

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y
METALÚRGICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**"GEOLOGIA Y MINERALIZACION DEL SECTOR
QUESCAY – COLQUEPATA – CUSCO"**

Tesis presentada por:

Bach. Raul Barazorda Paredes

Bach. Jheferson Hernan Polo Ttito

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo.

Asesor:

Ing. Jorge Henry Cuenca Sánchez

CUSCO - PERÚ

2021



Índice

Índice	1
Resumen	11
Introducción	12
Capítulo I	13
Aspectos generales	13
1.1. Ubicación	13
1.1.1. Ubicación política.....	13
1.1.2. Ubicación UTM.....	13
1.2. Accesibilidad.....	14
a) Ruta 1. -.....	14
1.3. Planteamiento de problema.....	15
1.4. Formulación de problema	15
1.4.1. Problema general.....	15
1.4.2. Problemas específicos.....	15
1.5. Objetivos.....	16
1.5.1. Objetivo general	16
1.5.2. Objetivos específicos.....	16
1.6. Justificación e importancia.....	16
1.7. Hipótesis.....	16
1.7.1. Hipótesis general	16
1.7.2. Hipótesis específico.....	17
1.8. Variables	17
1.8.1. Variables independientes	17
1.8.2. Variables dependientes	17
1.9. Marco referencial.....	17
1.9.1. Antecedentes	17
1.10. Metodología de la investigación.....	19
1.10.1. Procedimiento	19
1.10.2. Equipos y materiales.....	20
1.11. Clima	21
1.12. Flora y fauna	21
Capítulo II.....	23
Geomorfología	23
2.1. Introducción	23
2.2. Geomorfología regional.....	23
2.2.1. Cordillera Oriental.....	23
2.2.2. Meseta de Colquepata.....	24



2.3. Geomorfología local	25
2.3.1. Montañas medias.....	25
2.3.2. Terrazas	26
2.3.3. Fondo de valle fluvio-glaciar	27
2.4. Hidrología	27
Capítulo III.....	29
Geología.....	29
3.1. Geología regional	29
3.1.1. Unidades geológicas regionales	29
3.1.2. Unidades geológicas locales	35
Capítulo IV	50
Tectónica.....	50
4.1. Introducción	50
4.1.1. Tectónica Herciniana.....	51
4.1.2. Tectónica Eoherciniana Devónico superior - Misisipiano	51
4.1.3. Tectónica Tardiherciniana	52
4.1.4. Tectónica Andina	53
4.2. Geología estructural regional	53
4.2.1. Cordillera Oriental.....	53
4.3. Geología estructural local	54
4.3.1. Fallas locales.....	54
4.3.2. Plegamientos	58
Capítulo V.....	62
Geología Económica	62
5.1. Alteraciones hidrotermales.....	62
5.1.1. Alteración y mineralización supergena.....	62
5.1.2. Zona de lixiviación	64
5.1.3. Piritización	66
5.1.4. Cloritización.....	68
5.2. Mineralización.....	68
5.2.1. Zona 1	71
5.2.2. Zona 2.....	74
5.2.3. Zona 3	79
5.4. Minerografía.....	84
5.4.1. Descripción secciones pulidas.....	87
5.5. Geoquímica	95
5.5.1 Muestreo	95
5.5.2. Análisis Estadístico de Muestras.....	97
5.5.3. Análisis de resultados por el Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento	
Absorción Atómica	100
5.5.4. Tratamiento estadístico de datos Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES	
digestión Multi-acida	100
5.5.5 Análisis de distribución radial de elementos guía por oro o target element.....	102
5.5.6. Correlación Pearson.....	109



Capítulo VI	112
Metalogenia	112
6.1. Franja (I) de Au en rocas metasedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico	112
6.2 Evolución geológica e interacción metalogenetica.....	114
6.3 Descripción metalogenetica local.....	117
Conclusiones.....	119
Recomendaciones.....	121
Referencias Bibliográficas.....	122



Fotografías

- Fotografía 1: Vista de Flora y Fauna del Sector Quescay. A=ichu andino. B=Sembrío de papa. C=Churrete de vientre blanco. D=Huayatas y Vacas. Fuente Propia **22**
- Fotografía 2: Cadena de montañas medias a bajas que bordean la quebrada Quescaymayo. Vista tomada desde la parte baja del cerro Soncco. Fuente Propia **26**
- Fotografía 3: Terrazas medias y bajas. Vista tomada desde la parte alta del cerro Soncco con vista a la laguna de Quescay Fuente Propia. **26**
- Fotografía 4: Vista panorámica del valle fluvio-glaciar del río Quescaymayo. Dirección SE. Fuente Propia **27**
- Fotografía 5: Río Quescaymayo afluente del Río Vilcanota. Vista tomada desde el fondo del valle fluvio-glaciar de Quescay. Fuente Propia **28**
- Fotografía 6: Afloramiento de pizarras instruida por veta cuarcífera. Fuente Propia **36**
- Fotografía 7: Afloramiento de pizarras calcáreas con buzamiento 75°NE vertical en dirección N130. Fuente propia **37**
- Fotografía 8: Fuerte plegamiento de pizarras que fueron instruidas por el dique microdiorítico. Presencia de falla Inversa Dirección N87°O. Fuente propia **38**
- Fotografía 9: a) Potentes bancos de cuarcitas con venas de cuarzo tipo stockwork. b) Se observa venas de cuarzo entrecortadas orientadas aleatoriamente. Fuente Propia **39**
- Fotografía 10: Veta de cuarzo de 50 cm de potencia cortando el banco de cuarcitas del miembro 2. Fuente propia **40**
- Fotografía 11: vetas de cuarzo de espesor 5cm rellenando fracturas del banco de cuarcitas miembro 2. Fuente propia **40**
- Fotografía 12: Intrusión del dique Microdiorítico (McDi) en las pizarras de la formación Paucartambo (Pz). Fuente propia **42**
- Fotografía 13: Sección delgada de muestra M-5. Intrusión Hipoabisal. **43**
- Fotografía 14: Deposito coluvial en el fondo de valle del río Quescaymayo. Fuente propia **48**
- Fotografía 15: Deposito Fluvio-Glaciar. Depositado en la altiplanicie Colquepata. Fuente propia **49**
- Fotografía 16: Falla inversa dirección N50°O Buzamiento 21°NE. Fuente propia **56**
- Fotografía 17: Falla normal, sub ortogonal a la falla regional zona de Quescay dirección (NE-SO). Fuente propia **56**
- Fotografía 18: Pizarras formación Paucartambo plegadas a consecuencia de un ambiente dúctil. Falla Inversa sub paralela a la falla regional de Quescay. Fuente propia **57**
- Fotografía 19: Anticlinal Quescay, cortado por el río Quescaymayo. Fuente propia **58**



- Fotografía 20: Pizarras formación Paucartambo, sub verticales- Verticales. Dirección N60°O. Fuente propia **59**
- Fotografía 21: Veta Victoria, en el flanco Oeste. Fuente propia Fuente propia **60**
- Fotografía 22: Flanco Oeste banco de cuarcitas Fm. Paucartambo. Buzamiento 35°NE. Fuente propia **60**
- Fotografía 23: Plegamiento de ambiente dúctil en pizarras formación Paucartambo. Fuente propia **60**
- Fotografía 24: Intrusión cuerpo hipoavial (Mc-Di), Pz pizarras formación Paucartambo. Fuente propia **61**
- Fotografías 25: a) frente de oxidación sector pizarras bituminosas formación Paucartambo parte sur. b) frente de oxidación afloramiento de zona de vetillas Rosa. c) frente de oxidación veta cuarcífera zona 2. Fuente propia **63**
- Fotografía 26: a) Roca fuertemente alterada presencia de óxidos de hierro y arcillas. b) Vista de concreciones ferruginosas con Pirita cubica con posible contenido de Au. Fuente propia **64**
- Fotografía 27 a) Goethita botroidal, recubriendo a vetilla de cuarzo, b) goethita terrosa debido a la descomposición gradual y la reacción continua de agentes de meteorización. Fuente propia **65**
- Fotografía 28: Antiguas venillas de pirita que fueron reemplazadas por goethita y hemetita en algunos casos. Fuente propia **65**
- Fotografía 29: Fracturas con relleno de Pirita y en algunos casos trazas de Calco-Py. Alterandose y depositándose como Goetita botroidal- - Hematita. Con contenido menores de Au. Fuente propia **66**
- Fotografía 30. Venillas de pirita y diseminada, presencia de pirrotina e intersección de venilla de cuarzo hidrotermal. Fuente propia **67**
- Fotografía 31. A. Muestra M-6. Micro-Diorita. Verdosa debido a la alteración de la biotita a clorita. B. microfotografía muestra Qc-1 de M-6. Alos de clorita alrededor de venilla de cuarzo hidrotermal. Fuente propia **68**
- Fotografía 32: Muestra (M-1). Pizarra Formación Paucartambo con Diseminación de Pirita (Py) euهدral y venillas de Py Masiva alterándose a Goetita (Go), Hematita (Hm) y Limonita (Lm). Venillas de Cuarzo hidrotermal (Qz) cortando la estructura de Pizarra. Fuente propia **71**
- Fotografía 33: a) Calicata de toma de muestra en pizarras bituminosas altamente oxidadas. b) fotografía lupa 30x. Se observa Py1 (pirita) diseminado origen metamórfico, Py2 (pirita) en venillas origen hidrotermal y Qz (cuarzo) venillas origen hidrotermal rellenando fracturas. Fuente propia **72**
- Fotografía 34: a) Se observa diseminación de pirita (Py) masiva, Óxidos como hematita (Hm) y venilla de cuarzo Hidrotermal ortogonal a la foliación de Pizarras. b) Se observa diseminación de Pirita y Arsenopirita con valores de Au diseminados en pizarra, Pirita alterada a hematita rellenando pequeñas fracturas. Fuente propia **73**



Fotografía 35: Veta Victoria, paralela a la estratificación intercalada de pizarras y esquistos. Dirección N125 Buzamiento N65E. Fuente propia	74
Fotografía 36: Veta Victoria adentrándose verticalmente. Fuente propia	75
Fotografía 37. a) Muestra M-2 drusa expuesta de Qz y Go. b) Se observa bandas de Goetita (Go) y Limonita (Li) cubriendo los Cuarzo Euhedrales de la Drusa. Fuente propia	75
Fotografía 38. Bandas de Cuarzo lechoso Veta victoria (M-2) con Jarosita (Ja), Hematita (Hem), Goetita (Go) y bajo contenido de Au en estos óxidos. Fuente propia	76
Fotografía 39: Muestras (M-2). Se observa Py pirita diseminada en la pizarra Paucartambo. Qz1 cristales de cuarzo bien desarrollados. Qz2 cuarzo masivo lechoso. Go cristales de goetita radial. Pz pizarra de ambiente dúctil por la intrusión de la veta. Fuente propia	76
Fotografía 40. Corte de brecha de hidrotermal muestra (M-3), con matriz silíceas (Matr-Qz) y clastos de Micro-Diorita (Mic-Di) y cristales de cuarzo (Qz) prismático. Fuente propia	78
Fotografía 41: Vista lupa 30x. Se observa venillas de Pirita (Py) masiva, Hematita (Hm) y Limonita (Lm). Y Cristales de Cuarzo (Qz). Fuente propia	78
Fotografía 42: Se observa una gran densidad de venillas de Cuarzo con óxidos de Hierro y posible Au libre. Fuente propia	79
Fotografía 43: Disección de vetas V1 y V2 (Rosa) que se emplazaron rellenando fracturas y diaclasas. Fuente propia	80
Fotografía 44: Muestra M-4 (veta Rosa). Vista lupa 30x. a) Se observa óxidos Hierro como Goetita (Go), Hematita (Hm) y Limonita (Lm) cubriendo en forma de costra al Cuarzo. b) se observa venillas de Cuarzo (Qz) bandeados por Hematita (Hm). Fuente propia	81
Fotografía 45: Sistema de venillas horizontes poli direccionales en rejilla Dirección S70°E, N20E Fuente propia	82
Fotografía 46: Arreglo de filones en cizalla (Vena oblicua segundo orden de cizalla) Hodgson (1989) Fuente propia	83
Fotografía 47: Arreglo de filones en cizalla (Vena oblicua de cizalla) Hodgson (1989) Fuente propia	83
Fotografía 48: Zona 1. A= muestra de mano., B= Zona de mayor oxido Fe, Z1-. Fuente propia	85
Fotografía 49: Zona 1. A= Muestra de mano M-1. B= Zona de mayor oxido Fe, Z1-2 Fuente propia	85
Fotografía 50: Zona 2. A= muestra de mano M-6. B=veta de cuarzo cortando la Microdiorita. Fuente propia	86
Fotografía 51: Zona 3. A= muestra de mano. B= Vetillas de Cuarzo cortando bancos de Cuarcita.	86
Fotografía 52: Sección pulida Q-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita. Fuente propia	87
Fotografía 53: Sección Pulida Qb-4. Qz = Cuarzo. Py = Pirita. Fuente propia	89



