cloritas, sin ningún tipo de mineralización. El pórfido andesítico está moderadamente intemperizadas y aflora en pequeñas áreas al Este y Sureste respecto al centro del Prospecto; se encuentra en contacto directo con las andesitas y cuarcitas fracturadas.



Figura 13 Pórfido andesita con fenocristales de plagioclasas y biotitas

3.1.5. Diorita Crowded

Intrusivo diorítico con presencia de alteración pervasiva Qz – Sericita - montmorillonita, la diorita presenta fenocristales de plagioclasas de diferente tamaño aglomerados en una matriz fina. Se observa que las plagioclasas están siendo reemplazadas por arcillas y presencia de sericita, producto de la alteración e intemperismo. El intrusivo diorítico Crowded se encuentra en el centro del Prospecto expuesto junto al pórfido Dacítico y cubierto en otros puntos por cuarcitas, finalmente se observa mineralización en la muestra.

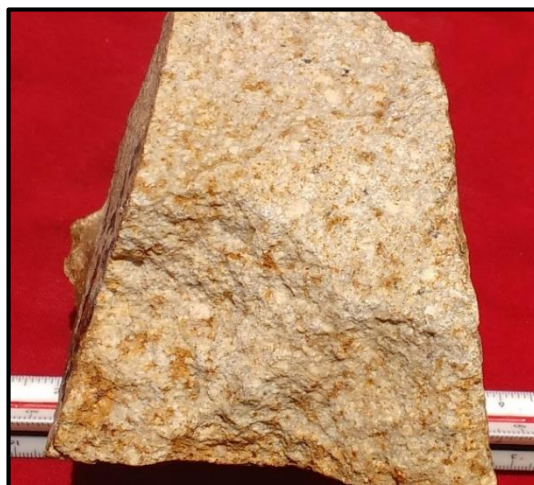


Figura 14 Intrusivo diorítico Crowded, plagioclasas alterando a sericita e illita

3.1.6. Diorita

Intrusivo diorítico con matriz fanerítica de coloración gris – marrón, presenta cristales de plagioclasas y fenocristales de Biotita, además se presume presenta alteración potásica con ensambles de Biotita secundaria y finas vetillas de Cuarzo y Magnetita. Este intrusivo se encuentra ubicado cercano al pórfido Dacítico en el centro del sistema, cubierto por cuarcitas fracturadas.



Figura 15 Intrusivo diorítico con presencia de alteración potásica

3.1.7. Pórfido Dacita

Afloramiento de una dacita de matriz porfírica de coloración rosácea con fenocristales de plagioclasas y cuarzo principalmente. Presenta alteración fílica débil a moderada con presencia de cuarzo – sericita – pirita - calcopirita; también se observa vetillas tipo D a modo de *stockwork*. Por todas las características mencionadas, se caracteriza este pórfido como el principal evento mineralizador del sistema hidrotermal. El pórfido Dacítico se encuentra ubicado en el centro del Prospecto junto a los intrusivos diorítico y cubierto en ciertas partes por cuarcitas brechadas y fracturadas, producto del emplazamiento de la dacita y sucesiva alteración hidrotermal.



Figura 16 Pórfido Dacítico, intrusivo mineralizante, presencia de vetilleo stockwork

3.1.8. Granodiorita

El intrusivo granodiorítico de matriz fanerítica presenta cristales de plagioclasas, cuarzo, feldspatos, y como minerales accesorios Biotita y Horblendas. La muestra de mano fue tomada al Suroeste muy alejado del punto central del Prospecto aproximadamente a 4 km. El afloramiento no presenta gran extensión por estar cubierta por las cuarcitas fuertemente fracturadas, debido al emplazamiento de este intrusivo.

La granodiorita no presenta alteración hidrotermal ni mineralización económica procedente del sistema pórfido cercano. Este intrusivo pertenece a la Superunidad Yarabamba que está compuesta por diferentes unidades intrusivas de composición ácida a intermedia.



Figura 17 Intrusivo granodiorítico perteneciente a la Súper Unidad Yarabamba

3.1.9. Riodacita

El intrusivo riodacita de composición ácida presenta cuarzo (20%), cristales de plagioclasas (15 – 20 %), feldespatos (15 - 20%), como accesorios tiene fenocristales de Biotita (5 %). La riodacita se encuentra ubicada al Sur respecto al centro del Prospecto y presenta muy débil alteración de clorita además de no observarse mineralización en superficie.



Figura 18 Subvolcánico riodacita, presenta mineralización de sulfuros en profundidad

3.1.10. Microdiorita

El intrusivo microdiorítico presenta en su composición finos cristales de plagioclasas, biotita, fenocristales de horblendas, además se observa débil a moderada alteración de clorita – epidota, finas vetillas de epidota esporádicas y como mineralización presenta pirita diseminada en vetillas.

La microdiorita aflora al Sur respecto al centro del Prospecto, aledaño a la riolacita descrita anteriormente. El afloramiento no es de gran dimensión por estar cubierto por las cuarcitas fracturadas y areniscas del Grupo Yura. Se asocia este intrusivo a la Superunidad Yarabamba.



Figura 19 Intrusivo microdiorítico con fenocristales de horblendas, pirita diseminada

3.1.11. Cuarzodiorita

El intrusivo cuarzodiorítico se presenta con fenocristales de plagioclasas, cuarzo, minerales accesorios como biotita y horblendas en una matriz fanerítica de tonalidad clara debido a las plagioclasas. No presenta alteración hidrotermal, solo una débil alteración de las plagioclasas a cloritas producto del intemperismo. La muestra de mano fue tomada al Sureste de la zona central del Prospecto, pero también se identificó un afloramiento cercano al centro del mismo.



Figura 20 Intrusivo cuarzodiorita con fenocristales de biotita – hornblendas



Figura 21 Fotografía panorámica del Prospector Pinco Pinco mirando hacia el Este



Figura 22 Fotografía panorámica del Prospecto, vista al Este



Figura 23 Fotografía de afloramiento de Cuarzitas fracturadas y rellenos por OxFe

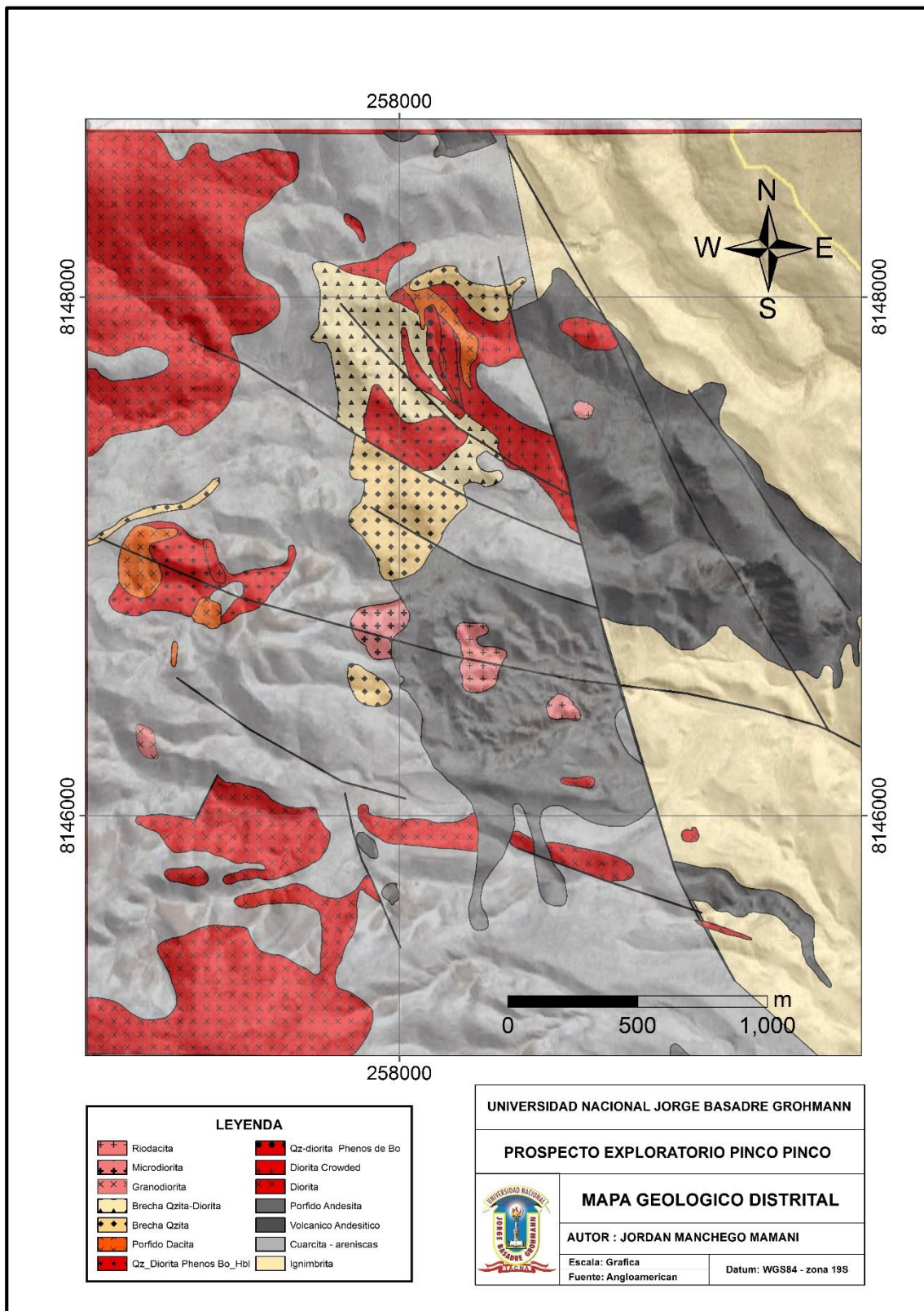


Figura 24 Geología distrital del Prospecto Pinco Pinco

Tabla 5 Descripción de las muestras de mano obtenidas en campo, se realizó un análisis porcentual de los componentes principales de cada litología y su relación en el sistema del pórfido Pinco Pinco

CUADRO DESCRIPTIVO DE MUESTRAS SUPERFICIALES								
MUESTRA	ESTE	NORTE	LITOLOGIA	COMPOSICION			RELACION - SISTEMA	
				Q (%)	A(%)	P(%)		
1	259119	8147103	Andesita	<10	5	>70	Biotita (5%), Horblenda (10%)	Host-rock
2	258474	8147481	Cuarcita	100	-	-	-	Host-rock
3	258134	8146929	porfido Andesita	>5	5	>70	Biotita (10%), Horblenda (10%)	Host-rock
4	258005	8146683	Microdiorita	10	5	70	Biotita (10%), Horblenda (5%)	Host-rock
5	257017	8146307	Granodiorita	20	25	45	Biotita, horblendas (10%)	Host-rock
6	258460	8147366	Diorita Crowded	10	5	75	Biotita, Horblendas (<5%)	Precursor Mineral
7	258134	8147816	Diorita	10	5	70	Biotita(10%), Horblenda (5%)	Precursor Mineral
8	257004	8147054	Cuarzodiorita	15	5	70	Biotita (5%), Horblenda (5%)	Precursor Mineral
9	258120	8148102	Brecha Freatomagmatica	clastos angulosos, matriz clasto soportada en matriz ignea			Synmineral	
10	257995	8147038	Brecha Freatica	clasto cuarcita sub angulosos, matriz de polvo de roca			Synmineral	
11	258270	8147820	Porfido Dacita	30	25	40	Biotita (5%), Horblenda (5%)	Porfido Temprano
12	258315	8146522	Riodacita	35	30	30	Piroxenos (< 5%)	Intermineral
13	260014	8146652	ignimbritas	cenizas compactas de composicion riolitica, de matriz oquerosa			post mineral	

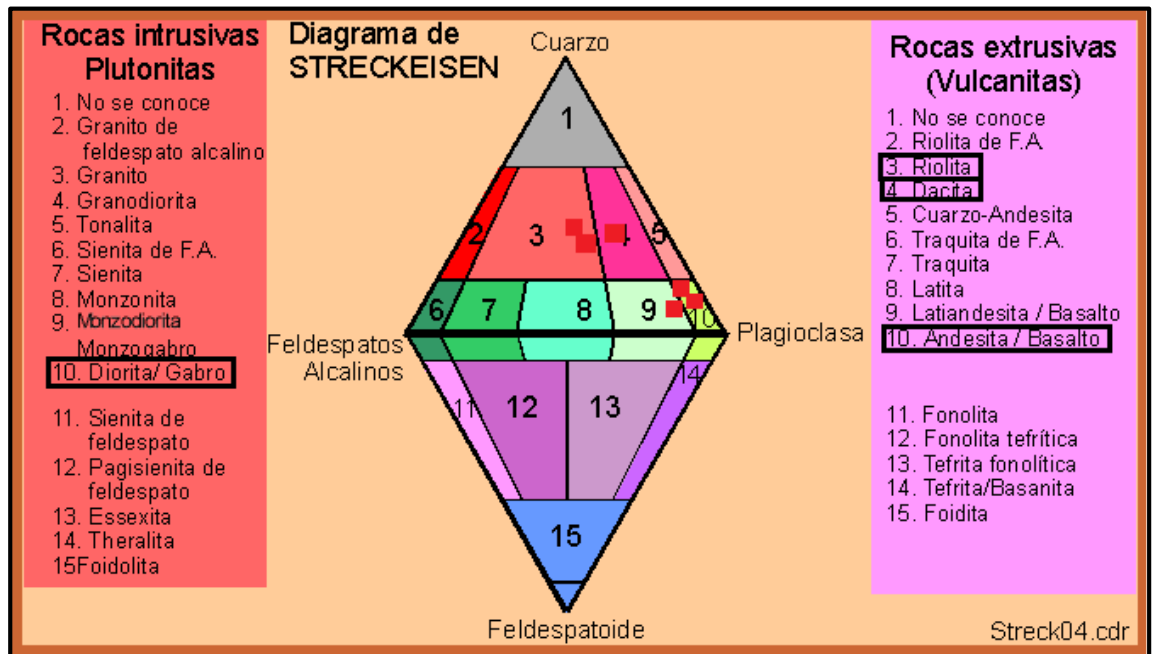


Figura 25 triangulo de strekeisen para rocas intrusivas.

3.2. CONTROL ESTRUCTURAL

Previo al desarrollo del análisis del control estructural del distrito, se realizó un trabajo de procesamiento digital necesario, de la subescena de la imagen satelital Landsat -7 ETM (Path 003/ Row 072). La subescena que se denomina distrito Pinco Pinco se trabajó utilizando el *software* ENVI 5.0 (environment for visualizing Images) desarrollado por Research Systems Inc, en EEUU (Fig. 3.13).

Con el uso del *software* se realizó un realzamiento geométrico que modifica los números digitales de los píxeles basados en los vecinos, el mejoramiento geométrico se utiliza para resaltar los rasgos lineales en la imagen, bordes muy marcados por diferencias de tonos que se pueden reconocer. El mejoramiento de contraste puede enfatizar las diferencias de tonos asociados a rasgos lineales, de esta manera se ha desarrollado filtros digitales (matrices) especialmente para resaltar bordes de la subescena distrito Pinco Pinco de forma direccionada. Teniendo en cuenta el dominio estructural que se presenta en el mencionado lugar, se utilizó cuatro filtros de dirección para la interpretación de lineamientos y correlación de estructuras con la supervisión de campo. Para tal efecto se utilizaron filtros digitales de orden 5x5 con orientaciones N-S, E-W, NE y SW, los cuales se aplicaron en la composición de bandas del distrito Pinco Pinco.

Una vez realizada la interpretación de lineamientos con la imagen del distrito, se observó que las principales direcciones que presentan estos lineamientos son NW-SE que representan el rumbo andino actual, seguido por lineamientos NE-SW perpendiculares al rumbo andino, y que generalmente se interceptan en ciertas zonas a la derecha del distrito; una tercera familia de lineamientos de orientación N-S también se presentan y se observan a la izquierda del distrito. Los resultados de la interpretación de lineamientos se correlacionó con los principales Prospectos mineros del distrito para comprender qué importancia tuvieron las familias de lineamientos y la generación de zonas de debilidad para el posterior emplazamiento de intrusivos y generación de depósitos tipo Pórfido Cuprífero.

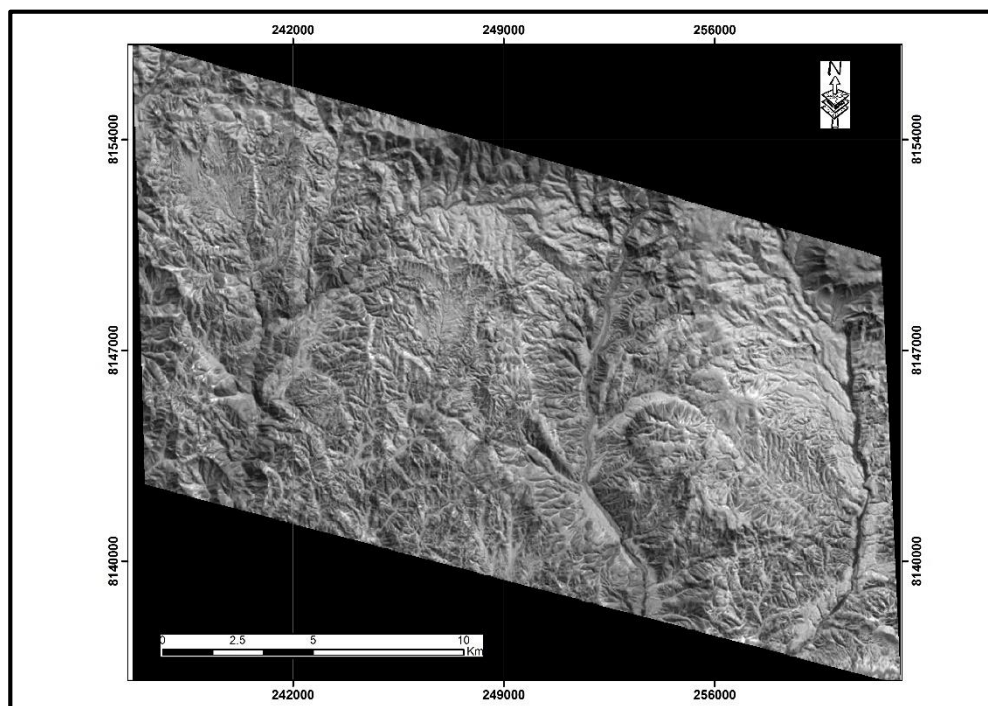
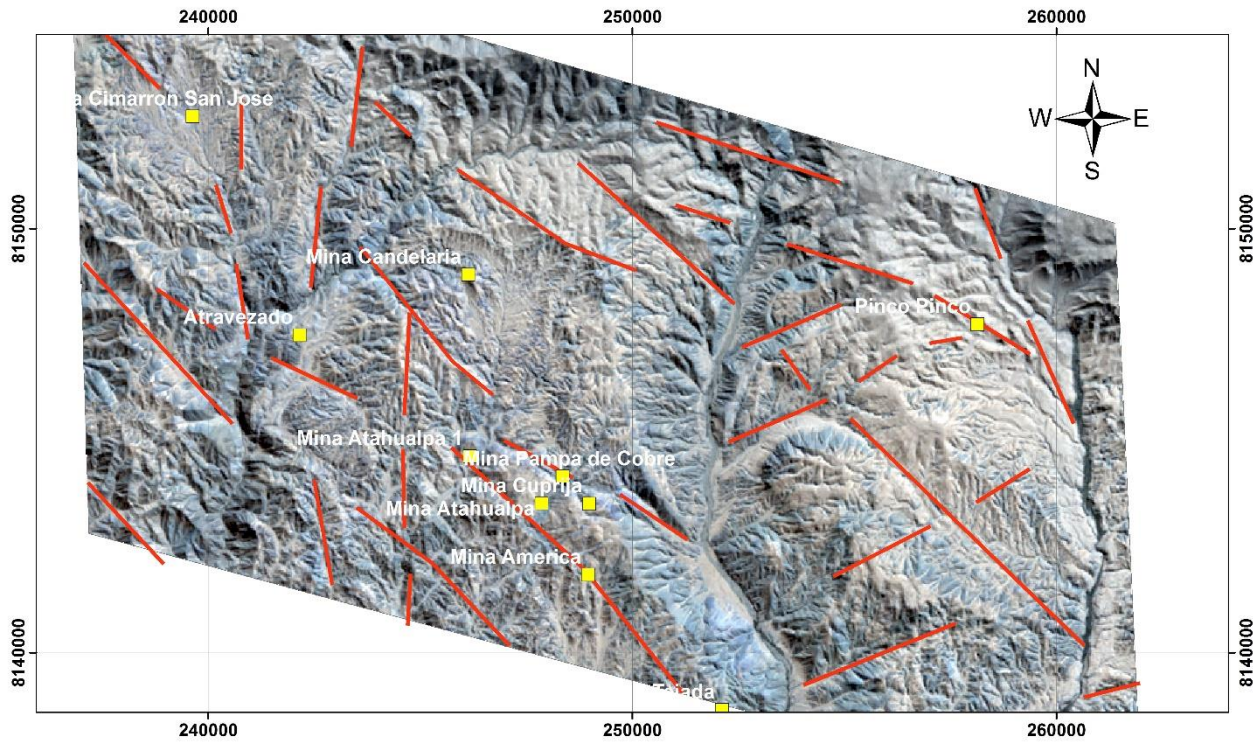


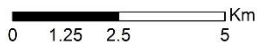
Figura 26 Imagen satelital del distrito y Prospecto Pinco Pinco

La imagen del distrito Pinco Pinco abarca diversos Prospectos y/o yacimientos mineros que presentan características geológicas superficiales y en profundidad muy similares, donde se desarrollaron sistemas tipo Pórfido Cuprífero, por ejemplo, el Pórfido Pampas de Cobre, que presentan similitudes de marco geológico local asociados a la Superunidad Yarabamba. También se ubica el Prospecto Atravesado donde se ha reconocido características superficiales similares a Pinco Pinco, en este Prospecto también se desarrolla alteración hidrotermal en las Cuarcitas del Grupo Yura.

A continuación se presenta el resultado del análisis del filtro de realzamiento geométrico direccionado realizado a la imagen del distrito (Fig.3.13)



LEYENDA	
	ALINEAMIENTOS
	PROYECTOS MINEROS
	LIMITE



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
PROSPECTO EXPLORATORIO PINCO PINCO	
 MAPA DE CONTROL ESTRUCTURAL	
AUTOR : JORDAN MANCHEGO MAMANI	
Escala: Grafica	Datum: WGS84 - zona 19S
Fuente: Angloamerican	

El resultado es la interpretación de lineamientos orientados donde los principales prospectos y/o yacimientos considerados, calzan perfectamente por los lineamientos y la intersección de ellos. El Prospecto Pinco Pinco es controlado por dos lineamientos principales de orientación NW-SE paralelo al rumbo andino actual y NE-SW perpendicular a este. Esto hace inferir que aquí se desarrolló una zona de debilidad propicia para el emplazamiento de intrusivos y consecutivamente formación de ambientes hidrotermales del tipo Pórfido Cuprífero. Localmente en el trabajo de campo realizado en el Prospecto Pinco Pinco se han identificado fallas de rumbo N – S que también controlan este sistema y afectan los volcánicos andesíticos. Se recomendaría seguir realizando trabajos detallados del control estructural local y distrital de la zona para poder determinar las secuencias y edades donde ocurrieron estos lineamientos y así seguir generando mayor información del Distrito.

Se observa que los yacimientos Tejada, América, Atahualpa y Atahualpa I siguen un mismo alineamiento de rumbo NW-SE y que, si se proyecta hacia el NW se puede asociar al Prospecto Atravesado de la compañía Angloamerican y considerarse como un posible target de interés, ya que las preliminares visitas de campo resaltan características de alteración hidrotermal en las cuarcitas y zonas de falla, que controlan esta alteración. Similar idea se asocia con el pórfido Pampas de Cobre de Milpo que presenta rasgos muy similares a Pinco Pinco, tal como se puede observar en el mapa anterior.

CAPÍTULO IV

GEOLOGIA LOCAL

4.1. LITOLOGÍA

El Prospecto Pinco Pinco del tipo Pórfido Cuprífero, presenta una secuencia de eventos intrusivos diorítico de composición intermedia que conforma el ambiente para el emplazamiento de los eventos tempranos, interminerales y tardíos del sistema pórfido. Estas dioritas son consideradas como las rocas denominadas Precursor Mineral y que se emplazaron en la roca encajonante de Cuarcita, Areniscas y Lutitas del Grupo Yura, de edad Jurásico superior – Cretáceo inferior y en los volcánicos cogenéticos andesíticos y pórfido andesíticos.

El ambiente pórfido del Prospecto Pinco Pinco está ligado a un primer evento temprano de mineralización asociado a un pórfido dacita que generó un ambiente de alteración hidrotermal y mineralización que afectó en cierta magnitud los intrusivos diorítico. Esta dacita presenta una alteración fílica en superficie con ensambles mineralógicos de cuarzo – sericita – illita y mineralización de pirita, calcopirita en vetilleo *stockwork* y diseminado, además de un enriquecimiento supérgeno de silicatos, carbonatos de Cobre como crisocola y malaquita en fracturas. El evento intermineral está relacionado a un pórfido feldespático de matriz fanerítica y fenocristales de plagioclasa; se le asocia una alteración potásica débil con presencia de feldespato potásico y mineralización de sulfuros primarios como pirita, calcopirita y molibdenita en vetilleo paralelo. Al evento intermineral también se le asocia un evento intermineral – tardío relacionado con un pórfido riodacítico con alteración potásica - Propilítica y débil mineralización de pirita diseminada y vetillas de cuarzo. Finalmente el evento tardío se asocia a un pórfido feldespático sin presencia de vetilleo y mineralización económica; pero sí relacionado a una alteración Propilítica clorita – epidota.

El evento postmineral está relacionada a las ignimbritas y cenizas de coloración grisácea del volcánico Huaylillas, que se presentan cubriendo los alrededores del Prospecto Pinco Pinco.

4.1.1. Intrusivos precursor mineral

4.1.1.1. Diorita Crowded

Este intrusivo de composición intermedia, de matriz fanerítica y coloración gris claro, se compone principalmente por fenocristales de plagioclasas desordenados y acumulados, biotita y hornblendas. La diorita Crowded calza dentro del ambiente Precursor Mineral que permitió el emplazamiento de los diversos pórfidos tempranos, interminerales y tardíos del sistema Pinco Pinco. La diorita Crowded se ubicó en superficie cercano al centro del sistema y presenta una alteración argílica, ya que los cristales de plagioclasas están siendo alterados a illitas y otras arcillas asociadas y con presencia de hematitas y jarosita (Limonitas). En profundidad el intrusivo diorítico Crowded se encuentra asociado a una alteración sericita - Potásica moderada y se intercala con las cuarcitas encajonante del sistema.



Figura 27 Muestra sondaje PPD-05 (383.10 m), diorita Crowded con clastos de cuarcita, presenta alteración cloritización débil y finas vetillas de Qz – Py



Figura 28 Muestra de mano, diorita Crowded con presencia de alteración argílica, reemplazamiento de plagioclasas por sericita - illitas asociado con óxidos de hierro.

4.1.1.2. Cuarzodiorita

La Cuarzodiorita se compone principalmente de plagioclasas, biotita, hornblendas y cuarzo; presenta una matriz fanerítica de distinta coloración y textura debido al proceso de alteración hidrotermal. En muestras de mano de superficie ubicada cercana al centro del sistema se asocia una alteración Potásica con ensambles de Biotita secundaria y Magnetita principalmente; mientras que en profundidad el sondaje PPD-05 intercepta esta cuarzodiorita con presencia de alteración Potásica y sobreimposición de alteración Sericítica asociada a ensambles de Biotita secundaria alterando a Sericita, Clorita, vetillas de Magnetita, Clorita – Sericita – Pirita y vetillas tipo “D”.



Figura 29 Muestra sondaje PPD-05 (114,20 m), cuarzo – diorita con presencia de alteración potásica sobreimpuesta por sericita, se observan vetillas de magnetita, vetillas Cl-Ser-Py, vetillas “D”



Figura 30 Cuarzodiorita con presencia de alteración potásica y mineralización supérgena de óxidos de Cobre en fracturas

4.1.1.3. Diorita

Intrusivo de composición intermedia con cristales de plagioclasas, hornblendas y biotitas. La diorita se caracteriza por presentar una fuerte cloritización en la totalidad de su matriz ya que ocurrió la alteración casi total de plagioclasas por cloritas y remanentes de biotita. Se sobreimpone la alteración fílica principalmente en vetillas; estas características fueron encontradas en el sondaje PPD-05. Mientas que en superficie la diorita se encuentra asociada a alteración potásica de fondo con presencia de ensambles de biotita y vetillas de magnetita.

Estos intrusivos diorítico descritos representan el ambiente precursor mineral que se generó antes del evento hidrotermal pórfido; y según las correlaciones en el distrito corresponderían a la Superunidad Yarabamba y su emplazamiento estaría hospedado por las cuarcitas del Grupo Yura.



Figura 31 Muestra sondaje PPD-05 (373,20m), diorita con presencia de fuerte Cloritización y sobreimposición de Sericita verde principalmente en vetillas, presenta vetilleo stockwork del tipo "D" y vetillas de Qz-Cl-Py. La presencia de la sericita verde en los halos

4.1.2. Pórfido temprano

El stock dacítico de matriz porfirítica y de composición ácida – intermedia presenta fenocristales de plagioclasas, cuarzo y feldespatos principalmente. Se ha emplazado en los diversos cuerpos diorítico mencionados, ya que en superficie dicho Pórfido se encuentra rodeado por los intrusivos diorítico Crowded, el cuarzo diorita y la diorita en el centro del sistema. El Pórfido dacítico presenta en superficie una alteración Sericítica con un fuerte vetilleo del tipo *stockwork* con vetillas de cuarzo y cuarzo – sericita – piritita, además de oxidación producto de la lixiviación de las vetillas de sulfuros primarios. El emplazamiento del pórfido dacita también generó que los fluidos hidrotermales afecten los diversos intrusivos diorítico y genere alteración de los minerales componentes de las rocas y deposición de los transportados.



Figura 32 Muestra sondaje PPD-05 (130,80), pórfido dacita con alteración potásica de fondo asociado a biotita secundaria y vetilleo stockwork.

4.1.3. Pórfido intermineral

El pórfido intermineral se caracteriza porque solo fue evidenciado en profundidad por el sondaje PPD-04. Se compone de fenocristales de plagioclasas, cuarzo y esporádicos feldespatos. Al pórfido intermineral se le asocia una alteración Sericítica ya que los fenocristales de plagioclasas se encuentran alterando a sericita. La mineralización se presenta de forma diseminada y en vetillas paralelas de pirita, vetillas de cuarzo - molibdenita. La ubicación de este stock es al Sur del sistema central.

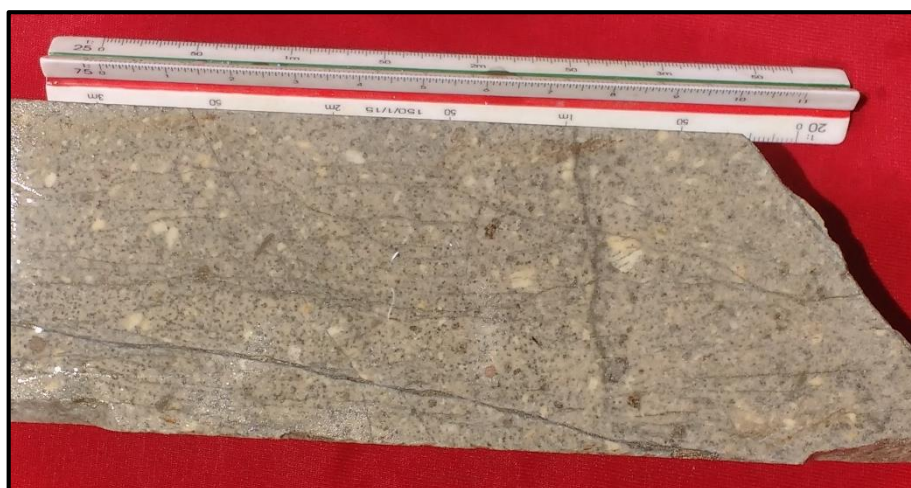


Figura 33 Muestra del sondaje PPD-04 (433,60 m) pórfido intermineral, con presencia de mineralización de pirita, molibdenita en vetillas y diseminado

4.1.4. Pórfido intermineral tardío

Este pórfido Intermineral tardío corresponde a un pórfido riodacítico de composición acida – intermedia y se compone de fenocristales de cuarzo, feldespato y plagioclasas. Este pórfido se observa en superficie fuertemente intemperizado; mientras que en profundidad presenta una alteración potásica de fondo con ensambles de feldespato potásico, cuarzo, remanentes de biotita y vetillas de cuarzo sinuosas. Se sobreimpone una cloritización de las biotitas - plagioclasas y se observa mineralización de pirita diseminada.

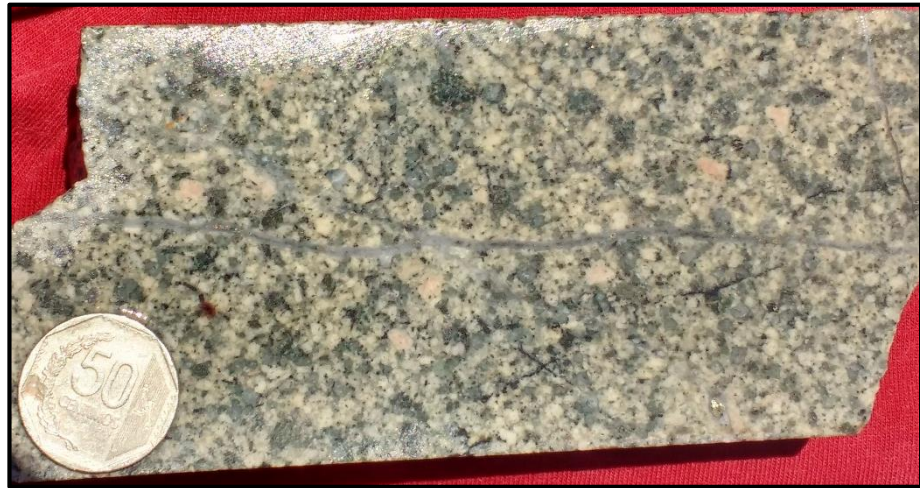


Figura 34 Muestra del sondaje PPD-04 (390,.20 m). Pórfido intermineral tardío presenta alteración potásica de fondo y se sobrepone cloritización de las biotitas y plagioclasas, además de vetillas de cuarzo, vetillas Cl – Py, vetillas de magnetita y vetillas tardías de yeso

4.1.5. Pórfido tardío

Los últimos eventos del sistema pórfido Pinco Pinco vienen con el emplazamiento de pórfidos tardíos feldespáticos que no presentan mineralización alguna; pero si vienen asociados a una alteración Propilítica de clorita – epidota. Estos pórfidos tardíos no se logran observar en campo, pero fueron interceptados por los sondajes PPD-01, PPD-02 y PPD-05. Se observó en el logueo de sondajes hasta tres eventos tardíos: el primero que corta al intrusivo diorítico Crowded con presencia de alteración Propilítica y esporádicas vetillas de calcita, el segundo con fenocristales de plagioclasas en matriz afanítica con presencia de alteración Propilítica moderada, finalmente el tercer evento tardío es un pórfido feldespático y fenocristales de biotita alteradas a cloritas.

Estos eventos tardíos cortados por los sondajes no son de gran potencia por lo que serían representados como diques tardíos que cortan principalmente a los intrusivos diorítico del ambiente precursor mineral.



Figura 35 Muestra del sondaje PPD-05 (499,10). Pórfido Tardío que corta al intrusivo diorítico Crowded, presenta alteración Propilítica

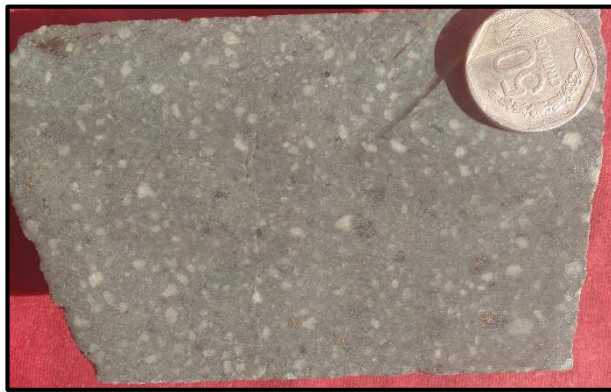


Figura 36 Muestra del sondaje PPD-02 (513,40 m), pórfido Tardío, Presenta alteración Propilítica y débil sericita; este pórfido corta al intrusivo diorítico y Brechas freatomagmática



Figura 37 Muestra de sondaje PPD-01 (540,00 m), pórfido tardío

4.1.6. Brechas

Estas brechas se presentan en superficie en un entorno de gran dimension. Se ubica bordeando el centro del sistema y en contacto con los intrusivos diorítico. Su matriz ígnea y clasto soportado que asimila desde los bordes a las inclusiones angulosas a subangulosas de cuarcita y dioritas, va gradando hasta las partes más altas donde solo se observan clastos de cuarcita en una matriz de polvo de roca. Esta brecha se presenta en superficie asociado a una fuerte oxidación de hierro principalmente hematitas, jarosita y cuarzo vuggy. En profundidad es interceptado por todos los sondajes a excepción del PPD-04; presentan gran potencia y se encuentran en contacto con el pórfido dacita y las diorita; se asocia a una alteración Sericítica y mineralización de Pirita en vetillas y diseminado.

En relación a su ubicación dentro del sistema Pórfido, estas brechas fueron emplazadas durante la intrusión de diversos pulsos diorítico, antes del evento Pórfido mineralizante; por ello se denominan brechas tempranas.



Figura 38 Muestra de sondaje PPD-02 (494,50 m), brecha clasto soportada de cuarcita - diorita con presencia de alteración Sericítica débil en fracturas y finas vetillas de pirita



Figura 39 Fotografía tomada en campo donde se observa la brecha freática compuesta por clastos angulosos a subangulosos de cuarcita en una escasa matriz de polvo de roca. Se observa leve oxidación en la matriz y bordes de clastos, no presenta mineralización

4.1.7. Postmineral

El evento postmineral está relacionado a las ignimbritas riolíticas pertenecientes a la formación Huaylillas, presentan una coloración gris claro y matriz oquerosa. Estas ignimbritas se componen principalmente por cenizas compactas y cristales de cuarzo rotos. Su ubicación en el sistema es cubriendo las partes aledañas al centro del sistema.