Fotografía 54: Sección Pulida Q-3. Qz = Cuarzo. Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Mc-Di = Microdiorita
Fuente propia **91**

Fotografía 55: Sección Pulida Q-2. Qz = Cuarzo. Ox-Fe = Óxidos de Hierro **93**

Microfotografías

Microfotografía 1: Sección delgada Qc-1: Pl = plagioclasa, Or = ortoclasa, Py = Pirita, Bi = Biotita.
Izquierda vista nicoles cruzados. Derecha vista nicoles paralelos. Fuente Propia **45**

Microfotografía 2: Sección delgada Qc-1: Cl = Clorita, Q = Cuarzo, Lm = Limonita. Izquierda vista
nicoles cruzados. Derecha vista nicoles paralelos. Fuente Propia **45**

Microfotografía 3: Sección Pulida Q-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Izquierda:
vista nicoles cruzados. Derecha: vista nicoles paralelos Fuente propia **88**

Microfotografía 4: Sección Pulida Q-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Izquierda:
Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos. Fuente propia **88**

Microfotografía 5: Sección Pulida Qb-4. Qz = Cuarzo, Au = Au, Lm = Limonita. Izquierda: Vista
nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos Fuente propia **90**

Microfotografía 6: Sección Pulida Qb-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Izquierda:
Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos. Fuente propia **90**

Microfotografía 7: Sección Pulida Qb-4. Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Izquierda: Vista nicoles
cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos Fuente propia **90**

Microfotografía 8: Sección Pulida Q-3-1. Qz = Cuarzo, Qzh = Cuarzo Hialino, Hm-Lm = Hematita-
Limonita, Au = Oro. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos Fuente propia **92**

Microfotografía 9: Sección Pulida Q-3-2. Qz = Cuarzo, Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Izquierda: Vista
nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos. Fuente propia **92**

Microfotografía 10: Sección Pulida Q-3-2. Qz = Cuarzo, Lm = Limonita, Hm = Hematita. Izquierda:
Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos. **93**

Tablas

Tabla 1: Ubicación política del sector Quescay **13**

Tabla 2: Ubicación UTM de la zona de estudio **13**

Tabla 3: Ruta 1 de accesibilidad a la zona de estudio **14**

Tabla 4: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra M-5 sección delgada Qc-1. Fuente
propia **46**

Tabla 5: Detalle de Muestras Llevadas a Laboratorio. Fuente propia **97**

Tabla 6: Abundancia normal de elementos Químicos en rocas de corteza terrestre (Rose. 1979)
98

Tabla 7: Métodos de ensayos sometidos a las Muestras. Fuente propia **99**

Tabla 8: Parámetros estadísticos de Elementos Químicos. Fuente propia **101**

Tabla 9: Threshold de elementos enriquecidos en el Sector Quescay. Fuente propia **107**



Figuras

Figura 1: Mapa Geomorfológico cuadrángulo Calca (boletín Urubamba – calca)	25
Figura 2: Zonas de terrenos Acrecionados y Zonas de back Arc (inversión de cuenca + metamorfismo. Fuente Goldfarb y Groves (2015)	50
Figura 3: Comportamiento estructural y procesos de formación de un yacimiento orogénico en un anticlinal. Fuente Internet	55
Figura 4: Sistema estructural inferido zona de Quescay (fallas inversas, normales y pliegues) por compresión regional NE-SO. Fuente explorock	57
Figura 5: Cálculo de las proporciones de Fe y S en varios sulfuros de hierro en diferentes pizarras. Los minerales más abundantes son la pirita y la pirrotina. Fuente: Cardenas, at 2000	67
Figura 6: Transición metamórfica T°-Presión-Profundidad. Fuente Gabaury, 2019	69
Figura 7: Modelo conceptual orogénico más aceptado. Fuente Groves et at. 2019	70
Figura 8: Ubicación de yacimientos orogénicos en zona de subducción. Fuente Goldfarb, 2005.	70
Figura 9: Evolución paragenetica Zona Quescay. Fuente propia	94
Figura 10: 1. Dep de Au en el Ordov. Y Siluro-Devoniano. 2. Dep de Sn-Cu-W del Pérmico Triásico. 3. Dep. De Sn-Cu-W del Oligo-Mioceno. 4. Dep. U del Mioceno	113
Figura 11: Evolución geológica Quescay	115-116
Gráficos	
Gráfico 1: Distribución Radial de Au del Sector Quescay. Fuente propia	100
Gráfico 2: Distribución radial de plata (Ag ppm)	103
Grafico 3: Distribución radial por arsénico (As ppm)	103
Gráfico 4: Distribución radial por manganeso (Mn ppm)	104
Gráfico 5: Distribución radial por Bismuto (Bi ppm)	104
Gráfico 6: Distribución radial por Bario (Ba ppm)	105
Gráfico 7: Diagrama de Barras escala logarítmica invertida de los elementos del Sector Quescay. Fuente propia	106
Gráfico 8: Anomalías de elementos enriquecidos Sector Quescay. Fuente propia	108
Gráfico 9: Matriz de Coeficientes de correlación entre diferentes pares de elementos. Fuente propia	110



GLOSARIO DE TERMINOS.

Elementos.

Au: Oro

Ag: Plata

Al: Aluminio

As: Arsénico

B: Boro

Ba: Bario

Be: Berilio

Bi: Bismuto

Ca: Calcio

Cd: Cadmio

Co: Cobalto

Cr: Cromo

Cu: Cobre

Fe: Hierro

Ga: Galio

In: Indio

K: Potasio

Li: Litio

Mg: Magnesio

Mn: Manganeseo

Mo: Molibdeno

Na: Sodio

Ni: Niobio

P: Fósforo

Pb: Plomo

Sb: Antimonio

Se: Selenio

Sn: Estaño

Sr: Estroncio

Te: Teluro

Ti: Titanio

Tl: Talio

V: Vanadio

Zn: Zinc



Minerales.

Apy	Arsenopirita	(FeAsS)
Bt:	Biotita	$K(Mg,Fe)_3(Al,Fe)Si_3O_{10}(OH,F)_2$
Cal:	Calcita	CO_3Ca
Ccp:	Calcopirita	S_2CuFe
Chl:	Clorita	$(Fe^{+2}, Mg, Fe^{+3}, Al)_6(Si_3Al)O_{10}(OH, O)_8$
Ep:	Epidota	$Ca_2(Al,Fe)_3(SiO_4)_3(OH)$.
Gn:	Galena	SPb
Hem:	Hematita	Fe_2O_3
Jrs:	Jarosita:	$KFe_{33+}(SO_4)_2(OH)_6$
Kfs:	Feldespato potásico	$KAlSi_3O_8$
Ms:	Moscovita	$KAl_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$
Pl:	Plagioclasa	$(NaCa)(Si,Al)_3O_8$
Py:	Pirita	S_2Fe
Po:	Pirrotina	$Fe_{(1-x)}S(x=0-0,2)$
Qz:	Cuarzo	SiO_2
Ser:	Sericita	$KAl_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$
Sp:	Esfalerita	ZnS



Resumen

La presente tesis se ha evaluado las características geológicas, mineralización, geología estructural, alteraciones hidrotermales con el fin de caracterizar al sector Quescay, de tal forma evaluarlo y relacionarlo como un tipo de yacimiento del tipo orogénico, debido a las características predominantes que destacaron durante el estudio.

Las unidades geomorfológicas encontradas son propias de una altiplanicie, el sector Quescay se encuentra dentro de los dominios de la Meseta Colquepata, en donde las geoformas predominantes son montañas bajas y terrazas.

El sector Quescay se encuentra dentro de la formación Paucartambo que aloja en si a dos miembros característicos, un primer miembro de pizarras bituminosas y un segundo miembro de bancos de Cuarzitas depositados sobre estas. Junto a esto se encuentra un cuerpo ígneo hipoabisales cortando estos dos miembros, todos estos afloramientos se encuentran recubiertos por material cuaternario de potencias considerables.

Las características morfoestructurales están relacionados a un fuerte control estructural ocasionado por el fallamiento regional de dirección andina NO-SE y la secuencia de plegamientos originados en el ciclo tectónico hercínico, que dieron origen a un ambiente dúctil a frágil en la zona de Quescay.

El estudio de mineralización se presume que la presencia de Au encontrados en los estudios geoquímicos estaría relacionado a un enriquecimiento por disolución de sulfuros primarios de hierro (Pirita – Arsenopirita), así como a la fuerte presencia de minerales derivados de estos, óxidos de Hierro (Goetita-Hematita-Jarosita-Limonita)



Introducción

La zona de estudio se ubica dentro de la franja metalogenética I de Au, caracterizada por rocas del Ordovícico y Siluro Devoniano, estructuralmente moldeada por tectonismo ocurrido durante la época Hercinica.

Dentro del contexto geográfico, se puede ver en el catastro minero zonas de concesiones mineras metálicas, tal es el caso de Ollachea, Ananea, Inti Orco, Inkarakay y labores artesanales en Catca y Colquepata muy aledaños a zona de estudio. Dichas concesiones dentro sus estudios de exploración destacan que estos yacimientos son producto de la orogenia andina y que estaría representado en depósitos de Au orogénico en rocas metamórficas.

El gran interés económico de esta zona aurífera radica en el gran porcentaje de Au proveniente de este tipo de yacimientos a nivel mundial, alcanzado un 75% de la producción histórica de Au (en places y yacimientos primarios), en la actualidad representa el 18% de la producción mundial.

Dentro de este contexto, recae la importancia de la exploración de nuevos yacimientos de origen orogénico y determinar el comportamiento geológico, estructural y mineralógico que hasta fecha no está establecida.

Dentro de la tesis se abordará el estudio geológico, estructural y mineralógico con finalidad de crear un marco teórico-práctico para futuras labores geológicas de prospección y exploración.



Capítulo I

Aspectos generales

1.1. Ubicación

1.1.1. Ubicación política

El sector Quescay está ubicado en el distrito de Colquepata, provincia de Paucartambo, departamento de Cusco (Ver Tabla N°1), con una altura variable de 4000 a 4400 m.s.n.m. (Ver Mapa N 01).