Figura 40 Vista panorámica de las coberturas de cenizas e ignimbritas post mineralización del sistema pórfido Pinco

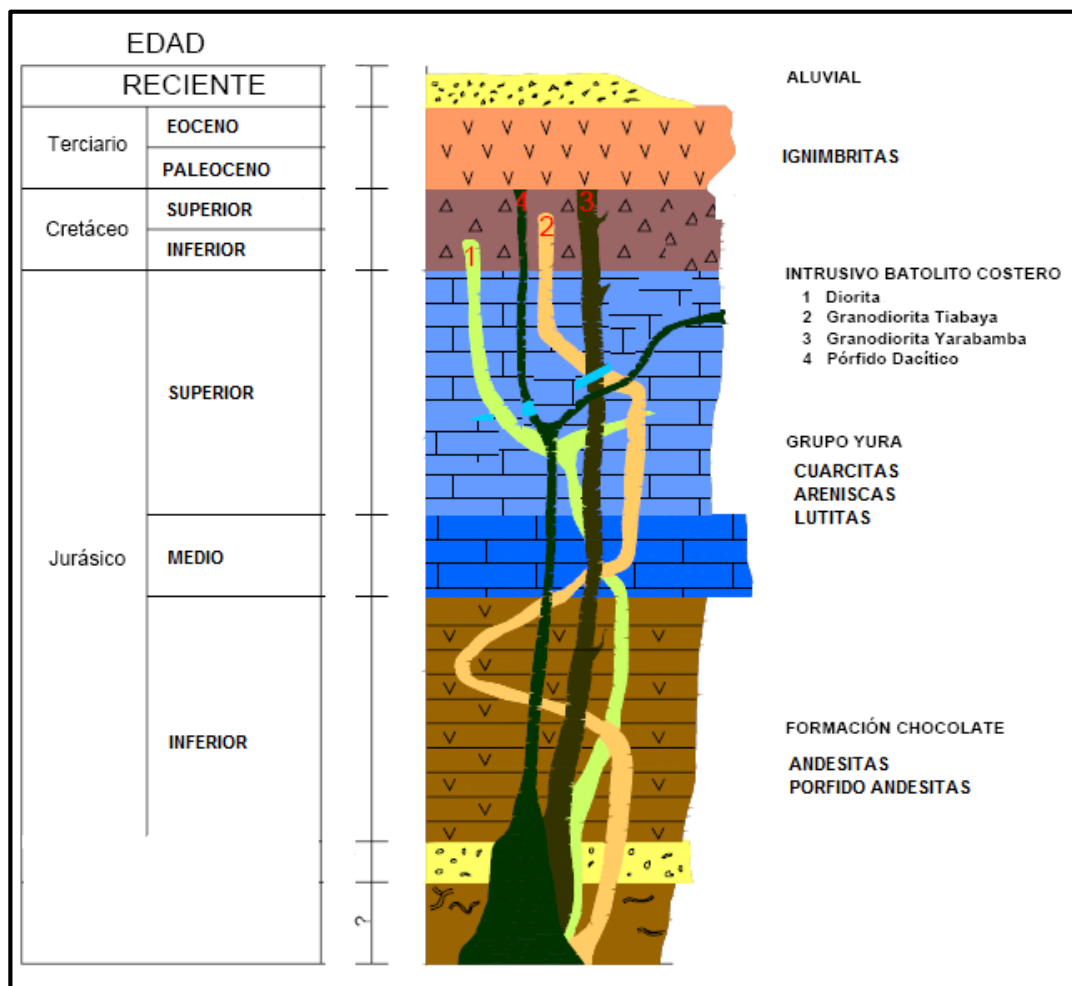


Figura 41. Columna litoestratigráfica interpretativa del Prospecto Pinco Pinco, Pórfido cuprífero.

La figura 41 representa la columna litoestratigráfica interpretada del mapeo de testigos (PPD-01, PPD-02, PPD-05) y mapeo geológico del Prospecto. En profundidad los sondajes interceptan los paquetes sedimentarios del Grupo Yura e intrusivos del sistema, mientras que pequeños tramos son interceptados por los volcánicos Andesíticos de la formación chocolate que se presentan mejor en superficie al Este del Prospecto. Finalmente las ignimbritas y depósitos cuaternarios conglomerádicos son observados en superficie bordeando el Prospecto y rellenando ríos y quebradas.

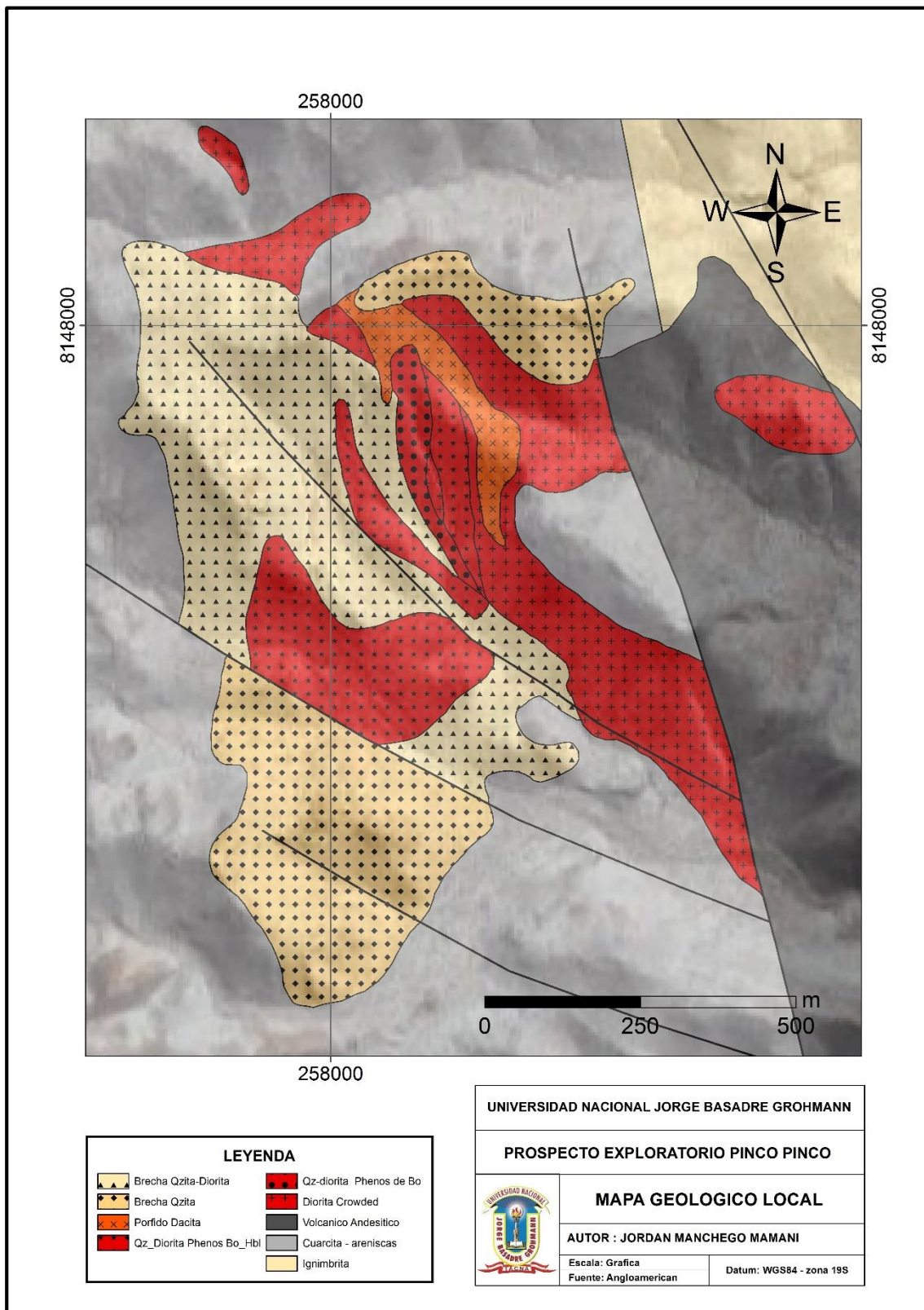


Figura 42 Geología Local del pórfido cuprífero Pinco Pinco

CAPITULO V

ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

5.1. GENERALIDADES

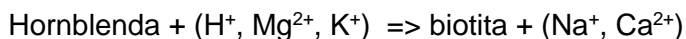
(Hedenquist, Camprubí, Sillitoe et al. 1996 – 2000). La presencia de alteraciones del tipo hidrotermal son visibles en la superficie del Prospecto Pinco Pinco. Como se mencionó anteriormente, estas alteraciones se encuentran afectando a las diferentes litologías sedimentarias, volcánicas e ígneas del Prospecto, generando así anomalías de color, formación de minerales característicos de cada alteración producto del incremento de la temperatura y adición de elementos transportados por fluidos calientes que generan cambios en la composición de las litologías y son un ambiente adecuado para la formación de elementos y que son depositados en la matriz y/o fracturas de acuerdo a la permeabilidad de la roca.

Estos minerales ensamblados de cada alteración son formados de acuerdo a ambientes propicios de presión y temperatura, y en menor grado por el tipo de litología. Así se tiene la alteración Potásica, la cual es una de las primeras en generarse debido a que se encuentra en el centro o núcleo de la zona alterada ligada al emplazamiento de intrusivos. Ocurre a temperaturas de 350°C - 400°C formando minerales ricos en K+, condiciones de pH neutro o alcalino, genera la alteración de plagioclasas y minerales máficos a feldespato potásico secundario y biotita secundaria en forma de vetillas y diseminado; también es asociado comúnmente con cuarzo, magnetita, pirita y calcopirita. Las reacciones de formación de feldespato potásico y biotita secundaria son las siguientes:

Formación de feldespato potásico secundario:



Formación de biotita secundaria:

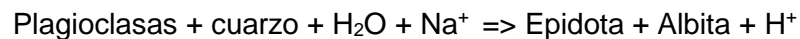


La alteración Propilítica también es considerada una de las primeras en generarse ya que se encuentra adyacente lateralmente a la alteración potásica, generándose por acción de fluidos hidrotermales magmáticos y se caracteriza por la presencia de minerales ensambles como clorita, calcita que se forma a temperaturas relativamente bajas >250°C. Otros minerales como epidota se forman a 300°C – 350°C y la actinolita, magnetita > 350°C. Estos minerales se forman por reemplazamiento de las plagioclasas y/o pueden agregarse a la roca transportada por el fluido caliente. Este tipo de alteración representa un bajo grado de hidrólisis, generada por soluciones de pH neutro a alcalino. La mineralización económica es principalmente pirita y bajas concentraciones de calcopirita. La formación de clorita, epidota y albita están representadas por las reacciones siguientes:

Cloritización de la biotita:

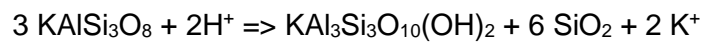


Epidotización y albitización de las plagioclasas:



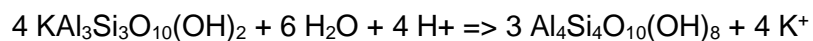
La alteración Fílica y/o Sericítica tiene diferentes teorías respecto a su formación. Sillitoe (2010) describe esta alteración de origen hidrotermal magmático tardío respecto a la formación de la alteración potásica; otros autores describen esta alteración originada por fluidos hidrotermales circulantes de aguas subterráneas combinadas con fluidos magmáticos. Ambas posiciones concuerdan que esta alteración presenta minerales ensambles característicos como la Sericita y cuarzo secundario; normalmente minerales máficos también son completamente destruidos en este tipo de alteración. La alteración Fílica es el resultado de una hidrólisis moderada a fuerte de los feldespatos, en un rango de temperatura de 300°C - 400°C y un pH de 5 – 6. La reacción de formación de sericita es la siguiente:

Sericitización del feldespato potásico:



La alteración Argílica se presenta en las partes altas de los sistemas tipo pórfido; corresponden a zonas alteradas por fluidos hidrotermales de aguas subterráneas calientes que generan cantidades importantes de caolinita, montmorillonita, esmectita o arcillas amorfas, principalmente reemplazando a plagioclasas; puede haber Sericita acompañando a las arcillas; el feldespato potásico de las rocas puede estar fresco o parcialmente argilizado. Hay una significativa lixiviación de Ca, Na y Mg de las rocas. La alteración Argílica representa un grado más alto de hidrólisis relativo a la alteración Propilítica. Este tipo de alteración tiene lugar en rangos de pH entre 4 – 5 y puede coexistir con la alunita en un rango transicional de pH entre 3 – 4. La caolinita se forma a temperaturas bajo 300°C (aunque generalmente en el rango < 150 – 200°C). Sobre los 300°C la fase estable es pirofilita. La formación de caolinita a partir de la sericita es como sigue:

Caolinización de la sericita:



La silicificación es caracterizada por la destrucción total de la mineralogía original, la roca queda convertida en una masa silíceas. Presenta el mayor grado de hidrólisis posible.

Las características de alteración hidrotermal presentes en el Prospecto Pinco Pinco son propias de un sistema tipo Pórfido Cuprífero que afectaron las formaciones litológicas sedimentarias, volcánicas e ígneas en una extensión radial de aproximadamente 4 km. Estas alteraciones generan anomalías de color y formación de minerales ensamblados que serán descritos uno a uno de acuerdo al tipo de alteración hidrotermal que corresponda, apoyados por el logueo geológico de los sondajes diamantinos para finalmente plantear un mapa de alteración hidrotermal del Prospecto Pinco Pinco.

5.2. ALTERACIÓN POTÁSICA

La alteración Potásica en el Pórfido Pinco Pinco se presenta en el intrusivo diorítico (precursor mineral) y el Pórfido dacita (pórfido temprano). Los fluidos hidrotermales generaron ensambles mineralógicos de Biotita secundaria, Magnetita, Feldespato Potásico, Clorita retrograda y mineralización de sulfuros como Pirita y Calcopirita. Esta alteración se manifiesta en superficie en el centro del sistema en un radio reducido respecto a las demás alteraciones; también es interceptado por los sondajes de perforación, principalmente por el sondaje PPD-05. Esta alteración se encuentra correlacionada con las concentraciones anómalas positivas del muestreo geoquímico superficial respecto al Cobre y anomalía normal de Molibdeno.

Respecto a la mineralización, la alteración Potásica está asociada a la formación de vetillas tempranas sinuosas de cuarzo tipo "A", vetillas de magnetita del tipo "M", vetillas de cuarzo - clorita retrograda – pirita y vetillas de cuarzo – clorita, todas estas asociados a estadios tempranos de fluidos hidrotermales.

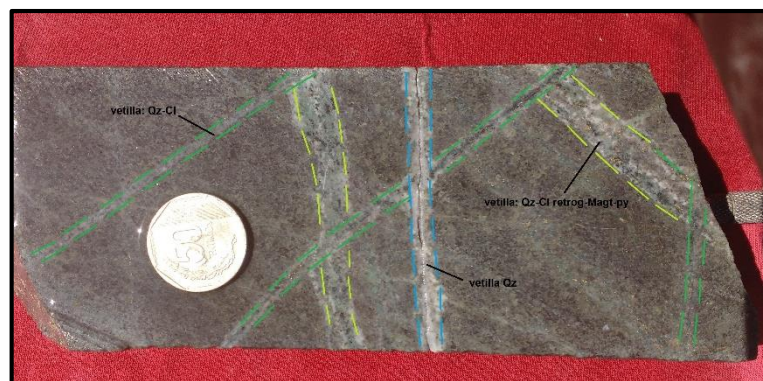


Figura 43 Muestra de sondaje PPD-05 (175,60 m), pórfido dacita con presencia de alteración potásica, se observa vetilleo stockwork con vetillas del tipo Qz-Cl retrograda – magnetita – Py, vetillas Qz-Cl, vetilla de Qz

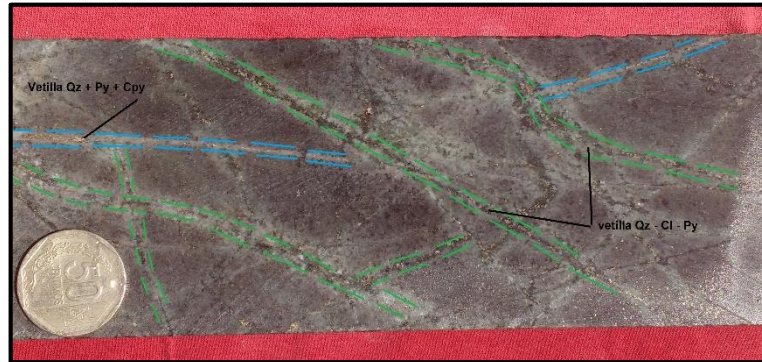


Figura 44 Muestra del sondaje PPD-05 (203,30 m), diorita con fuerte alteración potásica de fondo, sobrepuesta por débil sericita en halos, se observa vetillas de cuarzo Py son cortadas por vetillas de Qz-Cl-Py, en algunas vetillas se observa débil halo de seric

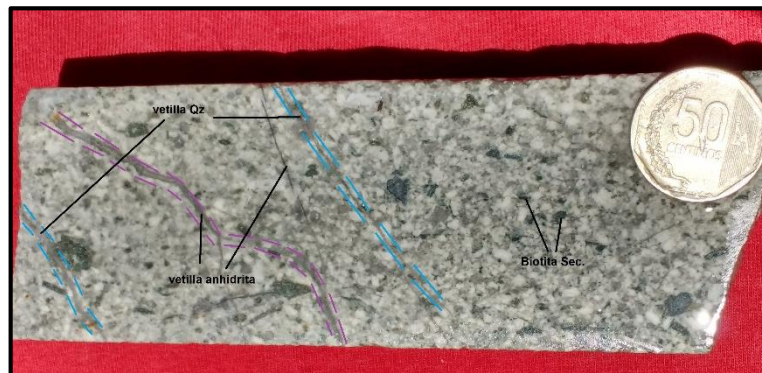


Figura 45 Muestra sondaje PPD-04 (559,10 m), pórfido dacita con débil presencia de alteración potásica, se observa una matriz limpia, vetillas tempranas de cuarzo y anhidrita

5.3. ALTERACIÓN FÍLICA

La alteración Fílica se presenta afectando las cuarcitas, intrusivos diorítico y el Pórfido dacita, esta alteración afecta los intrusivos como reemplazamiento de los minerales de plagioclasas y en menor magnitud Biotita y Hornblendas, formándose minerales de Sericita, Illita y Cuarzo masivo. Se presenta de manera pervasiva ya que destruye la textura y matriz de los intrusivos y el Pórfido dacita. A su vez en superficie las cuarcitas son afectadas por esta alteración ingresando por el sistema de fracturas rellenándose de cuarzo, sericita en halos y Pirita, siendo esta una característica principal del sistema. El ensamble mineralógico de esta alteración se presenta como Cuarzo – Sericita – Pirita y se combina con los ensambles del halo Potásico, ya que existe una superposición por encima de este ambiente.

La brecha es afectada por la alteración fílica, ya que aprovecha el intenso fracturamiento y altera los clastos de diorita, se encuentra asociado a la mineralización de Pirita - Calcopirita. A esta alteración Fílica o Sericítica se encuentra asociada principalmente la molibdenita en forma diseminada y vetillas, además de vetillas tipo “M”, vetillas “D” y vetillas de cuarzo – pirita. Es en esta alteración que se presenta la mineralización económica de molibdeno.

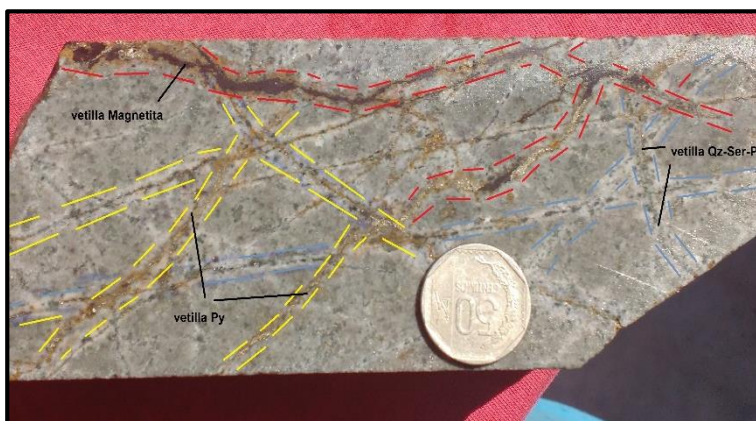


Figura 46 Muestra de sondaje PPD-05 (114,20 m), cuarzo diorita, alteración Sericita superpuesta a alteración Potásica; presenta vetillas sinuosas de magnetita – Cpy, vetillas de cuarzo-sericita-Py y vetillas de Py

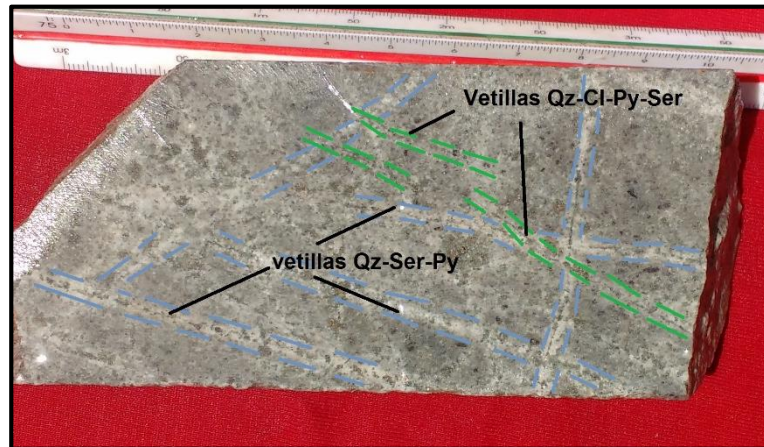


Figura 47 Muestra de sondaje PPD-05 (373,20), diorita con presencia de alteración Fílica que se superpone a la alteración Potásica; se observa remanentes de biotita secundaria alterados a sericita y vetillas a modo de stockwork de Qz-Ser-Py y vetillas de Qz-Cl-

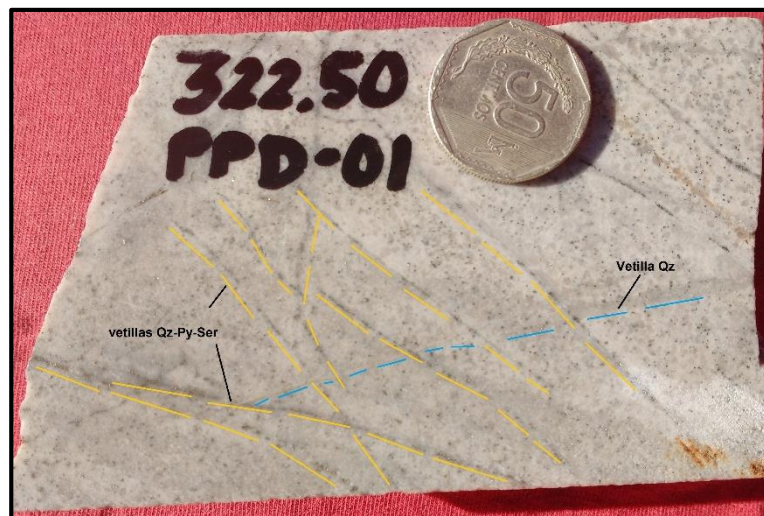


Figura 48 Muestra de sondaje PPD-01 (322,50 m), pórfido dacita con presencia de alteración Sericita moderada, vetilleo stockwork de Qz-Ser-Py y esporádicas vetillas de Qz



Figura 49 Muestra de sondaje PPD-01 (462,70 m), dacita con alteración Sericita asociado a vetillas tardías de Qz-Ser-Py y vetillas tempranas de cuarzo; se presenta Py-Cpy y Mo diseminado

5.4. ALTERACIÓN ARGÍLICA

Esta alteración se desarrolla principalmente en el intrusivo Diorítico, es de reducida extensión superficial, se ubicada en el centro del sistema, en la parte alta por encima de la alteración Fílica. Presenta una mineralogía de arcillas y limonitas sin mineralización de sulfuros. Mientras que en profundidad esta alteración no se presenta en los sondajes.



Figura 50 Muestra de mano con presencia de alteración argílica que afecta al intrusivo diorítico; presenta minerales de arcillas y limonitas

5.5. ALTERACIÓN PROPILÍTICA

La alteración Propilítica presenta una característica peculiar en el pórfido Pinco Pinco, ya que su influencia superficial en la delimitación del halo externo del sistema es importante. Se observa la presencia de ensambles mineralógicos de clorita – epidota alterando los minerales componentes de las rocas volcánicas andesíticas y levemente los intrusivos dioríticos con la presencia de vetillas de epidota. En profundidad, no se observa tal expresión ya que los sondajes diamantinos no cortaron tramos importantes de andesitas con alteración Propilítica y ensambles mineralógicos similares a superficie; pero sí se observa tramos cloritizados de intrusivos diorítico precursor mineral, pórfidos tempranos asociado con clorita – magnetita – pirita sobreimponiéndose a la alteración potásica principalmente; y en los pórfidos tardíos feldespáticos que muestran una alteración Propilítica con ensambles de clorita - epidota producto de la alteración de sus minerales componentes.

Respecto a los ensambles mineralógicos y vetillas, la alteración Propilítica o cloritización comparten características de ensamble mineralógico con la alteración Potásica, debido a que ocurrió una sobreimposición de esta. Los minerales de biotita secundaria son alterados parcialmente en los bordes a cloritas; la presencia de magnetita y cuarzo también trasgrede el halo potásico y se combina definiéndose perfectamente el centro del sistema hidrotermal de origen magmático. Estas características mineralógicas de alteración Propilítica afectan a los intrusivos dioríticos y al pórfido dacita.

La mineralización de sulfuros es predominantemente pirita en vetillas tardías del tipo “D” y vetillas tempranas del tipo “S”. También se observa de forma diseminada mientras que la mineralización de calcopirita se presenta de forma diseminada asumiendo eventos tempranos de mineralización.



Figura 51 Muestra del sondaje PPD-02 (203,50 m), diorita que presenta cloritización pervasiva en la matriz, asociado con magnetita diseminada y vetillas de cuarzo, vetillas "Qz-Ser-Cl-Py", vetillas de Qz-Cl-Py a modo de stockwork

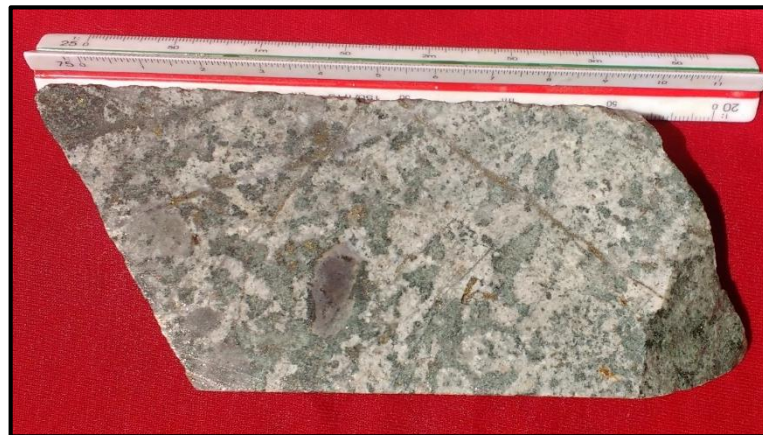


Figura 52 Muestra de sondaje PPD-05 (383,10 m), diorita con clastos de cuarcita, presenta remanentes de alteración Potásica sobreimpuesta por una moderada cloritización y sericita débil; se observan minerales de biotita secundaria, magnetita, clorita retrógrada,



Figura 53 Muestra del sondaje PPD-05 (499,10 m), pórfido tardío sin presencia de mineralización y una débil alteración Propilítica, esporádicas vetillas de calcita

5.6. SILICIFICACIÓN

Esta alteración solo se presenta en las partes altas de las brechas ubicadas bordeando el centro del sistema, donde se observa una matriz silicificada y cuarzo residual drussy asociado a la fuerte presencia de óxidos de hierro hematítico producto de la lixiviación de la pirita. Es en esta zona donde se presentan anomalías de Au.



a)



Figura 54 a y b Muestras de mano de las partes altas de las brechas con presencia de fuerte silicificación

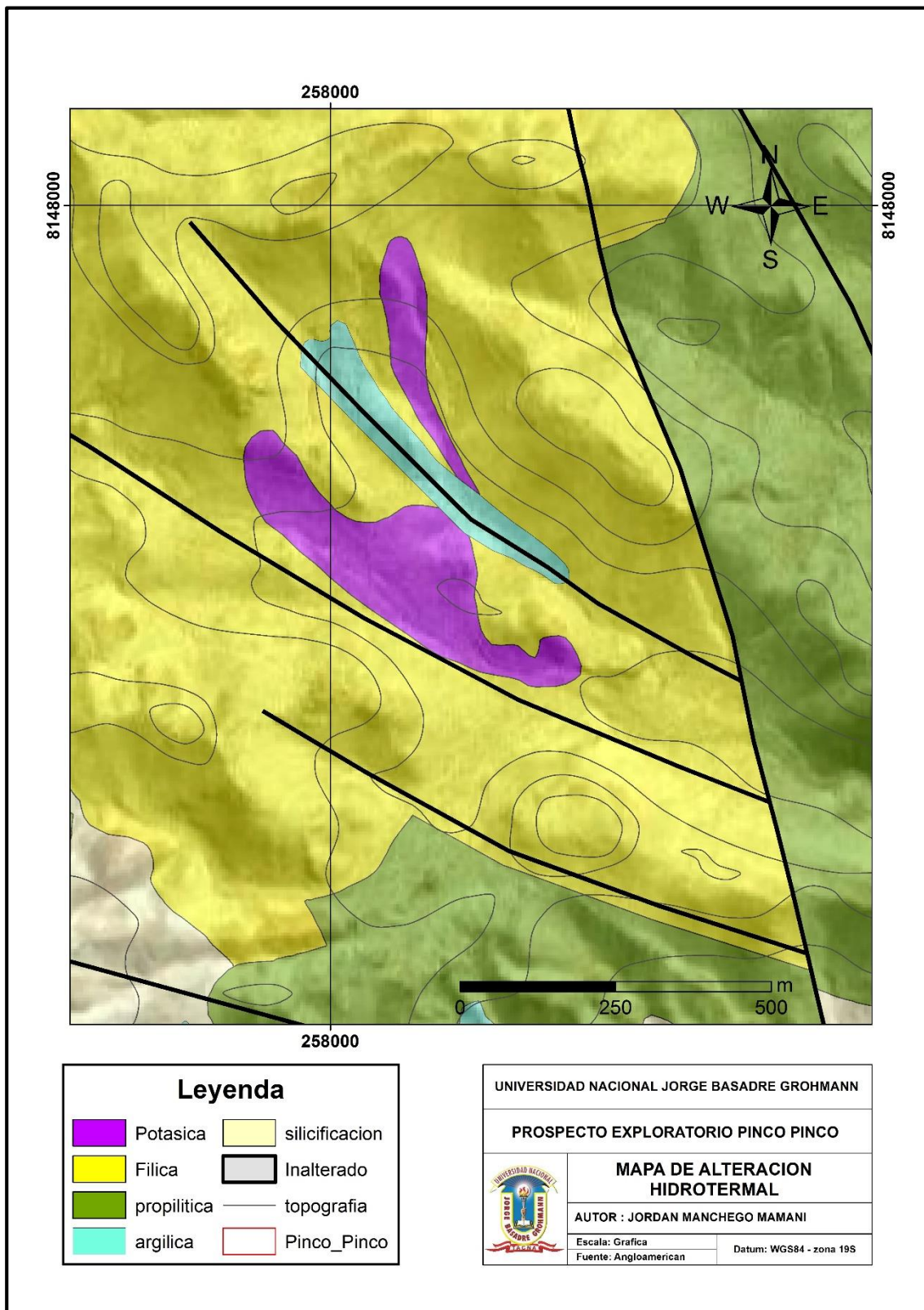


Figura 55 Mapa de alteración hidrotermal del Pórfido Pinco Pinco

5.7. SECUENCIA PARAGENÉTICAS

Se ha elaborado un cuadro de secuencia paragenética, asociando los eventos Pórfido dacita temprano, Pórfido intermineral, Pórfido riodacita intermineral – tardío y Pórfidos tardíos; también se incluyen los tipos de alteración hidrotermal identificados, la secuencia de vetillas tempranas y tardías. Finalmente se asocia la mineralización económica de Cu y Mo que engloban la formación del sistema hidrotermal tipo Pórfido del Prospecto Pinco Pinco.

Tabla 6 Cuadro de secuencia paragenéticas del sistema hidrotermal, Pórfido Pinco Pinco

		SECUENCIA PARAGENETICA DEL SISTEMA PORFIDO, PROSPECTO PINCO PINCO					
		ROCA CAJA	PRECURSOR MINERAL	TEMPRANO	INTERMINERAL	TARDIO	POST-MINERAL
LITOLOGIA	Cuarcitas	■					
	Andesitas	■					
	Porfido Andesita		■				
	Diorita Crowded		■	■			
	Cuarzo Diorita			■			
	Diorita			■			
	Porfido Dacita				■		
	Porfido Intermineral					■	
	Porfido Riodacita						■
	Porfido Feldespatico						■
	Ignimbritas						■
	Brechas				■		
ALTERACION HIDROTERMAL	Potasica		■	■	■	■	
	Propilitica		■	■	■	■	
	Sericitizacion		■	■	■	■	
	Argilica supergena			■	■	■	
	Silicificacion			■	■	■	
PARAGENESIS DE VETILLAS	Cuarzo - Clorita			■	■	■	
	Cuarzo (Q)			■	■	■	
	Magnetita (M)			■	■	■	
	Cuarzo - Molibdenita (QM)			■	■	■	
	Cuarzo - Piritita (QP)					■	
Cuarzo-Sericita - Piritita (QSP)					■		
MINERALIZACION	Cu			■	■	■	
	Mo			■	■	■	

Fuente Propia

5.8. ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO

Se utilizó para el análisis de muestras de mano de rocas alteradas en superficie; además, siendo el interés principal el determinar los espectros de minerales comunes para cada tipo de alteración hidrotermal. Para la identificación de los compuestos minerales fue importante la observación y la medición de los diferentes rasgos espectrales capturados por el TERRASPEC 4 de Integrated Spectronics. Estos rasgos son comparados ante un registro o biblioteca de imágenes espectrales de referencia para cada mineral o grupo mineral para así asociarlo a cada alteración presente en la superficie.

Las características que deben ser consideradas en cualquier espectro para la identificación de compuestos son las siguientes: Rasgos de absorción, estos cambian de forma, profundidad respecto al eje vertical, posición respecto al eje horizontal (longitud de onda) que indica, zonas de energía generada por la vibración de ciertas moléculas y radicales: OH, H₂O, NH₄, CO₃ y enlaces del catión OH como Al-OH, Mg-OH, Fe-OH, Fe-OH, (Hunt, 1971; Goetz et al., 1982).

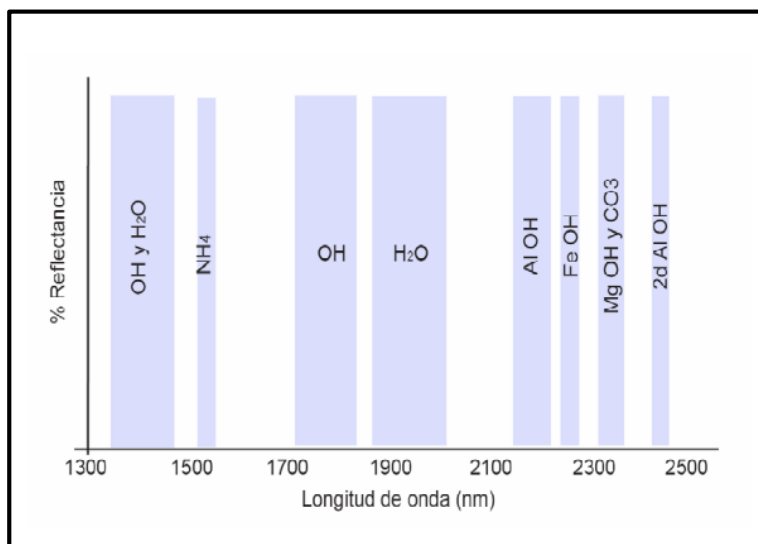


Figura 56 Campo de detección de los espectrómetros, abarca de 1300 a 2500nm. Se muestran las principales zonas de absorción y enlace iónico que representan

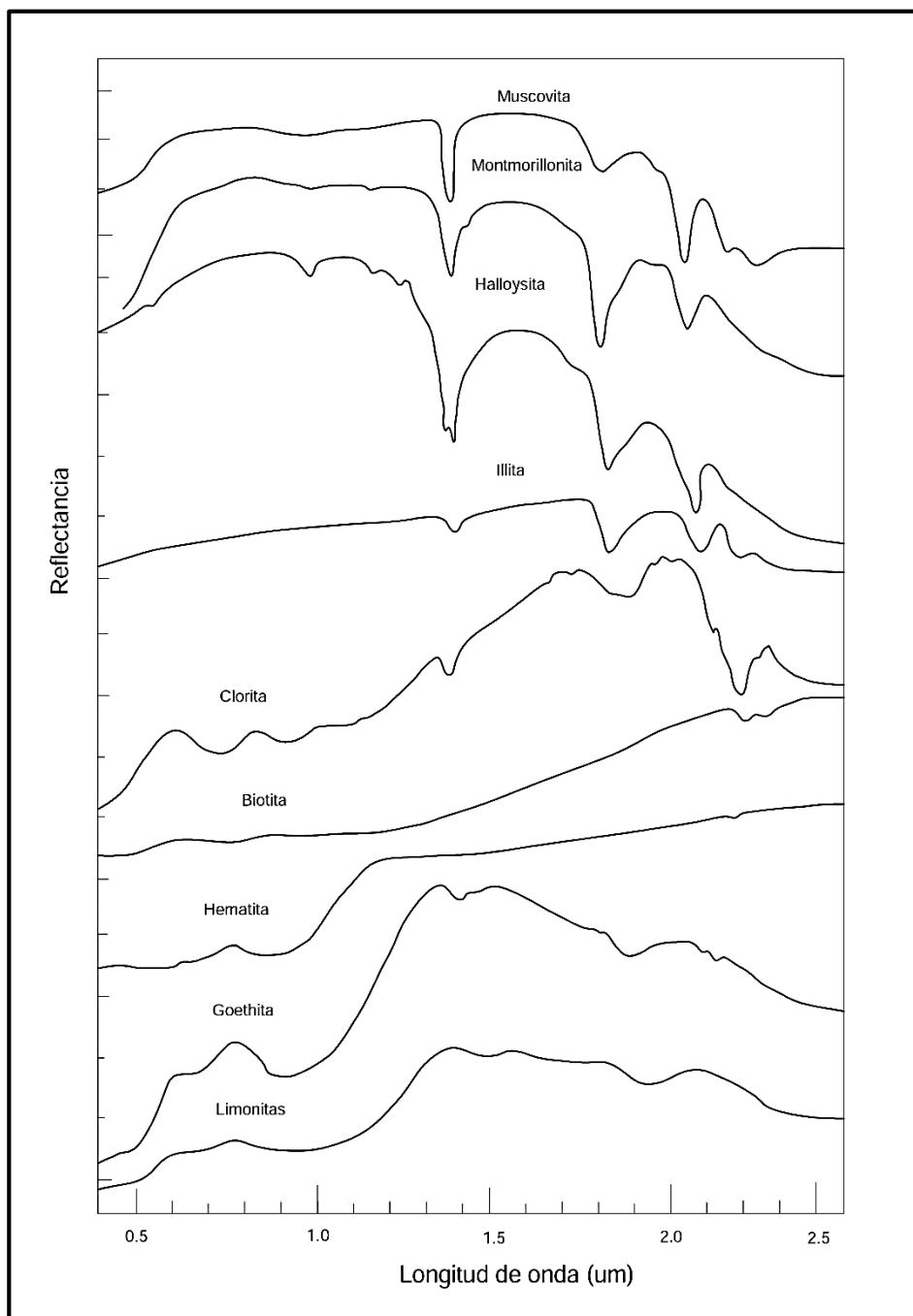


Figura 57 Espectros de reflectancia de minerales de rocas alteradas por acción de fluidos hidrotermales (Clark R.N. Swayze, A.J. Gallagher, T.V.V. King and M. Calvin, 1993, The U.S. Geological Survey)

Los minerales pueden ser distinguidos no solo por sus rasgos distintivos y posiciones a una cierta longitud de onda, sino también por el carácter de perfil espectral. La identificación de minerales está basada en las posiciones de longitud de onda, intensidad y forma de las depresiones de absorción y la forma del espectro total. Las variaciones en la composición de minerales son evaluadas de mejor manera cuando se trata de muestras monominerálicas. Sin embargo es posible definir variaciones en algunas muestras que presentan mixtura de minerales si se cuenta con información adicional (Thompson, Hauff y Robitaille, 1999).