Tabla 1: Ubicación política del sector Quescay

Departamento	Cusco
Provincia	Paucartambo
Distrito	Colquepata

Fuente Propia

1.1.2. Ubicación UTM

La zona de estudio se encuentra en las siguientes coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). (Ver Tabla N° 2)

Tabla 2: Ubicación UTM de la zona de estudio

Punto	Zona	Norte	Este	Altura
1	19L	8516688	207471	4108
2	19L	8516965.2	206658.62	4244
3	19L	8517505.3	206283.43	4253
4	19L	8517895.34	206222.94	4215
5	19L	8518320.48	206792.37	4134



6	19L	8518198.74	207148.9	4152
---	-----	------------	----------	------

Fuente Propia

1.2. Accesibilidad

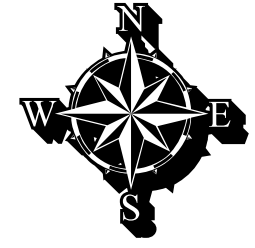
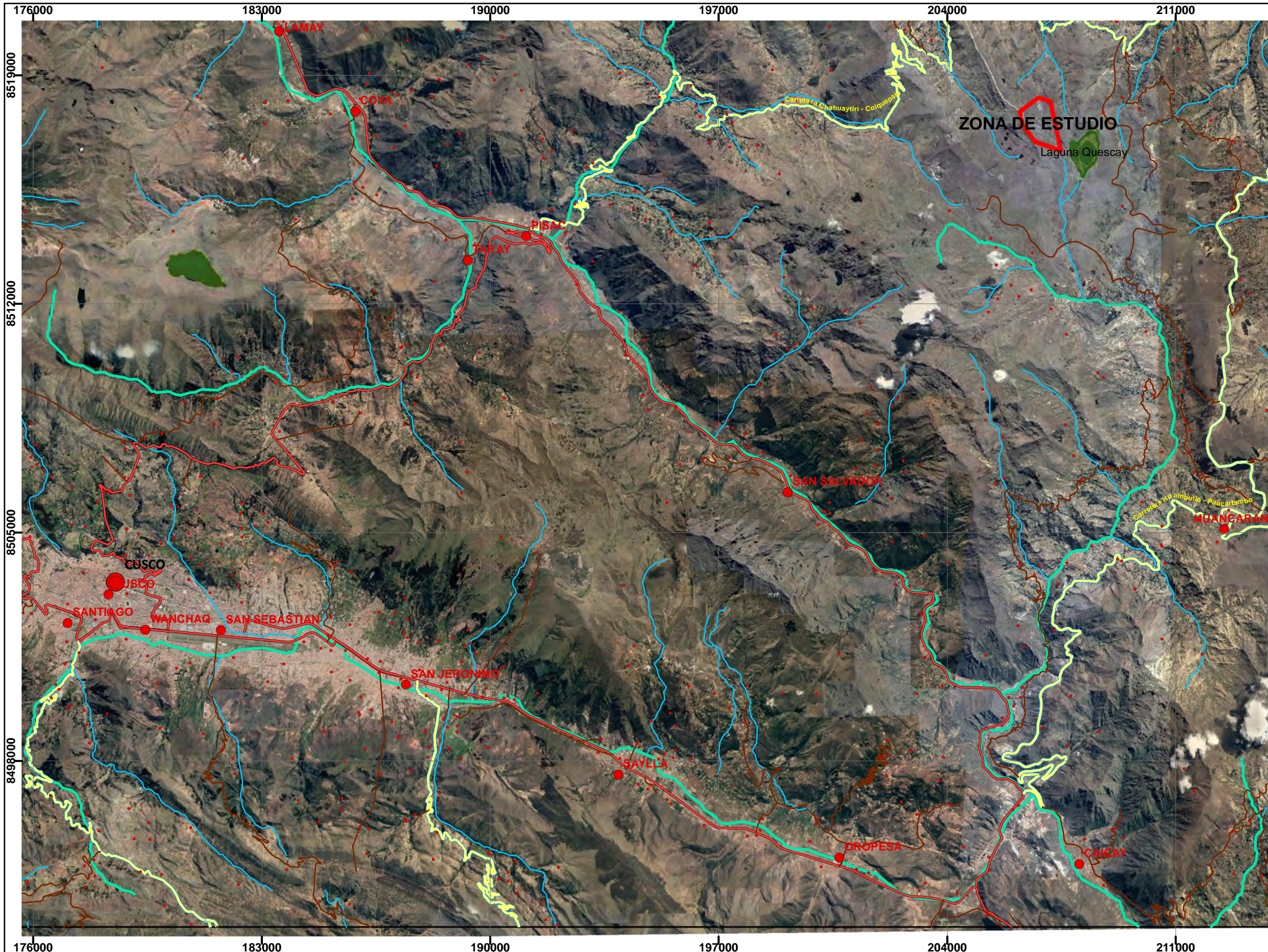
Para llegar a la zona se puede acceder por dos rutas de acceso:

- a) Ruta 1. - El acceso a la zona de estudio de la ciudad de Cusco es por la carretera asfaltada hasta el km 31 en dirección Cusco-Paucartambo y carretera afirmada hasta la comunidad Tiracancha; luego se toma un desvío de trocha aproximado de 3km hasta llegar al sector Quescay, para luego realizar una caminata de 30 minutos hasta la zona de estudio (ver mapa Mp-1)
- b) Ruta 2.- Se toma la vía asfaltada en dirección Cusco- San Salvador para después tomar el acceso por trocha carrozable hasta la comunidad de Tiracancha y tomar el desvío hasta el sector Quescay en una caminata de 30 minutos.

Tabla 3: Ruta 1 de accesibilidad a la zona de estudio.

Tramo	Vía	Km	Tiempo (horas)
Cusco – Paucartambo (km 32)	Asfaltado	65	1.20
Km 32 – Tiracancha	Afirmado	15	0.45
Tiracancha – sector Quescay	Trocha	5	0.3
Sector Quescay – zona de estudio	Camino herradura	3	0.3
Total		88	3.05

Fuente Propia



1:125,000

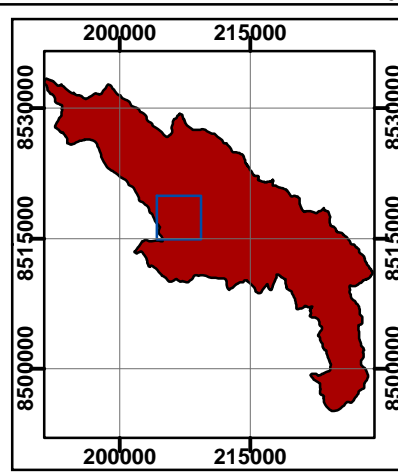
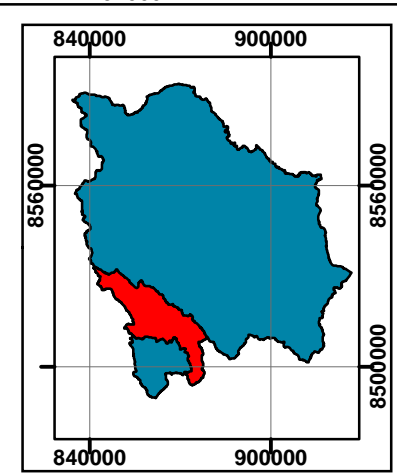
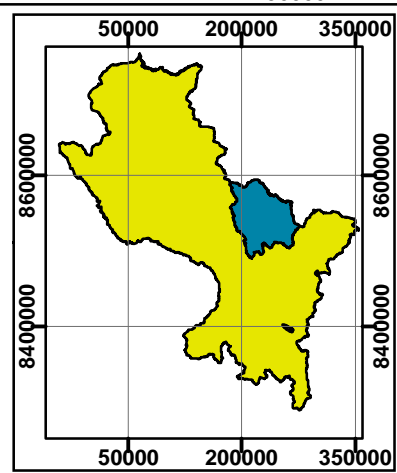
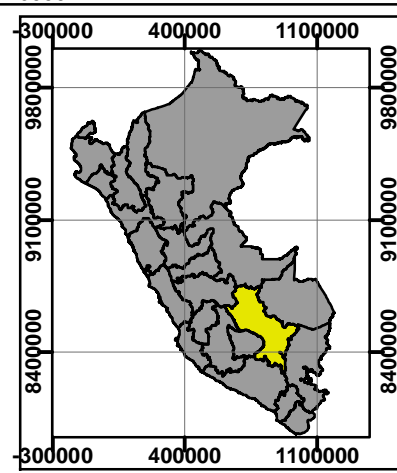


Leyenda

• Centros poblados	— Red vial nacional
• Capital distrital	— Rios primarios
• Capital provincial	— Rios secundarios
• Capital departamental	■ Lagunas
— Red vial vecinal	□ Zona de estudio
— Red vial departamental	

PUNTO	ZONA	NORTE	ESTE	ALTURA
1	19L	8516688	207471	4108
2	19L	8516965.2	206658.62	4244
3	19L	8517505.3	206283.43	4253
4	19L	8517895.34	206222.94	4215
5	19L	8518320.48	206792.37	4134
6	19L	8518198.74	207148.9	4152

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: INGEMMET
 Elaborado por: R. Barazorda & J. Polo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

Tesis: Geologia y mineralizacion del sector Quescay - Colquepata - Cusco

MAPA DE UBICACION Y ACCESIBILIDAD

Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez

Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Tito	Ubicacion Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
---	---

Escala indicada
 Fecha Octubre 2019

Mp-1



1.3. Planteamiento de problema

Dentro de la cordillera oriental en la zona sur del Perú se han descubierto depósitos metálicos de Au, alojados en rocas meta-sedimentarias del silúrico-devónico y depósitos de Au-Co-Pb-Zn, relacionados a intrusiones de cuerpos ígneos, distribuidos en los departamentos de Cusco y Puno.

Muchos de estos depósitos vienen siendo explotados de forma artesanal, sin ningún sustento geológico, geomorfológico, control estructural y un estudio de mineralización; y otros depósitos que aún no han sido descubiertos, tal es el caso del sector Quescay.

En tal sentido un cartografiado geológico local, un análisis del control estructural y la descripción de la mineralización del sector Quescay ayudarían al desarrollo de futuras labores mineras.

1.4. Formulación de problema

1.4.1. Problema general

¿Cuáles son las características geológicas y de mineralización del sector Quescay - Colquepata?

1.4.2. Problemas específicos

¿Cómo influye el control estructural en la génesis del sector Quescay?

¿Cuáles son las unidades litológicas que influyen en la mineralización del sector Quescay?

¿Cuáles son las alteraciones hidrotermales asociados a las rocas, vetas y mantos mineralizados del sector Quescay?

¿Cuál es la composición mineralógica del sector Quescay?



1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la geología y mineralización del sector Quescay - Colquepata

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento estructural de las fallas y/o pliegues asociadas a la forma de mineralización del sector Quescay
- Identificar las unidades litológicas que influyen en la mineralización del sector Quescay.
- Identificar las alteraciones hidrotermales asociados a las rocas, vetas y mantos mineralizados.
- Identificar la composición mineralógica del sector Quescay e interpretar a la asociación geoquímica del depósito.

1.6. Justificación e importancia

Para realizar un estudio geológico de una nueva zona con indicios mineralización, como es el caso del sector Quescay, es de gran importancia realizar estudios, de caracterización litológica, control estructural, análisis de la mineralización y génesis de la zona. Estas características nos llevaran a describir y analizar la importancia de este yacimiento.

Con esta investigación lograremos aportar información geológica a detalle, resaltar el gran potencial minero de la provincia Paucartambo y poder direccionar futuras labores de prospección y exploración, en beneficio de nuevos proyectos mineros.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

El estudio de la geología y mineralización nos permitirá caracterizar la litología, controles estructurales y la forma de depositacion de los minerales del sector Quescay.



1.7.2. Hipótesis específico

- La mineralización en el Sector Quescay estaría fuertemente ligado a más de un control estructural en la zona.
- La litología de un ambiente metamórfico estaría fuertemente ligada a la paragenis de la mineralización del sector Quescay.
- Las alteraciones hidrotermales asociados a las rocas y vetas que presentan esta zona de estudio estaría relacionado con el tipo de mineralización del sector Quescay.
- Con el análisis mineragráfico se podrá determinar la paragénesis del yacimiento e identificar la asociación mineralógica.

1.8. Variables

1.8.1. Variables independientes

- Geología

1.8.2. Variables dependientes

- Mineralización en el sector Quescay – Colquepata.

1.9. Marco referencial

1.9.1. Antecedentes

Reporte técnico sobre estudio de factibilidad del depósito de oro Ollachea, distrito de Ollachea, Carabaya-Puno

Australia Pty Ltd (AMEC, 2012), preparó un reporte técnico del estudio de factibilidad del depósito de oro en Ollachea para la Minera Kuri Kullo S.A, donde da posibles indicios del yacimiento ligándolo a procesos orogénicos, así como también a emplazamientos dioríticos tardíos y granodioríticos. Menciona la importancia que tuvo la tectónica de un primer evento herciniano para el emplazamiento de las vetas mineralizadas en las filitas y esquistos de la



formación Ananea y Sandia respectivamente. También explica que la mineralización está fuertemente asociada a vetas mesotermales con ensambles de pirita, pirrotina, y calcopirita.

Geología económica del proyecto Ollachea, distrito Ollachea-Carabaya-Puno

(Luque, 2013). Así Luque presentó una tesis para obtener el título profesional de ingeniero geólogo, en donde menciona el emplazamiento del yacimiento de Ollachea en pizarras y metaareniscas que han sufrido fuertes deformaciones durante la tectónica herciniana produciendo un control estructural de fallas inversas y fallas subparalelas con buzamientos al norte y dirección este-oeste que controlan la mineralización en zonas de cizalla.

El recurso indicado de Minas pampa se ha confirmado en 10.8 millones de toneladas con una ley de 3.8 g/t de oro.

Estudio Geológico, Geoquímico y Minerográfico para evaluar la ocurrencia de yacimientos Orogénicos en la zona de Ccatca”, Cusco 2018.

(Alarcon & Huallpa, 2018). Determinan que el yacimiento estudiado está emplazado en pizarras y cuarcitas de la formación Ananea, controlados estructuralmente por una zona de cizalla y que asociados a estas estructuras se tiene mantos que tuvieron como fuente fluidos metamórficos en un ambiente dúctil con leyes de 0.2g/t en oro.

La formación de este tipo de mineralización en manto de cuarzo gris lechoso con contenidos de oro y Arsenopirita.

Geología y Exploración del yacimiento aurífero en la concesión nuevo Inkaraccay Paucartambo – Cusco 2019.

(Villena & Medina, 2019). Determinaron la forma de depositación del yacimiento Inkaraccay estudiando las Pizarras de la formación Sandia en donde se ha determinado un alto contenido de pirita relacionándose con estructuras en forma de vetas y mantos con importantes contenidos auríferos de hasta 347 gr/tm en los clavos mineralizados.



1.10. Metodología de la investigación

Enfoque: La investigación presenta un enfoque cualitativo.

Alcance: Es descriptiva por qué se hace una recopilación de información y se infiere el posible comportamiento del yacimiento del sector Quescay.

Tipo de diseño; Se encuentra dentro del campo no experimental puesto que se evalúa el yacimiento tal y como se presenta.

1.10.1. Procedimiento

Para poder llevar a cabo con los objetivos propuestos, este trabajo consta de las siguientes cuatro etapas:

1.10.1.1 Pre campo

En esta primera etapa se recopiló y seleccionó toda la información bibliográfica existente y necesaria desde lo regional hasta lo local, empezando por los boletines geológicos del INGEMMET, trabajos previos y compilación de datos referentes a la zona de estudio, adicionalmente con la ayuda de los software como ArcGis, Sas Planet, Google Earth y Geocatmin se procesó mapas preliminares como: Ubicación, satelital, topográfico y Geológico de la zona de estudio y se dio un primer análisis e interpretación a dichas mapas.

1.10.1.2 Campo

En esta segunda etapa de campo ya una vez recolectado la información bibliográfica, se realizó la salida de campo que consistió primeramente en el reconocimiento general del campo, observando con detalle algunos puntos de interés especial para luego realizar un cartografiado superficial geológico sobre el mapa base topográfico a una escala de 1/50,000, adicionalmente se procedió a la recolección sistematizada de muestras de rocas, vetas para el análisis mineralógico, químico y geoquímico, de igual manera se tomaron datos de rumbos y buzamientos para realizar el análisis estructural.



1.10.1.3 Etapa de laboratorio

Con las muestras ya recolectadas se procedió al análisis mineralógico, y una parte de las muestras se enviaron al laboratorio químico para ser analizadas.

1.10.1.4 Etapa de gabinete

En esta etapa se realizó la interpretación y discusión de los datos obtenidos en el campo, para sistematizarlos y lograr nuestros objetivos propuestos, elaboración de los mapas definitivos de esa manera para llevar a cabo la elaboración del informe final de la investigación.

1.10.2. Equipos y materiales.

1.10.2.1 Equipos

Equipos de campo

1. Cámara fotográfica
2. GPS manual

Equipos de gabinete

1. Laptop
2. Microscopio óptico
3. Pulidora
4. Cortadora

1.10.2.2 Materiales

Materiales de campo y gabinete



- Picota de geólogo
- Brújula
- Rayador
- Lupa
- Bolsas de muestreo
- Protactor
- Tablero
- Cincel
- Comba
- Libreta de campo
- Mapas
- Escalimetro
- Wincha
- Acido

1.11 Clima

El sector Quescay tiene un clima de Tundra – Puna, lo que significa que incluso en los meses más cálidos, las temperaturas son bajas. Con una temperatura promedio de 8. 2° C y con precipitaciones promedio de 700 mm.

Las precipitaciones más bajas están en el mes de junio, con datos variables de 4mm en promedio y con una mayor precipitación en los meses de diciembre y enero de 143 mm promedio.

La temperatura media es de 9. 5° C, en donde el mes de noviembre es el más caluroso. Las temperaturas más bajas se producen en el mes de julio llegando a 5.41C.

Entre los meses más secos y húmedos, la diferencia en las precipitaciones es de 139mm. Y la variación de la temperatura durante todo el año es de 4. °C

1.12 Flora y fauna

La flora es típica de una zona alto andina, donde predomina grandes extensiones de pajonales andinos, pequeños matorrales cerca al fondo de valle. La parte baja de la zona estudio se evidencia cultivos de papa, avena y habas.



En fauna se observaron aves típicas de zonas próximas a lagunas como Huallatas, Churrete de Viente Blanco entre otras. Así también mamíferos vacunos.



Fotografía 1: Vista de Flora y Fauna del Sector Quescay. A=ichu andino. B=Sembrío de papa. C=Churrete de vientre blanco. D=Huayatas y Vacas. Fuente Propia



Capítulo II

Geomorfología

2.1. Introducción

La presencia de diversos pisos altitudinales, fuertes pendientes, desniveles y formaciones geológicas heterogéneas determinan la concurrencia de variados y complejos patrones geomorfológicos en distancias muy cortas, aunándose a ello la historia morfogenética, los cuales atravesaron diversos episodios geológicos basados en el levantamiento y exhumación de las cordilleras Occidental y Oriental y la faja subandina.

El origen y las características de la forma del relieve del sector Quescay se debe a diversos modelamientos tectónicos de levantamiento de la cadena de los andes, así como también a diversas formas de procesos erosivos denudacional que originaron la variedad de geoformas en el sector.

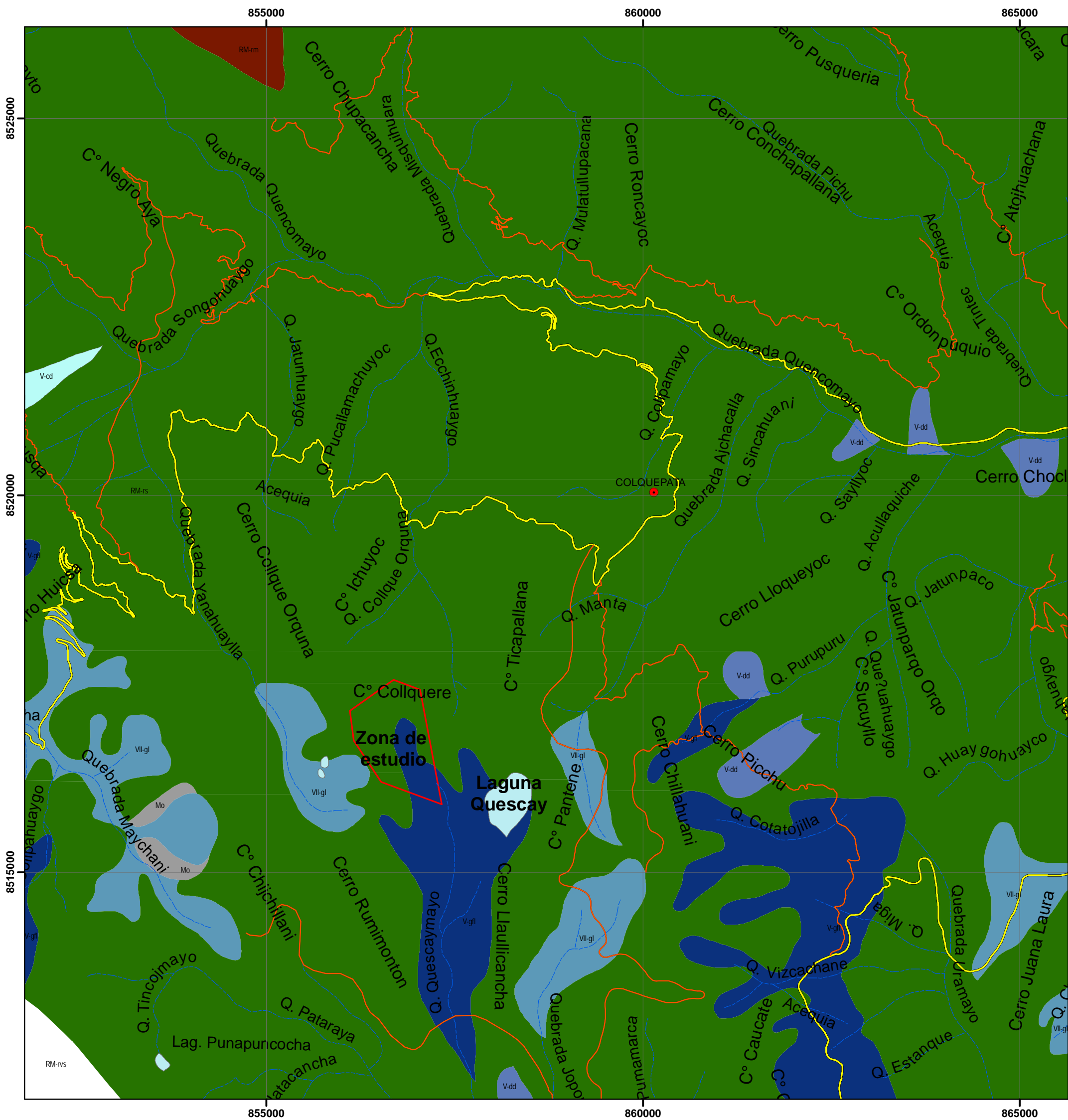
La zona de estudio se encuentra principalmente dentro de la cordillera oriental, formando parte de la meseta de Colquepata está marcada claramente con un relieve relativamente suave con alturas que van desde los 4050 m.s.n.m hasta las 4200 m.s.n.m.