A continuación se presenta los cuadros realizados donde se resume el análisis de espectrómetro realizado a seis muestras principales tomadas en campo que describen muy bien los minerales de alteración hidrotermal hipógenas que se formaron a partir del proceso de intrusión de pórfidos y sucesiva alteración supérgena (Fig. 4.30, 4.31, 4.32).

Tabla 7 Ubicación de muestras para análisis de Reflectancia

MUESTRA	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
JM01	258 460	8 147 366	Diorita Crowded
JM02	258 120	8 148 102	Brecha
JM03	258 151	8 147 905	Diorita Phenos Bo
JM06	258 474	8 147 481	Cuarcita
JM11	258 717	8 146 795	Andesita textura porfiritica
JM13	258 270	8 147 820	Pórfido Dacita


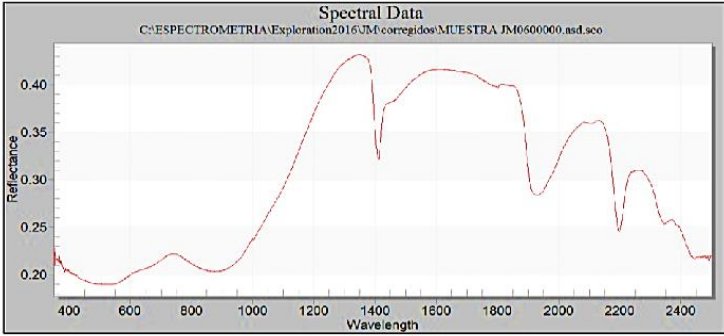

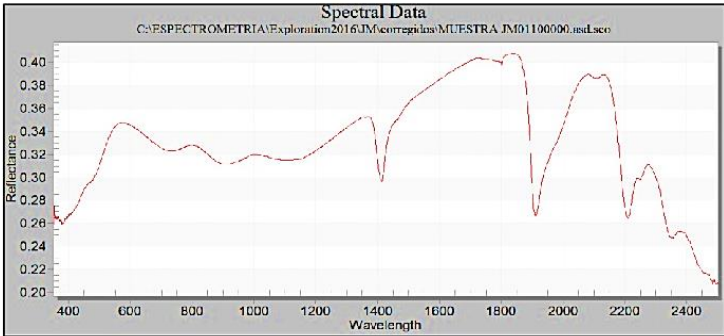
ANALISIS TERRASPEC - ESPECTROMETRIA			
MUESTRA	JM06	DESCRIPCION: cuarcita intensamente fracturada y rellena con oxidos de Hierro y Sericita en halos y matriz. Se ubica rodeando y cubriendo a los intrusivos Dioriticos y Porfido Dacita	
TERRASPEC			
MINERALES	Sericita : $[KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)Fe_2]$ Hematita : Fe_2O_3		
ANALISIS TERRASPEC - ESPECTROMETRIA			
MUESTRA	JM11	DESCRIPCION: Andesita de textura porfirítica, fenocristales de Biotita, Hornblendas y matriz fina de plagioclasas. Se observa alteracion de las biotitas y plagioclasas a Cloritas.	
TERRASPEC			
MINERALES	Clorita : $(MgFe_{2+}, Fe_{3+})_6AlSi_3O_{10}(OH)_8$		

Figura 58 análisis Espectrométrico de Reflectancia


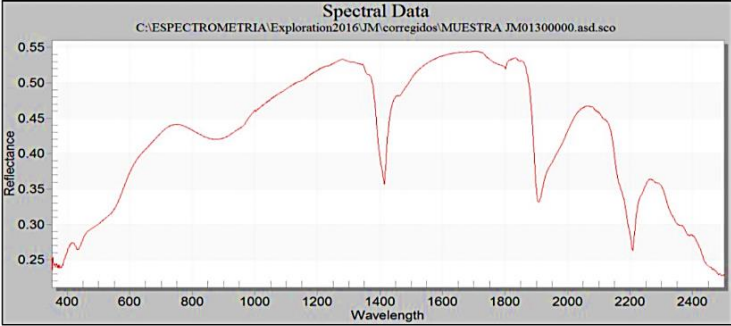

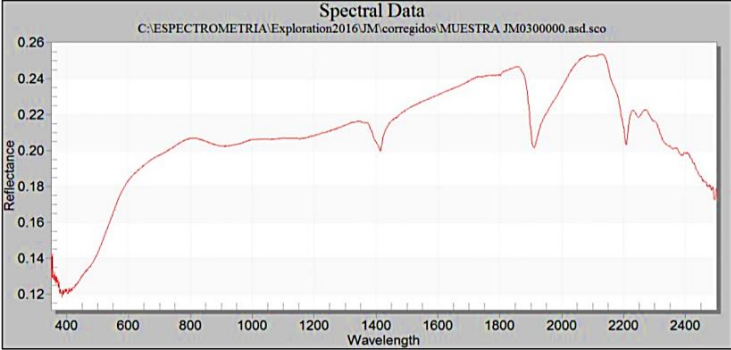
ANALISIS TERRASPEC - ESPECTROMETRIA			
MUESTRA	JM13	DESCRIPCION: Porfido Dacita de composicion plagioclasas, cuarzo, feldespato. Presenta fuerte alteracion de las plagioclasas y vetilleo stockwork rellenos de oxidos	
TERRASPEC			
MINERALES	Halloysita: $(Al_2Si_2O_5(OH)_4) \cdot 2H_2O$ Goethita: $(Fe_3O(OH))$		
ANALISIS TERRASPEC - ESPECTROMETRIA			
MUESTRA	JM03	DESCRIPCION: Diorita con presencia de Biotita secundaria, vetillas de magnetita propias de alteracion Potasica, algunas Biotitas estan alterando a Cloritas	
TERRASPEC			
MINERALES	Clorita : $(MgFe_{2+}, Fe_{3+})_6AlSi_3O_{10}(OH)_8$ Biotita: $K(Mg, Fe_{2+}, Fe_{3+})_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$		

Figura 59 análisis Espectrométrico de Reflectancia


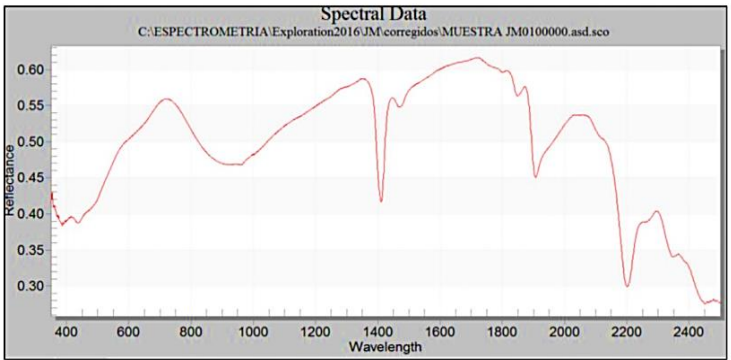

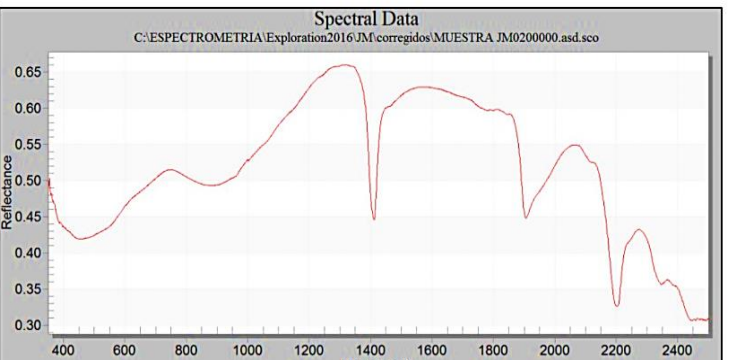
ANALISIS TERRASPEC - ESPECTROMETRIA			
MUESTRA	JM01	DESCRIPCION: Intrusivo Dioritico crowded, fuertemente alterando las plagioclasas a arcillas asociado a presencia de oxidos	
TERRASPEC	 <p>Spectral Data C:\ESPECTROMETRIA\Exploration2016\JM\corregidos\MUESTRA JM0100000.asd.sco</p>		
MINERALES	Montmorillonita: $(Na,Ca)_{0.3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2$ Goethita: $(Fe_3+O(OH))$		
ANALISIS TERRASPEC - ESPECTROMETRIA			
MUESTRA	JM02	DESCRIPCION: Brecha con fuerte silicificacion y presencia de clastos de cuarcita y Diorita, asociado a fuerte oxidacion	
TERRASPEC	 <p>Spectral Data C:\ESPECTROMETRIA\Exploration2016\JM\corregidos\MUESTRA JM0200000.asd.sco</p>		
MINERALES	Muscovita: $KAl_3Si_2O_{10}(OH)_3$ Goethita: $(Fe_3+O(OH))$, Hematita: Fe_2O_3		

Figura 60 análisis Espectrométrico de Reflectancia

Durante la interpretación, se encontraron tres familias de curvas principales: montmorillonita – halloysita, Sericita - Muscovita – Hematita/Goethita, Biotita – Clorita, las cuales guardan relación con la alteración Argílica, Filica y Potásica – Propilitica.

En las partes altas del sistema se encontraron espectros con rasgos de absorción profundos de 1400, 1900 y 2200 nanómetros, así como rasgos menores a 1450, 1850, 2350 y 2450 nanómetros. Estas características corresponden a espectros de montmorillonita que se asocian a la zona de alteración argílica supérgena. Las brechas y cuarcitas presentan espectros con rasgos de absorción asociados a muscovita – sericita y en rangos menores Hematita – Goethita asociados a una alteración filica. Finalmente, se encontraron espectros con una pendiente pronunciada en los 600 nanómetros y rasgos de absorción menor en 1400, 1900 y 2200 nanómetros, estas características se asocian a espectros de biotita en primera instancia y clorita que correspondería a la zona de alteración Potásica.

CAPÍTULO VI

GEOQUIMICA DEL SISTEMA HIDROTHERMAL

6.1. GENERALIDADES

En un área dada, la distribución geográfica de un elemento, en rocas, suelos y otros materiales, es una respuesta a la suma total de todos los procesos que conciernen al movimiento en los materiales de la tierra. En muchos casos esta distribución refleja simplemente la distribución de unidades litológicas. Otros procesos del ambiente endógeno como la alteración hidrotermal pueden modificar la relación básica a los tipos de rocas. La meteorización, erosión y una variedad de otros procesos en el ambiente superficial pueden borrar y modificar los patrones del ambiente endógeno.

El reconocimiento de patrones relacionados con la mena, es el objeto y la función de la exploración geoquímica. Si los efectos relacionados con la mena son intensos y relativamente locales, la diferencia con procesos más normales es simple, por otra parte, si los efectos son débiles y relacionados con la mena de un modo complejo, la interpretación de los patrones relacionados con la mena, es necesario primero, determinar el valor de fondo (Background) de los elementos indicadores en materiales no mineralizados.

La abundancia normal de un elemento en materiales terrestres no mineralizados es comúnmente llamado "fondo" o background. Para todo elemento en particular, la abundancia normal es probable que difiera considerablemente de un tipo de material a otro. Más aún, la distribución de un elemento en cualquier material particular es raramente uniforme. La naturaleza del ambiente mismo sin embargo, puede tener una marcada influencia sobre la distribución, porque bajo ciertas condiciones algunos elementos pueden estar enriquecidos y otros empobrecidos. En consecuencia, cualquiera sea el tipo de muestra, el rango de valores de fondo debe ser determinado o al menos reconsiderado siempre que una nueva área es estudiada.

La anomalía geoquímica es una desviación de una normal, es específicamente una desviación de los patrones geoquímicos que son normales para un área dada de

ambiente geoquímico, estrictamente hablando, un depósito de mena siendo un fenómeno relativamente raro o anormal, es en sí mismo una anomalía geoquímica. Además los patrones reconocibles de dispersión geoquímica, relacionados ya sea a la génesis o a la erosión de los depósitos de mena son anomalías.

El Umbral es la concentración de un elemento indicador por encima del cual una muestra se considera anómala. En el caso más simple, el umbral es el límite superior de fluctuaciones de fondo normales. Todo valor más alto son anomalías, y los valores más bajos, son considerados valores de fondo. En los casos más complejos, dos o más tipos de valores umbrales pueden ser reconocidos. A veces, las anomalías relacionadas a la mena pueden estar situadas en un fondo de valores más altos que el normal, representando un relieve geoquímico consistente en primero un plano de fondo regional, separado por un umbral regional de valores más altos relacionados a una extensa mineralización débil o dispersa, definidas por un umbral local. El reconocimiento de los umbrales locales y regionales pueden ser extremadamente importantes en la prospección, ya que puede ser posible limitar la búsqueda detallada para picos de anomalías de alto valor definidos en el muestreo preliminar regional o ampliamente espaciado. En otros casos, los datos de investigaciones de orientación de distintos depósitos conocidos pueden llevar a establecer un umbral bien por encima del nivel de fluctuaciones normales del fondo, para separar anomalías significativas de aquellas relacionadas a la mineralización débil o rasgos geoquímicos inusuales. En todo caso, el umbral es establecido a un nivel que es el más conveniente y eficiente en detectar y delimitar la mena.

El contraste de una anomalía expresa su fuerza como una relación de fondo promedio o el umbral. Los dos, el fondo y el umbral son usados por diferentes autores en el denominador de esta relación, y de debe ser claramente establecido cual nivel de referencia es usado. Para la mayor parte de los objetivos, una relación de anomalía el valor de fondo es más simple y más fácilmente comparable.

6.2. ZONAMIENTO GEOQUÍMICO

6.2.1. Geoquímica de superficie

Los fluidos magmáticos hidrotermales dominan el centro de los sistemas hidrotermales de pórfidos; mientras la periferia y zonas superiores son dominadas por fluidos no magmáticos. Además de la alta acidez y el contenido de azufre, los fluidos magmáticos-hidrotermales tienen asociación de elementos químicos distintivos comparados a metales diluidos pobres en aguas meteóricas externas. Para todos los fluidos, sus combinaciones de metales traza son modificados por la adición o eliminación de los elementos como resultado de alteración de la roca caja. El fluido hidrotermal evoluciona su composición a lo largo de su trayectoria de flujo y transporte de elementos de una zona de origen a nuevos sitios donde pueden ser fijados en minerales hidrotermales. Por lo tanto, un desafío considerable es el reconocimiento de metales que se lixivian de la roca caja por diversos fluidos no mineral y que puede añadirse en otra parte en comparación con los minerales añadidos por los fluidos magmáticos hidrotermales.

Varios elementos se agotan de la alteración Potásica – Sericita en el centro de la zona mineral Cu – Mo. La lixiviación hipógenas resulta de la destrucción hidrotermal de los minerales ígneos huésped anfíbol, piroxenos y feldespatos. Varios otros elementos (Tl, Cs, Rb, Li) son probablemente suministrados por el fluido magmático hidrotermal precursor y, debido a que son muy solubles en altas temperaturas en soluciones cloruradas, ellos están presentes en baja abundancia en la zona mineral. La lixiviación hipógena en la zona mineral Cu – Mo puede contribuir potencialmente a metales polimetálicos distales (Zn – Pb – Ag – Mn) minerales. Especialmente cerca de los límites exteriores de la alteración sericita tardía. Sin embargo debido a la lixiviación de diferentes rocas cajas, proporcionarán diferentes muestras de estos metales. La cantidad y proporción pueden variar en las zonas periféricas.

No hay ningún indicativo de que los fluidos hidrotermales magmáticos contribuyan sulfuros significativos, metales de mena, o metales traza a la mayor parte de la zona Propilítica que se extiende lateralmente fuera de la zona mineral; por el contrario, la alteración Sódico – Cálculo lixivia un conjunto de metales (Fe, K, Cu, Zn, Ni, Li, Pb, As, Sb y Co) que se mueven hacia arriba y localmente fijados en alteración Propilítica o niveles menos profundos de alteración Sódico – Cálculo en la interface con alteración Potásica, o cuando venillas laterales del tipo “D” cortaron la zona Propilítica, por ejemplo, la destacada zona de enriquecimiento de Zn que es común en los bordes de los depósitos de pórfido de Cu está presente en cantidades menores de sericita y clorita en la roca.

Con el objetivo de cuantificar y delimitar las concentraciones de los elementos químicos que vectorizan los sistema de Pórfidos Cupríferos, es que se realizaron muestreos y análisis geoquímicos de roca en afloramientos dentro del Prospecto, con la finalidad de generar isocontornos de anomalías y permitir definir las zonas de alteración hidrotermal características de los pórfidos, y así describir su asociación con los eventos intrusivos que generaron la mineralización económica. Muy aparte se evaluaron otros elementos químicos poco comunes en su uso para la vectorización de sistemas pórfido, ya que se desea generar nuevas herramientas de exploración, y para ello se analizaron veintiocho elementos químicos en total para su análisis geoquímico estadístico e interpretación.

6.2.1.1. Muestreo y metodología

El muestreo en campo se realizó usando la técnica de chip sampling o también llamado *rock-chips*, el cual representa a los diversos afloramientos ubicados en campo sin discriminación entre diferencias litológicas, alteración y mineralización. Tomando como referencia una malla de muestreo realizado por el geólogo a cargo, esta malla tenía una separación de 50 m por muestra; pero se tomaron muestras de interés muy aparte de la malla debido a sus características de alteración y presencia de mineralización.

El muestreo geoquímico del Prospecto Pinco Pinco, se realizó en tres campañas: La primera se realizó por BISA, quien tomo 242 muestras dentro del área del Prospecto; la segunda fue realizada por el geólogo Alberto Zarate, quien tomo 8 muestras, donde estas muestras fueron tomadas en la campaña de exploración regional por lo que algunas se ubican fuera del área del Prospecto; finalmente la tercera campaña a cargo del geólogo Alex Neufled en donde se tomaron 224 muestras, todas las muestras corresponde a afloramientos volcánicos, intrusivos diorítico, pórfidos dacítico, brechas y cuarcitas dentro del área del Prospecto.

Cabe mencionar que el muestreo geoquímico se realizó luego de un reconocimiento del área a explorar y mapeo geológico 1/25000, debido a las características principalmente de alteración que se presentaban, mencionando también que no se realizó el muestreo de la parte Sur de la concesión debido al nivel de intereses presentado.

SAMPLE ID	ESTE	NORTE	SAMPLE ID	ESTE	NORTE	SAMPLE ID	ESTE	NORTE
AEP6301	257669	8148130	AEP11321	258228	8148231	AEP11378	257378	8148487
AEP6302	258126	8147962	AEP11322	258159	8148196	AEP11379	257517	8148413
AEP6303	258105	8147811	AEP11323	258160	8148104	AEP11380	257554	8148296
AEP6304	258262	8148037	AEP11324	258340	8148171	AEP11381	257866	8147766
AEP6305	258463	8148058	AEP11326	258532	8148302	AEP11383	257454	8148215
AEP6306	258202	8148351	AEP11327	258570	8148389	AEP11384	257344	8148298
AEP6307	258346	8147878	AEP11328	258516	8148401	AEP11385	257229	8148345
AEP6308	258450	8147737	AEP11329	258392	8148463	AEP11386	257224	8148212
AEP11260	258655	8147734	AEP11330	258244	8148435	AEP11387	257450	8147570
AEP11261	258666	8147644	AEP11331	257871	8148285	AEP11388	257534	8147827
AEP11262	258655	8147640	AEP11332	257833	8148369	AEP11389	257640	8147893
AEP11263	258605	8147639	AEP11333	257775	8148454	AEP11391	257738	8147946
AEP11264	258613	8147531	AEP11334	257747	8148492	AEP11392	258148	8147582
AEP11265	258604	8147517	AEP11335	257770	8148647	AEP11393	258230	8147588
AEP11266	258523	8147681	AEP11337	257904	8148668	AEP11395	258282	8147571
AEP11268	258486	8147672	AEP11338	258001	8148585	AEP11396	258111	8147677
AEP11269	258463	8147694	AEP11339	258018	8148502	AEP11397	258019	8147592
AEP11270	258513	8147706	AEP11340	258008	8148464	AEP11398	258023	8147509
AEP11271	258460	8147713	AEP11341	258016	8148420	AEP11399	257895	8147602
AEP11272	258395	8147792	AEP11342	258011	8148749	AEP11400	257792	8147673
AEP11273	258218	8147906	AEP11343	258236	8148800	AEP11601	257660	8147731
AEP11274	258210	8147921	AEP11345	258382	8148858	AEP11603	259400	8146095
AEP11276	258124	8147962	AEP11346	258318	8148965	AEP11604	259438	8146022
AEP11277	258134	8147968	AEP11347	258323	8148718	AEP11605	259357	8145987
AEP11278	258157	8147987	AEP11349	258215	8148613	AEP11606	259413	8145960
AEP11279	258167	8148007	AEP11350	258047	8148616	AEP11607	259609	8146048
AEP11280	258043	8148060	AEP11351	258367	8148119	AEP11608	259751	8145945
AEP11281	258035	8148090	AEP11352	258272	8148043	AEP11610	257573	8147524
AEP11283	257976	8148163	AEP11353	258310	8147996	AEP11611	257823	8147870
AEP11284	257953	8148227	AEP11354	257448	8147936	AEP11612	258472	8147412
AEP11285	258028	8148346	AEP11355	257318	8147898	AEP11613	258490	8147266
AEP11286	258067	8148332	AEP11356	257818	8148082	AEP11614	258427	8147208
AEP11287	258142	8148357	AEP11358	258481	8147092	AEP11615	258305	8147120
AEP11288	258182	8148312	AEP11359	258506	8147100	AEP11616	258319	8147023
AEP11289	258224	8148276	AEP11360	257087	8147908	AEP11618	258337	8146876
AEP11291	258239	8148293	AEP11361	257106	8147786	AEP11619	258390	8146800
AEP11292	258260	8148288	AEP11362	257241	8147810	AEP11620	258441	8146668
AEP11293	258336	8148278	AEP11363	257152	8147514	AEP11621	258256	8146608
AEP11294	258361	8148261	AEP11365	257330	8147690	AEP11622	258459	8146873
AEP11295	258434	8148169	AEP11366	257449	8147580	AEP11623	258388	8146924
AEP11296	258457	8148130	AEP11367	257728	8148170	AEP11624	258471	8146981
AEP11297	258479	8148062	AEP11368	257760	8148257	AEP11625	258402	8147099
AEP11298	258467	8148174	AEP11369	257623	8148483	AEP11626	258529	8147427
AEP11299	258529	8148117	AEP11370	257613	8148582	AEP11628	258491	8147111
AEP11300	258498	8148119	AEP11372	257520	8148606	AEP11629	258660	8147400
AEP11315	258501	8148224	AEP11373	257438	8148671	AEP11630	258785	8147313
AEP11316	258508	8148180	AEP11374	257347	8148907	AEP11631	258891	8147262
AEP11317	258518	8148170	AEP11375	257387	8148947	AEP11632	259081	8147162
AEP11318	258248	8148232	AEP11376	257506	8148852	AEP11634	259099	8147337
AEP11320	258235	8148231	AEP11377	257233	8148558	AEP11635	259238	8147324

SAMPLE ID	ESTE	NORTE	SAMPLE ID	ESTE	NORTE	SAMPLE ID	ESTE	NORTE
AEP11636	259360	8147323	AEP11693	259328	8147145	20519	258552	8148012
AEP11637	259488	8147320	AEP11694	258969	8147515	20520	258516	8147969
AEP11638	259600	8147313	AEP11696	258679	8146686	20522	258482	8148006
AEP11639	259693	8147252	AEP11697	258818	8146697	20523	258462	8148023
AEP11641	259656	8147123	AEP11698	258884	8146487	20524	258265	8148183
AEP11642	259750	8147070	AEP11699	258997	8146481	20525	258350	8148000
AEP11643	259889	8147122	AEP11700	258950	8146720	20526	258300	8148000
AEP11644	257832	8147330	AEP11702	258912	8146812	20527	258250	8148000
AEP11645	257804	8147206	AEP11703	259055	8146830	20528	258168	8147980
AEP11646	258340	8147297	AEP11704	258729	8146805	20529	258100	8147900
AEP11648	257629	8147193	AEP11705	258739	8146918	20531	258154	8147874
AEP11649	257760	8147019	AEP11706	258901	8146929	20532	258200	8147892
AEP11650	257624	8147029	AEP11707	258855	8148584	20533	258250	8147900
AEP11651	257505	8147155	AEP11708	258950	8148587	20534	258267	8147920
AEP11652	257429	8147328	AEP11710	258710	8148411	20535	258269	8147921
AEP11653	257480	8147344	AEP11711	258798	8148304	20536	258270	8147921
AEP11654	257514	8147025	AEP11712	258949	8148234	20537	258272	8147922
AEP11655	257270	8147129	AEP11713	259202	8148101	20536	258274	8147922
AEP11656	257238	8147237	AEP11714	259285	8148053	20539	258350	8147900
AEP11658	257200	8147262	AEP11715	259280	8147790	20540	258400	8147900
AEP11659	257257	8147300	AEP11716	259399	8147770	20542	258450	8147900
AEP11660	257209	8147418	AEP11717	259450	8147640	20543	258304	8147888
AEP11661	257270	8147392	AEP11718	259336	8147632	20544	258305	8147886
AEP11662	257350	8147343	AEP11720	259307	8147535	20545	258306	8147885
AEP11664	257605	8147383	AEP11721	258569	8148035	20546	258306	8147883
AEP11665	257727	8147362	AEP11722	258700	8147945	20547	258307	8147882
AEP11666	257979	8147518	AEP11723	258837	8147923	20548	258307	8147880
AEP11667	258025	8147375	AEP11725	258899	8147923	20549	258306	8147878
AEP11668	258220	8147400	AEP11726	258905	8147768	20550	258308	8147876
AEP11669	258151	8147322	AEP11727	259052	8147602	20551	258309	8147875
AEP11670	257978	8146784	AEP11728	259100	8147525	20552	258250	8147800
AEP11672	257905	8147080	AEP11729	259170	8147615	20553	258200	8147800
AEP11673	257871	8146674	20501	258304	8148386	20554	258300	8147800
AEP11674	257966	8146490	20502	258355	8148400	20555	258350	8147800
AEP11675	258141	8146848	20503	258176	8148262	20556	258450	8147800
AEP11676	258019	8146929	20504	258154	8148262	20557	258342	8147765
AEP11678	258146	8147016	20505	258178	8148246	20558	258344	8147766
AEP11679	258155	8147136	20506	258133	8148232	20559	258345	8147766
AEP11680	258221	8147230	20507	258150	8148222	20560	258346	8147767
AEP11681	258130	8147225	20508	258440	8148086	20563	258348	8147760
AEP11682	258012	8147202	20509	257900	8148100	20564	258349	8147780
AEP11683	258545	8146690	20510	257950	8148118	20565	258300	8147700
AEP11684	258570	8146798	20511	258150	8148200	20566	258250	8147700
AEP11685	258580	8146935	20512	258200	8148200	20567	258104	8147700
AEP11687	258640	8147085	20513	258293	8148170	20568	258350	8147700
AEP11688	258772	8147120	20514	258346	8148168	20569	258400	8147700
AEP11689	258890	8147100	20515	258368	8148133	20570	258450	8147700
AEP11690	259071	8147088	20516	258454	8148067	20571	258500	8147700
AEP11691	259078	8147035	20517	258476	8148063	20572	258474	8147612
AEP11692	259295	8147095	20518	258532	8148008	20573	258510	8147618

SAMPLE ID	ESTE	NORTE	SAMPLE ID	ESTE	NORTE	SAMPLE ID	ESTE	NORTE
20574	258520	8147607	20628	258500	8147000	20682	258026	8148072
20575	258553	8147602	20629	258507	8146892	20683	258248	8148286
20576	258690	8147604	20631	258509	8146785	20684	258252	8148338
20577	258636	8147540	20632	258500	8146700	20685	258340	8148368
20578	258560	8147541	20633	258646	8147124	20686	258438	8148384
20579	258530	8147600	20634	258600	8147000	20687	258544	8148392
20580	258150	8147900	20635	258608	8146904	20688	258631	8148391
20582	258600	8147700	20636	258608	8146772	20689	258700	8148320
20583	258452	8147544	20637	258603	8146705	20690	258602	8148331
20584	258282	8147745	20638	258608	8146596	20891	258530	8148328
20585	258334	8147718	20639	258500	8146600	20692	258472	8148360
20586	258322	8147682	20640	258692	8147096	20693	258490	8148296
20587	258473	8147578	20642	258700	8147000	20694	258524	8148224
20588	258498	8147582	20643	258700	8146900	20695	258552	8147960
20569	258494	8147562	20644	258700	8146783	20696	258604	8147916
20591	258605	8147441	20645	258705	8146880	20697	258663	8147883
20592	258394	8147665	20646	258700	8146600	20698	258554	8147876
20593	258395	8147665	20647	258850	8147098	20699	258728	8147833
20594	258396	8147665	20648	258800	8147000	20700	258775	8147785
20595	258398	8147666	20649	258785	8146895	20701	258662	8147820
20596	258400	8147666	20650	258800	8146800	20702	258212	8147550
20597	258402	8147666	20651	258814	8146708	20703	258170	8147534
20598	258403	8147667	20652	258810	8146596	20704	258188	8147500
20599	258404	8147668	20653	258906	8147120	20705	258232	8147506
20600	258406	8147668	20654	258902	8146997	20706	258154	8147452
20602	258304	8147668	20655	258900	8146900	20707	258241	8147453
20603	258409	8147669	20656	258900	8146800	20708	258312	8147492
20604	258312	8147426	20657	258900	8146700	20709	258308	8147388
20605	258461	8147336	20658	258900	8146600	20710	258331	8147348
20606	257950	8147200	20659	259009	8146600	20711	258044	8147530
20607	258000	8147200	20661	259002	8146088	20712	258026	8147470
20608	258050	8147200	20663	258990	8146808	20713	258054	8147438
20609	258150	8147200	20664	258986	8146886	20714	258000	8147397
20610	258200	8147200	20665	258966	8147030	20715	258043	8147370
20611	258348	8147180	20666	258970	8147082	20716	257993	8147315
20612	258296	8147128	20667	259100	8147088	20717	258072	8147286
20613	258234	8147128	20668	259096	8146990	20718	258140	8147282
20614	258280	8147082	20669	259110	8146950	20719	258194	8147288
20615	258427	8147117	20670	258550	8147000	20720	257876	8147522
20616	258500	8147108	20671	258642	8147020	20721	257918	8147502
20617	258309	8146994	20672	258430	8146894	20722	257874	8147480
20618	258313	8146914	20673	258466	8146966	20723	257940	8147455
20619	258318	8146786	20674	258564	8146905	20724	257882	8147436
20620	258305	8146710	20675	258546	8146850	20725	258584	8147388
20622	258305	8146616	20676	258576	8146774	20726	258484	8147300
20623	258402	8147010	20677	258530	8146943	20727	258506	8147252
20624	258395	8146904	20678	258052	8147924	20728	258634	8147320
20625	258400	8146800	20679	258080	8147990	20729	258694	8147328
20626	258409	8146693	20680	258008	8147994	20730	258670	8147246
20627	258422	8146614	20681	257960	8148022	20731	258780	8147170

SAMPLE ID	ESTE	NORTE
20732	258834	8147215
20733	258890	8147180
20734	258946	8147182
20735	257812	8147586
20736	257800	8147456
20737	257804	8147424
20738	258846	8146942
20739	258810	8146920
20740	258720	8146972
20741	258194	8147106
20742	258164	8147120
20743	258106	8147098
20744	258104	8147082
20745	258105	8147128
20746	257925	8143525
20747	257900	8143475
20748	257600	8143400
20749	257600	8143400
20750	257350	8143225
20751	257000	8143050
20752	257300	8147425
20753	257200	8147450
20754	257200	8147375
20755	257240	8147275

Figura 61 Ubicación de las 474 muestras de roca tipo chip sampling en el Prospecto Pinco Pinco. Las muestras de ID AEP corresponden a las muestras tomadas por Angloamerican, el segundo grupo corresponde a las muestras tomadas por BISA. Las coordenadas se encuentran en el sistema PSAD56

6.2.1.2. Procesamiento de datos

Los procedimientos analíticos incluyeron análisis de duplicados, estándares y blancos como parte del control en las muestras tomadas por Angloamerican. No se tuvo acceso a los datos del control de calidad de las muestras tomadas por BISA.

Los resultados de los análisis geoquímicos efectuados a las muestras tomadas en campo se presentan en cuadros en la sección de Anexos. BISA solo analizó elementos químicos de interés económico y clásicos para la exploración local ya sea Mo, Cu, Pb, Zn, Fe, As, Au mientras que Angloamerican analizó 28 elementos principales y de interés para la exploración geológica.

Para el procesamiento de datos geoquímicos se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos en laboratorio. Primero se obtuvieron datos de las concentraciones mínimas y máximas expresadas en unidades de ppm, ppb y porcentajes de acuerdo al tipo de elemento, luego mediante el uso de ecuaciones estadísticas se obtuvo valores de la media, mediana, varianza, desviación promedio y desviación estándar para obtener valores de concentraciones normales y anomalías positivas o umbrales. Para obtener valores de las concentraciones normales o *background* se utilizó los resultados de la media y mediana ya que, la media representa el valor medio de una población cuasi homogénea pero en el caso que se presentaran concentraciones anómalas altas, estas desplazan la media a valores mayores, generando así errores, por ello siendo la mediana un valor más estable se usó el promedio de ambas en el cálculo de la concentración *background*.

También se analizaron las concentraciones anómalas que se dividieron en tres partes que representan las anomalías leves, normales y fuertes o umbral. Para ello se usó la desviación estándar y la concentración *background*, obteniendo así valores anómalos para todos los elementos químicos analizados en laboratorio. Cabe mencionar que algunos elementos presentan concentraciones muy bajas o por debajo del rango aplicable para el tipo de análisis utilizado.

Ya generados los valores de concentraciones anómalas se representaron en graficas Log – probabilidad tomando como abscisas las concentraciones de cada elemento y para las ordenadas la probabilidad al ciento por ciento, cada uno de estos resultados se representaron en cuadros resumen para su discusión. Como representación final se generaron mapas de isocontornos para cada uno de los elementos de interés.

Finalmente, con el objetivo de correlacionar cada elemento químico con los otros elementos, se propuso desarrollar un diagrama de correlación de Pearson, observando elementos que presentan muy buena correlación en el muestreo superficial y obtener un cuadro de correlación o asociación de elementos y ubicar su presencia en el ambiente pórfido cuprífero. Para ello se generó un mapa de características geoquímicas superficiales del Prospecto Pinco Pinco.

Tabla 8 Cuadro de análisis estadístico del muestreo superficial del Prospecto Pinco Pinco

ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
Elemento	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
Minimo	0.50	4.00	1.00	1.00	0.05	0.50	0.50	23.00	0.53	0.20	1.00	19.00	0.01	0.57
Maximo	66.00	3710.00	732.00	771.00	72.90	27.00	20.00	2600.00	21.00	3940.00	1060.00	998.00	8.30	331.00
Media	4.96	122.28	46.08	76.64	0.95	4.38	4.78	489.06	3.26	46.97	16.28	336.13	0.44	12.54
Mediana	1.00	42.00	15.00	52.00	0.10	3.00	2.00	117.50	2.85	13.00	5.00	248.50	0.25	2.50
Varianza	97.95	103511.24	10543.27	9592.76	40.57	12.37	27.01	359011.53	3.20	69336.24	5528.89	66009.43	0.57	1278.39
Desviación Promedio	5.87	130.65	50.80	59.42	1.50	2.77	4.36	493.55	1.19	58.19	20.04	226.78	0.33	14.42
Desviación Estandar	9.90	321.73	102.68	97.94	6.37	3.52	5.20	599.18	1.79	263.32	74.36	256.92	0.76	35.75
ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
Elemento	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg (%)	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
Minimo	0.08	5.00	0.03	0.01	2.00	0.01	36.10	0.00	0.36	0.02	0.07	0.04	0.01	0.20
Maximo	49.00	97.00	5.45	0.16	58.00	2.20	1340.00	0.59	10.00	4.50	4.19	20.00	7.54	2.00
Media	1.90	42.22	1.27	0.05	18.08	0.61	524.73	0.23	6.33	1.36	1.74	6.80	0.36	0.91
Mediana	1.00	40.00	0.25	0.05	15.00	0.33	535.00	0.22	7.38	0.96	1.68	5.00	0.06	1.00
Varianza	12.74	793.75	2.30	0.00	142.83	0.36	72441.25	0.02	6.68	1.35	0.80	7.97	0.52	0.17
Desviación Promedio	1.30	25.11	1.36	0.03	9.99	0.50	227.56	0.11	2.23	1.07	0.75	2.54	0.42	0.33
Desviación Estandar	3.57	28.17	1.52	0.03	11.95	0.60	269.15	0.13	2.58	1.16	0.90	2.82	0.72	0.41

(*) en ppb

Elemento	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
Background	2.98	82.14	30.54	64.32	0.53	3.69	3.39	303.28	3.05	29.98	10.64	292.31	0.34	7.52
Anomalia Leve	12.88	403.87	133.22	162.27	6.90	7.20	8.59	902.46	4.84	293.30	85.00	549.24	1.10	43.28
Anomalia Normal	22.77	725.60	235.90	260.21	13.27	10.72	13.79	1501.63	6.63	556.62	159.35	806.16	1.86	79.03
Anomalia Fuerte	32.67	1047.33	338.58	358.15	19.63	14.24	18.98	2100.81	8.42	819.94	233.71	1063.08	2.61	114.79
Elemento	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg (%)	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
Background	1.45	41.11	0.76	0.05	16.54	0.47	529.86	0.23	6.85	1.16	1.71	5.90	0.21	0.96
Anomalia Leve	5.02	69.28	2.28	0.08	28.49	1.07	799.01	0.35	9.44	2.32	2.61	8.72	0.93	1.36
Anomalia Normal	8.59	97.46	3.79	0.11	40.44	1.67	1068.16	0.48	12.02	3.48	3.50	11.55	1.65	1.77
Anomalia Fuerte	12.16	125.63	5.31	0.14	52.39	2.27	1337.31	0.60	14.61	4.64	4.40	14.37	2.36	2.18

(*) en ppb

Tabla 9 Diagrama de correlación de Pearson basado en los datos obtenidos en el muestreo geoquímico

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (%)	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg (%)	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
Mo	1																											
Cu	0.20	1.00																										
Pb	0.01	0.10	1.00																									
Zn	0.19	0.07	0.34	1.00																								
Ag	0.12	0.05	0.31	0.05	1.00																							
Ni	0.14	0.03	0.03	0.37	0.11	1.00																						
Co	0.27	0.02	0.05	0.45	0.10	0.69	1.00																					
Mn	0.29	0.08	0.09	0.68	0.07	0.47	0.76	1.00																				
Fe (%)	0.02	0.06	0.12	0.27	0.12	0.24	0.32	0.22	1.00																			
As	0.11	0.00	0.06	0.01	0.67	0.08	0.09	0.07	0.09	1.00																		
Au (*)	0.04	0.16	0.05	0.15	0.19	0.09	0.10	0.08	0.61	0.20	1.00																	
Sr	0.12	0.00	0.07	0.28	0.12	0.39	0.74	0.61	0.27	0.12	0.11	1.00																
Cd	0.09	0.03	0.26	0.74	0.09	0.13	0.20	0.47	0.28	0.04	0.29	0.05	1.00															
Sb	0.13	0.21	0.48	0.11	0.69	0.10	0.16	0.15	0.46	0.37	0.58	0.19	0.19	1.00														
Ni	0.08	0.05	0.50	0.05	0.28	0.02	0.02	0.03	0.17	0.09	0.02	0.01	0.02	0.29	1.00													
V	0.28	0.20	0.01	0.09	0.03	0.14	0.24	0.21	0.06	0.01	0.08	0.01	0.03	0.07	0.09	1.00												
Ca (%)	0.30	0.06	0.08	0.41	0.10	0.52	0.89	0.78	0.27	0.09	0.11	0.83	0.15	0.18	0.04	0.23	1.00											
P (%)	0.29	0.16	0.02	0.13	0.08	0.27	0.35	0.25	0.09	0.05	0.03	0.07	0.03	0.03	0.08	0.43	0.29	1.00										
Cr	0.02	0.09	0.10	0.20	0.09	0.03	0.38	0.40	0.08	0.09	0.22	0.48	0.07	0.23	0.17	0.02	0.45	0.04	1.00									
Mg (%)	0.24	0.03	0.03	0.52	0.09	0.65	0.93	0.82	0.35	0.10	0.11	0.75	0.26	0.17	0.00	0.27	0.88	0.37	0.35	1.00								
Ba	0.14	0.09	0.04	0.11	0.08	0.02	0.13	0.14	0.09	0.10	0.02	0.35	0.14	0.05	0.01	0.31	0.11	0.18	0.02	0.16	1.00							
Ti (%)	0.32	0.06	0.07	0.39	0.01	0.59	0.74	0.62	0.39	0.02	0.11	0.63	0.22	0.00	0.15	0.08	0.72	0.27	0.06	0.77	0.27	1.00						
Al (%)	0.03	0.07	0.01	0.27	0.09	0.35	0.57	0.53	0.18	0.06	0.10	0.73	0.14	0.13	0.06	0.28	0.60	0.16	0.26	0.61	0.56	0.68	1.00					
Na (%)	0.13	0.06	0.13	0.33	0.11	0.40	0.76	0.67	0.18	0.11	0.10	0.83	0.12	0.23	0.00	0.03	0.81	0.11	0.55	0.77	0.34	0.63	0.75	1.00				
K (%)	0.21	0.12	0.16	0.04	0.05	0.22	0.26	0.10	0.03	0.05	0.20	0.01	0.09	0.18	0.14	0.54	0.22	0.50	0.24	0.24	0.49	0.09	0.48	0.01	1.00			
W	0.19	0.15	0.17	0.08	0.06	0.24	0.27	0.23	0.02	0.00	0.11	0.19	0.04	0.25	0.08	0.19	0.29	0.10	0.36	0.27	0.19	0.13	0.01	0.21	0.31	1.00		
S (%)	0.20	0.05	0.08	0.09	0.25	0.32	0.34	0.32	0.58	0.23	0.66	0.25	0.13	0.53	0.15	0.18	0.34	0.23	0.31	0.33	0.05	0.15	0.16	0.27	0.26	0.25	1.00	
Be	0.10	0.11	0.06	0.10	0.08	0.30	0.24	0.24	0.00	0.06	0.07	0.44	0.03	0.12	0.00	0.44	0.26	0.32	0.14	0.26	0.47	0.41	0.77	0.51	0.56	0.03	0.14	1.00

■ fuerte correlacion
■ moderada correlacion
■ debil correlacion

El diagrama o matriz de correlación de Pearson sirve para poder trabajar con los diagramas multivariable, haciendo posible la asociación de todos los elementos químicos analizados en el laboratorio que serán representados en una diagrama o matriz que no tiene restricciones en cuanto a su uso, ya que puede emplearse incluso en mallas geoquímicas espaciales uniformes, lo contrario a los mapas isocontornos que se verá posteriormente.

Se conoce que los metales o grupos de elementos en depósitos de Pórfidos Cupríferos se dividen en zonas o halos de alteración superficial, con presencia de minerales característicos que representan a cada uno de ellos, a la vez que generan anomalías en concentración para elementos definidos. La literatura dice que se tiene la zona central definido por la alteración Potásica, Fílica con presencia de anomalías de Cu – Mo, seguido por un halo exterior dominado por la alteración Propilítica con anomalías positivas de Zn, Pb, algunas veces Ag y Mn (Meyer et al., 1968); además que el Au y Ag se presentan lateralmente o por encima del núcleo del Pórfido Cuprífero representando las partes altas del sistema, que sería la zona de alteración Argílica.

Con la finalidad de encontrar poblaciones de concentraciones anómalas de los principales elementos económicos como Cu, Mo, Au, Ag entre las muestras del Prospecto, se trabajó con gráficos de Log - probabilidad, en donde el eje de las abscisas varía según una escala logarítmica y corresponde a las concentraciones de un elemento; y el eje de las ordenadas varía según una escala probabilística, en el cual se grafica la probabilidad de exceder una concentración dada. Esto sirve para definir poblaciones de valores anómalos positivos o negativos de concentraciones de un determinado elemento de interés.

Debido a que, en general, los elementos en la naturaleza siguen un patrón de distribución Log – normal (Ahrens, 1954a), en un gráfico Log – probabilidades debería estar representado por una línea recta. Si este fuera

el caso, se está en presencia de una sola población, en donde el valor *background* (media de la población) está dado por la intersección de la recta con el valor de ordenada 50%. Mientras que los valores anómalos positivos están dados por las concentraciones que se encuentran con una probabilidad de excedencia menor a 2,5% o a aquellos que superan la media de la población más dos desviaciones estándar. Este último límite es tomado como el valor umbral, en donde valores superiores al umbral son considerados como anomalías positivas. En el caso que la línea de población presente uno o más quiebres, quiere decir que se está en presencia de dos o más poblaciones. Si estos quiebres se encuentran por sobre el valor de ordenada 2,5% se puede considerar como umbrales (Lepeltier, 1969).

a). Anomalías geoquímicas del Cobre

El análisis químico del Cu presenta valores de concentraciones mínimas de 4 ppm y un máximo de 3500 ppm; los valores altos están localizados en los intrusivos diorítico y el pórfido dacítico, siendo este el centro del sistema. Esta anomalía geoquímica toma una forma semicircular alargada de orientación NS en superficie, siendo la dacita el de valores con concentraciones altas. Estas anomalías se encuentran asociado a la alteración Sericita y Potásica ya que ambas se hallan en superficie representado por sus minerales característicos de ensamble como son: biotita secundaria, feldespato potásico, magnetita y sericita que se presentan en vetillas "A", "EB", "M" y vetillas "D" con sericita en sus halos. Mediante el análisis estadístico se obtuvieron los valores normales o *background* < 82 ppm con anomalías leves de 82 – 400 ppm, anomalías normales de 400 – 725 ppm y anomalías fuertes > 750 ppm.

El grafico Log – probabilidad del Cu muestra una curva de pendiente constante, no observándose quiebres que hagan notar la presencia de varias familias de concentración anómalas; se observa que las concentraciones normales o *background* representan el 70% del muestreo y solo el 30% escapa de este rango, y las anomalías umbrales

con concentraciones mayores a 700 ppm solo representan el 4%. A continuación se presentan los resultados en la siguiente figura.

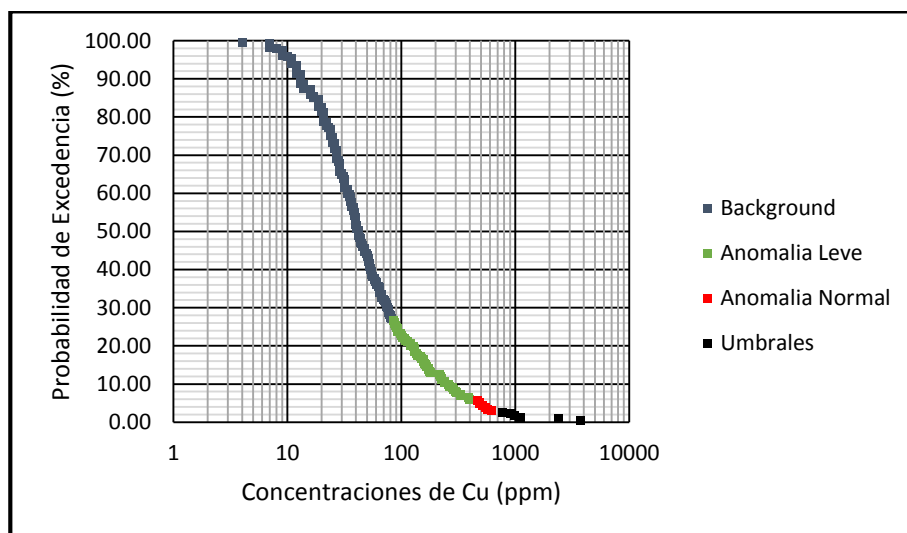


Figura 62 Grafico Log – Probabilidad del Cu (ppm)

Representamos estos valores de rangos anomalos y *background* en un mapa de isovalores, y por el método de interpolación Krigging se genera mapas isocontornos que permiten identificar las zonas con anomalias positivas de Cu y correlacionarlos con la litología y alteración identificadas en el mapeo geológico, dando como resultado la vectorización e identificación de áreas de interés y determinar su ubicación dentro del sistema hidrotermal.

Tabla 10 Resumen de análisis estadístico del Cu (ppm)

Concentracion	RANGO DE Cu (ppm)	Porcentaje (%)
Background	<82	70
anomala leve	[82 – 400]	20
anomala Normal	[400 – 725]	6
Umbral	>725	4
TOTAL		100

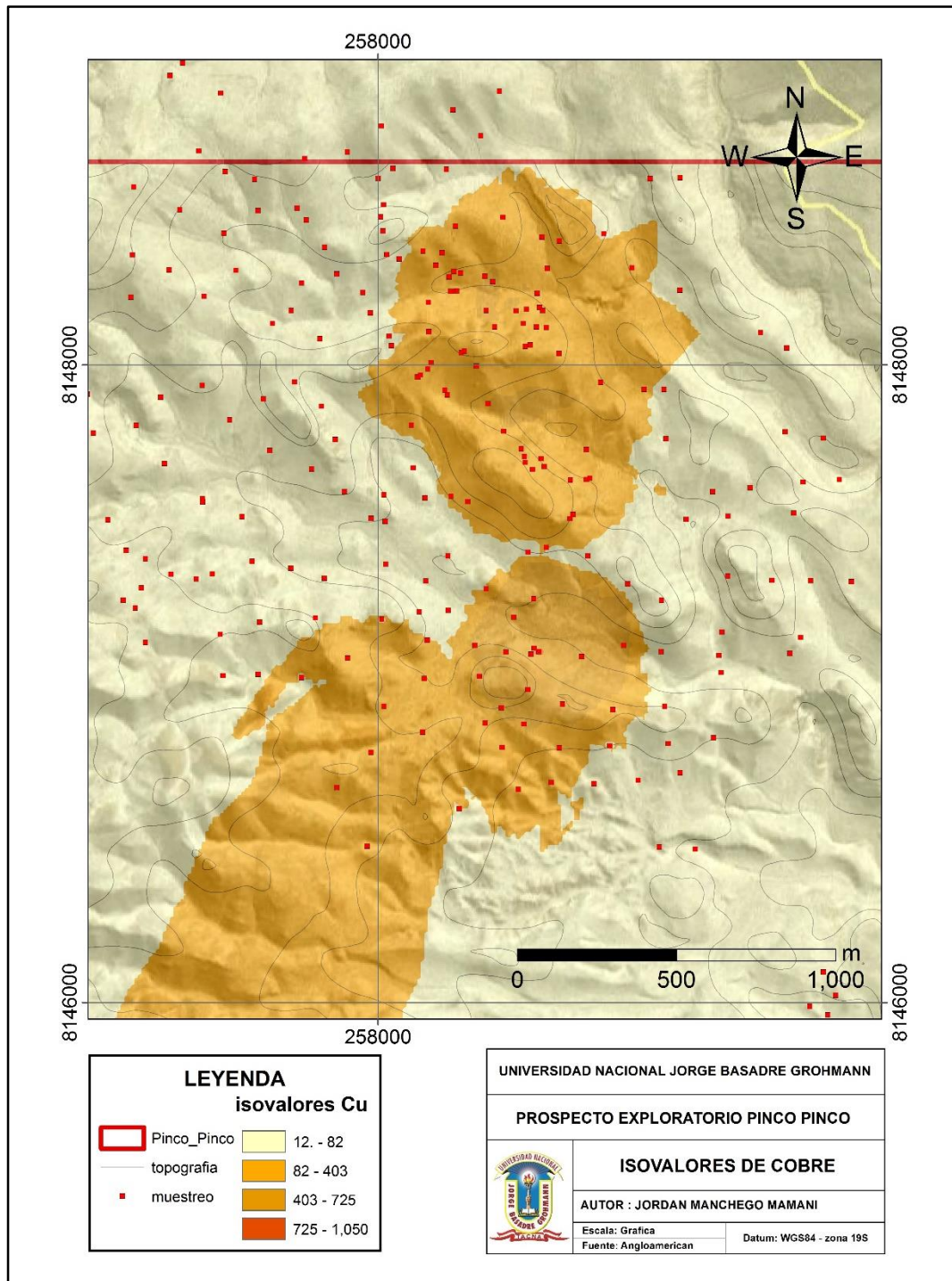


Figura 63 Mapa de isovalores geoquímicos del Cobre (ppm)

b) Anomalías geoquímicas del Molibdeno

El análisis químico del Mo presenta valores de concentraciones mínimas de 0,5 ppm y un máximo de 66 ppm; los valores de concentraciones altas están localizados en los intrusivos diorítico y anomalías normales en el pórfido dacita. Esta anomalía geoquímica toma una forma circular alargada orientada y vectorizada hacia el norte del sistema, siendo los intrusivos diorítico los de valores con concentraciones anómalas altas. Estas anomalías se encuentran asociado a la alteración sericita y en menor magnitud en la alteración Propilítica ya que ambas alteraciones se presentan en superficie representado por sus minerales característicos de ensamble como son: clorita – epidota, magnetita y sericita que se presentan en vetillas “EB”, “M” y vetillas “D” con sericita en sus halos. Mediante el análisis estadístico se obtuvieron los valores normales o *background* < 2,98 ppm con anomalías leves de 2,98 – 12,88 ppm, anomalías normales de 12,88 – 22,77 ppm y anomalías fuertes > 32,67 ppm.

El gráfico Log – probabilidad del molibdeno muestra una recta de pendiente variable, observandose hasta tres quiebres pronunciados que hacen notar la presencia de varias familias de concentración anómalas. Estos quiebres se presentan en la concentración normal o *background* (70%). La primera familia presenta una concentración de 0,5 ppm y representa el 35% de las muestras; la segunda familia, una concentración de 1 ppm y se expresa como el 25% de las muestras; y en la tercera familia se observan concentraciones de 2 ppm y representa el 10 % de las muestras. Las concentraciones anómalas y umbral presentan una recta de pendiente constante, infiriendo una única familia que representa el 30% del muestreo total. A continuación se presentan los resultados en la gráfica Log - probabilidad y el cuadro resumen.

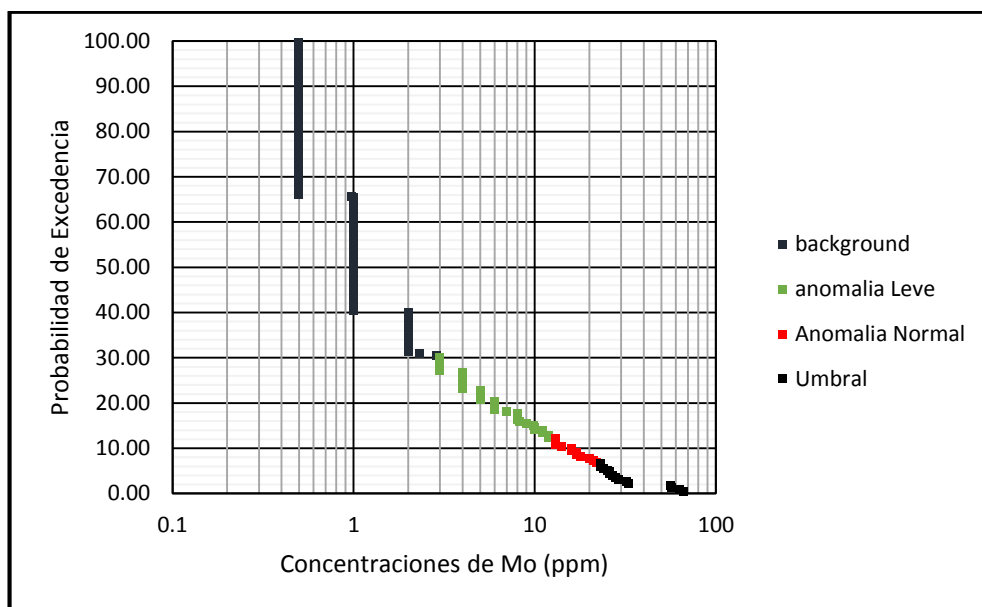


Figura 64 Grafico de Log – probabilidad del Mo (ppm)

Se representan estos valores de rangos anómalos y *background* en un mapa de isovalores; y por el metodo de interpolacion Krigging se genera mapas isocontornos que permiten identificar las zonas con anomalías positivas de Mo y correlacionarlos con las litología y alteración identificadas en el mapeo geológico, dando como resultado la vectorización e identificación de áreas de interés y determinar su ubicación dentro del sistema hidrotermal.

Tabla 11 Tabla resumen de análisis estadístico del Mo (ppm)

Concentracion	RANGO DE Mo (ppm)	PORCENTAJE %
Background	< 3	70
Anomala leve	[3 – 13]	20
Anomala Normal	[13 – 32]	5
Umbral	>32	5
TOTAL		100

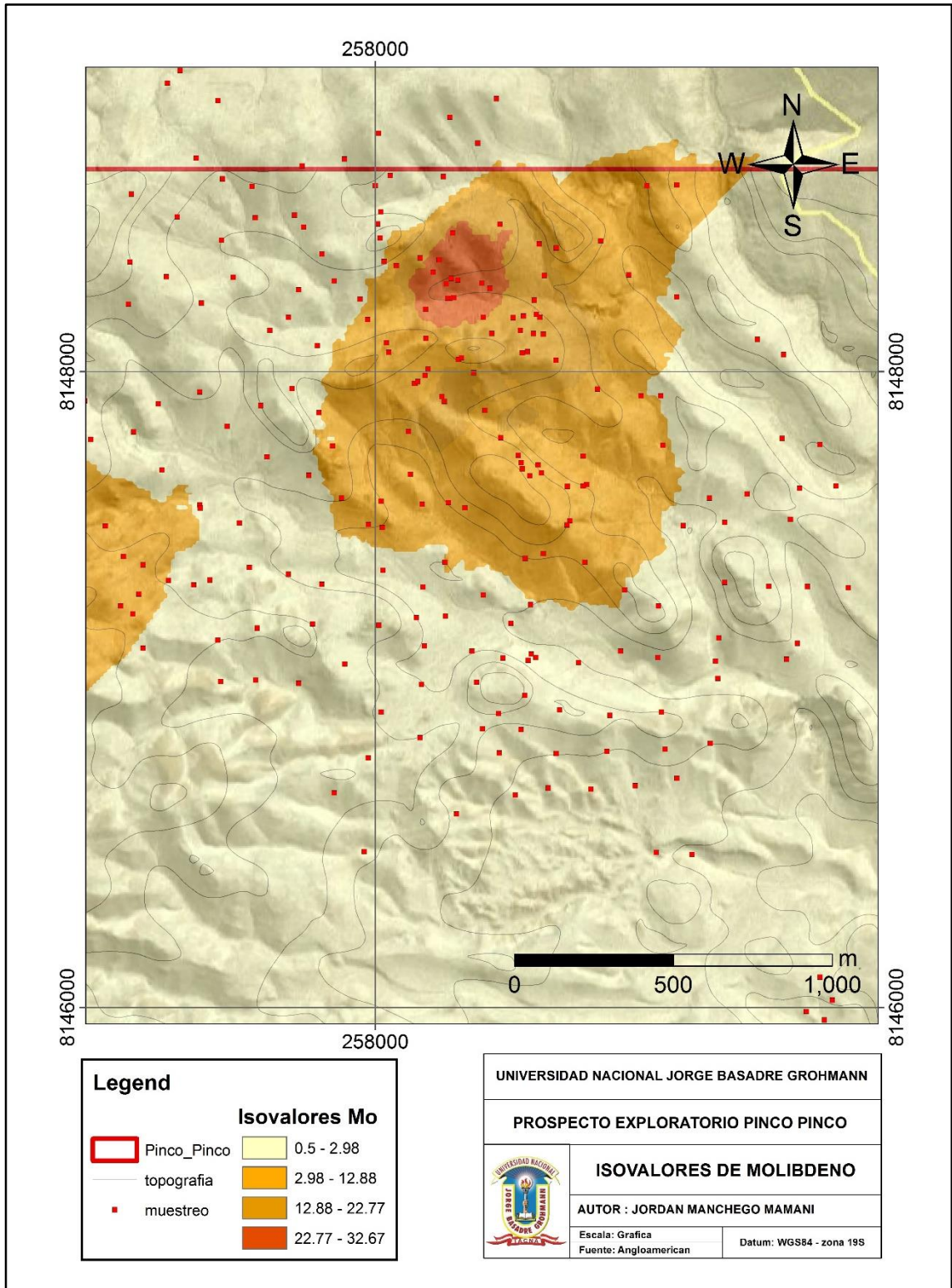


Figura 65 Mapa de isovalores geoquímicos del molibdeno (ppm)

c) Anomalías geoquímicas de la Plata

El análisis químico de la plata presenta valores de concentraciones mínimas de 0,05 ppm y un máximo de 72 ppm. Los valores de concentraciones altas están localizados en los intrusivos microdiorítico, diorita y anomalías normales en subvolcánicos riodacítico y pórfido andesita. Esta anomalía geoquímica toma una forma semicircular alargada, y se encuentra hacia el Sur, bordeando el sistema central; siendo los intrusivos microdiorita y diorita los de valores con concentraciones anómalas altas. Estas concentraciones anómalas se encuentran asociado a la alteración Propilítica ya que ésta se presenta en superficie representado por sus minerales característicos de ensamble como son: clorita – epidota, magnetita y sericita que se presentan en vetillas “M” y escasas vetillas “D” con sericita en sus halos. Mediante el análisis estadístico se obtuvieron los valores normales o *background* < 0,53 ppm con anomalías leves de 0,53 – 6,90 ppm, anomalías normales de 6,90 – 13,27 ppm y anomalías fuertes > 19,63 ppm.

El gráfico Log – probabilidad de la plata muestra una recta de pendiente variable, observándose hasta tres quiebres pronunciados que hacen notar la presencia de varias familias de concentración anómalas. Estos quiebres se presentan en la concentración normal o *background* (86%) y anomalías leve (10%). La primera familia presenta una concentración de 0,1 ppm y representa el 80% de las muestras; la segunda familia de 0,1 – 0,5 ppm y se expresa como el 6% de las muestras; y la tercera familia se observan concentraciones de 0,5 – 1,5 ppm y representa el 5% de las muestras. Las concentraciones anómalas representan el 14% del muestreo total. A continuación se presentan los resultados en la gráfica Log - probabilidad y el cuadro resumen.

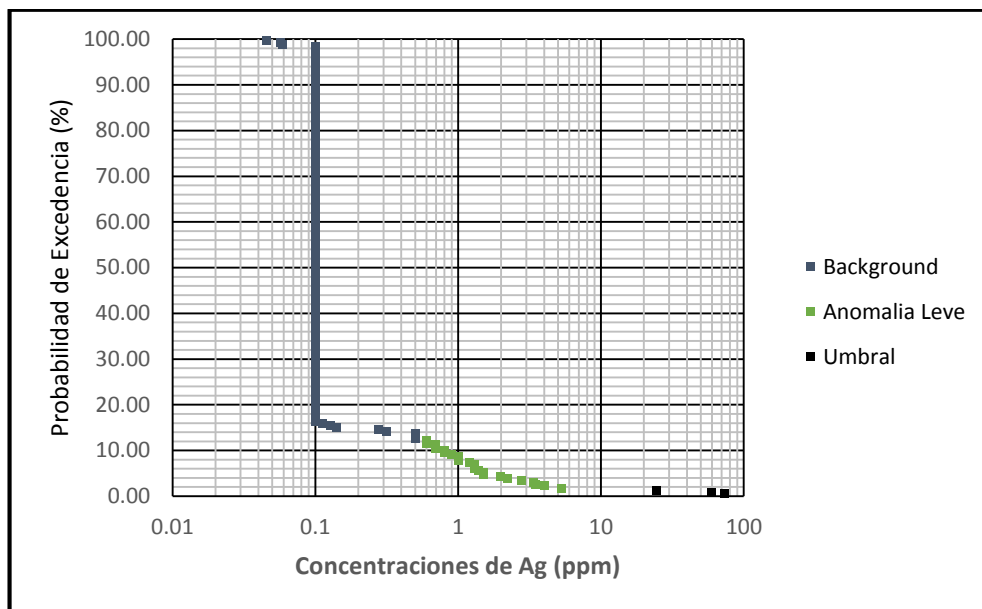


Figura 66 Gráfico de Log – probabilidad del Ag (ppm)

Representamos estos valores de rangos anómalos y *background* en un mapa de isovalores, y por el método de interpolación Krigging se genera mapas isocontornos que permiten identificar las zonas con anomalías positivas de la plata y correlacionarlos con las litología y alteración identificadas en el mapeo geológico, dando como resultado la vectorización e identificación de áreas de interés y determinar su ubicación dentro del sistema hidrotermal.

Tabla 12 Tabla resumen de análisis estadístico de Ag (ppm)

Concentracion	RANGO DE Ag (ppm)	PORCENTAJE (%)
Background	<0.5	86
Anomala leve	[0,5 – 6]	10
Anomala Normal	>6	4
TOTAL		100

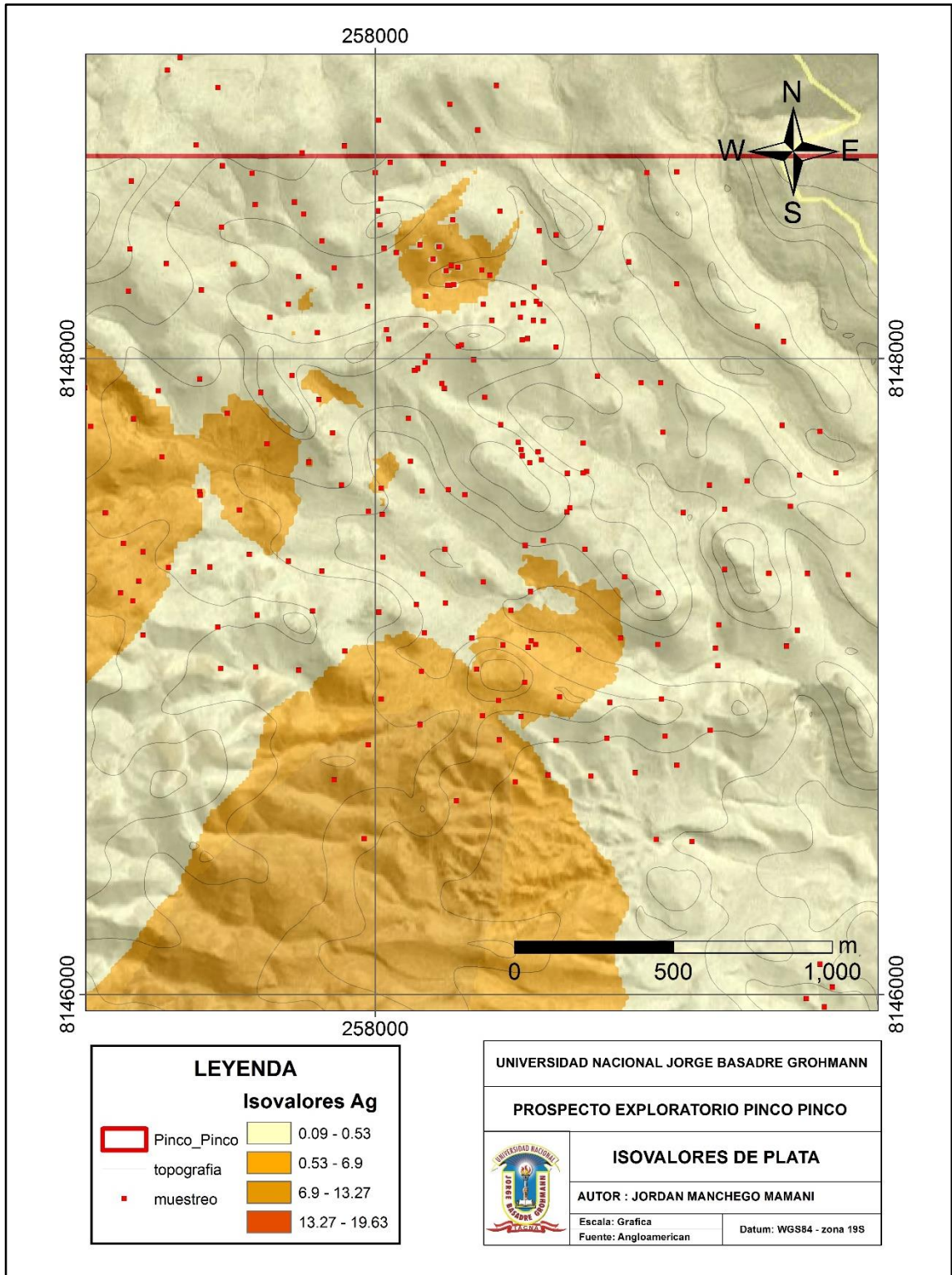


Figura 67 Mapa de isovalores de la plata (ppm)

d) Anomalía geoquímica del Oro

El análisis químico del Au presenta valores de concentraciones mínimas de 1 ppb y un máximo de 1060 ppb. Los valores de concentraciones altas están localizados en los intrusivos microdiorítico, diorita y brecha freatomagmática; anomalías normales en subvolcánicos riódacítico y pórfido andesita. Esta anomalía geoquímica toma una forma semicircular alargada y se encuentra en diferentes sectores bordeando el sistema central; siendo los intrusivos microdiorita, diorita y la brecha freatomagmática los de valores con concentraciones anómalas altas. Estas concentraciones anómalas se encuentran asociado a la alteración Propilítica y silicificación, ya que esta se presenta en superficie representado por sus minerales característicos de ensamble como son: clorita – epidota, magnetita, sericita para la microdiorita y diorita que se presentan en escasas vetillas “D” con sericita en sus halos mientras que para las Brechas presentan una fuerte silicificación y vetillas lixiviadas de sulfuros. Mediante el análisis estadístico se obtuvieron los valores normales o *background* < 10,64 ppb con anomalías leves de 10,64 – 85 ppb, anomalías normales de 85 – 159,35 ppb y anomalías fuertes > 233,71 ppb.

El grafico Log – probabilidad del Au muestra una recta de pendiente variable, observándose hasta dos quiebres pronunciados que hacen notar la presencia de varias familias de concentración anómala. Estos quiebres se presentan en la concentración normal o *background* (76%) y anomalías leve (20%) . La primera familia presenta una concentración de 1 ppb y representa el 60% de las muestras; la segunda familia presenta una concentración de 5 – 40 ppb y se expresa como el 45% de las muestras; y en tercera familia se observan concentraciones de 40 – 1060 ppm y representa el 5% de las muestras. Las concentraciones anómalas representan el 24% del muestreo total. A continuación se presentan los resultados en la grafica Log - probabilidad y el cuadro resumen.

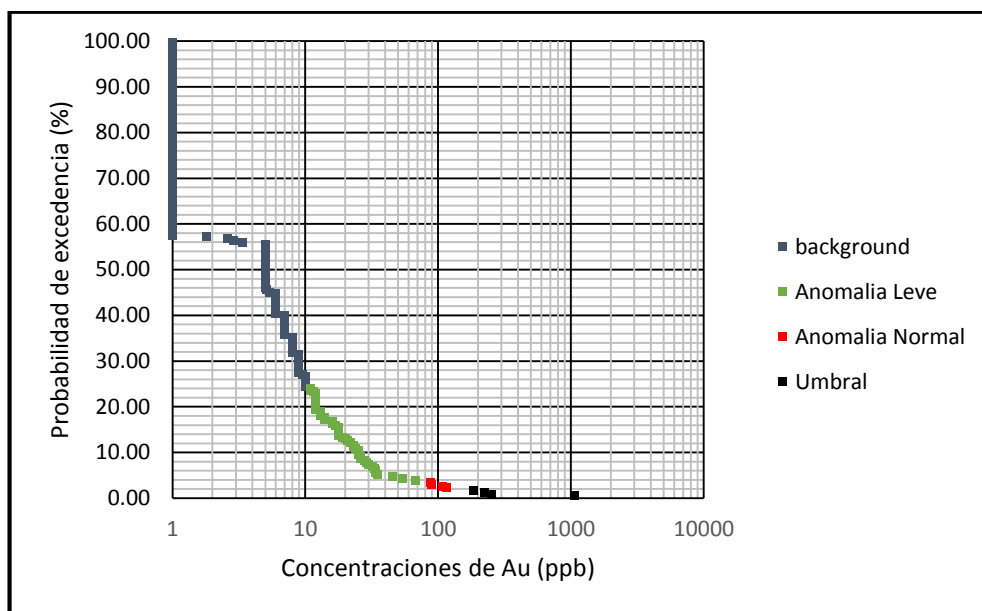


Figura 68 Gráfico de Log – probabilidad del Au (ppm)

Se representan estos valores de rangos anómalos y *background* en un mapa de isovalores, y por el método de interpolación Krigging se genera mapas isocontornos que permiten identificar las zonas con anomalías positivas del Au y correlacionarlos con las litología y alteración identificadas en el mapeo geológico, dando como resultado la vectorización e identificación de áreas de interés y determinar su ubicación dentro del sistema hidrotermal.

Tabla 13 Tabla resumen de análisis estadístico del Au (ppm)

Concentraciones	RANGO DE Au (ppb)	PORCENTAJE (%)
Background	<10	76
Anomala leve	[10 – 80]	20
Anomala Normal	[80 – 150]	2
Umbral	>150	2
TOTAL		100

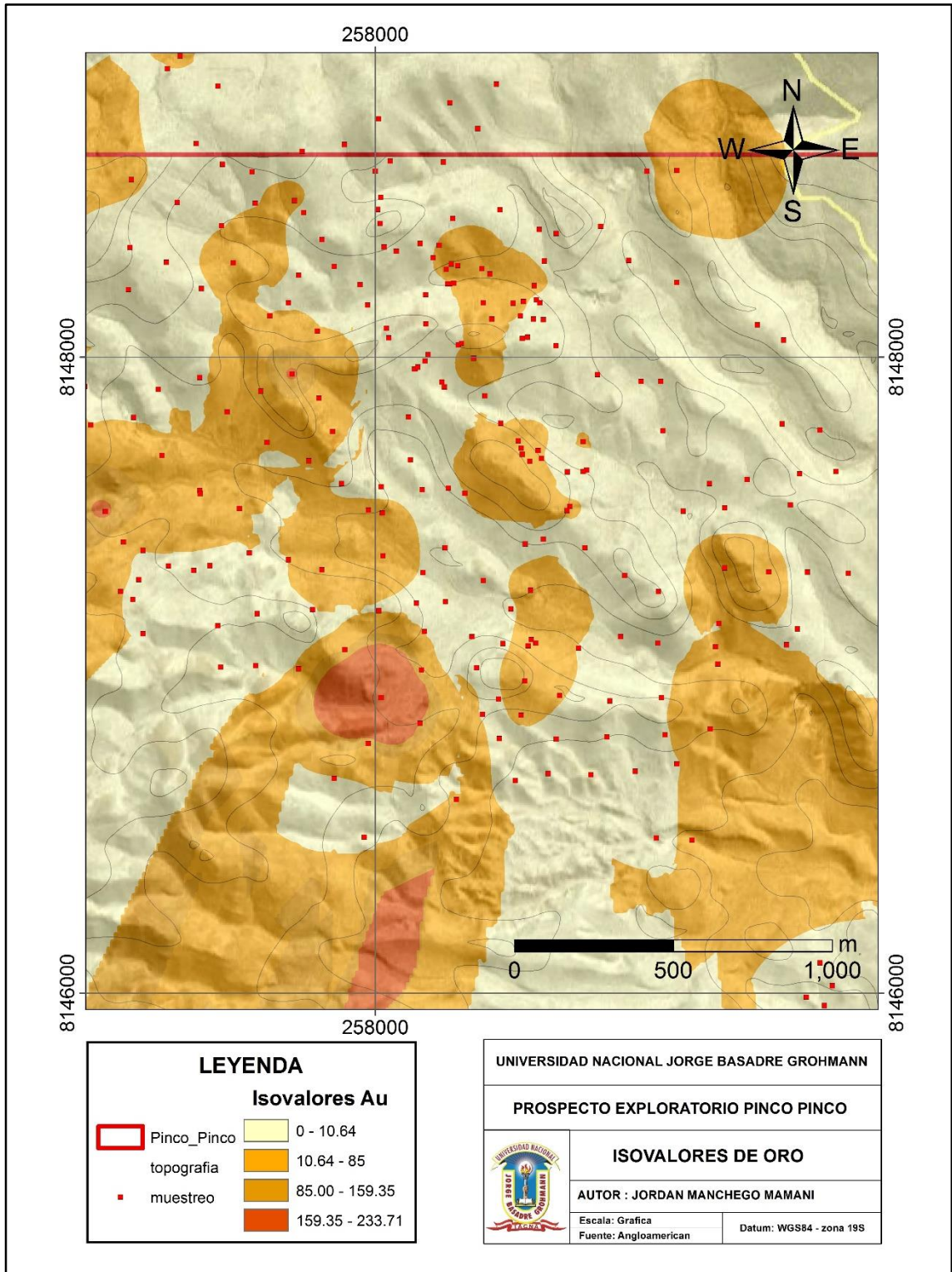


Figura 69 Mapa de Isovalores de Au (ppb)

e) Anomalías geoquímicas del Zinc, Plomo y Manganeso

El análisis químico del zinc, plomo y manganeso presenta valores de concentraciones mínimas de 1 ppm, 1 ppm, 23 ppm y un máximo de 771 ppm, 732, ppm, 2600 ppm respectivamente; los valores de concentraciones anómalas para estos tres elementos están asociados a los afloramientos de las rocas volcánicas andesitas y subvolcánicas pórfido andesita. Estas anomalías geoquímicas toman una forma oblicua semicircular similar al afloramiento mapeado de las andesitas y se encuentra en diferentes sectores bordeando el sistema de forma radial. Estas concentraciones anómalas se encuentran asociado a la alteración Propilítica en sus diferentes intensidades, ya que se presenta en superficie representado por sus minerales característicos de ensamble como son: clorita – epidota diseminada y en vetillas, magnetita diseminada. Mediante el análisis estadístico se obtuvieron los valores normales o *background* < 64,32 ppm, 30,54 ppm, 303,28 ppm, con anomalías leves de 64,32 – 162,27 ppm, 30,54 – 133,22 ppm, 303,28 – 902,46 ppm, anomalías normales de 162,27 – 260,21 ppm, 133,22 – 235,90 ppm, 902,46 – 1501,63 ppm, y anomalías fuertes > 358,15 ppm, 338,58 ppm, 2100,81 ppm respectivamente para el Zn, Pb y Mn.