2.2. Geomorfología regional

Dentro de la ubicación geomorfológica a escala macro de las 13 unidades morfoestructurales definidas por el INGEMMET, la zona de estudio se encuentra ubicada en la parte SE de la cordillera Oriental. (ver mapa Mp-2)

2.2.1. Cordillera Oriental

Esta unidad geomorfológica tiene de sur a norte del Perú un rumbo paralelo a la cordillera Occidental teniendo un fuerte arqueamiento este-oeste conocido como la deflexión de Abancay. La cordillera Oriental por causa de la deflexión de Huancabamba desaparece debajo de la cobertura mesozoica reapareciendo al norte en territorio ecuatoriano.



1:50,000



Simbologia			
	Capital departamental		Red vial vecinal
	Capital provincial		Quebrada
	Capital distrital		Rio principal
	Red vial nacional		Rio secundario
	Red vial departamental		Zona de estudio

Leyenda	
	RM-rs Montaña en roca sedimentaria
	RM-rm Montaña en roca metamórfica
	VII-gl Valle glaciar
	Mo Morrenas
	V-gfl Vertiente glacio-fluvial
	V-cd Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
	V-dd Vertiente con depósito de deslizamiento
	Lagunas

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: INGENMET
 Modificado por: R. Barazorda & J. Polo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
--	---	--

Tesis: Geologia y mineralizacion del sector Quescay - Colquepata - Cusco

MAPA GEOMORFOLOGICO REGIONAL

Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez

Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	Ubicacion Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
--	--

Escala indicada Fecha Octubre 2019	Mp-2
---------------------------------------	------



Esta unidad morfo-estructural está fuertemente individualizada, ubicada en el marco local en la región de Calca-Pisac-San Salvador, se extiende longitudinalmente de noroeste a sureste paralelo al río Vilcanota, en la zona suroeste, está enmarcada por fallas noroeste – sureste y por el anticlinal del Vilcanota que es la estructura geológica dominante.

Las rocas que afloran en la cordillera Oriental son metamórficas del paleozoico inferior y rocas volcánicas del grupo Mitu (Permo-Triásico), las que se hallan cortadas por rocas intrusivas del permiano inferior. La tectónica se manifiesta por pliegues asociados a un metamorfismo, fallas inversas y cabalgamientos.

La formación de la cordillera Oriental se inicia durante el tectonismo Hercínico (Devónico) sobre un basamento o núcleo precambriano. El levantamiento fue controlado por fallas regionales. longitudinales.

2.2.2. Meseta de Colquepata.

Se trata de una zona con relieve algo suave en comparación con la Cordillera Oriental propiamente dicha. Presenta lomas las que han resultado de la erosión glacial, lo que ha dado una penillanura entre 4,000 y 4,300 msnm (ver Imagen 1). Esta meseta ha sido erosionada, formando quebradas como las de Quesqamayo, Quencomayo y otras, separándolas de zonas más altas. (Carlotto V. , Gil, Cárdenas, & Chavez, 1996)



Figura 1: Mapa Geomorfológico cuadrángulo Calca (boletín Urubamba – calca)

2.3. Geomorfología local

La geomorfología local esta demarcada dentro de la cordillera Oriental, representada en la meseta de Colquepata entre otras unidades menores reconocidas en el campo que son características de una zona Altiplánica. (ver mapa Mp-3)

2.3.1. Montañas medias

Están definidas como terrenos de mediana elevación, sobresalen a la llanura altiplánica con desniveles comprendidos entre 4020 y 4250 m.s.n.m, con vertientes medianamente empinadas. Esta cadena de montañas ha sido moldeada durante los diferentes ciclos orogénico, erosionándose por agentes meteorizantes, lluvias, vientos.

La configuración litológica de estas montañas radica en rocas paleozoicas entre pizarras y cuarcitas.



Fotografía 2: Cadena de montañas medias a bajas que bordean la quebrada Quescaymayo. Vista tomada desde la parte baja del cerro Soncco. Fuente Propia

2.3.2. Terrazas

Constituyen superficies entre el llano y la vertiente de las montañas, desarrolladas sobre materiales aluviales acumulados durante el pleistoceno, con relieves ondulados y pendientes que van desde los 0% a 7% se encuentra distribuidos a lo largo de la meseta de Colquepata, en la zona de estudio estas terrazas se encuentran formando parte de la fisiografía de las cadenas de montañas bajas.



Fotografía 3: Terrazas medias y bajas. Vista tomada desde la parte alta del cerro Soncco con vista a la laguna de Quescay Fuente Propia.



2.3.3. Fondo de valle fluvioglaciario

El fondo de valle presenta una pendiente baja debido a que se encuentra en una altiplanicie y una meseta regional. Este fondo de valle tuvo su origen debido a la erosión de las cadenas de montañas que bordean a río Quescaymayo con materiales aluviales y glaciares ligados a la erosión en zonas altas, ubicado por encima de los 3950 m.s.n.m con pendiente de 4% a 30 %,

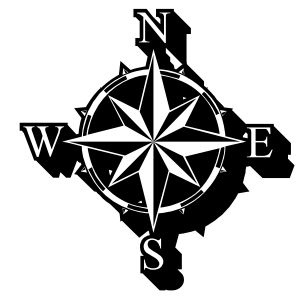
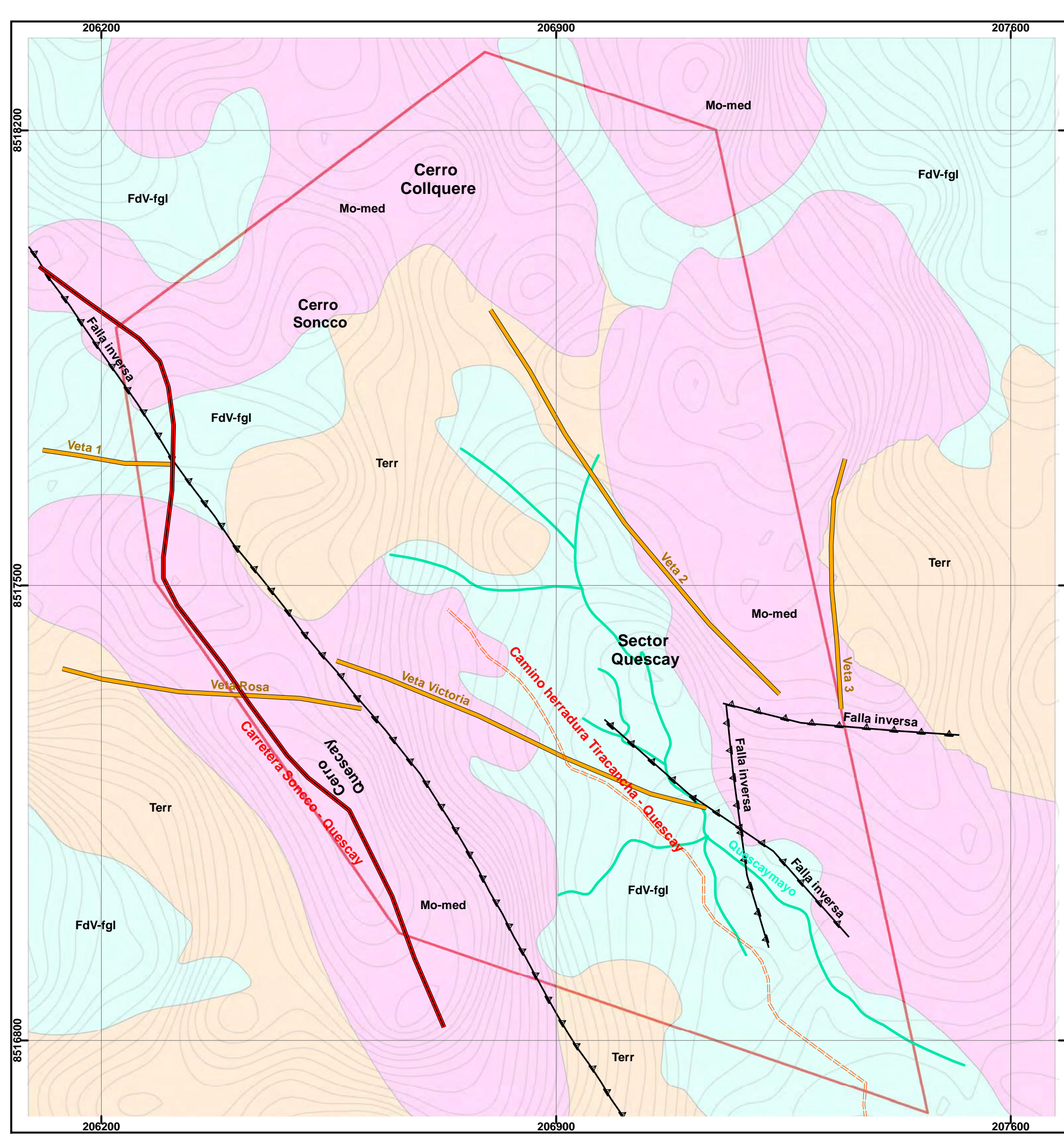


Fotografía 4: Vista panorámica del valle fluvioglaciario del río Quescaymayo. Dirección SE. Fuente Propia

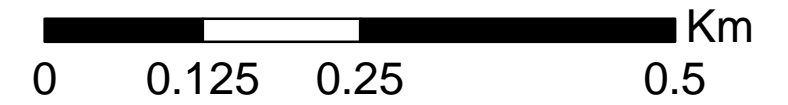
2.4. Hidrología

El sector Quescay hidrologicamente se ubica aledaño a la cabecera de los valles interandinos que cortan la cordillera oriental. Específicamente se encuentra dentro de la cuenca de Quescaymayo, tributario al río Cangalle, que a su vez es tributario final al río Vilcanota.

Según el servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMI) en la zona de estudio la precipitación anual acumulada durante el periodo lluvioso es de 500mm a 700 mm.



1:6,000



LEYENDA

Unidades Geomorfologicas

- FdV-fgl Fondo de valle fluvioglaciario
- Mo-med Montañas medias
- Terr Terrazas
- Zona de estudio

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: Elaborado por R. Barazorda y J. Polo, modelo tomado del INGEMMET (2015)

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
--	---	--

Tesis: Geología y mineralización del sector Quescay - Colquepata - Cusco

MAPA GEOMORFOLOGICO LOCAL

Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez

Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	<u>Ubicacion</u> Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
--	--

Escala indicada	Mp-3
Fecha Octubre 2019	



El rio Quescaymayo es alimentado por diferentes afluentes a lo largo de la quebrada, así como de la laguna Quescay ubicada en la parte superior de la comunidad de Tiracancha.



Fotografía 5: Rio Quescaymayo afluente el del Rio Vilcanota.
Vista tomada desde el fondo del valle fluvioglacial de Quescay.
Fuente Propia



Capítulo III

Geología

3.1. Geología regional

Regionalmente el sector Quescay es ubicado dentro de la cordillera Oriental caracterizada por la presencia de rocas paleozoicas altamente deformadas por la tectónica Herciniana y Andina

Las unidades litológicas aflorantes en el sector Quescay incluyen rocas metasedimentarias en dirección SE, que han sido estudiadas y descritas en el boletín N-065 de los cuadrángulos de Urubamba y Calca hojas 27-r y 27-s por Víctor Carlotto. Concretando una secuencia estratigráfica regional que comienza con el paleozoico inferior compuesto por pizarras y bancos de cuarcitas, hasta el cuaternario representada por depósitos coluviales, fluviales y fluvioglaciares.