El gráfico Log – probabilidad del Zn muestra una recta de pendiente constante, no observándose quiebres pronunciados que hagan notar la presencia de varias familias de concentración anómalas. El gráfico Log – probabilidad del Pb muestra una recta de pendiente variable, observándose hasta dos quiebres pronunciados que hacen notar la presencia de varias familias de concentración anómalas. Estos quiebres se presentan en la concentración normal o *background* (70%) y anomalías leve (20%) . La primera familia presenta una concentración de 1 – 5 ppm y representa el 10% de las muestras; la segunda, 5 – 30 ppm y se expresa como el 55% de las muestras. Las concentraciones anómalas representan el 30% del muestreo total. El gráfico Log –

probabilidad del Mn muestra una recta de pendiente variable, observándose hasta tres quiebres pronunciados que hacen notar la presencia de varias familias de concentración anómalas. Estos quiebres se presentan en la concentración normal o *background* (60%), anomalias leves (17%), anomalias normal (15%). La primera familia presenta una concentración de 20 – 100 ppm y representa el 50% de las muestras, la segunda de 100 – 500 ppm y se expresa como el 12% de las muestras; y en la tercera familia se observan concentraciones de 500 – 1050 ppm y representa el 25% de las muestras. Las concentraciones anómalas representan el 40% del muestreo total. A continuación se presentan los resultados en la grafica Log - probabilidad y el cuadro resumen.

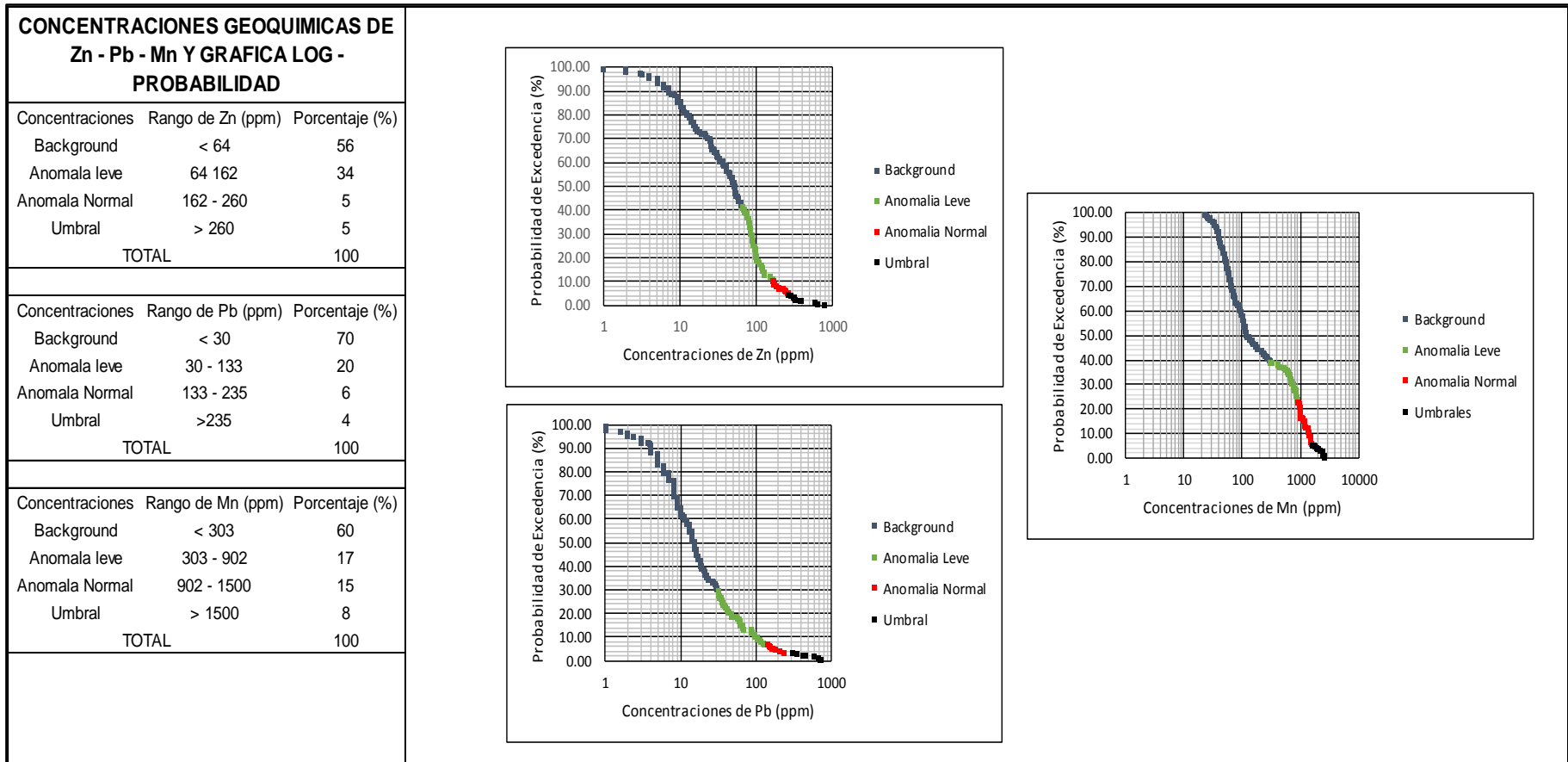


Figura 70 Cuadro resumen de concentraciones geoquímicas y gráfica Log – probabilidad de Zn, Pb, Mn

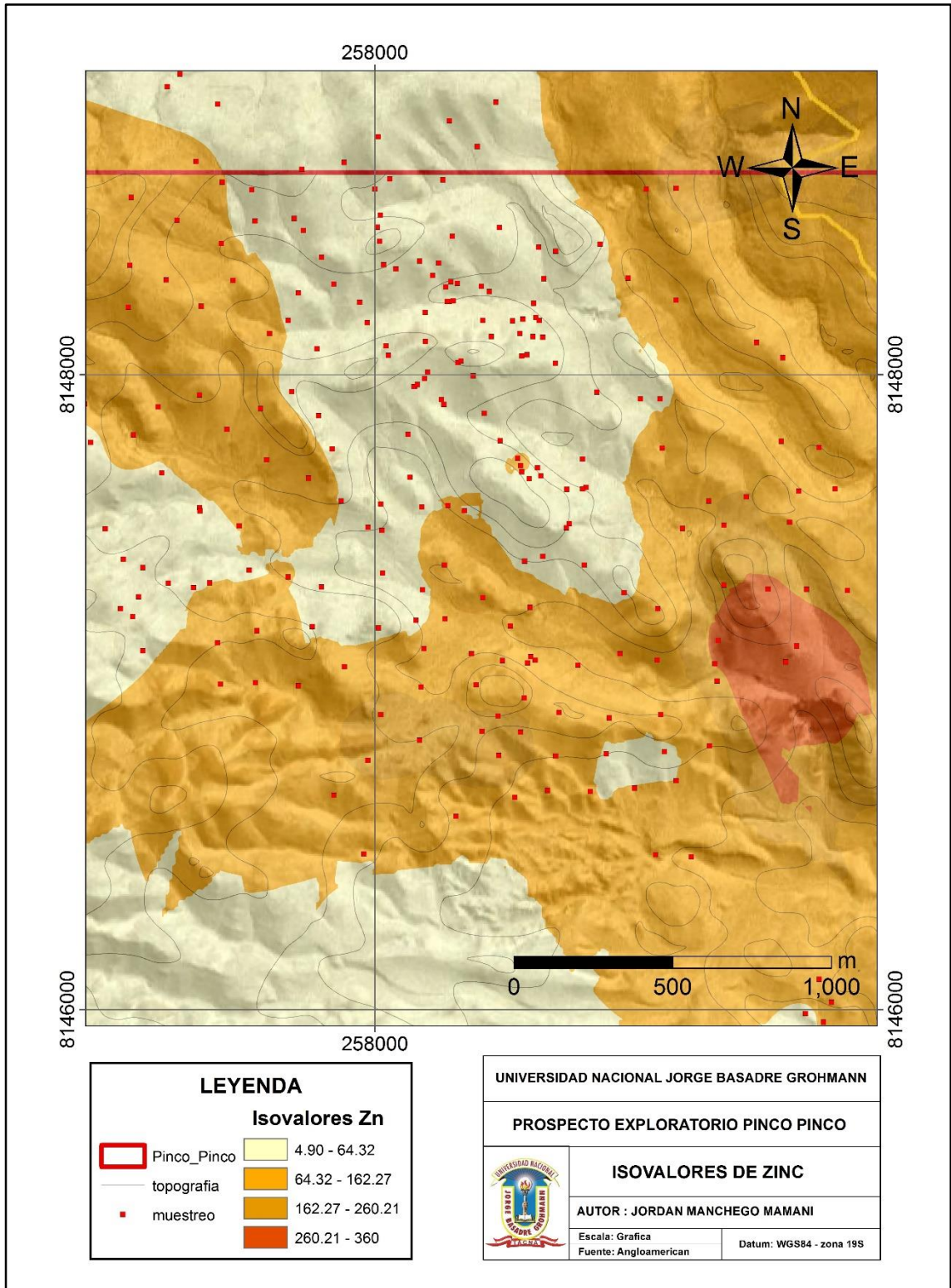


Figura 71 Mapa de isovalores de Zn (ppm)

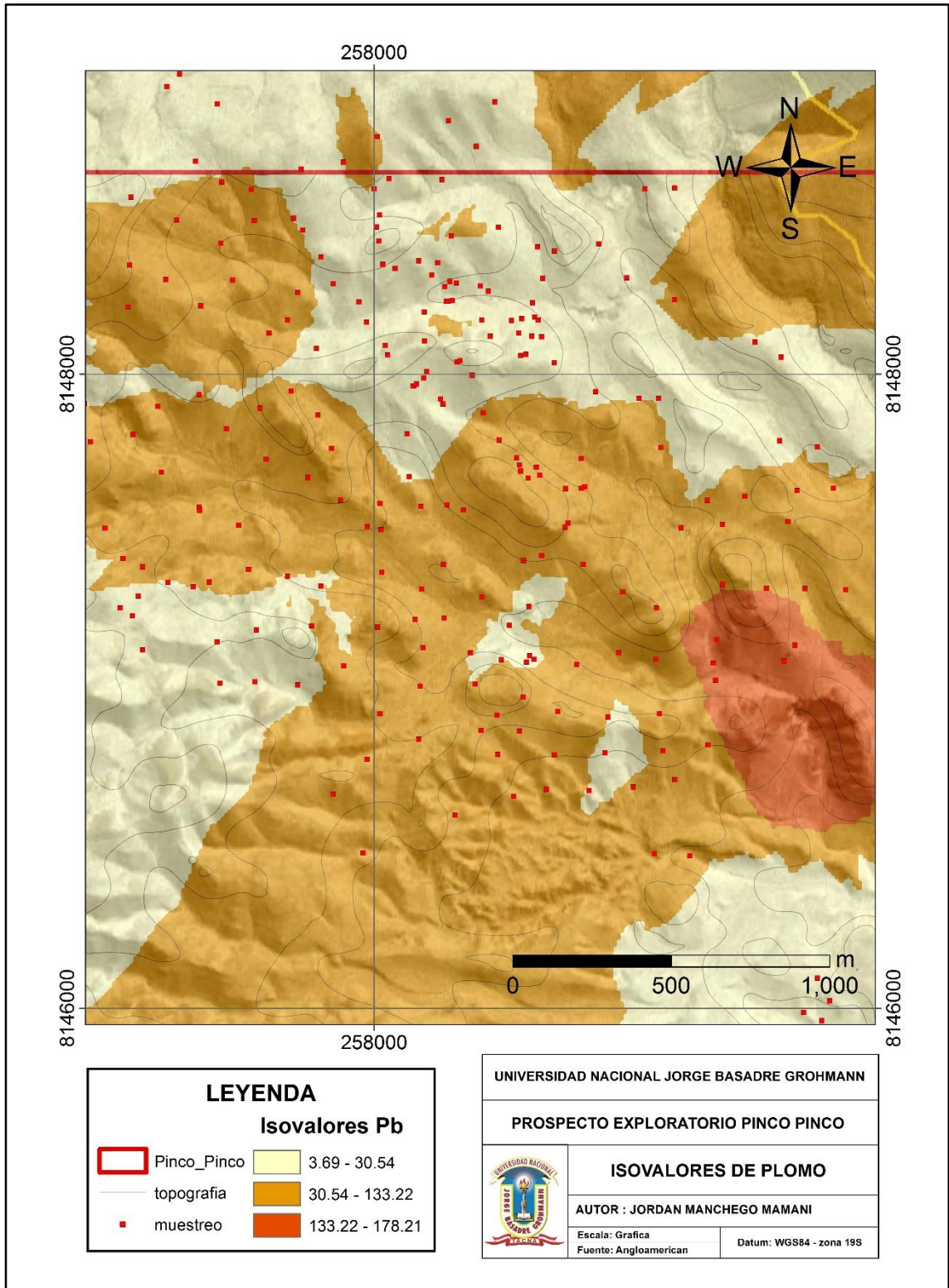


Figura 72 Mapa de isovalores de Plomo (ppm)

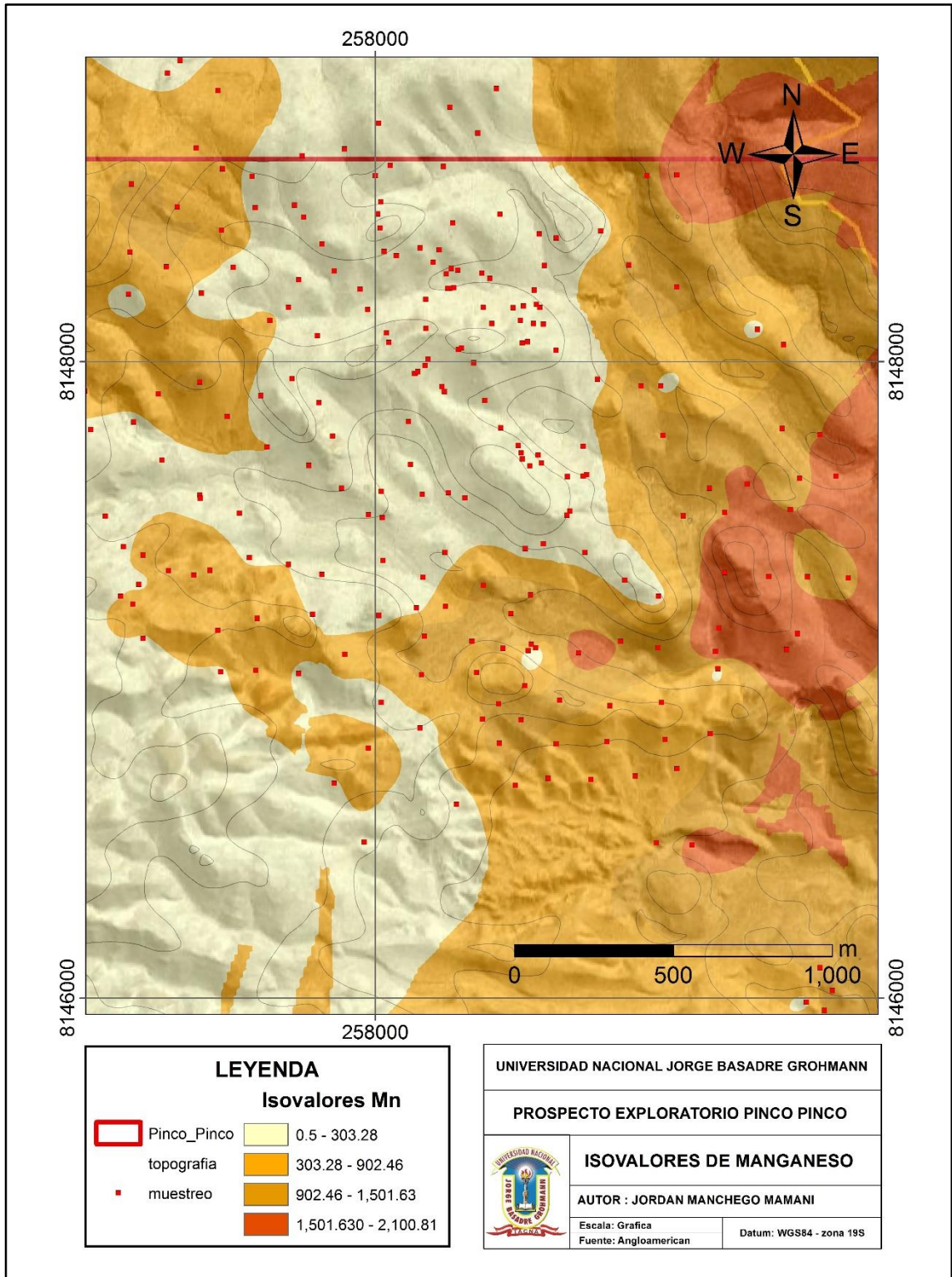


Figura 73 Mapa de isovalores de Manganeso

f) Interpretación

Analizados los resultados de gráficas Log – probabilidad se observa que permite diferenciar las concentraciones anómalas leves, normales y umbral con respecto al porcentaje de correspondencia de cada una ellas, para los elementos principales como el Cu, Mo, Au, Ag, Zn, Pb, Mn que son clásicas guías exploratorias. Se asocian los resultados anteriores con los mapas isovalores de las concentraciones y el mapeo geológico del Prospecto, donde se delimitaron las litologías y alteraciones hidrotermales en superficie. Todo ello permitió generar un mapa que representa los límites de las zonas central, intermedia y externa del sistema Pórfido Pinco Pinco, y también se asocia los elementos químicos correlacionables para cada una de estas zonas; el siguiente cuadro describe los elementos correlacionables y que representan cada una de las zonas del sistema.

Tabla 14 Características de correlación geoquímica superficial

Distribución Superficial de elementos			
ubicación en el Sistema	Elemento Principal	Asociación de elementos	Correlación
Zona Central	Cu, Mo	V	0.28
		P	0.29
		K	0.21
		W	0.19
Zona Intermedia	Pb, Sb	Ag	0.69
		Au	0.58
		S	0.53
		As	0.37
Zona Externa	Zn	Mg	0.93
		Ca	0.89
		Mn	0.76
		Na	0.76
		Sr	0.74
		Ti	0.74
		Ni	0.69
		Al	0.57
		Zn	0.45
Cd	0.2		

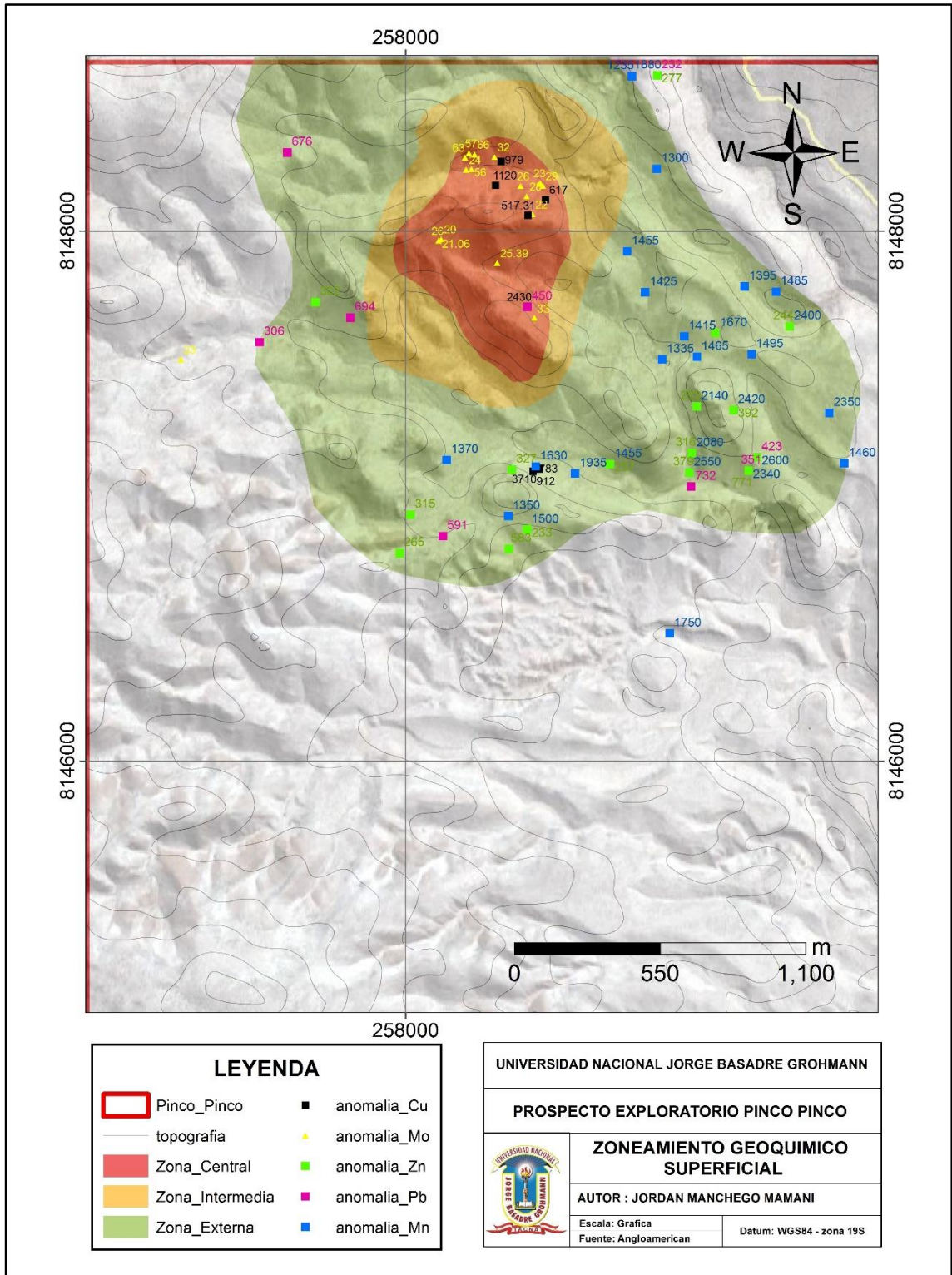


Figura 74 Mapa de zonamiento geoquímico superficial del Prospecto Pinco Pinco

6.2.2. Geoquímica de sondajes

La campaña de perforación realizó cinco sondajes; de estos, cuatro son testigos diamantinos y uno de aire reverso RC. Se ubicó dichos sondajes de acuerdo a los resultados de muestreo geoquímico, mapeo geológico detallado del Prospecto y el criterio del equipo de trabajo. Geológicamente, la ubicación de los sondajes estuvieron ligados al intrusivo precursor mineral (diorita), a la roca encajante (cuarcita), intrusivo mineralizante o Pórfido temprano (dacita) y finalmente un taladro se ubicó distante de todos ellos con la finalidad de obtener datos de la extensión de la alteración hidrotermal en profundidad.

Los resultados del muestreo geoquímico superficial y el análisis estadístico son importantes para definir las características de concentraciones anómalas de Cu, Mo, Pb, Zn, Mn y otros elementos que delimitan las zonas central, intermedia y externa del sistema pórfido, con la finalidad de ubicar los sondajes y localización de los distintos cuerpos Pórfidos, así como sus alteraciones características (Potásica, Propilítica, Fílica).

Los datos de cada sondaje están descritos en el cuadro siguiente, Cuadro 5.3. La generación de información de cada sondaje fue de la siguiente manera: el logueo de testigos para la obtención de litología, alteración y mineralización, muestreo geoquímico sistemático cada tres metros y análisis Terraspec de todo el sondaje; para luego realizar el análisis estadístico correspondiente de cada sondaje, obteniendo valores de concentraciones anómalas. Finalmente se elaboró el Sedlog para cada sondaje y una sección modelo del sistema hidrotermal tipo Pórfido cuprífero Pinco Pinco.

Tabla 15 Ubicación de sondajes y especificaciones

SONDAJE	TIP O	ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	BUZAMIENTO	PROFUNDIDAD
PPD - 001	DDH	258569	8147842	2685	250	-75	564.00
PPD - 002	DDH	257960	8147355	2699	232	-75	700.50
PPD - 003	RC	258585	8147449	2724	235	-75	178.00
PPD - 004	DDH	258193	8146485	2697	20	-68	701.20
PPD - 005	DDH	258364	8147577	2703	258	-68	501.10

6.2.2.1. Análisis estadístico

Se elaboraron cuadros de análisis estadístico para cada sondaje, encontrando así los valores de la media, mediana, varianza, desviación promedio y estándar con la finalidad de obtener las concentraciones *background* y anomalías positivas en profundidad para el muestreo sistemático que se realizó. Una comparativa entre las concentraciones anomalas versus la litología, alteración y mineralización obtenida en el logueo de testigos, permite afinar los contactos litológicos; determinar las zonas de altas concentraciones de Cobre y molibdeno, zonas de alteración hidrotermal y obtener el modelo geológico del Prospecto Pinco Pinco.

A continuación se presentan los cuadros estadísticos de los sondajes PPD-01, PPD-02, PPD-03, PPD-04 y el sondaje PPD-05.

Tabla 16 Análisis estadístico del sondaje PPD-01

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD-13-001																		
Elemento	Au (*)	Ag	Al (%)	As	B	Ba	Be	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Cu	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La
Numero de valores	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00
Minimo	2.50	0.10	0.13	1.00	5.00	10.00	0.25	1.00	0.02	0.25	1.00	3.00	5.00	1.01	5.00	0.50	0.06	5.00
Maximo	47.00	0.90	3.02	158.00	10.00	110.00	0.70	3.00	2.18	1.50	96.00	27.00	401.00	5.86	10.00	1.00	0.48	20.00
Media	6.48	0.13	0.93	26.38	5.09	42.02	0.30	1.12	0.49	0.27	11.24	10.59	82.98	2.93	5.99	0.50	0.15	8.76
Mediana	5.00	0.10	0.59	20.00	5.00	40.00	0.25	1.00	0.34	0.25	9.00	10.00	52.50	2.74	5.00	0.50	0.13	10.00
Varianza	34.56	0.01	0.62	483.79	0.45	388.59	0.01	0.12	0.21	0.01	89.23	15.14	7841.33	1.02	3.96	0.00	0.00	12.23
Desviacion Promedio	3.72	0.05	0.63	15.20	0.18	14.57	0.08	0.21	0.37	0.04	5.38	2.90	65.09	0.82	1.58	0.01	0.05	2.62
Desviacion Estandar	5.88	0.09	0.79	22.00	0.67	19.71	0.11	0.35	0.46	0.12	9.45	3.89	88.55	1.01	1.99	0.05	0.07	3.50
Fondo Regional (Background)	5.74	0.12	0.76	23.19	5.05	41.01	0.27	1.06	0.41	0.26	10.12	10.29	67.74	2.84	5.49	0.50	0.14	9.38
Anomalia Leve	11.62	0.21	1.54	45.18	5.72	60.72	0.39	1.41	0.88	0.38	19.57	14.18	156.29	3.85	7.48	0.55	0.21	12.88
Anomalia Normal	17.50	0.29	2.33	67.18	6.39	80.43	0.50	1.76	1.34	0.50	29.01	18.08	244.84	4.86	9.47	0.60	0.28	16.37
Anomalia Fuerte	23.38	0.38	3.12	89.17	7.06	100.15	0.61	2.11	1.80	0.62	38.46	21.97	333.39	5.86	11.46	0.65	0.34	19.87
ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD-13-001																		
Elemento	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Ni	P	Pb	S (%)	Sb	Sc	Sr	Th	Ti (%)	Tl	U	V	W	Zn
Numero de valores	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00	218.00
Minimo	0.01	26.00	0.50	0.01	1.00	50.00	1.00	0.12	1.00	0.50	2.00	10.00	0.01	5.00	5.00	0.50	5.00	4.00
Maximo	1.77	644.00	42.00	0.44	54.00	1080.00	66.00	6.84	20.00	9.00	281.00	10.00	0.17	5.00	5.00	108.00	550.00	282.00
Media	0.45	133.48	4.50	0.08	15.09	450.09	10.07	2.77	1.53	1.78	42.61	10.00	0.02	5.00	5.00	19.33	17.16	31.35
Mediana	0.27	86.00	3.00	0.03	13.00	360.00	7.00	2.61	1.00	1.00	17.50	10.00	0.01	5.00	5.00	6.00	5.00	20.00
Varianza	0.20	12903.15	35.11	0.01	98.44	70704.58	82.98	1.53	2.56	3.14	3095.18	0.00	0.00	0.00	0.00	716.68	3891.45	1139.65
Desviacion Promedio	0.35	85.32	3.58	0.08	7.03	223.41	6.61	0.98	0.75	1.32	41.01	0.00	0.02	0.00	0.00	21.02	21.52	22.46
Desviacion Estandar	0.44	113.59	5.93	0.10	9.92	265.90	9.11	1.24	1.60	1.77	55.63	0.00	0.03	0.00	0.00	26.77	62.38	33.76
Fondo Regional (Background)	0.36	109.74	3.75	0.06	14.04	405.05	8.53	2.69	1.27	1.39	30.06	10.00	0.01	5.00	5.00	12.67	11.08	25.67
Anomalia Leve	0.80	223.33	9.67	0.16	23.97	670.95	17.64	3.93	2.87	3.16	85.69	10.00	0.04	5.00	5.00	39.44	73.46	59.43
Anomalia Normal	1.24	336.92	15.60	0.25	33.89	936.85	26.75	5.16	4.47	4.93	141.33	10.00	0.07	5.00	5.00	66.21	135.84	93.19
Anomalia Fuerte	1.69	450.51	21.52	0.35	43.81	1202.76	35.86	6.40	6.07	6.70	196.96	10.00	0.09	5.00	5.00	92.98	198.22	126.95

Tabla 17 Análisis estadístico del sondeaje PPD-02

ANALISIS ESTADISTICO PPD - 002																		
Elemento	Au (*)	Ag	Al (%)	As	B	Ba	Be	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Cu	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La
Numero de valores	267	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218
Minimo	2.5	0.1	0.22	1	5	20	0.25	1	0.1	0.25	1	1	35	1.27	5	0.5	0.09	5
Maximo	357	17.2	2.82	917	20	220	0.6	33	7.3	122	108	27	9290	7.4	10	81	0.51	50
Media	24.24	0.94	1.53	47.78	6.16	58.50	0.26	1.96	1.26	2.04	18.85	8.95	440.62	4.08	7.77	0.82	0.21	7.88
Mediana	16.00	0.40	1.87	12.00	5.00	50.00	0.25	1.00	1.17	0.25	19.00	9.00	230.00	4.27	10.00	0.50	0.19	10.00
Varianza	1124.15	3.66	0.72	9811.19	5.02	808.24	0.00	7.66	0.73	123.77	118.07	16.09	578387	0.81	6.18	24.20	0.00	13.97
Desviacion Promedio	16.68	0.91	0.77	54.80	1.80	21.52	0.02	1.23	0.61	3.29	6.47	2.90	366.58	0.66	2.47	0.62	0.05	2.70
Desviacion Estandar	33.53	1.91	0.85	99.05	2.24	28.43	0.05	2.77	0.86	11.13	10.87	4.01	760.52	0.90	2.49	4.92	0.07	3.74
Fondo Regional (Background)	20.12	0.67	1.70	29.89	5.58	54.25	0.25	1.48	1.21	1.14	18.93	8.97	335.31	4.17	8.89	0.66	0.20	8.94
Anomalia Leve	53.65	2.58	2.55	128.94	7.82	82.68	0.30	4.25	2.07	12.27	29.79	12.98	1095.83	5.07	11.37	5.58	0.27	12.68
Anomalia Normal	87.18	4.50	3.40	227.99	10.06	111.11	0.35	7.02	2.93	23.39	40.66	17.00	1856.34	5.98	13.86	10.50	0.34	16.42
Anomalia Fuerte	120.70	6.41	4.24	327.05	12.30	139.54	0.40	9.79	3.78	34.52	51.52	21.01	2616.86	6.88	16.34	15.42	0.41	20.15
ANALISIS ESTADISTICO PPD - 002																		
Elemento	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Ni	P	Pb	S (%)	Sb	Sc	Sr	Th	Ti (%)	Tl	U	V	W	Zn
Numero de valores	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218
Minimo	0.02	16	0.5	0.01	3	190	2	0.01	1	0.5	4	10	0.005	5	5	1	5	12
Maximo	2.09	4710	205	0.18	29	1160	6110	9.72	4850	8	616	10	0.1	5	30	126	550	10000
Media	1.01	600.71	9.11	0.07	13.25	794.16	116.42	2.69	28.86	3.46	78.84	10.00	0.02	5.00	5.28	54.42	23.05	280.21
Mediana	1.34	434.00	5.00	0.06	14.00	930.00	13.00	2.79	4.00	4.00	59.00	10.00	0.01	5.00	5.00	61.00	5.00	45.00
Varianza	0.50	344979	272.24	0.00	14.82	68607.81	379334	2.13	88031.00	5.51	6108.96	0.00	0.00	0.00	3.20	1417.18	3832.91	1753196
Desviacion Promedio	0.65	413.86	7.44	0.04	3.11	219.89	180.93	1.06	43.02	2.08	52.42	0.00	0.02	0.00	0.54	33.90	30.03	426.57
Desviacion Estandar	0.71	587.35	16.50	0.04	3.85	261.93	615.90	1.46	296.70	2.35	78.16	0.00	0.02	0.00	1.79	37.65	61.91	1324.08
Fondo Regional (Background)	1.18	517.35	7.06	0.06	13.62	862.08	64.71	2.74	16.43	3.73	68.92	10.00	0.01	5.00	5.14	57.71	14.03	162.60
Anomalia Leve	1.89	1104.70	23.56	0.11	17.47	1124.01	680.61	4.20	313.13	6.08	147.08	10.00	0.03	5.00	6.93	95.36	75.94	1486.69
Anomalia Normal	2.60	1692.05	40.06	0.15	21.32	1385.94	1296.51	5.66	609.83	8.43	225.24	10.00	0.06	5.00	8.72	133.00	137.85	2810.77
Anomalia Fuerte	3.31	2279.40	56.56	0.19	25.17	1647.87	1912.41	7.12	906.53	10.77	303.40	10.00	0.08	5.00	10.51	170.65	199.76	4134.85

Tabla 18 Análisis estadístico del sondaje PPD-03

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD - 003																		
Elemento	Au (*)	Ag	Al (%)	As	B	Ba	Be	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Cu	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La
Numero de valores	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00
Minimo	2.50	0.10	0.02	2.00	5.00	5.00	0.25	1.00	0.01	0.25	0.50	3.00	10.00	0.66	5.00	0.50	0.01	5.00
Maximo	24.00	6.70	2.67	232.00	10.00	110.00	0.90	11.00	4.37	10.70	31.00	49.00	888.00	26.20	10.00	0.50	0.42	20.00
Media	7.77	0.56	1.05	21.14	5.57	36.93	0.30	1.28	0.79	0.87	14.24	10.94	187.85	5.28	6.99	0.50	0.18	8.24
Mediana	6.00	0.20	0.57	13.50	5.00	30.00	0.25	1.00	0.30	0.25	14.00	10.00	126.00	4.43	5.00	0.50	0.17	10.00
Varianza	22.23	1.05	0.78	827.71	2.52	377.52	0.02	1.48	0.77	3.61	52.93	31.30	36453.08	18.38	5.99	0.00	0.01	7.41
Desviacion Promedio	3.91	0.58	0.81	14.83	1.01	14.83	0.09	0.51	0.76	0.96	6.41	3.39	142.11	2.61	2.40	0.00	0.06	2.43
Desviacion Estandar	4.71	1.02	0.88	28.77	1.59	19.43	0.13	1.21	0.88	1.90	7.28	5.59	190.93	4.29	2.45	0.00	0.08	2.72
Fondo Regional	6.89	0.38	0.81	17.32	5.28	33.47	0.28	1.14	0.54	0.56	14.12	10.47	156.93	4.85	5.99	0.50	0.17	9.12
Anomalia Leve	11.60	1.40	1.69	46.09	6.87	52.90	0.41	2.36	1.42	2.46	21.40	16.07	347.85	9.14	8.44	0.50	0.25	11.84
Anomalia Normal	16.32	2.43	2.57	74.86	8.46	72.33	0.54	3.57	2.30	4.36	28.67	21.66	538.78	13.43	10.89	0.50	0.33	14.56
Anomalia Fuerte	21.03	3.45	3.45	103.63	10.04	91.76	0.68	4.79	3.17	6.26	35.95	27.26	729.71	17.72	13.34	0.50	0.40	17.29
ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD - 003																		
Elemento	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Ni	P	Pb	S (%)	Sb	Sc	Sr	Th	Ti (%)	Tl	U	V	W	Zn
Numero de valores	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00
Minimo	0.01	50.00	1.00	0.01	1.00	10.00	1.00	0.01	1.00	0.50	1.00	10.00	0.01	5.00	5.00	1.00	5.00	3.00
Maximo	1.69	1970.00	42.00	0.31	68.00	1210.00	111.00	10.00	75.00	10.00	176.00	10.00	0.16	10.00	5.00	115.00	5.00	410.00
Media	0.60	291.84	3.40	0.08	12.92	628.64	17.70	3.97	8.09	3.13	36.63	10.00	0.03	5.06	5.00	36.86	5.00	68.56
Mediana	0.31	170.00	2.00	0.03	12.00	550.00	10.00	2.90	4.00	1.00	13.00	10.00	0.01	5.00	5.00	15.00	5.00	55.00
Varianza	0.33	93278.75	23.35	0.01	61.57	152923	392.66	8.81	150.47	8.86	1927.76	0.00	0.00	0.28	0.00	1476.44	0.00	4235.25
Desviacion Promedio	0.53	227.54	2.13	0.08	4.21	366.56	12.67	2.38	7.02	2.70	36.40	0.00	0.03	0.11	0.00	35.21	0.00	42.96
Desviacion Estandar	0.57	305.42	4.83	0.09	7.85	391.05	19.82	2.97	12.27	2.98	43.91	0.00	0.04	0.53	0.00	38.42	0.00	65.08
Fondo Regional	0.45	230.92	2.70	0.05	12.46	589.32	13.85	3.43	6.05	2.07	24.81	10.00	0.02	5.03	5.00	25.93	5.00	61.78
Anomalia Leve	1.03	536.34	7.53	0.14	20.31	980.37	33.67	6.40	18.31	5.04	68.72	10.00	0.06	5.56	5.00	64.36	5.00	126.86
Anomalia Normal	1.60	841.75	12.36	0.23	28.15	1371.43	53.48	9.37	30.58	8.02	112.62	10.00	0.10	6.09	5.00	102.78	5.00	191.94
Anomalia Fuerte	2.17	1147.17	17.20	0.32	36.00	1762.48	73.30	12.34	42.85	10.99	156.53	10.00	0.15	6.62	5.00	141.21	5.00	257.01