A continuación, se resume las características geológicas de las diferentes unidades litoestratigráficas del sector Quescay basadas de bibliografías publicadas y sugeridas. (ver mapa Mp-4)

3.1.1. Unidades geológicas regionales

3.1.1.1 Formación San José (Oim-sj)

En el cuadrángulo de Calca, estas rocas afloran al norte y sur de Amparaes haciendo parte de anticlinorio de Colquepata la que se prolonga hasta el SE del cuadrángulo de Calca. Otro afloramiento importante se encuentra al SO y NE de tres cruces. Esta formación aparece aquí por fallas inversas, las que son truncadas por el cuerpo intrusivo de Apocoñohuay.

Litología y ambiente de sedimentación: la formación San José esta dividida en tres secuencias, la secuencia inferior con una potencia de 350m. está conformada por cuarcitas finas, rojizas, verdes y grises seguida por pizarras micáceas y esquistos de estaurólita de color verde o negro



y se termina por cuarcitas grises intercaladas con pizarras. La secuencia intermedia de 450m. de espesor se caracteriza por su aspecto microflichs, formados por dos niveles delgados de arenisca finas de color claro que pasan gradualmente a niveles de lutitas negras. La secuencia inferior lateralmente se hace más finas, estas secuencias se encuentran fuertemente plagadas.

Edad: Maroco (1978), menciona que los graptolitos y el trilobites de edad arginiana superior encontrados al norte del nevado Veronica, y la existencia del Llanvirniano está probada por las asociaciones de graptolites al sur del nevado Salkantayb- Paljay (Fricker, 1960).

3.1.1.2 Formación Sandía (Os-s)

En el cuadrángulo de Urubamba esta unidad se presenta en el abra malaga, donde sobrayace a la formación San Jose, y en el cuadrángulo de Calca afloran en la parte media del anticlinorio de Colquepata prolongándose hasta Lares a manera de sombreros que afloran en las cumbres de los cerros a manera de sinclinales.

Litología y ambiente de sedimentación: La formación Sandia ha sido dividida en 4 secuencias: la primera con una potencia de 200 m. que está constituida por pizarras negras, la segunda de 800 m. de potencia que se caracteriza por presentar bancos de cuarcitas intercaladas con niveles de pizarras negras o pizarras cuarcíticas, la tercera con un espesor de 500 m. predominantemente más arenosa y la cuarta compuesta por 300 m. de intercalación de pizarras negras o esquistos, con capas delgadas de cuarcitas, con presencia de nódulos calcáreos.

Edad: Estas unidades poseen las mismas características que las areniscas caradocianas fosilíferas de la formación Sandia de la región de Puno (Laubacher, 1974; Marocco, 1977 y 1978), por lo que se tomó esa denominación. (Carlotto V. , Gil, Cárdenas, & Chavez, 1996).



3.1.1.3 Formación Ananea (SD-a)

La formación Ananea se correlaciona con la formación Quillabamba cuadrángulos Chuanquiri y Pacaypata, Paucartambo de los cuadrángulos de los cuadrángulos de Calca y Urubamba.

Litología y ambiente de formación: Formado por una secuencia bastante uniforme que está compuesta por pizarras y esquistos pizarrosos grises a negros sin estratificación visible, intercalados con cuarcitas. Su espesor es de 1500 m, esto puede ser a causa que las secuencias se encuentren repetidas por la tectónica. Esta unidad es reconocida regionalmente con el fin de estandarizar las unidades.

Edad: En consecuencia, por correlaciones y por estar bajo el Devónico terminal, las formaciones Ananea sería del Siluro – Devónico medio-superior. (Victor Carlotto Caillaux, 2011)

3.1.1.4 Grupo Cabanillas. (D-ca)

Fue descrito por NEWEL N.D. (1994) en el caserío de Cabanillas al sur oeste de Juliaca como una gruesa secuencia de lutitas grises a negras y delgados estratos de cuarcita.

Litología y ambiente de sedimentación: La parte inferior aguas abajo del puente de Pilcopata donde está constituido por pelitas limo – arcillosas gris oscuras micáceas y con pirita diseminada, la parte superior aflora en el pongo de Coñec donde consiste de 120 m. de pizarras negras, micáceas, grises claros de gran fino.

Edad: El grupo Cabanillas se correlaciona con las secciones devonianas de la región de Cabanillas y Lampa del sur de Perú y con las series esquisto – arenosa, siluro – devoniana de la cordillera oriental y en la faja subandina.



3.1.1.5 Grupo Copacabana (Pi-c)

Aflora ampliamente en el anticlinal de Vilcanota y más escasamente cerca de la laguna Azulcocha y sur de Quecayoc al norte de Limatambo donde sobrayace en discordancia angular al paleozoico inferior en la quebrada de Yanahuara y en los alrededores de Mascabamba.

Litología y ambiente de sedimentación: El grupo está compuesto principalmente por calizas y lutitas marinas, las calizas son de grano fino de color gris blanquecino o negro. Estas rocas se caracterizan por presentar fósiles silicificados de fusulinas, braquiópodos. Las lutitas son negras conteniendo restos de plantas, sin embargo, hacia el techo se puede presentar intercalaciones de lutitas rojas, areniscas blancas y capas de calizas.

Edad: Mediante estudios palinológicos confirman la edad Leonardiana inferior para la parte superior del grupo Copacabana en la zona de Ampay. Esto indica la fuerte erosión a la que estuvo sometida la región después del depósito del grupo Copacabana y antes de los depósitos de la formación Pisac (triásico superior). (Victor Carlotto Caillaux, 2011)

3.1.1.6 Grupo Mitu (PsT-mi)

Aflora a lo largo del anticlinal de Vilcanota, desde San Salvador hasta Calca. En el grupo Mitu se diferencian dos unidades litoestratigráficas bien reconocidas que son las formaciones Pisac Pachatusan. (Victor Carlotto, 1996)

a) Formación Pisac

Aflora en el anticlinal de Vilcanota descansando en discordancia sobre el grupo Copacabana por intermedio o no de un nivel volcánico.

Litología y ambiente de sedimentación: Se trata de secuencias grano-crecientes de brechas conglomerados intercalados con areniscas y limolitas rojas. Los conglomerados contienen clastos de calizas con fusulinas, volcánicos y cuarcitas, estas secuencias han



sido interpretadas como conos aluviales relacionadas a una tectónica sedimentaria intra-Mitu.

Edad: Regionalmente podemos ver que la base del grupo Mitu y en este caso de la formación Pisac se halla aproximadamente en 230 Ma. Es decir, la sedimentación y vulcanismo en un contexto de rift continental comenzó en la región Triásico superior y no en el Pérmico superior, como se consideraba anteriormente. (Victor Carlotto, 1996)

b) Formación Pachatusan

Litología y ambiente de sedimentación: Está constituida por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos y riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente. Esta formación se caracteriza por la presencia de conglomerados de conos aluviales y areniscas cuarzosas fluviales intercalados en las rocas volcánicas. El espesor de esta unidad varía entre 300 y 500 m.

Edad: Muestras de zircones en una secuencia de areniscas cerca de Pisac, en el límite sur del cuadrángulo de Calca dan a una edad de 177 Ma. En consecuencia, la parte superior de esta unidad y por lo tanto del grupo Mitu, llega hasta el final del Jurásico inferior y tal vez al Jurásico medio. (Victor Carlotto, 1996)

El alto grosor del grupo Mitu parece deberse a la repetición tectónica, ya que se ha reconocido fallas inversas, que sufrieron inversiones tectónicas y que parecen haber controlado la sedimentación y el vulcanismo Permo-Triásico. (Victor Carlotto Caillaux, 2011)

3.1.1.7 Formación Huancané (Ki-hn)

La formación Huancané (Newell, 1949) reposa en discordancia erosional o en débil discordancia angular sobre la formación Huambutio. En el cuadrángulo de Calca aflora desde las partes altas de San Salvador – Huanca hasta Calca, en los flancos del anticlinal de Vilcanota



sobreyaciendo a su basamento o repetidas a maneras de escamas tectónicas. (Carlotto V. , Gil, Cardenas, & Chavez, 1996)

Litología y ambiente de sedimentacion: Está dividida en dos miembros. El miembro inferior estas compuesto por conglomerados y areniscas cuarzosas de color blanco, y el miembro superior estas constituido localmente por un nivel calcáreo o por niveles finos de lutitas rojas o negras. (Carlotto, Cardenas, & Carlier, Geologia del cuadrangulo cusco hoja 28s, 2011)

Edad: La base de la formación Huancané estaría entre el Berriasiano y Barremiano, en tanto que el límite superior puede considerarse como de edad Aptiana o Albiana. (Victor Carlotto Caillaux, 2011)

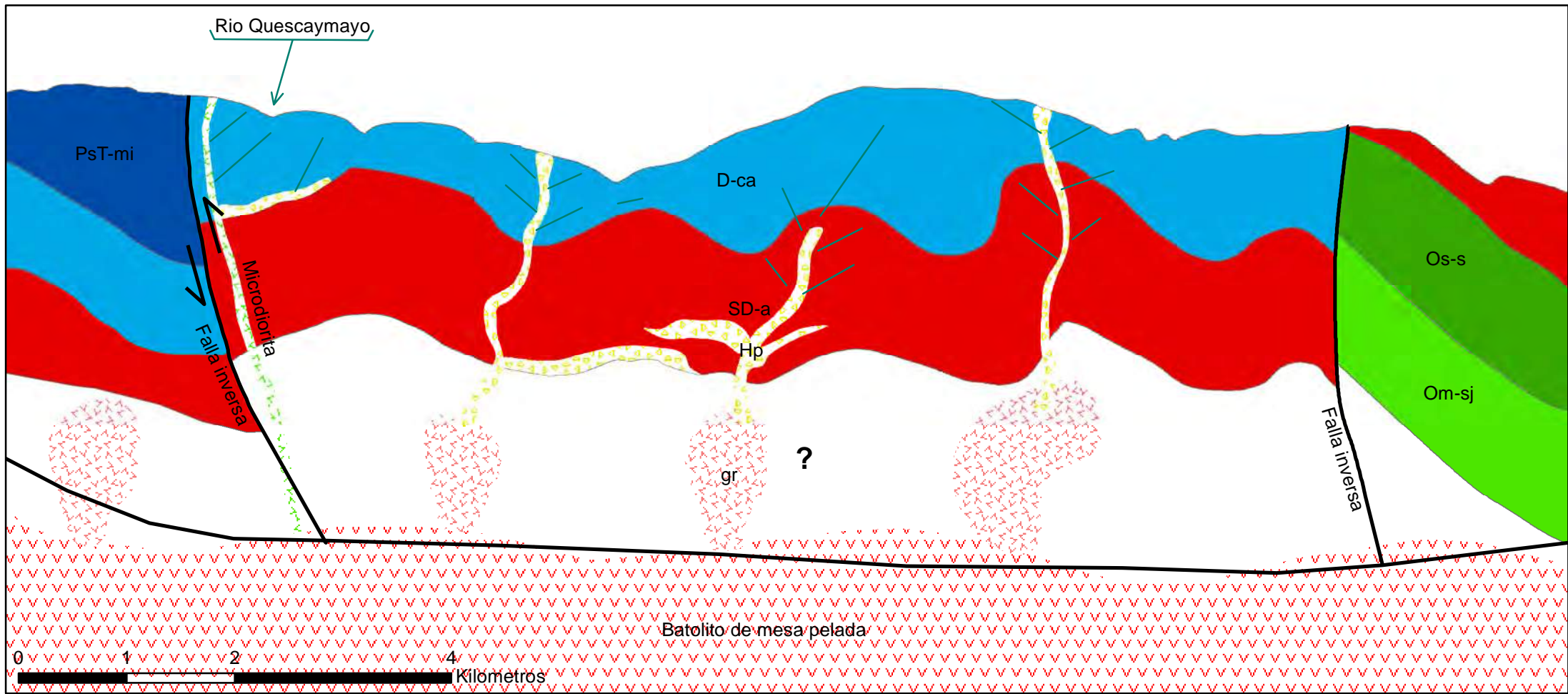
3.1.1.8 Formación Paucarbamba (Ki-pa)

Esta unidad indica un cambio en el medio de depósito de la sedimentación fluvial y eólica de la formación Huancané se pasa a una sedimentación marina poco profunda areno-pelítica. En el cuadrángulo de Calca aflora en casi todos los lugares donde lo hace la formación huancane del que se distingue claramente por su coloración rojiza.