Tabla 19 Análisis estadístico del sondaje PPD-04

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD - 004																		
Elemento	Au (*)	Ag	Al (%)	As	B	Ba	Be	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Cu	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La
Numero de valores	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00
Minimo	2.50	0.10	0.40	1.00	5.00	30.00	0.25	1.00	0.95	0.25	4.00	2.00	9.00	1.66	5.00	0.50	0.08	10.00
Maximo	244.00	2.10	1.15	113.00	10.00	1530.00	0.80	2.00	3.57	15.00	11.00	8.00	893.00	3.53	10.00	1.00	0.42	20.00
Media	13.83	0.53	0.77	8.33	5.04	116.07	0.27	1.03	2.21	1.31	7.62	3.41	186.45	2.39	5.83	0.50	0.25	13.21
Mediana	10.00	0.40	0.77	3.00	5.00	80.00	0.25	1.00	2.26	0.80	8.00	3.00	99.00	2.39	5.00	0.50	0.26	10.00
Varianza	522.38	0.12	0.03	222.90	0.21	22083.69	0.00	0.03	0.23	3.20	1.59	1.64	38728.22	0.10	3.47	0.00	0.00	21.78
Desviacion Promedio	9.51	0.25	0.15	8.12	0.08	69.84	0.03	0.07	0.40	1.00	1.04	0.94	152.32	0.25	1.39	0.01	0.05	4.36
Desviacion Estandar	22.86	0.35	0.18	14.93	0.46	148.61	0.07	0.18	0.48	1.79	1.26	1.28	196.79	0.31	1.86	0.05	0.06	4.67
Fondo Regional	11.91	0.46	0.77	5.66	5.02	98.03	0.26	1.02	2.23	1.05	7.81	3.21	142.73	2.39	5.42	0.50	0.26	11.60
Anomalia Leve	34.77	0.81	0.95	20.59	5.48	246.64	0.33	1.20	2.71	2.84	9.07	4.48	339.52	2.70	7.28	0.55	0.32	16.27
Anomalia Normal	57.62	1.17	1.13	35.52	5.94	395.25	0.40	1.38	3.20	4.63	10.34	5.76	536.32	3.01	9.14	0.59	0.39	20.94
Anomalia Fuerte	80.48	1.52	1.31	50.45	6.40	543.85	0.47	1.56	3.68	6.42	11.60	7.04	733.11	3.33	11.01	0.64	0.45	25.60
ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD - 04																		
Elemento	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Ni	P	Pb	S (%)	Sb	Sc	Sr	Th	Ti (%)	Tl	U	V	W	Zn
Numero de valores	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00	234.00
Minimo	0.05	367.00	0.50	0.02	1.00	520.00	16.00	0.01	1.00	0.50	34.00	10.00	0.01	5.00	5.00	2.00	5.00	29.00
Maximo	0.70	2240.00	28.00	0.09	5.00	820.00	1100.00	5.37	29.00	3.00	2650.00	10.00	0.11	5.00	10.00	44.00	5.00	2340.00
Media	0.38	1119.46	4.87	0.04	3.50	730.34	118.26	2.31	2.35	1.18	276.26	10.00	0.01	5.00	5.02	14.11	5.00	242.63
Mediana	0.36	1080.00	3.00	0.04	4.00	730.00	88.00	2.42	1.00	1.00	117.00	10.00	0.01	5.00	5.00	10.00	5.00	174.50
Varianza	0.02	130129	24.36	0.00	0.58	2239.20	13224.94	0.95	13.41	0.22	182510	0.00	0.00	0.00	0.11	101.66	0.00	67064
Desviacion Promedio	0.12	278.05	3.75	0.01	0.64	37.88	70.18	0.73	1.95	0.37	253.36	0.00	0.01	0.00	0.04	8.23	0.00	151.21
Desviacion Estandar	0.14	360.73	4.94	0.01	0.76	47.32	115.00	0.98	3.66	0.47	427.21	0.00	0.02	0.00	0.33	10.08	0.00	258.97
Fondo Regional	0.37	1099.73	3.93	0.04	3.75	730.17	103.13	2.37	1.68	1.09	196.63	10.00	0.01	5.00	5.01	12.06	5.00	208.57
Anomalia Leve	0.51	1460.46	8.87	0.05	4.51	777.49	218.13	3.34	5.34	1.56	623.84	10.00	0.02	5.00	5.34	22.14	5.00	467.53
Anomalia Normal	0.66	1821.20	13.81	0.06	5.28	824.81	333.13	4.32	9.00	2.03	1051.05	10.00	0.04	5.00	5.66	32.22	5.00	726.50
Anomalia Fuerte	0.80	2181.93	18.74	0.07	6.04	872.13	448.13	5.30	12.66	2.50	1478.26	10.00	0.05	5.00	5.99	42.30	5.00	985.47

Tabla 20 Análisis estadístico del sondeaje PPD-05

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD - 05																		
Elemento	Au (*)	Ag	Al (%)	As	B	Ba	Be	Bi	Ca (%)	Cd	Co	Cr	Cu	Fe (%)	Ga	Hg	K (%)	La
Numero de valores	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00
Minimo	2.50	0.10	1.13	1.00	5.00	10.00	0.25	1.00	0.12	0.25	4.00	3.00	177.00	2.39	5.00	0.50	0.10	5.00
Maximo	71.00	9.60	3.11	23.00	20.00	160.00	0.80	3.00	2.16	23.70	61.00	12.00	2090.00	5.54	10.00	1.00	0.58	10.00
Media	19.09	0.38	1.91	3.17	5.48	73.35	0.29	1.05	0.66	0.77	18.95	6.77	740.93	3.65	7.28	0.51	0.25	9.91
Mediana	17.00	0.30	1.85	2.00	5.00	70.00	0.25	1.00	0.63	0.25	18.00	7.00	690.00	3.53	5.00	0.50	0.24	10.00
Varianza	121.78	0.59	0.18	15.58	3.06	500.13	0.01	0.06	0.13	6.31	57.64	5.33	113568	0.37	6.20	0.00	0.00	0.44
Desviacion Promedio	7.83	0.26	0.34	2.48	0.88	17.47	0.06	0.10	0.25	0.91	4.72	1.88	279.82	0.50	2.48	0.02	0.04	0.18
Desviacion Estandar	11.04	0.76	0.42	3.95	1.75	22.36	0.12	0.25	0.36	2.51	7.59	2.31	337.00	0.61	2.49	0.07	0.06	0.66
Fondo Regional	18.04	0.34	1.88	2.58	5.24	71.68	0.27	1.03	0.65	0.51	18.47	6.89	715.47	3.59	6.14	0.50	0.24	9.96
Anomalia Leve	29.08	1.11	2.30	6.53	6.99	94.04	0.38	1.28	1.00	3.02	26.07	9.19	1052.47	4.20	8.63	0.57	0.31	10.62
Anomalia Normal	40.11	1.87	2.72	10.48	8.74	116.40	0.50	1.53	1.36	5.53	33.66	11.50	1389.46	4.81	11.12	0.64	0.37	11.28
Anomalia Fuerte	51.15	2.64	3.14	14.42	10.49	138.77	0.62	1.78	1.72	8.05	41.25	13.81	1726.46	5.42	13.61	0.70	0.43	11.95
ANÁLISIS ESTADÍSTICO PPD - 05																		
Elemento	Mg (%)	Mn	Mo	Na (%)	Ni	P	Pb	S (%)	Sb	Sc	Sr	Th	Ti (%)	Tl	U	V	W	Zn
Numero de valores	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00
Minimo	0.17	37.00	1.00	0.03	4.00	630.00	2.00	0.01	1.00	1.00	9.00	10.00	0.01	5.00	5.00	11.00	5.00	19.00
Maximo	2.12	2410.00	110.00	0.34	36.00	1370.00	2010.00	4.77	111.00	9.00	255.00	10.00	0.08	5.00	5.00	118.00	5.00	1850.00
Media	1.12	339.62	14.87	0.07	10.48	847.72	48.68	1.86	2.62	3.42	64.86	10.00	0.01	5.00	5.00	50.66	5.00	84.84
Mediana	1.16	297.00	11.00	0.06	10.00	830.00	7.00	1.87	1.00	3.00	35.00	10.00	0.01	5.00	5.00	46.00	5.00	37.00
Varianza	0.13	71457.80	198.90	0.00	12.24	12766.08	48311.76	0.84	90.34	3.74	3733.57	0.00	0.00	0.00	0.00	558.22	0.00	47106.62
Desviacion Promedio	0.28	121.96	8.73	0.03	2.26	87.88	72.67	0.72	2.64	1.61	49.96	0.00	0.01	0.00	0.00	19.77	0.00	76.46
Desviacion Estandar	0.36	267.32	14.10	0.04	3.50	112.99	219.80	0.92	9.50	1.93	61.10	0.00	0.01	0.00	0.00	23.63	0.00	217.04
Fondo Regional	1.14	318.31	12.93	0.07	10.24	838.86	27.84	1.87	1.81	3.21	49.93	10.00	0.01	5.00	5.00	48.33	5.00	60.92
Anomalia Leve	1.50	585.63	27.04	0.11	13.74	951.85	247.64	2.78	11.31	5.14	111.03	10.00	0.02	5.00	5.00	71.96	5.00	277.96
Anomalia Normal	1.85	852.94	41.14	0.15	17.24	1064.84	467.44	3.70	20.82	7.08	172.13	10.00	0.04	5.00	5.00	95.59	5.00	495.00
Anomalia Fuerte	2.21	1120.26	55.24	0.19	20.73	1177.82	687.24	4.61	30.32	9.01	233.24	10.00	0.05	5.00	5.00	119.21	5.00	712.04

Existen elementos químicos como el Be, Bi, Hg, Th, Ti, Tl, U, W que presentan una varianza de cero y desviación promedio de similar valor, debido a que el método de análisis químico que se realizó en laboratorio para obtener las concentraciones no se ajusta al rango mínimo de observación, es por ello que teniendo en cuenta esto, no se tomaron en cuenta en el análisis e interpretación de los elementos guías y su posición en el sistema.

Los valores del análisis estadístico del Cu y Mo muestran rangos de anomalías diferentes para cada sondaje. Estos valores no toman en cuenta la correlación que existe entre estas anomalías y el tipo de litología, alteración y relación en el sistema. El presente trabajo fue correlacionar estos valores e interpretar su posición en el sistema.

Durante el procesamiento de contraste de información geoquímica de los sondajes y sus concentraciones anómalas versus la litología obtenida del logueo geológico, se observó que las zonas de contacto litológico y/o transición en el tipo de alteración hidrotermal corresponden a caídas e incrementos notorios de las concentraciones anómalas del Cu, Mo y otros elementos químicos. A continuación se elaboraron gráficas para el Cu y Mo donde se ubicaron los tramos en profundidad de las anomalías leve, normal y fuerte para cada sondaje, con la finalidad de entender y correlacionar las zonas donde se presentan altas concentraciones e interpretar su posición en profundidad.

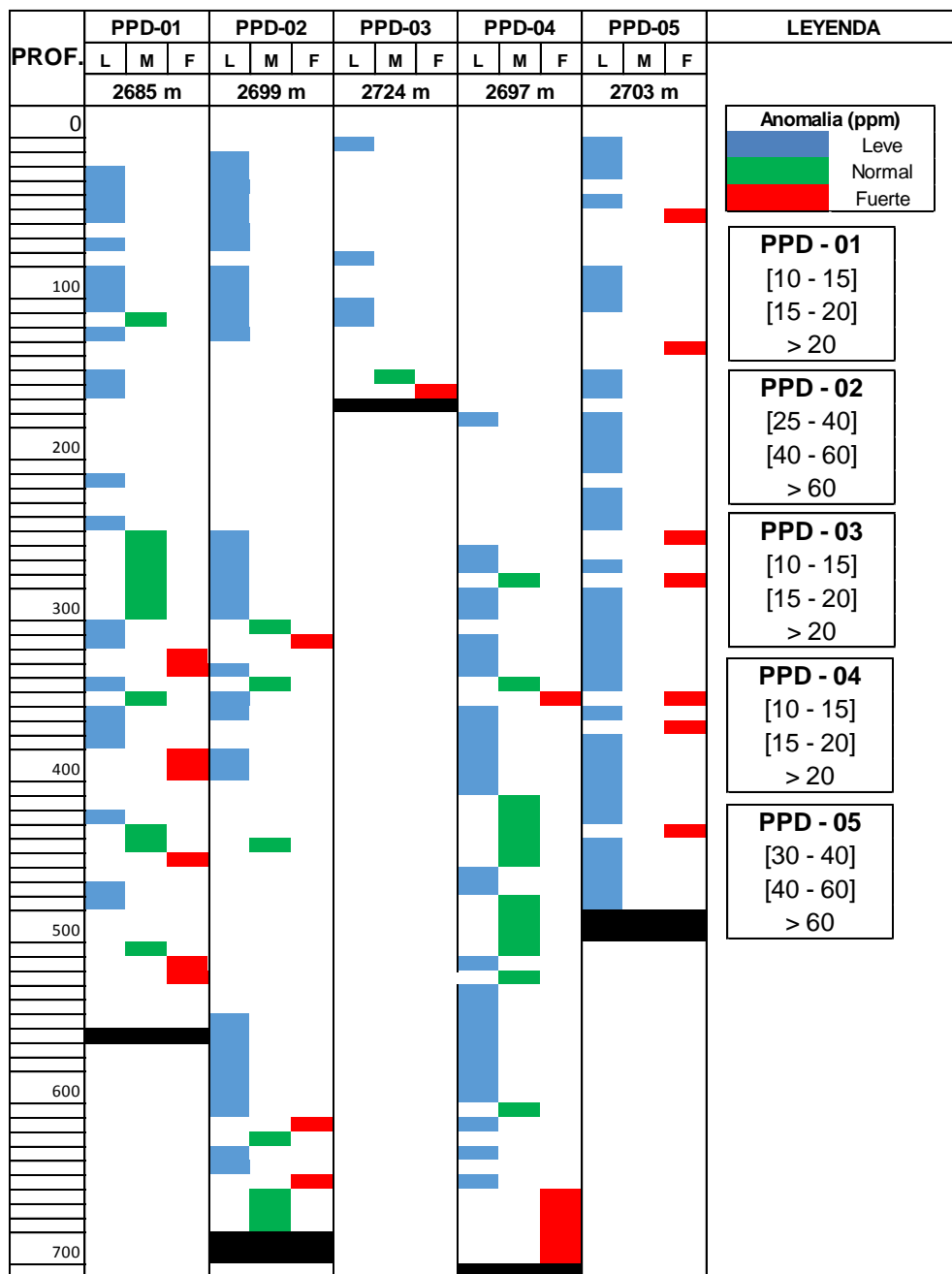


Figura 76 Anomalías de molibdeno en los sondajes diamantinos

Para el sondaje PPD-01 se observa un tramo interesante entre los 180 m y 320 m respecto a las anomalías de Cobre; mientras que para los valores anómalos de molibdeno se presenta un rango más amplio que va desde los 250 m hasta los 520 m. Ambas anomalías de concentración están asociadas al intrusivo diorítico con presencia de alteración Potásica, brechas freatomagmática y cuarcitas con alteración Qz-sericita.

Para el sondaje PPD-02 se observa un tramo importante desde los 490 m hasta 680 m respecto a las anomalías de Cobre; mientras que para los valores anómalos de molibdeno se presenta dos tramos: el primero entre los 270 m – 360 m y el segundo entre los 600 m - 690 m. Ambas anomalías de concentración están asociadas al intrusivo diorítico con presencia de alteración Potásica / Qz-Ser, brechas magmáticas con presencia de alteración Qz-sericita.

Para el sondaje PPD-03 se observa un tramo interesante entre los 20 m y 90 m respecto a las anomalías de Cobre; mientras que para los valores anómalos de Molibdeno se presenta un rango estrecho a los 170 m prácticamente al final de sondaje. Ambas anomalías de concentración están asociadas al intrusivo diorítico con presencia de alteración Argílica.

Para el sondaje PPD-04 se observa un tramo casi constante que va entre los 370 m y 700 m respecto a las anomalías de Cobre, mientras que para los valores anómalos de Molibdeno se presenta un rango similar que va desde los 270 m hasta los 690 m. Ambas anomalías de concentración están asociadas a Pórfido dacita temprano, riodacita intermineral y Pórfido intermineral, con presencia de alteración Potásica predominante y tramos de Cuarzo-Sericita.

Para el sondaje PPD-05 se observa una concentración anómala que va desde los 290 m y 480 m respecto a las anomalías de Cobre; mientras que para los valores anómalos de Molibdeno se presenta tramos pequeños intercalados en todo el sondaje. Ambas anomalías de concentración están

asociadas a una brecha Ignea con presencia de alteración clorita-Sericita, intrusivo diorítico, Pórfido dacita con presencia de alteración Potásica.

Analizando los resultados, se observa que el sondaje PPD-02 y PPD-05 son los que cortan el ambiente hidrotermal central del sistema y que correlaciona estas anomalías de Cu y Mo al intrusivo diorítico, Pórfido dacita temprano y brechas de cuarcita – diorita, asociados principalmente a alteración Potásica y Cuarzo – Clorita - Sericita.

A continuación se presenta la sección geológica y alteración hidrotermal interpretativa del sistema pórfido cuprífero Pinco Pinco (Fig 77).

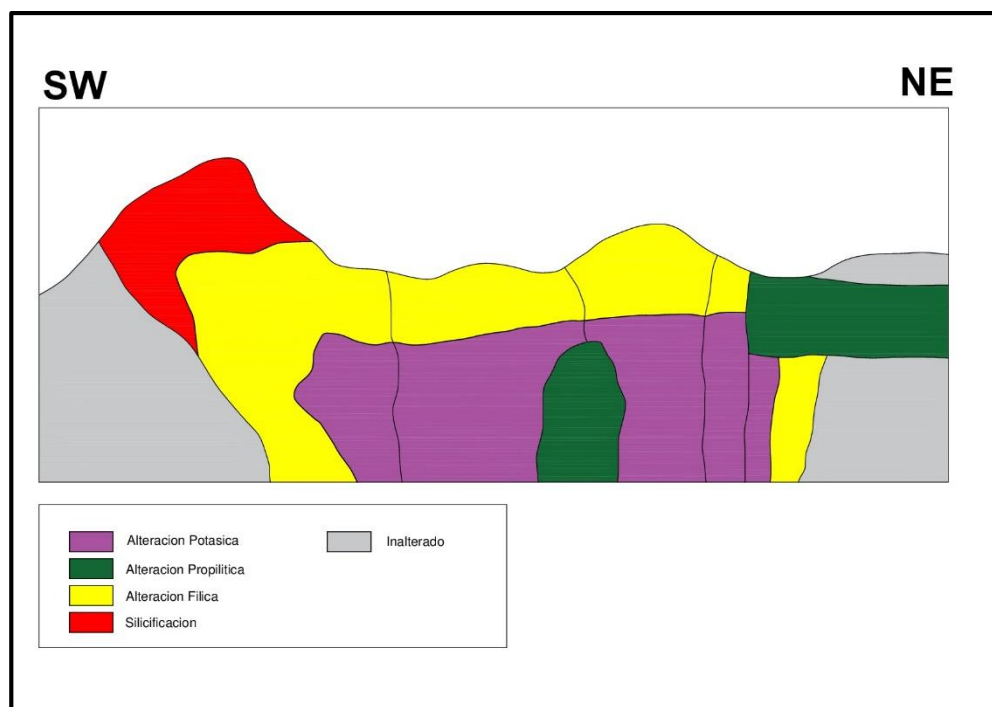
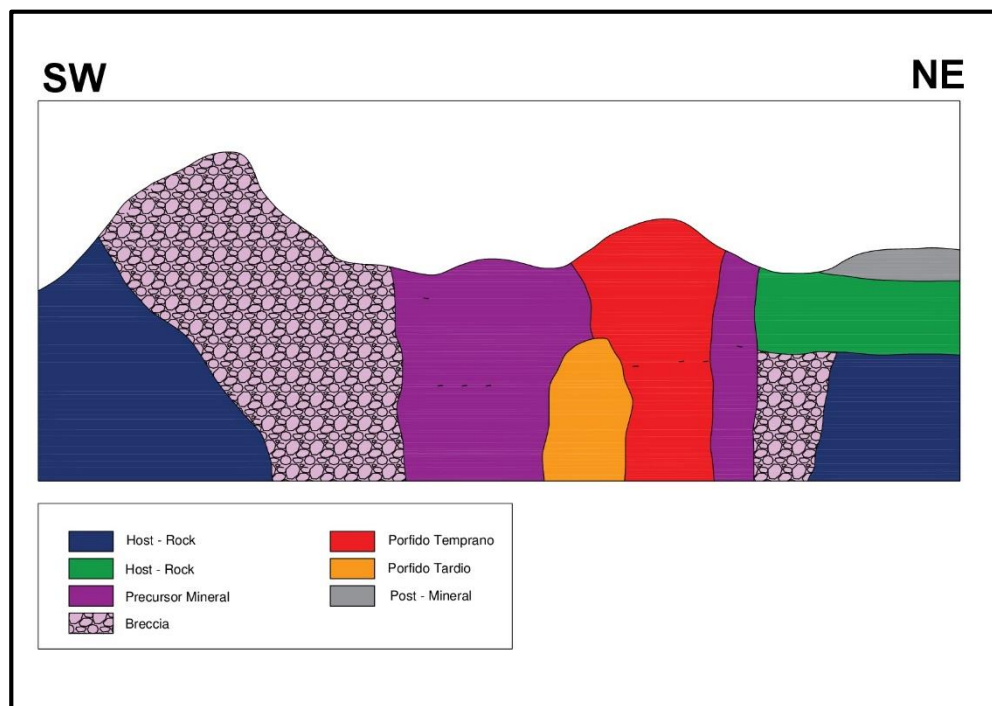


Figura 77 Sección geológica y alteración hidrotermal interpretativas del Pórfido Pinco Pinco.

CAPÍTULO VII

DISCUSIÓN

7.1. EVOLUCIÓN DEL SISTEMA HIDROTHERMAL

Las épocas desde el Cretáceo superior, Paleoceno medio y Eoceno inferior se caracterizan por alojar principalmente depósitos de pórfidos de Cu, donde los de mayor tonelaje y ley como: Cuajone, Toquepala, Quellaveco y Cerro Verde – Santa Rosa, se ubican en los dos periodos más jóvenes. Estos depósitos están localizados en el flanco Pacífico de la Cordillera Occidental. Este ambiente estuvo ligado a un periodo de contracción o esfuerzos compresionales desde el Cretáceo superior, donde se inicia el engrosamiento cortical de los Andes que ha prevalecido desde hace 100 a 120 m.a. (Acosta, 2006).

La génesis y evolución del sistema hidrotermal tipo Pórfido Cuprífero, Prospecto Pinco Pinco, está controlada por estructuras regionales y locales que permitieron el emplazamiento de intrusivos relacionados al sistema Pórfido con mineralización de Cobre y Molibdeno. La interpretación de esta secuencia evolutiva es en base a las observaciones y trabajos de campo, tratamiento de información en gabinete y la experiencia de diversos profesionales en la rama de las exploraciones.

El sistema dinámico de la cordillera producto de la subducción de placas, permite la generación de fallas regionales de orientación andina y perpendiculares a estas, formándose zonas de debilidad apropiadas para el emplazamiento de Superunidades intrusivas como el Yarabamba en diferentes ambientes de escala local como el caso de Pinco Pinco. Estos intrusivos dioríticos del Yarabamba se desarrollaron en la secuencia sedimentaria del Grupo Yura compuesta por areniscas, cuarcitas y lutitas principalmente. Esto permitió la generación de un ambiente propicio para sucesivos pulsos o fases intrusivas que transportaron fluidos hidrotermales magmáticos que desarrollaron zonas de alteración y mineralización de acuerdo a rangos de temperatura y presión. A continuación se resume las diversas etapas evolutivas del pórfido Pinco Pinco.

7.1.1. Fase precursor mineral

Se desarrolló el emplazamiento de intrusivos dioríticos pertenecientes a la superunidad Yarabamba (61 ma; Beckinsale et al., 1985), Presenta una mineralogía similar pero de texturas variadas que van desde Afaníticas a textura Porfirítica. Este emplazamiento se desarrolla en rocas sedimentarias de la formación Yura de edad Jurásico superior – Cretáceo inferior, las cuales han sido fallas, brechadas por diferentes fases intrusivas. Este cuerpo intrusivo diorítico es reconocido por presentarse aflorando en grandes extensiones, alteración hidrotermal del tipo Potásico, Fílica, vetillas de alta temperatura del tipo A. También se observa un enriquecimiento con presencia de óxidos y carbonatos de Cobre en fracturas.

7.1.2. Fase temprana

Se desarrolla el emplazamiento del pórfido dacita, el cual se reconoce por presentar fenocristales de cuarzo, plagioclasa y feldespato en una matriz porfirítica. Esta dacita corta al intrusivo diorítico y está asociado a la principal etapa de mineralización económica de Cobre y molibdeno; presenta una alteración predominantemente potásica que se expande a las dioritas, brechas magmáticas con ensambles mineralógicos de biotita secundaria, magnetita, clorita retrograda, calcopirita y molibdenita. La alteración potásica en tramos es sobrepuesta por una alteración Qz-sericita principalmente en fracturas y vetillas. La dacita generó la formación de vetillas a modo de *stockwork* del tipo A, B y D y la ocurrencia de pirita – calcopirita se encuentra diseminada principalmente en vetillas.

A su vez se desarrolla la mineralización y alteración de las brechas magmáticas la cual contiene fragmentos de cuarcita y diorita de la fase precursor mineral que representaría un evento Synmineral de mineralización, se asocian vetillas del tipo A, D. La presencia de pirita y calcopirita se encuentran diseminado principalmente en vetillas en la matriz de la brecha.

7.1.3. Fase intermineral

Se desarrolla el emplazamiento de un pórfido de matriz aplítica con fenocristales de plagioclasa y cuarzo. Este intrusivo solo se identificó en los sondajes, ya que no llega a aflorar en superficie, se encuentra cortando a los intrusivos dioríticos y es asociado a una alteración potásica de cuarzo – feldespatos potásicos; presenta menor contenido de vetillas del tipo S. La ocurrencia de pirita y calcopirita se encuentra principalmente en finas vetillas.

7.1.4. Fase tardía

Se desarrolla el emplazamiento de la fase tardía que se presenta en forma de diques cortando la fase temprana y los intrusivos dioríticos. Presentan también textura porfirítica y de composición feldespática. Desarrolla una alteración propilítica principalmente clorita – epidota. Se asocia a esporádicas vetillas tardías.

Con base en las observaciones y descripciones realizadas, se plantea una sección modelo preliminar del Prospecto Pinco Pinco, considerando las diferentes etapas intrusivas, alteraciones hidrotermales y ambiente regional.

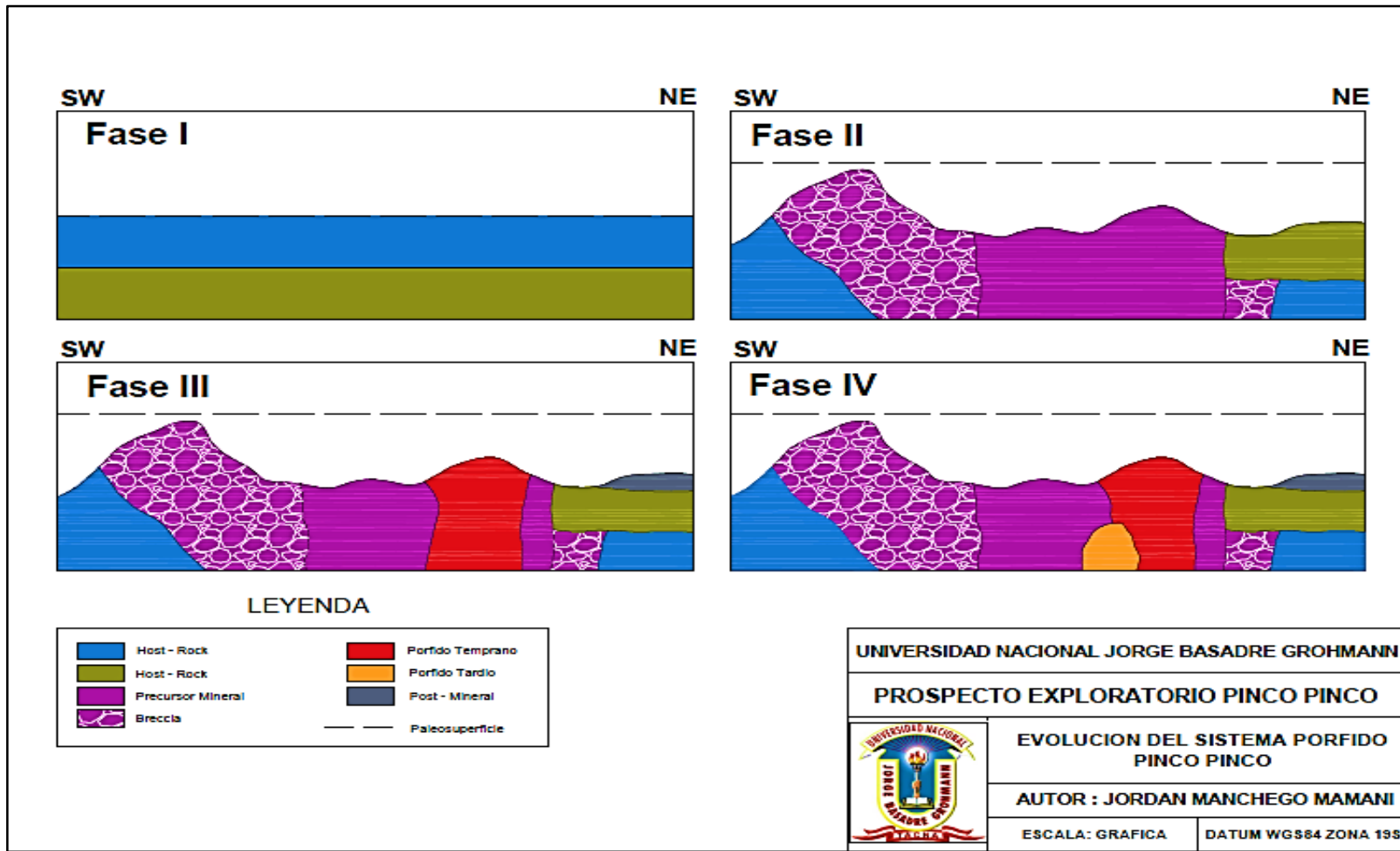


Figura 78 sección Geológica interpretativo de la evolución del sistema Pórfido Pinco Pinco.

7.2. ZONACIÓN DE METALES TRAZA DEL PÓRFIDO PINCO PINCO

El patrón de Zonamiento de metales y/o elementos traza en la alteración de la roca caja, está relacionado con la formación de depósitos tipo Pórfidos Cupríferos y han sido utilizados en la exploración mineral durante casi un siglo. Debido a los recientes avances en la tecnología de análisis, las concentraciones de elementos traza menores (e.g. Te, Se, Bi) se pueden detectar fácilmente a niveles por debajo de la abundancia en la corteza terrestre (<0,1 ppm) y los cambios sutiles de geoquímica en la roca caja ahora pueden ser mapeados.

Con el fin de interpretar correctamente los cambios en la química de los elementos traza de la roca que han visto múltiples eventos de alteración, mineralización pueden ser determinados por el reconocimiento de filosilicatos hidrotermales como: la biotita, muscovita y clorita, que son minerales de alteración comúnmente asociados con depósitos tipo Pórfido y esencial para identificar e interpretar su alteración. La Biotita es un mineral ígneo común y es un índice para la alteración Potásica, que a menudo se produce en zonas de Cu (Mo) – sulfuro enriquecido. Debido a su asociación con la mineralización, las variaciones en el contenido de metales traza (Cu, Zn, Ni, Co, Pb) de Biotita han sido estudiados en varios centros de Pórfidos de Cobre (Ford, 1978).

El análisis de elementos traza de Clorita y mica blanca en la literatura sobre los depósitos de tipo Pórfido son poco frecuentes (Ford, 1978) y no existe publicaciones centradas únicamente en los elementos traza contenidos en estos minerales. Ésta sección contribuye mediante el estudio de los gradientes químicos de metales traza en rocas alteradas, para vincular la anomalía de elementos traza a la alteración formada por la pluma magmática que rodea el depósito Pórfido de Cu (Mo) Pinco Pinco. Además, la alteración de la roca caja, el sistema hidrotérmico y la secuencia de ensambles de alteración han sido desarrollados en base a la asignación de campo y petrología. El propósito es determinar y comparar la distribución de elementos traza en la roca alterada a partir de muestras de los sondajes perforados. Este estudio es una aplicación de la investigación realizada por Jhon Dilles, Richard Tosdal y Scott Halley en el depósito tipo Pórfido cuprífero Ann – Mason, Nevada.

7.2.1. Elementos Calcófilos

El Cu es enriquecido en rocas relativamente alteradas a rocas frescas en los sondajes que muestran > 0,1 % Cu en la zona mineralizada y pertenece a la alteración potásica a profundidades de 300 m bajo la paleosuperficie. En profundidades someras las rocas alteradas muestran esporádicas anomalías de Cu. Valores anómalos de Mo (>20 ppm) forma un amplio halo con significativo enriquecimiento en los testigos de perforación de las muestras de la zona central y las exposiciones cercanas (>200 m) y valores anómalos esporádicos se extienden de 50 a 100 m bajo la paleosuperficie y lateralmente. As, Sb son anómalos en rocas con alteración Sericítica y Argílica avanzada, la anomalía de Sb (< 100 m) forma un amplio halo lateral en poca profundidad a la paleosuperficie. El As enriquecido forma una anomalía de similares dimensiones. Anomalías de Pb se presentan en la alteración Argílica y Propilitica, forman una débil anomalía (> 20 ppm) cerca de la paleosuperficie.

7.2.2. Elementos Litófilos

El Ba forma un débil enriquecimiento (>80 ppm) en la alteración Sericítica y Potásica de fondo. Los elementos Ti y W no sufrieron cambios de concentración anómalas, el Sr es empobrecido en rocas con alteración Argílica (<20 ppm) y débilmente enriquecido en zonas con alteración potásica (> 200 ppm).

7.2.3. Metales de transición

Zn, Mn, Ni, Co y Sc son empobrecidos desde la zona central y la región circundante de alteración hidrotermal y son más abundantes en las rocas menos alteradas. El V también es empobrecido en rocas alteradas pero aparece en valores anómalos (> 60 ppm) cerca de la paleosuperficie. El Ti es relativamente inmóvil con muy bajas concentraciones en las rocas alteradas.

Tabla 21 Zonación de elementos traza en las alteraciones hidrotermales

	Alteracion Potasica			Alteracion Filica			Alteracion Argilica			Alteracion Propilitica		
	Mediana	Media	DS	Mediana	Media	DS	Mediana	Media	DS	Mediana	Media	DS
	n= 20			n= 30			n=20			n=20		
Cu	993	1043	142	115.0	115.4	40.5	388	340	219	128	140	148
Mo	20	18	13	10.00	9.56	4.34	2.00	2.22	1.15	2.0	2.4	2.0
As	1.0	1.2	0.5	11.00	10.44	8.66	15	16	13	8	9	12
Ba	80	78	17	40	45	27	35	33	21	40	41	23
Bi	1	1	0	1	1	0	1.0	1.5	2.4	1	1	0
Co	20	20	3	5	4	3	21	16	6	21	17	6
Cr	10	9	2	3.0	3.4	0.9	8.5	8.7	2.7	14	12	3
Mn	359	362	37	35	37	31	253	220	109	604	587	339
Na	0.06	0.06	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.05	0.07	0.19	0.14	0.08
Ni	11	11	2	9.0	8.6	3.0	14	12	5	12	11	3
P	860	849	91	660	672	153	1030	766	285	1030	826	228
Pb	6	7	15	5.0	4.9	6.2	22	21	31	10.0	10.9	18.6
Sb	1	1	0	6.0	5.3	4.9	8	10	20	2.0	2.4	2.7
Sc	5.0	4.8	1.2	1.0	1.1	0.5	3.0	3.0	2.4	7.0	6.1	1.7
Sr	141	122	76	225	230	100	18	21	35	82	71	41
Ti	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.00	0.008	0.010	0.015	0.07	0.05	0.05
Tl	5	5	0	5.0	5.0	0.0	5	5	0	5	5	0
V	67	63	15	17	18	8	45	32	30	86	67	24
W	5	5	0	5	5	0	5	5	0	5	5	0
Zn	32.0	31.7	5.6	29	30	15	95	81	76	63	69	78
	elementos calcofilos											
	elementos litofilos											
	metales de transicion											

7.2.4. Discusión

El Cobre y Molibdeno son enriquecidos en muestras de roca a lo largo de la alteración Potásica, Sericítica y Argílica, que representan el trazo vertical de la pluma magmática hidrotermal, extendiéndose sobre la zona central hasta la parte alta del medio superficial. Estos elementos son encontrados asociados a la Biotita Secundaria, Clorita retrograda y Muscovita.

El Mn, Co, Ni, V y Sc son empobrecidos en rocas alteradas cercanas a la zona central y redistribuidas en zonas de alteración distal. El Zn también empobrecido, desde la alteración cercana a la zona central, pero es enriquecida en muestras de zonas cercanas a la superficie. Este enriquecimiento de Zn es debido a la redistribución de Zinc removido de la Biotita y Horblendas durante la alteración.

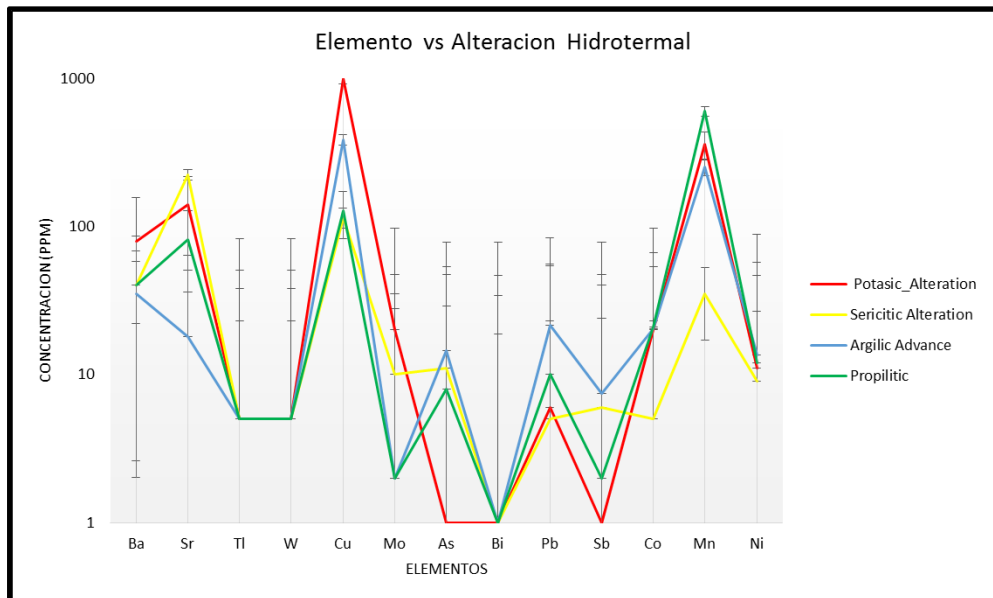


Figura 79 elementos traza vs tipo de alteración hidrotermal.