Litología y ambiente de sedimentación: Esta formación está conformada por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes formando secuencias grano-crecientes depositadas en una plataforma litoral, puede alcanzar desde los 50 hasta los 100 metros de espesor.

Edad: Por correlaciones regionales y por sobreyacer a la formación Huancané se le asignaba una edad comprendida entre el Aptiano superior y Albiano inferior. Sin embargo, esta formación puede ser correlacionada con la formación Pariahuanca del centro del Perú, considerada de edad Aptiana superior-Albiana inferior. (Victor Carlotto Caillaux, 2011)

3.1.1.9 Formación Rumicolca (Plio Cuaternario)



Simbologia

— vetas y mantos

— Fallas

Leyenda

	Batolito de mesa pelada		Fm. Sandia		Microdiorita
	Fm. Ananea		Gpo. Cabanillas		Rocas Hipoabisales
	Fm. San jose		Gpo. mitu		Rocas graniticas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



Tesis: Geología y mineralización del sector Quescay - Colquepata - Cusco

PERFIL GEOLOGICO REGIONAL

Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez

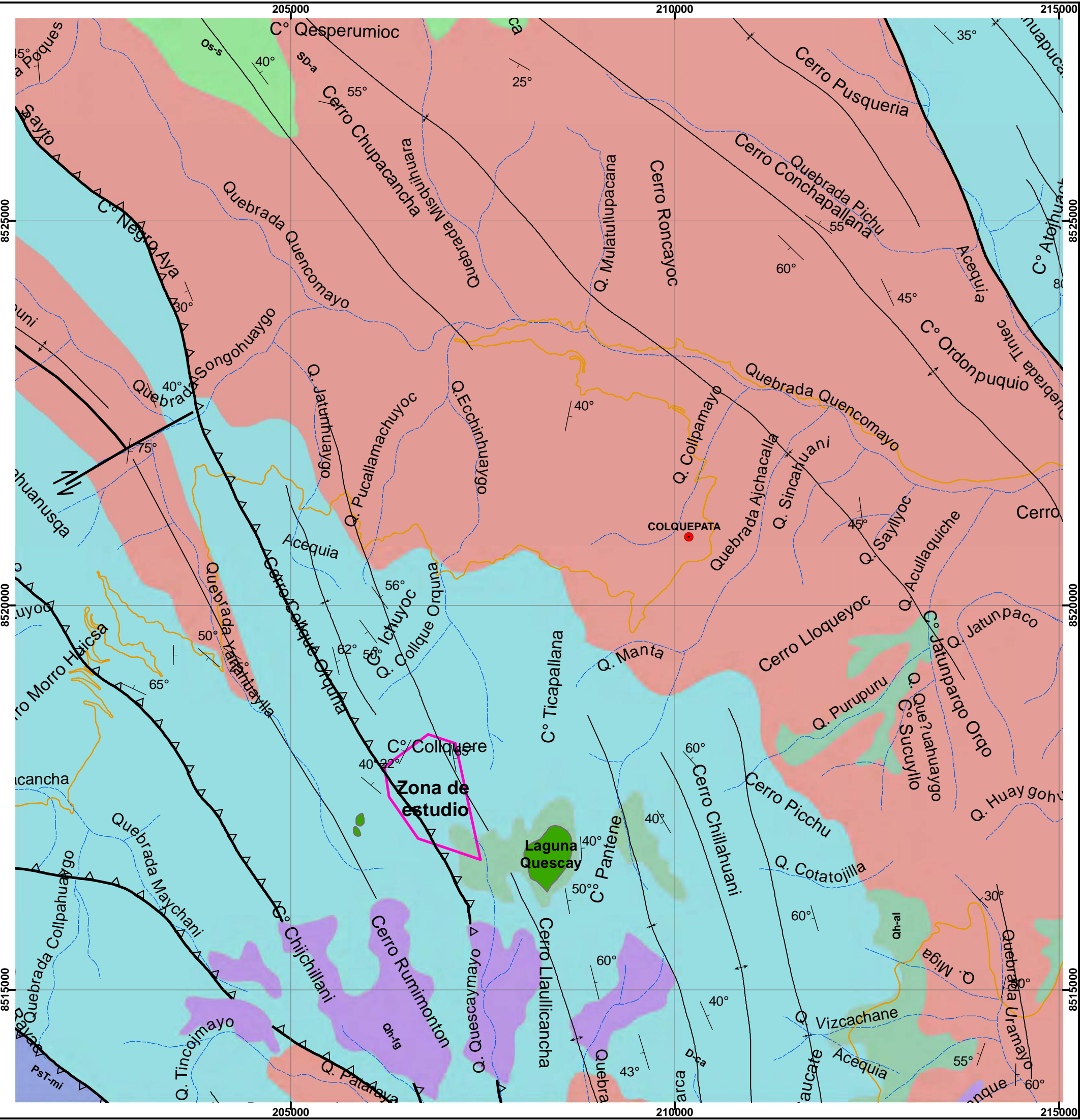
Elaborado por:
 Br. Raul Barazorda Paredes
 Br. Jeferson H. Polo Ttito

Ubicacion
 Departamento : Cusco
 Provincia : Paucartambo
 Distrito : Colquepata
 Sector : Quescay

Escala indicada

Fecha Octubre 2019

PF-1



1:50,000



Simbología					
	Capital departamental		Falla Inversa		Red vial nacional
	Capital provincial		Lineamiento (fractura)		Red vial departamental
	Capital distrital		RB_Buz		Zona de estudio
	Falla		Quebrada		Rio principal
			Rio secundario		Eje de anticlinal
			Eje de sinclinal		

Leyenda			
	Qh-AI Depositos Aluviales		Os-s Fm. Sandia
	Qh-fg Depositos Fluviograciarios		D-ca Gpo Cabanillas
	SD-a Fm. Ananea		Pi-c Gpo Copacabana
	Ki-hn Fm. Huancane		Pst-mi Gpo Mitu
	Ki-pa Fm. Paucarbamba		Om-sj Gpo San Jose
	Qpl-ru Fm. Rumicolca		Lagunas

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: INGEMMET (2016) e IGN (2015)
 Modificado por: R. Barazorda & J. Polo

Tesis: Geologia y mineralizacion del sector Quescay - Colquepata - Cusco	
<h2>MAPA GEOLOGICO REGIONAL</h2>	
Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez	
Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	Ubicacion Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
Escala indicada	
Fecha Octubre 2019	
Mp-4	



Litología y ambiente de sedimentación: Se trata de andesitas, dacitas y traquitas ricas en potasio, así como las shoshonitas de color oscuro de negro a gris. En el cuadrángulo de Cusco la composición mineralógica es constante de un edificio a otro. Se han identificado los cuerpos de Pisac, Koricocha, Huchuyqosqo, Huaroncondo, Moray, Maras, etc.

Edad: Adicionalmente el volcán Rumicolca produjo el cierre de la depresión de Cusco y formó el lago Morkill y los sedimentos de la formación San Sebastián datado del pleistoceno, en conclusión, las rocas volcánicas shoshoníticas son de edad plicuaternaria.

3.1.1.10 Depósitos Fluvio Glaciares (Qh-fg)

Estos depósitos se encuentran en parte de baja de los nevados formando terrazas de potencias considerables, estos han sufrido transporte debido al deshielo y precipitaciones intensas típicas de zonas altas que han entremezclado fragmentos morrenicos con arcillas y limos.

3.1.1.11 Depósitos Aluviales (Qh-Al)

Estos depósitos se encuentran distribuidos a lo largo de la meseta de Colquepata, varían su composición desde bancos de grabas a limos.

En la parte baja de Tiracancha estos depósitos arrastran cuarcitas y fragmentos de pizarras producto de la motorización de estos afloramientos por el interperismo, la fuerte pendiente y el nivel freático.

3.1.2. Unidades geológicas locales

La zona de Quescay correspondería a un yacimiento orogénico, donde la mineralización se encuentra diseminada en sistema de vetas y vetillas de estructuras sinuosas y rectas que disectan depósitos de cuarcita y pizarras del paleozoico.

Las unidades que afloran en la zona de estudio en su mayoría pertenecen al Siluro Devoniano junto con depósitos cuaternarios. (ver mapa Mp-5)



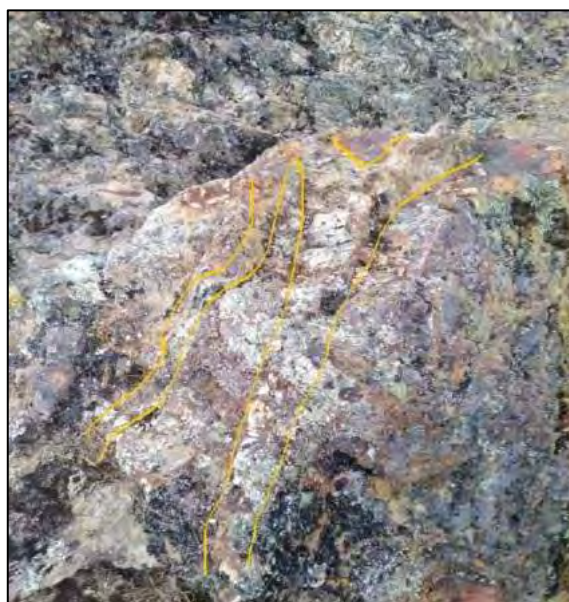
3.1.2.1 Formación Paucartambo (SD-p)

Constituida por una secuencia estratigráfica uniforme de pizarras con intercalaciones de bancos de cuarcitas, aflora en la zona estudio bastante deformada hacia la parte NE, debido a que estas rocas son relativamente muy antiguas pertenecientes al paleozoico y que han sufrido dos ciclos tectónicos (herciniana y Andino). las rocas de esta formación se encuentran bastante fracturadas y diaclasadas por lo que sería un factor para la intrusión de fluidos mineralizantes de origen orogénico.

Esta formación será dividida en dos miembros convenientemente diferenciados por su litología dado que en la zona es evidente diferenciarlos en los afloramientos presentes.