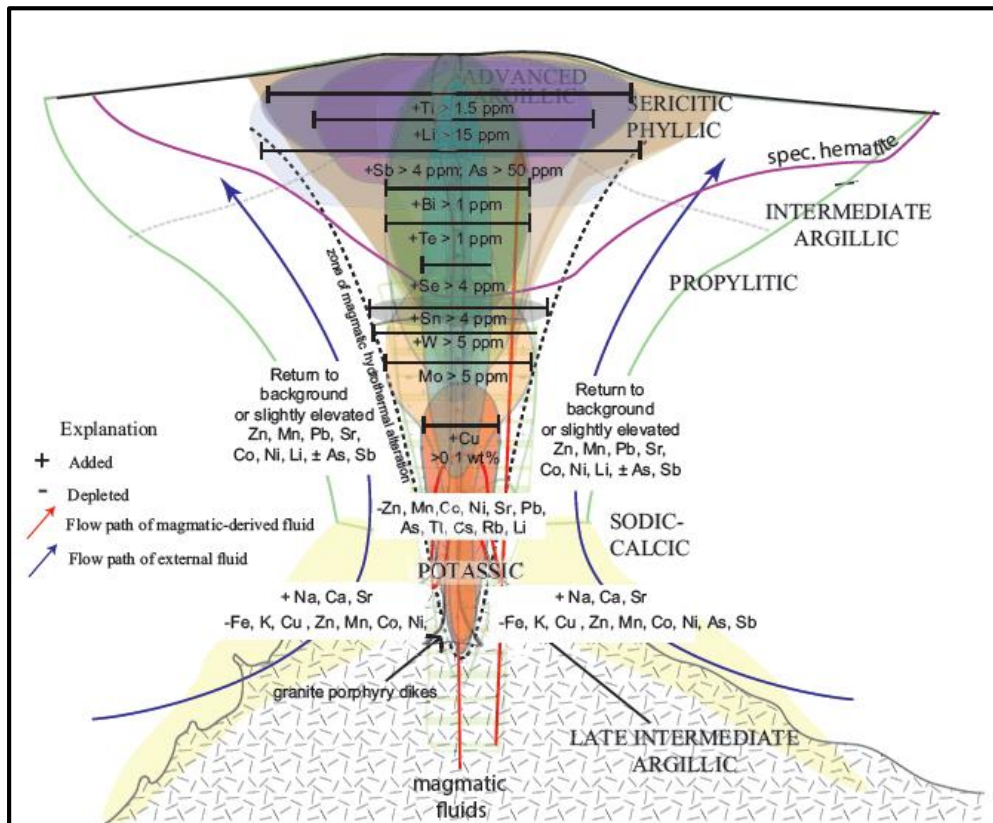


Figura 80 distribución vertical de elementos traza en depósitos tipo Pórfido Cuprífero, Halley 2015 Porphyry geochemical footprint.

7.3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA HIDROTHERMAL

La Diorita se ubica desde la superficie hasta el fondo de los sondajes. La forma del cuerpo no se ha definido, sin embargo se presume que puede tener un área entre 600 x 1000 m, teniendo en cuenta que la Diorita forma parte de la Superunidad Yarabamba – Linga de composición calcoalcalino en su fase intermedia.

Durante la etapa de consolidación de la Diorita, se generó gran liberación de presión y altas temperaturas que afectaron las Areniscas, Lutitas y Cuarzitas del Grupo Yura; formando intensos fracturamientos, Brechamiento y alteración hidrotermal de gran escala. La Diorita generó fluidos hidrotermales residuales que mineralizaron la roca en

forma débil en una primera fase, luego sucedió el emplazamiento del Pórfido Dacita generando fuerte alteración hidrotermal (segunda Ebullición) y mineralización de sulfuros en la Diorita, alcanzando rocas como las Cuarcitas del Grupo Yura.

En afloramiento y testigos de perforación se puede evidenciar e interpretar que, bloques y/o fragmentos de Cuarcitas se encuentran englobados dentro de las rocas intrusivas Dioríticas en forma de xenolitos, y como consecuencia de ello ha sufrido metasomatismo, además de Brechas de gran escala con presencia de mineralización de Sulfuros.

Se concluye que los factores principales que han facilitado la precipitación de los sulfuros y posterior débil enriquecimiento secundario tanto en las Cuarcitas, Dioritas y Dacita son los siguientes fenómenos geológicos:

- Acumulación de Presión y Brechización.
- Repetición de eventos intrusivos.
- transporte de fluidos meteoricos por las fracturas.
- Evolución del sistema Pórfido en función de procesos integrados (comportamiento reológico, fracturamiento, permeabilidad).
- Finalmente por las evidencias geológicas encontradas podemos decir que la fuente de mineralización principal se dio a partir del emplazamiento del Pórfido Dacita.

Durante la medición de los ensayos geofísicos de Magnetometría e IP en el Prospecto, se observa la respuesta geofísica, que permite la delimitación de la extensión de la alteración Potásica en los intrusivos, presentando una alta cargabilidad por la presencia de sulfuros primarios; mientras que la baja resistividad ofrecida se debe principalmente a la presencia de arcillas y sericita de la alteración Fílica en las Cuarcitas del Grupo Yura. Los métodos geofísicos muestran concordancia con los resultados de muestreo geoquímico superficial llevado a cabo en la etapa de prospección (*No se tiene permiso de publicación de información Geofísica*).

A continuación se describen las características superficiales y verticales identificadas y que caracterizan al sistema hidrotermal, pórfido Pinco Pinco.

- a) La zona de oxidación presenta principalmente Goethita – Hematita y Jarosita provenientes de la lixiviación de los sulfuros primarios como la Pirita y Calcopirita. La ausencia y/o escasa presencia de silicatos de Cobre - Hematita indica que, el porcentaje de Pirita fue mayor respecto a la Calcopirita al momento de la mineralización. A esto se agrega que no se detectó la presencia de la zona de enriquecimiento secundario de sulfuros; por ello se determinó que la relación Py/Cpy es de 3:1.
- b) La debil presencia de Silicatos y Carbonatos de Cobre mencionados anteriormente se manifiestan principalmente en el denso fracturamiento que se presenta en superficie y profundidad, se asocian al intrusivo Diorítico. Este enriquecimiento es debido al flujo de agua subterránea que se canalizaron por las Cuarcitas fracturadas del Grupo Yura.
- c) Según los datos de los sondajes, la formación de las Brechas sucedió durante la intrusión de la Diorita y que son de gran dimensión, debido a que las secuencias sedimentarias (Areniscas, Lutitas, Cuarcitas) del Grupo Yura, fueron afectadas por las altas presiones y temperaturas que se generaron durante el enfriamiento y posterior circulación de fluidos hidrotermales que absorbieron bloques, clastos de Cuarcita y que rellenaron las fracturas. Esto permite inferir porque las grandes extensiones brechadas con clastos de Cuarcita y Diorita están presentes en el sistema.
- d) Una característica distintiva es la presencia de Clorita retrógrada que se presenta producto de la alteración de las Biotitas secundarias, pertenecientes a la alteración Potásica. Esto sucede debido a que los fluidos sufren un proceso retrógrado, cayendo la temperatura y generando nuevos ambientes propicios para la alteración de las Biotitas secundarias y formación de la Clorita retrógrada, asociado a la alteración Potásica y mineralización de Calcopirita – Molibdenita.
- e) La altas concentraciones de Cu (1800 – 2000 ppm Cu), en tramos profundos de las brechas interceptadas por los sondajes, estan asociados a que fueron

afectados por la alteración Potásica, que se originó por el emplazamiento del Pórfido dacita, éstas se encuentran muy cercanas a las Brechas; ya que presentan moderada intensidad de vetillas del tipo A, B y D posterior al brechamiento, además de tramos con matriz de sulfuros principalmente Pirita.

- f) La alteración Cuarzo-Sericita se extiende en grandes dimensiones alrededor del sistema central Potásico en superficie, que afectan principalmente a las Cuarcitas y Areniscas fracturadas del Grupo Yura. Esta característica importante se describe debido a que; los fluidos hidrotermales producidos durante el emplazamiento de la Diorita y principalmente la Dacita, a temperaturas $> 300^{\circ}\text{C}$ fueron transportados entre el intenso fracturamiento que presentaban las Cuarcitas, estas rocas al componerse de sílice, son neutras y no generaron alteración de sus minerales componentes, solo permitieron la depositación de sulfuros y Sericita – Muscovita en fracturas, además de una fuerte silicificación.
- g) La mineralización de Molibdeno se asocia a eventos tardíos de enriquecimiento, ya que se presenta en la zona de alteración Cuarzo – Sericita y vetillas del tipo D en el intrusivo Diorítico principalmente. La alteración Cuarzo - Sericita se presenta de intensidad moderada en el vetilleo stockwork, que afecta a la Diorita y Pórfido Dacita, superponiéndose a la alteración Potásica. Las Cuarcitas no presentan mineralización de molibdenita, pero si fueron afectados por Sericita.
- h) El halo de alteración Propilítica se observa principalmente en superficie, que afectó levemente las andesitas y Pórfido andesitas ubicadas en los alrededores del sistema central, alterando sus componentes mineralógicos como Biotita y Hornblendas, asociado a débil presencia de epidota depositada por los fluidos.
- i) Los metales traza contenidos desde la alteración hidrotermal magmática, en minerales de Micas blancas, Illita y Clorita, pueden ser vinculados a gradientes químicos de rocas en el camino de los fluidos formadores. El Cobre y Molibdeno están enriquecidos desde la zona Potásica, Sericítica y niveles altos de Argílica. Los elementos Zn, Mn, Co, Ni, V y Sc son empobrecidos en rocas alteradas sobre la zona central y redistribuidos a zonas de alteración distal formados por circulación de fluidos hidrotermales.

- j) La tabla 22 resume las características principales de los diferentes Pórfidos asociados a la franja productiva del Cretáceo superior al Oligoceno.

Tabla 22 Rasgos geológicos principales de los depósitos tipo pórfido Cu - Mo

ZONA	PROSPECTO	CONTROL ESTRUCTURA	TIPO DE DEPOSITO	METALES ASOCIADOS	ROCA HOSPEDANTE	MINERALES DE MENA	EDAD	RESERVAS (MT)	FUENTE
TACNA	Toquepala	Fallas NO - SE	Pórfido	Cu - Mo	Riolita - Andesita	Cc,Cp,Mo	57.1 ; 55.5	770	Zweng & Clark, 1995 - 2003
	Cuajone	Fallas NO - SE	Pórfido	Cu - Mo	Andesita - Riolita	Cp, Bo, Cv, Cc, Mo, Az, Br	52.4	2171	Clark et.al, 1990, 2013
	Quellaveco	Fallas NO - SE	Pórfido	Cu - Mo	Riolita - Dacita	Cp, Cc, Cv	54.5 ; 54.1	965	Angloamerican
MOQUEGUA	Pacay	Fallas NO - SE	Pórfido	Cu - Mo ?	Riolita - Dacita		Paleoceno ?		Angloamerican
	Puca Urkku	Fallas NO - SE	Pórfido	Cu - Mo ?	Riolita - Dacita		Paleoceno ?		Angloamerican
	Pinco Pinco	Fallas NO - SE, NE - SW	Pórfido	Cu - Mo	Cuarcita	Crc, Ml, Cp, Mo	59		Angloamerican
	Cerro Negro	Fallas NNO - NE	Pórfido	Cu - Mo	Porfido Dacita	Cc, Ml, Az	57	70	Bidgood, 1999; INGEMMET, 2000
	Cerro Verde	Fallas NO - SE, E-O	Pórfido	Cu - Mo	Granodiorita, Brecha y Porfido	Cp, Mo, Cc,Cv	61 ; 62	813	Quang et al, 2005; INGEMMET 2000; Le Bel, 1985; Pitcher 1985
AREQUIPA	Pampa de Cobre	Fallas NO - SE	Pórfido	Cu	Cuarcita	Crc, Ml, Atc, Cc, Dg	Paleoceno	642	INGEMMET
	Atravezado	Fallas NNO - NE	Pórfido		Cuarcita		Paleoceno ?		Angloamerican
	Angostura		Pórfido	Cu		OxCu, Hm, Jar	68		Quang, 2005
	Zafranal		Stockwork	Cu	Diorita - Granodiorita	OxCu, Cp, Cc, Hm	Paleoceno ?		Teck Cominco, 2004; Sillitoe & Perello, 2005.

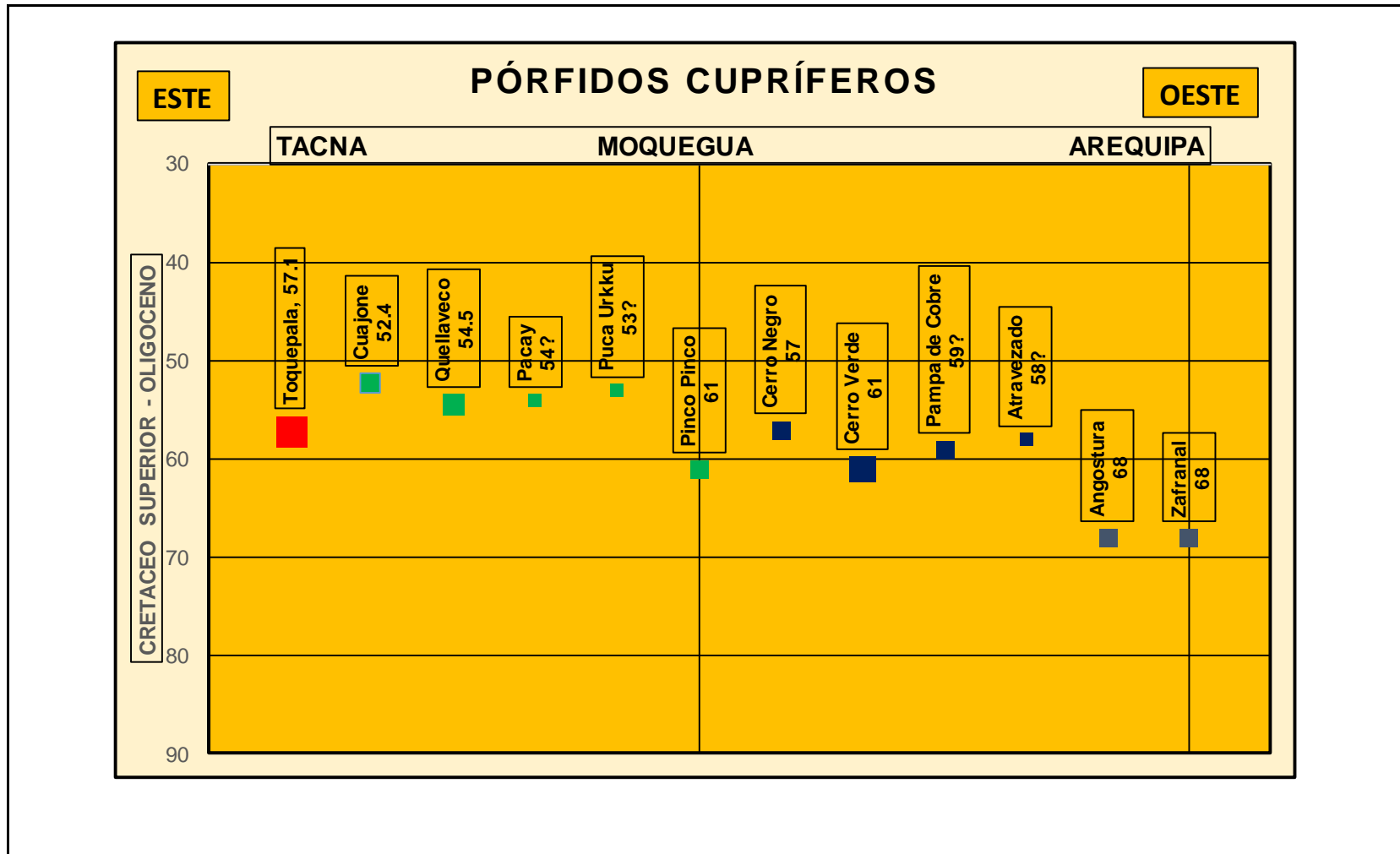


Figura 81 Correlación de edades de depósitos y Prospectos exploratorios del Sur del Perú

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- La génesis de la mineralización del Pórfido Pinco Pinco, básicamente esta asociado a la intrusión de la Diorita como roca Precursora, y posterior evento de emplazamiento del Pórfido Dacítico, principal evento mineralizador de sulfuros primarios, enriquecimiento secundario en Dioritas, Cuarzitas y Brechas.
- El Prospecto Pinco Pinco se caracteriza como un depósito de tipo Pórfido Cu – Mo, cuya roca hospedante es la Cuarzita del Grupo Yura. Sus características superficiales y verticales que muestra el análisis geoquímico superficial, nos indica anomalías de alteración hidrotermal de Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, Mn propias de un sistemas Pórfido clasico.
- De acuerdo al trabajo de logueo de testigos, el sistema Pinco Pinco presenta la alteración Potásica, Fílica, Argílica y Propilítica asociado a sus principales minerales ensamblados y tipos de vetillas, que se correlacionan de acuerdo a la paragénesis y evolución del sistema, por ello se define como un Pórfido cuprífero Cu-Mo.
- El modelo interpretativo desarrollado, Caracteriza al sistema en cuatro fases, cada uno de ellos asociado a la secuencia temprana, intermineral, tardía y post-mineral, que los ordena en tiempo y ambiente donde se desarrolló el sistema Pinco Pinco.
- El análisis geoquímico muestra que, los valores anómalos de Cu y Mo se asocian a la zona central, en relación a la alteración Potásica y Fílica, mientras que los elementos Zn, Pb y Mn se relacionan a la zona intermedia y Externa, debido a su característica de ser fácilmente transportados y redepositados, estos últimos elementos están asociados a la alteración Propilítica; finalmente valores anómalos de Ag y Au corresponden a las partes altas del sistema asociados principalmente a la alteración Argílica.

- Las anomalías geoquímicas de los elementos V, P y Ba caracterizan y vectorizan la presencia de alteración Potásica y Fílica cercana en el sistema hidrotermal del sistema Pórfido Pinco Pinco.
- El Prospecto Pinco Pinco es un pórfido Cu-Mo de buena mineralización tal como lo evidencia el sondaje PPD-05 que a los 300 m corta una zona amplia de buenos recursos económicos; esta zona central corresponde al afloramiento del Pórfido Dacítico.
- La presencia de lineamientos distritales de rumbo NE-SW y N-S perpendiculares a las fallas de rumbo andino NW-SE, permite asociar al Prospecto Pinco Pinco como el resultado de la formación de una zona de debilidad propicia para el emplazamiento y generación del sistema hidrotermal.
- El Prospecto Pinco Pinco está relacionado a la franja productiva de Pórfidos Cupríferos del Paleoceno, por las características mencionadas y correlación con los diversos prospectos del distrito.

8.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una campaña de muestreo geoquímico superficial en la zona Sur del Prospecto, tomando en cuenta el mapeo geológico a detalle y los resultados que se obtuvieron del sondaje PPD-04, que interceptó diversas litologías que no corresponderían al pórfido Pinco Pinco, pero que presentan concentraciones anómalas de Cu y Mo.
- La siguiente campaña de perforación deberá tener una inclinación preferente entre 60° y 75° para cortar los cuerpos intrusivos mineralizados, como el caso del sondaje PPD-05 y PPD-02, donde se ha encontrado la mineralización más económica y con mejores leyes.
- Realizar sondajes profundos en la zona de las Brechas sobre los 700 m para identificar su extensión y contacto con el intrusivo Precursor, que permita identificar la extensión vertical del intrusivo y su contacto con el Pórfido Dacítico, principal mineralizador del sistema.

- Se recomienda reevaluar e intensificar los trabajos de exploración de muestreo geoquímico y litogeoquímico de sedimentos y rocas.
- La zona Este del Prospecto presenta una extensa secuencia de areniscas y Cuarcitas con presencia de alteración hidrotermal; por lo que, se recomienda extender la exploración en esta dirección, ya que se infiere que el sistema se encuentra emplazado en dirección Este – Oeste.
- Se debe realizar dataciones y análisis litogeoquímico de la Diorita, Dacita así como la mineralización y alteración, para definir la posición de los diferentes pulsos magmáticos, paragénesis, edades y características litogeoquímicas, para correlacionarlos con los grandes pórfidos del Sur Peruano y generar mayor cantidad de herramientas de exploración.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta., Jorge (2006). *Características Metalogénicas de los Yacimientos asociados a los arcos Magmáticos Mesozoicos y Cenozoicos del Sur del Perú*. Lima: Energia y Minas.
- Adam Simmons, R. M. (2012). Punctuated Magmatism Associated with Porphyry Cu-Mo Formation in the Paleocene to Eocene of Southern Peru. *Society of Economic Geologists Inc.*, 15.
- Chan X. Quang, J. G. (2003). $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$ Ages of Hypogene and Supergene Mineralization in the Cerro Verde - Santa Rosa Porphyry Cu-Mo Cluster, Arequipa, Perú. *Society Economics Geologists Inc.*, 14.
- Infanta, F. C. (2003). *Geología de los sistemas Porfíricos en los Andes de Chile*. Santiago de Chile: CODELCO - CHILE.
- Márquez, W. G. (1978). *Geología de los Cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma*. Lima: INGEOMIN.
- Medina, J. S. (2000). *Experiencias Geológicas en los Pórfidos de Cobre del paleogeno - Eoceno*. Lima: Southern Peru.
- Poblete, J. (2008). *Geología, Alteración y Mineralización en los prospectos Au-Ag Las Bellas y Don Bernardo, Comuna de Alhué, Región Metropolitana*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Scott Halley, J. H. (2015). Footprints: Hydrothermal Alteration and Geochemical Dispersion Around Porphyry Copper Deposits. *SEG Newsletter*, 7.
- Sillitoe, R. H. (2010). Porphyry Copper Systems. *Society of Economic Geologists Inc.*, 39.
- Simmons, A. (2015). *Hydrothermal Alteration and Geochemical Dispersion around Porphyry Copper Deposit*. Canada: Angloamerican.

ANEXOS

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	U	Au (*)	Th	Sr
AEP6301	0.98	79.43	10.49	197.60	0.14	13.40	9.10	396.00	3.52	16.60	0.14	5.40	0.50	38.60
AEP6302	21.06	114.86	3.78	10.30	0.11	5.20	2.20	35.00	2.38	5.90	0.46	2.90	1.60	193.80
AEP6303	8.25	157.94	1.58	3.20	0.05	4.30	1.70	30.00	3.69	0.20	0.26	2.60	1.10	37.90
AEP6304	2.30	130.95	39.13	25.30	0.31	3.30	0.90	27.00	2.80	7.90	0.34	3.40	1.70	190.90
AEP6305	27.00	517.31	2.35	11.20	0.28	3.30	1.10	23.00	5.85	8.40	0.54	1.80	1.40	212.30
AEP6306	2.87	28.56	3.69	7.70	0.06	3.40	3.30	23.00	3.90	58.70	0.30	9.50	0.90	61.40
AEP6307	25.39	222.97	10.44	8.60	0.06	3.30	1.40	37.00	1.87	9.30	0.35	5.10	2.10	148.50
AEP6308	9.91	487.61	84.81	85.70	0.13	4.20	2.30	131.00	1.85	24.00	0.33	11.50	2.40	229.50
MUESTRA	Cd	Sb	Bi	V	Ca (%)	P (%)	La	Cr	Mg (%)	Ba	Ti (%)	B	Al (%)	Na (%)
AEP6301	0.86	0.57	0.60	58.00	0.60	0.11	4.30	4.50	0.63	36.10	0.05	5.00	1.74	0.04
AEP6302	0.01	1.09	0.38	5.00	0.10	0.05	9.40	2.20	0.08	86.90	0.00	6.00	0.66	0.08
AEP6303	0.08	0.59	0.10	8.00	0.07	0.02	6.80	2.60	0.04	46.00	0.00	7.00	0.59	0.02
AEP6304	0.04	1.37	0.18	17.00	0.15	0.04	8.80	2.10	0.10	83.60	0.00	8.00	0.68	0.08
AEP6305	0.03	1.41	0.11	38.00	0.21	0.09	5.80	3.10	0.15	46.90	0.00	22.00	0.65	0.06
AEP6306	0.10	3.38	0.12	62.00	0.05	0.02	4.90	2.10	0.04	60.70	0.00	9.00	0.47	0.06
AEP6307	0.04	1.08	0.14	11.00	0.13	0.06	8.90	2.10	0.07	73.10	0.00	6.00	0.60	0.08
AEP6308	0.07	6.80	0.08	22.00	0.17	0.04	11.60	2.70	0.15	117.50	0.00	6.00	1.00	0.03
MUESTRA	K (%)	W	Tl	Hg (*)	Se	Te	Ga	Cs	Ge	Hf	Nb	Rb	Sc	Sn
AEP6301	0.08	0.04	0.03	14.00	0.60	0.38	7.3	2.65	0.1	0.01	0.04	2.5	2.3	0.33
AEP6302	0.16	0.95	0.06	8.00	3.60	0.05	1.6	0.37	0.05	0.01	0.01	3.4	0.7	0.33
AEP6303	0.07	0.07	0.02	7.00	19.00	0.06	1	0.13	0.1	0.01	0.01	1.5	0.4	0.21
AEP6304	0.19	0.05	0.06	6.00	3.40	0.09	2.5	0.35	0.05	0.01	0.01	4	0.8	0.34
AEP6305	0.15	0.07	0.06	7.00	9.60	0.07	2.4	0.31	0.1	0.01	0.02	3.9	1.3	0.19
AEP6306	0.16	1.32	0.06	54.00	23.40	0.13	1.7	0.16	0.1	0.02	0.01	3.4	0.6	0.25
AEP6307	0.19	0.07	0.05	6.00	2.40	0.09	1.7	0.31	0.05	0.01	0.01	3.3	0.7	0.25
AEP6308	0.25	0.09	0.14	5.00	4.10	0.35	3	1.25	0.05	0.01	0.02	7.4	1.8	0.42
MUESTRA	S (%)	Ta	Zr	Y	Ce	In	Re (*)	Be	Li	Pd (*)	Pt (*)			
AEP6301	0.005	0.025	0.4	5.97	7	0.02	0.5	0.5	10.9	5	1			
AEP6302	0.14	0.025	0.9	1.65	17.98	0.02	4	0.5	0.9	5	1			
AEP6303	0.02	0.025	0.5	0.88	12.23	0.1	0.5	0.2	5.4	5	1			
AEP6304	0.24	0.025	0.7	0.84	17.22	0.02	0.5	0.2	1.8	5	1			
AEP6305	0.05	0.025	0.4	4.43	11.5	0.1	3	0.3	1	5	1			
AEP6306	0.13	0.025	1.2	1.78	9.42	0.1	0.5	0.3	0.7	5	1			
AEP6307	0.21	0.025	0.2	2.05	16.61	0.1	7	0.3	1.4	5	1			
AEP6308	0.005	0.025	0.4	6.07	23.14	0.03	2	0.2	2.3	5	1			

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11260	6	226	62	48	0.1	2	3	88	3.13	12	18	492	0.25	7
AEP11261	8	81	30	9	0.1	1	0.5	94	2.23	48	1	131	0.25	21
AEP11262	7	93	62	25	0.1	3	0.5	68	0.82	28	1	94	0.25	11
AEP11263	13	88	86	15	0.1	2	0.5	67	1.72	62	1	97	0.25	105
AEP11264	12	102	29	15	0.5	1	0.5	95	1.85	80	19	139	0.25	51
AEP11265	6	132	31	25	1.2	3	0.5	95	1.91	1	12	326	0.25	5
AEP11266	5	121	36	22	1.3	2	0.5	78	1.6	1	8	348	0.25	2.5
AEP11268	33	228	160	51	0.1	4	0.5	116	1.92	8	1	283	0.25	9
AEP11269	4	280	29	30	0.1	2	0.5	108	1.81	1	184	541	0.25	6
AEP11270	4	330	47	75	0.6	6	2	145	1.62	1	5	438	0.25	2.5
AEP11271	17	2430	450	167	1	12	7	211	3.51	49	68	147	0.25	185
AEP11272	9	176	22	33	0.1	2	2	112	2.93	1	1	427	0.25	8
AEP11273	16	56	30	7	0.5	0.5	0.5	49	2.7	5	5	446	0.25	9
AEP11274	4	137	13	3	0.1	0.5	0.5	38	3.82	5	1	140	0.25	6
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11260	1	68	0.21	0.104	8	0.34	1020	0.14	8.6	1.98	2.62	5	1.09	1.1
AEP11261	1	27	0.06	0.037	20	0.21	610	0.11	3.9	0.09	1.69	10	0.22	0.7
AEP11262	1	21	0.05	0.019	20	0.13	210	0.08	2.4	0.33	0.84	10	0.22	0.6
AEP11263	1	24	0.04	0.03	27	0.1	380	0.07	3.1	0.09	1.32	10	0.18	0.5
AEP11264	1	25	0.04	0.036	28	0.11	420	0.07	3.1	0.12	1.39	10	0.37	0.5
AEP11265	1	64	0.23	0.045	32	0.24	800	0.2	6.9	1.57	3.3	10	0.14	1.6
AEP11266	1	61	0.22	0.049	29	0.24	910	0.19	7	1.5	3.57	10	0.13	1.6
AEP11268	1	71	0.14	0.046	31	0.32	860	0.25	7.2	1.35	3.15	10	0.1	1.6
AEP11269	1	89	0.22	0.059	34	0.24	1030	0.29	8.3	1.98	4.19	10	0.18	1.6
AEP11270	1	80	0.22	0.061	37	0.33	870	0.27	8.4	2.07	3.56	10	0.03	1.9
AEP11271	1	84	0.09	0.042	20	0.31	490	0.21	8.4	0.14	3.15	20	0.05	1.1
AEP11272	1	82	0.14	0.066	8	0.4	840	0.11	8.6	0.86	2.95	10	0.17	1.2
AEP11273	1	45	0.09	0.096	7	0.25	500	0.1	7.6	0.82	2.6	10	0.74	1.2
AEP11274	1	71	0.05	0.085	8	0.26	510	0.09	8.1	0.31	3.13	10	0.08	0.9

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11276	26	128	5	13	0.1	3	0.5	33	2.83	1	1	710	0.25	7
AEP11277	20	138	5	17	0.1	6	2	39	3.95	12	1	603	0.25	5
AEP11278	14	52	9	25	0.1	7	1	42	4.14	16	1	310	0.25	9
AEP11279	11	265	12	41	0.1	8	3	40	4.81	1	1	456	0.25	7
AEP11280	4	25	1	5	0.1	1	0.5	52	3.7	7	1	192	0.25	6
AEP11281	5	22	8	2	2	0.5	0.5	24	2.6	1	1	250	0.25	10
AEP11283	4	13	3	2	0.1	0.5	0.5	37	4.41	1	1	268	0.25	8
AEP11284	5	16	16	5	0.1	0.5	0.5	57	3.71	1	1	171	0.25	2.5
AEP11285	4	34	4	9	0.1	3	0.5	33	4.55	13	1	136	0.25	10
AEP11286	2	21	13	16	0.1	3	0.5	53	3.2	22	1	152	0.25	6
AEP11287	3	19	1	7	0.1	2	1	38	3.33	95	1	223	0.25	5
AEP11288	6	83	36	12	0.1	0.5	0.5	26	2.27	1	5	292	0.25	2.5
AEP11289	63	335	101	44	0.1	6	1	138	3.84	49	5	357	0.25	64
AEP11291	57	179	11	29	5.3	4	0.5	64	3.76	29	88	223	0.25	13
AEP11292	66	216	15	16	0.1	3	0.5	63	5.01	22	45	140	0.25	8
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11276	1	80	0.17	0.091	6	0.28	1010	0.1	9.2	1.42	2.06	10	0.35	1.3
AEP11277	1	95	0.15	0.086	9	0.29	820	0.11	8.9	1.37	2.04	10	0.27	1.3
AEP11278	1	89	0.07	0.098	8	0.28	900	0.12	8	0.62	3.2	5	0.74	1.4
AEP11279	1	11	0.18	0.153	11	0.41	690	0.13	8.8	2.35	2.32	5	1.97	1.9
AEP11280	1	74	0.08	0.082	26	0.22	360	0.1	5.5	0.38	2.24	10	1.37	0.6
AEP11281	1	75	0.07	0.11	37	0.19	340	0.15	7.2	0.4	2.82	10	2.29	0.8
AEP11283	1	11	0.1	0.08	35	0.1	1340	0.16	6	0.17	1.98	10	1.05	0.25
AEP11284	1	23	0.08	0.053	25	0.03	890	0.07	2.4	0.11	0.73	10	0.76	0.25
AEP11285	1	13	0.07	0.078	58	0.18	860	0.43	10	0.62	3.68	10	1.07	0.9
AEP11286	1	93	0.06	0.058	42	0.21	550	0.32	7.4	0.39	2.87	10	0.57	0.7
AEP11287	1	14	0.07	0.08	35	0.22	670	0.27	7.9	0.18	3.23	10	0.16	0.8
AEP11288	1	97	0.17	0.087	12	0.18	430	0.16	8.5	1.08	1.57	10	2.41	1.4
AEP11289	1	86	0.11	0.096	11	0.54	750	0.13	7.7	0.6	3.09	5	0.58	1.4
AEP11291	1	86	0.08	0.078	25	0.38	650	0.13	7	0.98	2.89	10	1	1.4
AEP11292	1	66	0.08	0.066	29	0.1	610	0.16	5.7	1.22	3.03	10	1.12	0.6

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11293	32	489	14	46	0.1	4	5	180	2.49	1	10	506	0.25	2.5
AEP11294	12	979	16	53	0.1	7	9	287	2.84	5	28	494	0.25	7
AEP11295	26	287	15	54	0.7	3	3	53	2.64	10	34	308	0.25	9
AEP11296	28	402	4	26	0.1	3	1	44	2.38	1	6	281	0.25	2.5
AEP11297	22	300	1	14	0.1	1	0.5	47	4.86	7	1	425	0.25	8
AEP11298	17	395	8	37	0.1	3	3	42	4.05	1	9	360	0.25	2.5
AEP11299	2	617	3	23	0.1	2	1	53	3.85	6	13	301	0.25	6
AEP11300	10	40	3	9	0.1	1	0.5	34	3.18	1	10	163	0.25	2.5
AEP11315	18	156	4	9	0.1	0.5	0.5	48	3.37	1	25	193	0.25	2.5
AEP11316	23	131	1	9	0.1	1	0.5	54	3.48	1	1	150	0.25	6
AEP11317	29	180	1	6	0.1	0.5	0.5	35	4.36	1	1	142	0.25	2.5
AEP11318	56	238	18	17	0.1	3	0.5	69	3.02	28	16	177	0.25	6
AEP11320	2	473	10	32	0.1	8	8	262	3.12	1	11	570	0.25	2.5
AEP11321	24	260	9	40	0.1	3	2	81	4.33	88	1	234	0.25	13
AEP11322	2	27	5	4	0.1	0.5	1	40	5.16	51	1	262	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11293	1	68	1.51	0.098	9	0.86	890	0.25	8.3	3.11	2.17	10	0.03	1.2
AEP11294	1	67	1.33	0.091	9	0.6	880	0.22	8.3	2.84	2.14	10	0.03	1.3
AEP11295	1	75	0.34	0.067	8	0.31	940	0.16	8.4	2.34	2.19	10	0.41	1.3
AEP11296	1	86	0.2	0.066	17	0.28	630	0.17	8	1.59	2.05	10	0.53	1.2
AEP11297	1	11	0.27	0.084	11	0.41	410	0.08	6.4	0.73	1.31	5	0.3	0.9
AEP11298	1	69	0.31	0.101	8	0.25	1180	0.11	7.1	1.85	2.06	10	1.18	1.7
AEP11299	1	75	0.4	0.111	7	0.24	810	0.11	8	1.8	2.05	10	2.03	1.2
AEP11300	1	10	0.08	0.113	28	0.25	580	0.13	7.2	0.39	3.08	5	0.81	0.6
AEP11315	1	82	0.25	0.054	26	0.29	630	0.1	6.5	1.37	2	10	0.75	1.1
AEP11316	1	96	0.13	0.079	30	0.23	640	0.13	6.9	0.82	2.27	10	1.16	1.4
AEP11317	1	82	0.09	0.067	26	0.18	580	0.11	6.6	0.76	2.03	10	1.65	0.9
AEP11318	1	62	0.1	0.067	35	0.2	810	0.18	6.3	1.43	2.89	10	1.04	1.1
AEP11320	1	93	0.25	0.13	9	1.08	740	0.31	8.8	3.46	1.69	5	0.01	1.1
AEP11321	1	75	0.25	0.102	15	0.37	630	0.13	6.2	2.04	1.89	10	1.39	1.3
AEP11322	2	12	0.25	0.09	40	0.25	710	0.19	7.3	0.23	2.71	5	0.34	0.8

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11323	11	64	35	23	0.1	3	0.5	62	3.26	110	1	506	0.25	19
AEP11324	8	1120	16	75	0.1	4	6	230	2.87	1	29	479	0.25	2.5
AEP11326	8	53	3	1	0.1	0.5	0.5	25	3.28	6	5	175	0.25	2.5
AEP11327	1	32	3	2	0.1	1	0.5	36	2.86	1	8	160	0.25	2.5
AEP11328	10	11	15	5	0.1	1	0.5	62	2.6	1	1	107	0.25	2.5
AEP11329	3	7	26	3	0.1	0.5	0.5	38	3.29	1	1	142	0.25	5
AEP11330	4	11	7	6	0.1	1	0.5	39	1.46	19	1	96	0.25	2.5
AEP11331	1	31	8	22	0.1	5	2	95	3.71	24	6	36	0.25	2.5
AEP11332	2	38	56	98	0.1	10	2	49	5.37	128	1	70	0.25	90
AEP11333	1	27	10	21	0.1	3	1	59	2.66	44	1	159	0.25	12
AEP11334	1	36	33	38	0.1	4	0.5	77	2.69	47	22	80	0.25	8
AEP11335	0.5	12	54	25	0.1	2	1	71	1.05	5	1	128	0.25	2.5
AEP11337	1	19	6	30	0.1	2	0.5	104	1.41	27	1	40	0.25	5
AEP11338	3	14	8	24	0.1	1	0.5	116	1.69	19	1	62	0.25	6
AEP11339	1	20	9	18	0.5	2	0.5	74	1.55	20	12	46	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11323	1	82	0.25	0.069	13	0.51	380	0.14	7.8	0.28	3.34	5	0.51	1.3
AEP11324	1	70	0.25	0.082	9	0.72	760	0.22	7.5	2.75	1.69	10	0.02	1.1
AEP11326	1	68	0.25	0.068	26	0.15	460	0.12	6.3	0.73	2.2	5	2.17	0.5
AEP11327	1	54	0.25	0.06	29	0.08	440	0.13	5.1	0.41	2.03	10	2.2	0.25
AEP11328	1	22	0.25	0.036	29	0.04	540	0.06	1.8	0.1	0.99	10	0.98	0.25
AEP11329	1	40	0.25	0.047	30	0.07	370	0.11	3.4	0.16	1.79	10	1.23	0.25
AEP11330	1	27	0.25	0.028	26	0.05	700	0.1	2.5	0.07	1.04	10	0.18	0.25
AEP11331	1	16	0.25	0.031	28	0.06	70	0.05	1.5	0.31	0.41	10	0.41	0.7
AEP11332	1	10	0.25	0.083	43	0.21	590	0.23	7	0.41	2.77	10	0.74	1.8
AEP11333	1	61	0.25	0.043	35	0.23	430	0.27	6	0.26	2.3	5	0.42	1
AEP11334	1	23	0.25	0.026	19	0.1	120	0.16	2.8	0.47	0.37	10	0.15	0.5
AEP11335	1	19	0.25	0.024	20	0.21	280	0.11	3	0.78	0.63	10	0.13	0.5
AEP11337	1	20	0.25	0.028	25	0.1	310	0.13	2.6	0.07	0.95	10	0.08	0.25
AEP11338	2	28	0.25	0.03	27	0.13	450	0.12	2.6	0.12	0.96	10	0.26	0.5
AEP11339	1	21	0.25	0.014	31	0.06	300	0.06	1.6	0.16	0.48	10	0.27	0.25

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11340	3	32	96	30	0.1	1	0.5	57	6.07	139	5	176	0.25	9
AEP11341	1	19	5	11	0.1	2	1	34	2.63	35	1	69	0.25	2.5
AEP11342	1	20	8	55	0.1	5	1	53	1.5	23	9	19	0.25	2.5
AEP11343	1	14	18	80	0.1	4	1	107	0.8	1	1	22	0.25	2.5
AEP11345	0.5	9	6	14	0.1	2	1	111	0.83	14	1	43	0.25	2.5
AEP11346	0.5	8	5	15	0.1	3	1	98	1.02	5	1	42	0.25	2.5
AEP11347	0.5	12	16	96	0.1	4	0.5	170	0.8	10	1	35	0.25	2.5
AEP11349	0.5	10	127	12	0.1	1	0.5	42	1.12	15	6	211	0.25	2.5
AEP11350	2	31	8	41	0.1	5	1	55	2.57	52	11	583	0.25	9
AEP11351	13	159	29	45	0.1	3	4	68	2.46	17	9	215	0.25	6
AEP11352	3	99	95	28	0.1	0.5	0.5	58	5.33	15	9	344	0.25	2.5
AEP11353	8	151	22	53	0.1	6	1	69	4.39	9	35	324	0.25	5
AEP11354	0.5	70	6	68	0.1	7	14	994	4.35	14	5	713	0.25	5
AEP11355	0.5	68	8	83	0.1	5	12	879	4.09	1	1	666	0.25	5
AEP11356	1	23	2	7	0.1	2	1	39	1.62	1	1	383	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11340	1	10	0.25	0.084	24	0.15	620	0.11	5.3	0.27	2.57	10	1.27	0.6
AEP11341	1	78	0.07	0.048	34	0.15	640	0.29	6	0.32	2.36	10	0.5	0.9
AEP11342	1	21	0.08	0.025	26	0.12	190	0.1	2.4	0.11	0.89	10	0.04	0.6
AEP11343	1	13	0.06	0.013	23	0.1	290	0.12	2.1	0.41	0.67	5	0.02	0.2
AEP11345	1	17	0.06	0.018	20	0.12	320	0.12	2.7	0.1	1.08	5	0.03	0.5
AEP11346	1	15	0.13	0.023	18	0.15	250	0.13	2.8	0.8	0.8	10	0.04	0.5
AEP11347	2	15	0.13	0.022	21	0.17	310	0.12	2.3	0.45	0.66	10	0.03	0.2
AEP11349	2	15	0.08	0.044	32	0.09	290	0.11	2.4	0.08	1	10	0.3	0.2
AEP11350	1	66	0.17	0.083	6	0.21	490	0.13	8.2	0.85	1.6	10	0.02	1.9
AEP11351	1	65	0.24	0.062	11	0.24	870	0.14	6.7	1.83	1.81	5	0.67	1
AEP11352	1	62	0.07	0.085	10	0.22	730	0.08	6.4	0.77	2.76	10	1.72	0.8
AEP11353	1	85	0.29	0.064	13	0.24	560	0.17	7.1	1.73	2.15	5	1.23	1.1
AEP11354	1	12	3.68	0.0119	9	1.54	650	0.41	9.1	2.94	1.03	5	0.07	1.1
AEP11355	1	10	3.4	0.0117	6	1.4	610	0.38	9	3	1.03	5	0.02	1.1
AEP11356	1	60	0.04	0.051	33	0.12	790	0.29	6.5	0.23	2.62	10	0.05	0.9

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11358	3	912	18	90	1.3	4	6	157	2.82	1	12	302	0.25	2.5
AEP11359	5	3710	20	165	2.2	3	7	119	2.39	1	54	270	1	2.5
AEP11360	0.5	72	6	76	0.1	5	11	789	3.95	5	5	601	0.25	7
AEP11361	0.5	9	2	15	0.1	2	1	113	0.74	1	1	48	0.25	2.5
AEP11362	0.5	22	18	153	0.1	6	4	104	3.76	8	5	48	0.25	2.5
AEP11363	23	166	2	89	60	1	0.5	63	4.79	3940	225	50	0.8	166
AEP11365	1	21	62	24	0.1	2	0.5	106	2.79	42	14	96	0.25	11
AEP11366	1	44	306	13	3.5	1	0.5	113	2.68	103	107	89	0.25	42
AEP11367	0.5	12	4	11	0.1	2	0.5	47	0.95	1	1	111	0.25	5
AEP11368	1	29	7	17	0.1	4	2	59	2.76	26	10	45	0.25	5
AEP11369	0.5	37	5	26	0.1	4	0.5	76	4.17	119	9	116	0.25	5
AEP11370	0.5	24	19	40	0.1	4	1	49	2.46	15	9	93	0.25	2.5
AEP11372	0.5	42	8	80	0.1	6	10	786	3.64	1	5	652	0.25	6
AEP11373	0.5	75	9	86	0.1	6	10	737	3.6	5	1	644	0.25	2.5
AEP11374	1	7	32	50	0.1	2	0.5	99	4.7	5	10	43	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11358	1	61	1.41	0.077	10	0.72	100	0.22	7.4	2.02	2.72	5	0.04	1.1
AEP11359	1	52	1.55	0.066	15	0.65	660	0.2	6.2	1.61	1.8	5	0.05	1
AEP11360	1	10	2.97	0.0115	6	1.38	500	0.39	8.5	2.85	0.82	10	0.01	1.1
AEP11361	1	14	0.09	0.023	23	0.14	240	0.1	2.2	0.1	0.66	10	0.01	0.2
AEP11362	1	17	1.38	0.031	20	1.18	110	0.12	2.9	0.31	0.37	5	0.03	0.2
AEP11363	1	50	0.04	0.059	23	0.04	190	0.18	4.7	0.44	1.66	5	2.56	0.6
AEP11365	1	17	0.14	0.035	22	0.08	330	0.12	2.2	0.1	0.63	5	0.11	0.5
AEP11366	1	65	0.13	0.087	33	0.16	480	0.27	4.8	0.05	1.99	10	0.15	0.6
AEP11367	1	14	0.07	0.02	26	0.03	620	0.08	2.2	0.05	0.87	10	0.06	0.2
AEP11368	1	14	0.07	0.032	24	0.04	90	0.05	1.8	0.29	0.36	10	0.26	0.7
AEP11369	1	47	0.16	0.042	32	0.27	350	0.27	5.1	0.93	1.33	10	0.09	1
AEP11370	1	54	0.16	0.034	30	0.23	340	0.33	5.5	0.58	1.41	5	0.2	1.2
AEP11372	1	94	3.56	0.0103	8	1.11	550	0.35	8.6	3.14	1.26	10	0.03	1.1
AEP11373	1	97	2.99	0.0114	8	1.24	840	0.37	8.7	3.12	1.52	5	0.03	1.2
AEP11374	1	39	0.16	0.035	21	0.22	270	0.12	3.1	0.06	0.97	5	0.07	0

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11375	0.5	16	125	37	0.1	2	0.5	107	2.82	5	13	122	0.25	9
AEP11376	1	11	13	46	0.1	0.5	1	610	2.6	8	6	389	0.25	2.5
AEP11377	0.5	78	10	92	0.1	7	11	999	3.67	10	17	560	0.25	2.5
AEP11378	0.5	67	6	85	0.1	8	11	825	3.55	6	1	687	0.25	2.5
AEP11379	0.5	63	14	81	0.1	7	8	920	3.57	32	8	683	0.25	2.5
AEP11380	2	52	676	122	3.4	0.5	0.5	104	7.94	158	34	414	0.6	137
AEP11381	2	44	43	39	0.1	2	0.5	88	4.11	110	20	500	0.25	8
AEP11383	0.5	67	10	66	0.1	6	10	114	3.51	31	5	527	0.25	2.5
AEP11384	0.5	53	9	70	0.1	5	10	973	3.37	12	1	655	0.25	2.5
AEP11385	0.5	61	6	72	0.1	6	11	831	3.52	1	1	554	0.25	2.5
AEP11386	0.5	81	4	87	0.1	6	15	102	4.3	1	1	629	0.25	2.5
AEP11387	0.5	51	84	10	1.5	1	0.5	92	1.91	41	24	78	0.25	2.5
AEP11388	2	17	32	167	0.1	7	10	432	3.42	75	26	29	0.5	2.5
AEP11389	1	65	17	62	0.1	7	1	171	3.21	53	12	62	0.25	2.5
AEP11391	1	24	8	14	0.1	6	2	58	2.34	197	250	105	0.25	28
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11375	1	97	0.11	0.063	47	0.3	770	0.38	8.4	0.16	3.35	5	0.07	1.7
AEP11376	1	18	2.54	0.066	3	0.52	750	0.21	7.9	2.67	1.48	5	0.02	1.4
AEP11377	1	97	1.61	0.0102	7	1.1	760	0.36	8.7	2.88	1.58	5	0.04	1.3
AEP11378	1	93	3	0.01	8	1.1	660	0.37	8.5	3.11	1.24	5	0.02	1.1
AEP11379	1	95	2.8	0.0103	8	0.93	620	0.38	8.8	3.07	1.41	5	0.04	1.2
AEP11380	4	83	0.14	0.0131	9	0.16	790	0.21	8.5	0.51	3.18	5	1.22	0.5
AEP11381	1	61	0.08	0.073	31	0.22	560	0.2	5.7	0.22	2.29	5	0.15	1.1
AEP11383	1	92	2.48	0.0101	8	1.1	690	0.35	8.4	2.8	1.37	5	0.04	1.1
AEP11384	1	92	3.04	0.0103	7	1.1	640	0.37	9	2.89	1.29	5	0.03	1.1
AEP11385	4	91	3.18	0.0111	9	1.05	520	0.35	8.6	3	1.23	5	0.02	1
AEP11386	1	12	3.58	0.0113	8	1.51	510	0.42	9.1	2.62	0.96	5	0.02	1
AEP11387	1	28	0.1	0.045	27	0.14	260	0.23	4	0.13	1.49	5	0.47	0.6
AEP11388	5	23	0.18	0.033	22	0.91	130	0.14	2.8	0.08	0.69	5	0.09	0.5
AEP11389	1	12	0.07	0.02	20	0.06	100	0.07	1.8	0.04	0.34	5	0.04	0.25
AEP11391	1	10	0.07	0.044	55	0.32	780	0.49	9.2	0.31	4	5	0.42	1.3

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11392	6	24	34	85	0.1	3	1	62	1.53	42	6	41	0.25	14
AEP11393	5	30	67	99	0.1	4	1	76	2.65	36	1	60	0.25	13
AEP11395	2	26	38	25	1	2	0.5	46	3.78	56	9	315	0.25	37
AEP11396	16	24	5	7	0.1	2	0.5	41	1.5	19	5	599	0.25	2.5
AEP11397	0.5	27	5	10	0.1	1	0.5	38	2.54	66	6	114	0.25	2.5
AEP11398	5	28	88	63	0.8	2	0.5	55	2.67	68	18	144	0.25	36
AEP11399	2	21	10	58	0.1	4	1	56	2.6	80	7	59	0.25	18
AEP11400	2	61	694	94	4	4	0.5	42	6.22	274	16	230	0.25	54
AEP11601	1	38	10	302	0.1	9	1	315	2.04	28	9	35	0.25	2.5
AEP11603	0.5	32	8	101	0.1	8	13	1170	4.52	6	6	610	0.25	2.5
AEP11604	1	34	8	91	0.1	7	13	1140	4.8	5	5	764	0.25	2.5
AEP11605	0.5	4	2	6	0.1	2	0.5	167	0.53	1	1	27	0.25	2.5
AEP11606	0.5	42	5	78	0.1	5	13	1070	4.78	1	1	583	0.25	2.5
AEP11607	0.5	29	6	79	0.1	7	15	944	4.65	1	1	733	0.25	2.5
AEP11608	0.5	32	9	80	0.1	7	14	870	4.58	1	1	671	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11392	2	31	0.04	0.031	24	0.11	380	0.13	3.4	0.06	1.52	10	0.13	0.25
AEP11393	2	50	0.03	0.034	31	0.16	330	0.16	5	0.08	2.28	10	0.08	0.6
AEP11395	2	52	0.07	0.067	34	0.13	440	0.15	5.2	0.11	2.21	10	0.38	0.6
AEP11396	1	59	0.06	0.082	28	0.16	790	0.18	6.7	0.28	2.66	5	0.11	0.9
AEP11397	2	74	0.1	0.054	40	0.16	800	0.22	6.6	0.32	2.66	5	0.16	1.2
AEP11398	1	47	0.08	0.056	35	0.11	730	0.21	4.7	0.21	1.88	10	0.67	0.6
AEP11399	2	54	0.09	0.042	36	0.29	640	0.23	5	0.28	1.83	10	0.43	1
AEP11400	49	14	0.06	0.088	57	0.14	640	0.44	7.8	0.4	3.38	10	1.53	1
AEP11601	2	31	0.14	0.029	25	0.28	400	0.17	3.3	0.13	1.09	5	0.03	0.5
AEP11603	1	11	2.22	0.0108	14	1.62	640	0.38	8.3	3.93	1.32	5	0.03	1
AEP11604	1	12	2.61	0.0114	14	1.63	650	0.4	8.7	4.5	1.09	5	0.03	1
AEP11605	1	8	0.34	0.012	22	0.15	180	0.08	1.4	0.04	0.42	5	0.03	0.2
AEP11606	1	12	3.33	0.0114	9	1.92	520	0.41	8.3	2.5	1.1	5	0.01	1
AEP11607	1	12	3.94	0.0107	13	1.52	620	0.39	8.5	2.66	1.15	5	0.01	1
AEP11608	1	12	3.64	0.0108	13	1.62	580	0.39	8.4	2.76	1.25	10	0.01	1

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11610	1	55	68	40	0.1	3	0.5	149	3.74	93	7	198	0.25	18
AEP11611	0.5	27	5	14	0.1	3	0.5	46	1.69	92	12	164	0.25	6
AEP11612	13	32	8	11	0.1	1	0.5	59	1.81	13	1	56	0.25	2.5
AEP11613	1	42	43	176	0.1	4	6	1340	2.66	13	32	488	0.8	2.5
AEP11614	0.5	48	21	124	0.1	3	6	1180	2.7	1	1	503	0.25	2.5
AEP11615	0.5	9	7	106	0.1	2	5	887	2.51	24	5	506	0.25	2.5
AEP11616	0.5	41	11	63	0.1	3	6	664	2.61	7	1	703	0.25	2.5
AEP11618	0.5	40	44	126	0.1	3	6	812	2.67	5	1	677	0.25	2.5
AEP11619	1	89	176	583	1.5	4	9	1150	3.12	5	1	774	1.7	2.5
AEP11620	0.5	25	8	58	0.1	3	6	813	2.35	17	1	720	0.25	2.5
AEP11621	1	36	169	4	24.5	0.5	0.5	74	9.85	460	23	127	0.25	154
AEP11622	0.5	40	148	233	0.1	2	5	1500	2.64	23	18	221	1.5	2.5
AEP11623	2	243	8	100	0.1	3	9	1350	3.47	1	9	828	0.25	2.5
AEP11624	1	164	88	93	1.3	1	1	596	2.09	6	25	384	0.25	11
AEP11625	0.5	37	28	327	0.1	3	4	975	2.27	10	7	548	2.4	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11610	1	40	0.1	0.045	27	0.12	280	0.23	4	0.07	1.38	5	0.07	1
AEP11611	2	57	0.08	0.033	32	0.17	750	0.25	5.3	0.17	2.26	5	0.32	0.7
AEP11612	1	17	0.13	0.029	21	0.06	300	0.06	2.1	0.04	0.9	5	0.15	0.2
AEP11613	2	64	2.31	0.092	6	0.79	101	0.26	8.1	2.45	2.71	5	0.01	1.2
AEP11614	2	66	2.85	0.083	5	0.76	119	0.27	7.9	2.55	2.18	5	0.01	1.2
AEP11615	1	62	2.39	0.079	5	0.72	980	0.26	7.7	2.21	2.9	5	0.01	1
AEP11616	1	63	2.36	0.082	5	0.72	850	0.26	7.9	2.64	2.15	5	0.01	1.2
AEP11618	2	64	2.6	0.085	6	0.74	870	0.26	8.17	2.67	2.18	5	0.02	1.2
AEP11619	1	83	2.76	0.095	7	1.15	820	0.31	8.22	2.73	1.65	5	0.01	1.1
AEP11620	1	52	2.26	0.076	5	0.64	850	0.23	8.12	2.7	1.94	5	0.02	1.2
AEP11621	15	24	0.1	0.084	41	0.05	440	0.27	0.36	0.15	1.65	10	3.37	0.25
AEP11622	1	56	1.14	0.081	6	0.64	138	0.24	8.47	1.89	2.67	5	0.06	1.1
AEP11623	1	86	2.9	0.0102	7	1.06	830	0.32	8.56	3.02	1.92	10	0.02	1.2
AEP11624	2	60	0.25	0.059	8	0.42	710	0.25	7.58	1.69	2.88	5	0.5	1.1
AEP11625	1	55	2.78	0.073	6	0.66	820	0.23	7.85	2.65	2.06	5	0.02	1.2

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11626	6	85	59	9	0.1	1	0.5	56	2.04	39	8	215	0.25	21
AEP11628	0.5	783	34	106	1.4	2	6	1630	2.42	6	14	431	0.25	2.5
AEP11629	2	11	4	5	0.1	1	0.5	48	1.17	7	1	56	0.25	2.5
AEP11630	0.5	19	41	7	0.1	0.5	0.5	66	1.62	20	1	112	0.25	12
AEP11631	0.5	17	61	8	1	0.5	0.5	85	2.41	30	7	45	0.25	64
AEP11632	0.5	37	67	316	0.1	7	8	2080	4.95	36	8	743	1.4	2.5
AEP11634	0.5	64	60	253	0.1	10	5	2140	4.83	29	23	641	0.9	2.5
AEP11635	2	52	94	392	2.8	10	16	2420	5.26	42	21	510	2	2.5
AEP11636	0.5	30	8	70	0.1	8	14	1020	4.75	1	1	774	0.25	2.5
AEP11637	0.5	44	18	99	0.1	7	12	1170	4.54	18	1	687	0.25	2.5
AEP11638	0.5	27	7	96	0.1	11	13	2350	4.68	14	6	233	3.2	2.5
AEP11639	0.5	39	8	81	0.1	7	14	1010	4.66	7	1	756	0.25	2.5
AEP11641	0.5	39	15	96	0.1	8	14	1460	4.62	15	12	558	0.6	2.5
AEP11642	0.5	48	14	91	0.1	8	15	1020	4.78	11	1	836	0.25	2.5
AEP11643	0.5	40	4	83	0.1	7	14	970	4.75	1	7	782	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11626	3	63	0.1	0.061	18	0.27	450	0.13	5.85	0.16	2.5	10	0.54	0.8
AEP11628	1	53	1.65	0.071	7	0.67	910	0.22	7.25	1.98	2.52	5	0.02	1.1
AEP11629	2	15	0.04	0.018	24	0.06	210	0.07	2.28	0.05	1.07	5	0.26	0.25
AEP11630	2	13	0.15	0.042	25	0.09	260	0.09	2.05	0.08	0.83	5	0.34	0.5
AEP11631	2	15	0.18	0.029	24	0.1	230	0.13	1.96	0.08	0.95	5	0.51	0.25
AEP11632	1	13	3.51	0.0116	15	1.95	600	0.42	8.9	2.49	1.17	5	0.03	1
AEP11634	1	14	3.46	0.0111	15	2.03	600	0.42	8.8	2.54	1.23	5	0.03	1
AEP11635	2	15	2.62	0.0119	18	2.17	310	0.46	9.11	3.28	0.85	5	0.05	0.9
AEP11636	1	12	4.13	0.0114	14	1.58	580	0.4	8.71	2.68	1.25	5	0.03	1
AEP11637	1	12	3.35	0.0121	14	1.47	660	0.4	8.86	2.84	1.32	5	0.03	1
AEP11638	1	11	1.95	0.0118	15	1.75	520	0.4	8.75	2.03	2.15	5	0.03	1.1
AEP11639	2	12	4.02	0.011	14	1.62	650	0.4	8.67	2.63	1.35	5	0.01	1
AEP11641	1	12	2.78	0.0114	15	1.66	900	0.4	8.43	2.63	1.86	5	0.03	1
AEP11642	1	12	3.42	0.0115	14	1.78	700	0.41	8.98	3.21	1.54	5	0.03	1.1
AEP11643	1	12	3.7	0.0111	14	1.59	750	0.4	8.87	2.89	1.25	5	0.01	1.1

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11644	0.5	29	14	33	0.1	3	1	86	3.9	91	30	45	0.25	2.5
AEP11645	0.5	25	7	59	0.1	12	5	269	2.49	14	7	59	0.25	2.5
AEP11646	0.5	16	38	126	0.1	3	5	1120	2.59	43	5	370	3.4	2.5
AEP11648	1	78	11	87	0.1	12	14	742	4.4	1	1	730	0.25	2.5
AEP11649	0.5	13	5	32	0.1	9	2	232	1.53	1	5	68	0.25	2.5
AEP11650	0.5	26	145	197	0.1	5	2	644	2.23	8	1	80	0.6	2.5
AEP11651	1	106	9	87	0.1	10	14	817	4.53	6	7	694	0.25	2.5
AEP11652	0.5	48	4	62	0.1	9	14	763	4.86	7	6	727	0.25	2.5
AEP11653	1	120	21	75	0.1	10	8	705	2.81	19	1	666	0.6	2.5
AEP11654	0.5	26	6	52	0.1	13	5	220	2.96	1	1	87	0.25	2.5
AEP11655	0.5	19	7	52	0.1	9	4	230	1.85	15	5	113	0.25	2.5
AEP11656	1	25	23	69	0.1	0.5	2	945	1.48	32	7	221	0.6	2.5
AEP11658	2	21	23	45	0.1	1	0.5	249	1.64	14	10	229	0.25	2.5
AEP11659	4	14	14	33	0.1	1	0.5	90	1.58	8	8	68	0.25	2.5
AEP11660	4	29	48	13	0.1	1	0.5	62	1.35	10	1	217	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11644	1	38	0.12	0.035	26	0.21	260	0.24	4.01	0.16	1.22	5	0.08	0.6
AEP11645	2	55	0.21	0.056	34	0.38	430	0.35	6.07	0.67	2.12	5	0.01	1.4
AEP11646	1	58	2.51	0.078	5	0.66	750	0.24	7.96	2.86	2.13	5	0.01	1.1
AEP11648	1	12	4.25	0.0105	17	1.45	590	0.45	9.03	2.88	1.21	5	0.01	1.1
AEP11649	1	37	0.62	0.042	30	0.33	270	0.28	4.55	0.9	1.4	5	0.03	0.9
AEP11650	1	43	2.2	0.074	27	0.97	270	0.29	5.04	0.66	1.52	5	0.04	1.1
AEP11651	1	14	4.29	0.011	15	1.49	500	0.45	8.76	2.65	1.14	5	0.01	1
AEP11652	1	13	4.08	0.011	12	1.48	430	0.45	8.86	2.6	0.8	5	0.01	1
AEP11653	2	11	4.16	0.01	10	1.35	250	0.39	8.16	2.71	0.33	5	0.04	1.1
AEP11654	1	60	0.32	0.055	37	0.45	330	0.39	6.19	0.75	2.06	5	0.03	1.6
AEP11655	1	40	0.3	0.039	27	0.43	180	0.25	4.57	0.9	1.1	5	0.02	1.1
AEP11656	2	16	0.86	0.064	3	0.33	780	0.16	7.35	2.25	2.07	5	0.04	1.4
AEP11658	2	15	0.24	0.063	3	0.32	730	0.16	7.25	2.25	1.94	5	0.07	1.5
AEP11659	1	19	0.1	0.034	3	0.32	760	0.16	7.06	0.42	2.7	10	0.41	1.5
AEP11660	3	21	0.14	0.043	4	0.27	102	0.16	7	2.36	1.95	5	0.64	1

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11661	0.5	146	9	85	0.1	7	11	730	3.61	8	7	592	0.25	2.5
AEP11662	1	34	20	51	0.1	2	3	503	1.76	17	5	253	0.25	2.5
AEP11664	0.5	94	13	57	0.1	2	1	217	5.36	64	13	38	0.25	2.5
AEP11665	1	36	16	95	0.1	27	8	306	3.91	24	8	89	0.25	12
AEP11666	0.5	38	19	28	0.1	2	0.5	59	2.15	20	12	132	0.25	2.5
AEP11667	0.5	55	15	6	0.1	1	0.5	66	2.67	50	26	92	0.25	2.5
AEP11668	2	43	157	168	0.1	3	2	73	2.61	93	1	73	0.25	11
AEP11669	0.5	39	48	10	0.1	1	0.5	66	2.08	36	10	67	0.25	2.5
AEP11670	0.5	20	17	265	0.1	6	6	658	3.26	7	1	54	0.25	2.5
AEP11672	3	53	26	49	0.9	9	4	407	2.62	170	25	144	0.5	2.5
AEP11673	0.5	9	10	75	0.1	5	1	274	1.21	1	1	52	0.25	2.5
AEP11674	0.5	12	16	49	0.1	7	3	301	2.97	5	1	31	0.25	2.5
AEP11675	13	308	591	171	72.9	1	0.5	131	3.82	293	116	27	1.5	331
AEP11676	1	577	0	315	0	0.5	0.5	28	21	0	1060	67	3.9	268
AEP11678	0.5	94	67	162	0.1	13	18	1020	5.44	66	8	998	1.1	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11661	1	95	3.33	0.088	11	1.08	690	0.36	8.16	2.69	1.58	5	0.01	1.1
AEP11662	1	26	0.25	0.06	3	0.4	990	0.19	7.71	2.21	2.25	5	0.04	1.4
AEP11664	1	19	0.21	0.023	15	0.53	40	0.13	2.01	0.03	0.11	5	0.07	0.25
AEP11665	1	89	0.35	0.063	52	0.61	510	0.36	8.48	0.38	2.79	5	0.04	2
AEP11666	2	43	0.09	0.065	27	0.14	440	0.23	4.42	0.23	1.72	5	0.64	0.8
AEP11667	3	38	0.09	0.049	25	0.15	290	0.26	3.99	0.18	1.43	5	0.41	0.7
AEP11668	2	48	0.04	0.057	25	0.15	380	0.21	4.97	0.07	2.14	10	0.04	0.8
AEP11669	1	27	0.05	0.032	22	0.12	240	0.21	3.42	0.08	1.3	10	0.15	0.5
AEP11670	1	16	0.34	0.035	17	0.91	110	0.14	2.6	0.76	0.08	5	0.06	0.25
AEP11672	1	96	0.14	0.056	44	0.46	730	0.43	7.89	0.08	3.46	5	0.05	2
AEP11673	1	18	0.3	0.03	20	0.29	180	0.21	2.67	1.05	0.37	5	0.04	0.25
AEP11674	1	15	0.34	0.025	16	0.66	160	0.1	2.36	0.14	0.31	5	0.05	0.25
AEP11675	16	52	0.05	0.079	24	0.21	370	0.22	4.87	0.13	2.28	10	1.02	0.7
AEP11676	2	60	0.06	0.0129	46	0.01	370	0.41	1.29	0.14	3.12	10	7.54	0.25
AEP11678	1	18	5.45	0.162	15	1.85	390	0.59	9.18	2.57	0.8	5	0.02	1

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11679	0.5	100	18	120	0.1	7	15	1370	5.1	15	5	947	0.25	2.5
AEP11680	1	29	23	77	0.1	3	9	650	2.7	10	1	611	0.25	7
AEP11681	1	26	111	12	0.6	2	2	102	1.44	137	7	247	0.25	18
AEP11682	1	13	41	19	0.1	3	2	129	1.34	18	5	90	0.25	5
AEP11683	0.5	21	35	123	0.1	4	6	854	2.2	6	5	371	0.25	2.5
AEP11684	0.5	54	13	53	0.1	2	6	584	2.19	6	1	330	0.25	2.5
AEP11685	3	544	21	85	0.8	3	7	1200	2.84	1	12	149	0.25	6
AEP11687	1	174	32	108	0.1	3	5	1935	2.49	1	5	239	0.25	5
AEP11688	1	41	102	257	0.1	4	6	1455	2.33	16	8	283	3.1	6
AEP11689	0.5	24	27	118	0.1	4	6	976	2.4	5	6	620	0.25	2.5
AEP11690	1	87	112	379	0.1	5	9	2550	2.75	91	18	198	3.6	7
AEP11691	1	28	732	27	0.7	3	2	102	1.75	41	12	55	0.25	28
AEP11692	1	60	351	771	0.1	9	13	2340	4.51	26	7	410	8.3	8
AEP11693	1	55	423	634	0.7	8	14	2600	4.82	41	9	487	2.3	11
AEP11694	0.5	46	21	118	0.1	11	14	1335	5.39	8	5	807	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11679	1	15	5.31	0.129	6	1.69	350	0.49	9.18	2.36	0.48	5	0.06	1
AEP11680	3	61	2.46	0.081	5	0.82	830	0.24	8.15	2.71	2.16	5	0.01	1.2
AEP11681	1	60	0.07	0.047	34	0.31	480	0.39	6.18	0.09	2.74	10	0.4	0.7
AEP11682	1	44	0.12	0.038	30	0.38	250	0.32	5.51	0.83	1.34	5	0.24	1
AEP11683	2	47	2.81	0.069	5	0.57	101	0.21	8.35	2.48	2.46	5	0.01	1.2
AEP11684	3	43	2.54	0.068	4	0.51	940	0.17	8.16	1.69	2.61	5	0.01	1.3
AEP11685	1	59	2.26	0.081	5	0.81	122	0.25	7.91	2.62	2.02	5	0.05	1.1
AEP11687	4	54	1.9	0.081	8	0.72	830	0.24	8.42	1.98	2.27	5	0.02	1.1
AEP11688	3	56	1.09	0.079	6	0.83	860	0.23	8.33	2.06	2.23	5	0.03	1.2
AEP11689	3	49	2.91	0.072	6	0.66	630	0.22	7.94	2.66	1.91	5	0.02	1.1
AEP11690	2	72	2.18	0.099	4	0.94	810	0.3	8.52	1.28	3.01	10	0.04	1
AEP11691	3	19	0.1	0.024	20	0.13	360	0.1	1.93	0.06	0.75	5	0.38	0.25
AEP11692	2	12	2.56	0.0113	14	1.99	960	0.39	8.59	2.14	1.79	10	0.04	0.9
AEP11693	1	13	2.73	0.0124	14	1.88	990	0.41	9.08	1.92	2.28	10	0.06	1.1
AEP11694	4	15	4.57	0.0113	15	1.97	340	0.45	8.63	2.96	0.98	5	0.02	0.9

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11696	1	22	17	47	0.1	3	5	609	2.11	1	1	480	0.25	7
AEP11697	1	40	12	65	0.1	3	7	553	2.62	1	1	648	0.25	2.5
AEP11698	1	74	15	79	0.1	7	14	834	3.81	5	1	473	0.25	5
AEP11699	2	74	206	149	0.1	4	7	1750	2.47	19	18	954	0.7	2.5
AEP11700	1	50	8	59	0.1	3	4	519	2.34	14	1	484	0.25	2.5
AEP11702	0.5	12	12	48	0.1	2	6	686	2.05	1	1	442	0.25	2.5
AEP11703	0.5	41	35	55	0.1	3	5	989	2.08	573	89	203	0.25	8
AEP11704	0.5	21	17	52	0.1	2	5	721	2.15	16	1	465	0.25	2.5
AEP11705	1	12	14	56	0.1	2	6	739	2.31	1	1	435	0.25	9
AEP11706	0.5	16	15	49	0.1	1	6	696	2.11	1	1	541	0.25	9
AEP11707	0.5	54	14	128	0.1	8	12	1235	4.37	13	1	682	0.25	5
AEP11708	1	77	232	277	0.1	8	12	1880	4.08	22	33	652	0.5	6
AEP11710	2	13	7	5	0.1	2	2	41	1.9	20	1	103	0.25	2.5
AEP11711	1	73	19	120	0.1	9	6	1020	4.6	25	1	815	0.25	16
AEP11712	0.5	45	14	119	0.1	11	20	1300	5.4	1	1	775	0.25	2.5
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11696	5	39	2.74	0.065	4	0.38	207	0.17	7.58	1.99	2.67	5	0.01	1.2
AEP11697	7	67	2.8	0.096	5	0.62	860	0.27	8.28	2.79	2.09	5	0.04	1.1
AEP11698	5	10	3.45	0.0106	7	1.36	950	0.36	8.59	2.89	1.48	5	0.01	1
AEP11699	4	60	2.39	0.092	4	0.36	110	0.24	8.01	2.33	2.53	10	0.1	1.2
AEP11700	1	68	2.86	0.093	4	0.36	720	0.27	8.16	2.36	2.44	5	0.03	1.1
AEP11702	6	44	2.79	0.071	5	0.42	174	0.19	7.95	2.01	2.86	5	0.01	1.3
AEP11703	5	42	1.82	0.072	4	0.48	198	0.18	8.27	1.51	3.82	10	0.02	1.2
AEP11704	4	43	2.3	0.079	4	0.48	111	0.18	8.13	2.09	2.49	5	0.01	1.3
AEP11705	5	44	2.63	0.077	5	0.49	110	0.19	8.74	2.42	2.3	10	0.02	1.3
AEP11706	6	41	2.55	0.068	5	0.45	133	0.18	7.82	2.36	2.59	5	0.01	1.2
AEP11707	4	11	3.73	0.0122	12	1.45	600	0.37	8.51	3.03	1.1	5	0.01	1
AEP11708	1	11	3.67	0.0105	12	1.41	570	0.35	7.7	2.81	0.88	5	0.02	0.9
AEP11710	2	40	0.06	0.061	23	0.11	630	0.15	4.48	0.27	1.65	5	0.96	0.5
AEP11711	2	14	3.9	0.0125	15	1.43	490	0.41	8.92	3.02	1.43	5	0.14	0.9
AEP11712	2	14	5	0.0118	17	2	460	0.43	9.34	2.44	0.72	10	0.01	0.9

MUESTRA	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe (%)	As	Au (*)	Sr	Cd	Sb
AEP11713	1	35	9	36	0.1	7	4	178	2.47	8	1	116	0.25	13
AEP11714	1	109	13	99	0.1	9	15	890	4.23	1	1	692	0.25	2.5
AEP11715	1	64	16	107	0.1	11	15	1395	4.81	15	1	600	0.25	9
AEP11716	1	59	14	102	0.1	10	18	1485	4.87	20	1	701	0.25	7
AEP11717	1	46	115	244	0.1	9	17	2400	4.87	25	6	580	1.6	10
AEP11718	1	51	15	52	0.1	10	18	1115	4.8	16	1	423	0.25	5
AEP11720	1	35	30	89	0.1	7	10	1495	4.27	28	1	725	0.25	6
AEP11721	2	13	5	4	0.1	1	1	49	1.92	5	1	151	0.25	2.5
AEP11722	2	13	9	11	0.1	1	2	52	2.3	18	1	90	0.25	8
AEP11723	1	7	12	92	0.1	9	14	1455	5.34	1	1	761	0.25	8
AEP11725	1	27	41	10	0.1	0.5	1	47	3.63	19	1	185	0.25	9
AEP11726	1	32	11	96	0.1	9	11	1425	5.23	1	1	777	0.25	6
AEP11727	1	42	33	184	0.1	9	13	1415	4.52	5	1	739	0.25	7
AEP11728	1	58	13	151	0.1	11	20	1465	4.99	1	1	867	0.5	2.5
AEP11729	0.5	92	31	229	0.1	11	14	1670	5.05	19	1	691	1	11
MUESTRA	Bi	V	Ca (%)	P (%)	Cr	Mg	Ba	Ti (%)	Al (%)	Na (%)	K (%)	W	S (%)	Be
AEP11713	2	59	0.11	0.048	32	0.35	530	0.29	6.56	0.85	2.35	5	0.74	1.2
AEP11714	7	12	3.77	0.01	15	1.4	620	0.38	7.97	2.89	1.09	5	0.01	1
AEP11715	3	15	4.63	0.013	18	1.64	420	0.44	8.81	2.67	0.82	10	0.02	0.9
AEP11716	2	14	4.06	0.0111	20	1.78	660	0.41	8.65	2.41	1.3	5	0.04	0.9
AEP11717	4	13	3.93	0.0113	14	1.9	710	0.41	8.24	1.74	1.5	5	0.03	0.9
AEP11718	6	14	3.1	0.0119	14	2.17	450	0.44	8.87	3.55	0.85	5	0.04	0.8
AEP11720	1	11	3.45	0.011	12	1.58	830	0.37	8.53	3	1.08	5	0.04	1
AEP11721	2	38	0.08	0.047	2	0.07	680	0.12	3.89	0.13	1.61	5	0.52	0.25
AEP11722	3	26	0.06	0.035	22	0.06	280	0.08	2.73	0.14	1.06	10	0.49	0.25
AEP11723	1	15	4.11	0.0111	16	2.04	420	0.43	8.99	2.68	0.91	5	0.3	0.9
AEP11725	2	72	0.18	0.07	6	0.3	990	0.21	7.36	0.64	3.01	5	1.75	0.8
AEP11726	6	13	4.51	0.0113	14	1.92	420	0.42	9.05	2.69	0.79	5	0.03	0.9
AEP11727	4	11	3.67	0.0114	13	1.53	570	0.37	8.25	3	1.16	5	0.02	1
AEP11728	3	14	4.08	0.0106	14	1.98	480	0.41	8.21	2.77	0.98	5	0.01	0.9
AEP11729	1	14	4.21	0.0114	15	2.2	500	0.43	8.69	2.41	0.98	5	0.011	1