Miembro 1. Afloran intercalaciones de pizarras y cuarcitas con gran presencia de óxidos de hierro a superficie, así como vetas de cuarzo en dirección N120 paralela a las areniscas silisificadas rellenando fracturas. (ver fotografía 6)

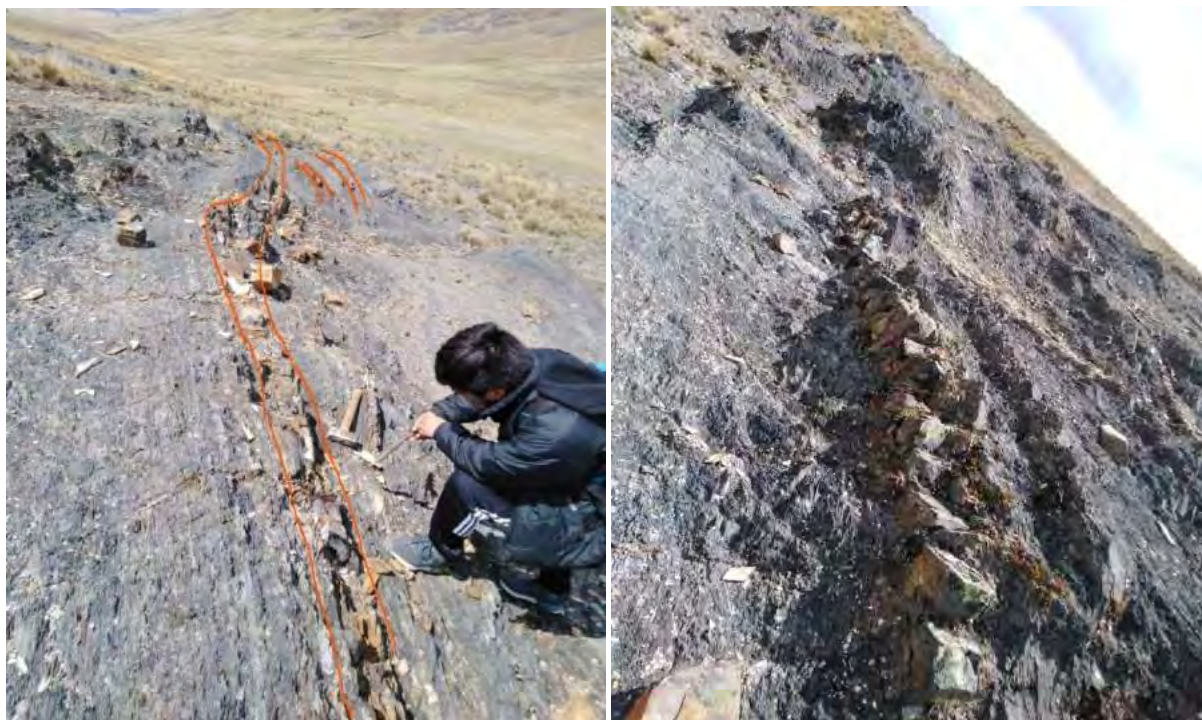
Estas pizarras se presentan en secuencias bastantes uniformes, por sectores con una composición calcárea junto con esquistos. Tiene una potencia de 3000 a 4000m aproximadamente.



Fotografía 6: Afloramiento de pizarras instruida por veta cuarcífera. Fuente Propia



En la parte Este el afloramiento de pizarras se muestra con fuertes plegamientos producto de un ambiente dúctil ocasionado por los dos ciclos tectónicos que ha sufrido (herciniana y Andina), con bajo contenido de óxidos de hierro y en algunos casos esta presenta variaciones de colores pardos a negros. (ver fotografía 7)



Fotografía 7: Afloramiento de pizarras calcáreas con buzamiento 75°NE vertical en dirección N130.
Fuente propia

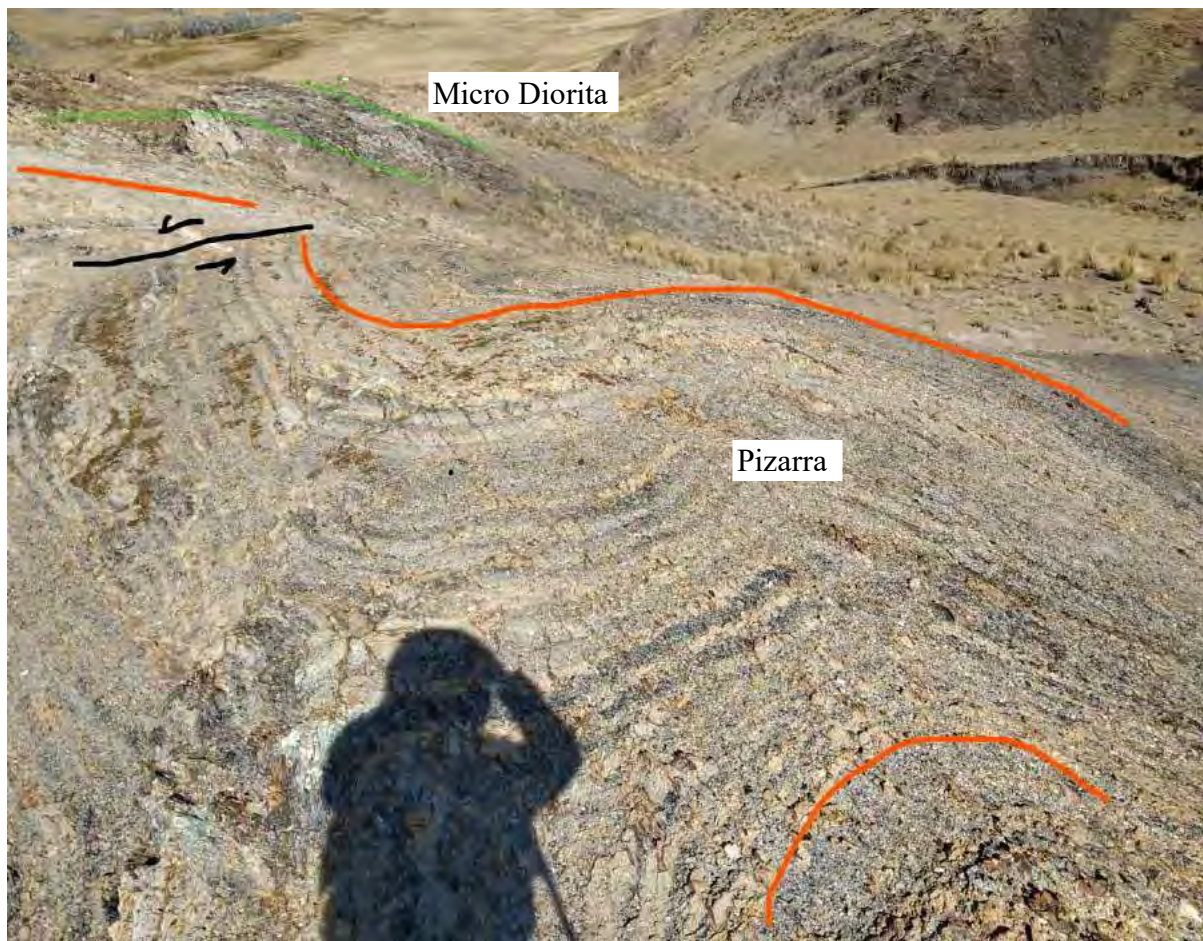
En la parte de fondo de valle hacia el norte estas secuencias de pizarras negras y cuarcitas cambian drásticamente su dirección NE, aumentado el contenido de óxidos de hierro y reapareciendo pequeñas vetas cuarcíferas masivas.

Se puede intuir que estas pizarras con buzamiento 75NE formaría parte del eje del anticlinal ubicado en la zona estudio, denominado anticlinal de Quescay.

Estas pizarras negras muestran plegamientos a lo largo del afloramiento en las coordenadas 8517449.00 m S 206655.00 m E el plegamiento de la secuencia litoestratigrafica se debe a un origen post herciniano y que estaría relacionado a la deformación andina junto con la intrusión



de un cuerpo hipoaviscal que habrían dado las condiciones de presión y temperatura, plegando el flanco oeste del anticlinal de Quescay. (ver fotografía 8)



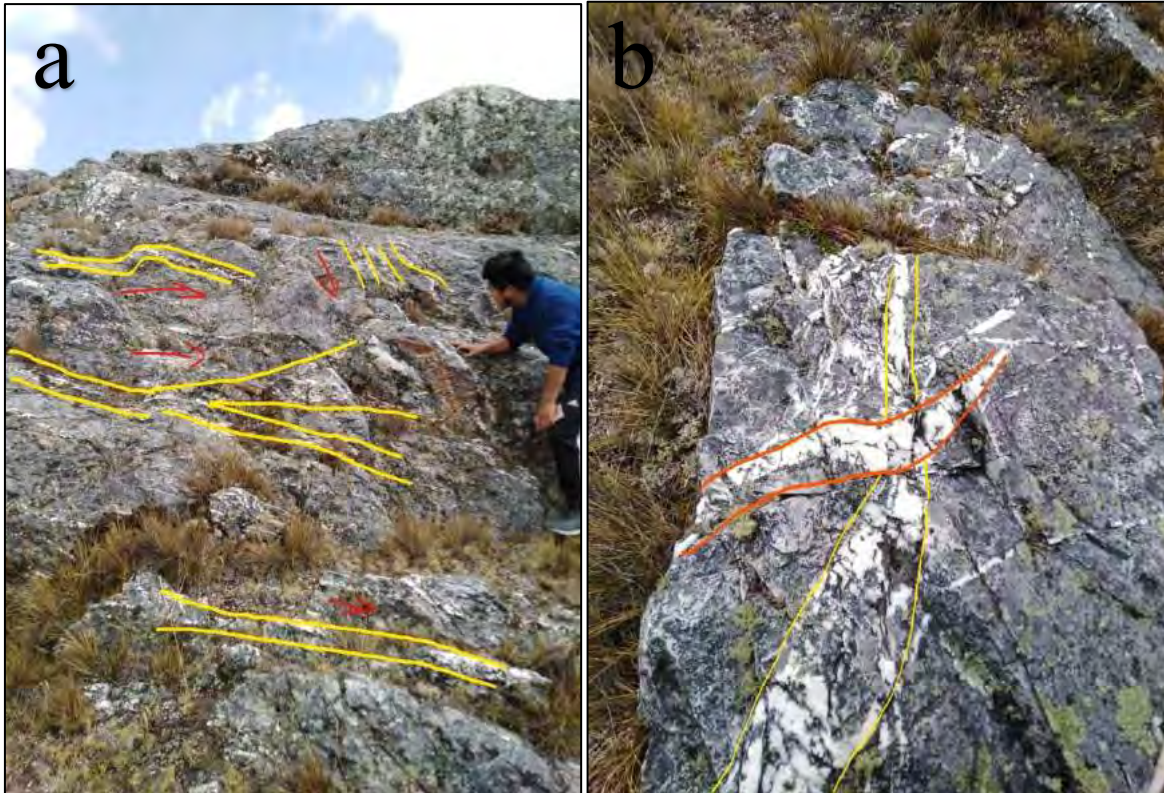
Fotografía 8: Fuerte plegamiento de pizarras que fueron instruidas por el dique microdiorítico. Presencia de falla Inversa Dirección N87°O. Fuente propia

Miembro 2. Caracterizada por la presencia de bancos de cuarcitas fuertemente silisificadas, con potencias probables de 200 metros aproximadamente, estos afloramientos se encuentran distribuidos en ambos márgenes del río Quescaymayo y que formarían los niveles inferiores de los flancos del anticlinal de Quescay, (ver perfil P-1)

La litología basada en la descripción de muestra de mano de este afloramiento, destaca que nos encontramos con un espécimen de grano medio de origen metasedimentario que se habría originado por el fuerte metamorfismo regional que sufrió esta zona del país durante las tectónicas herciniana y andina.



Estos bancos de cuarcita sufrieron la inyección de fluidos de alto contenido de silice que se depositaron rellenoando fracturas y diaclasas formadas durante el acontecimiento orogénico que dio lugar al anticlinal. (ver Fotografía 9).



Fotografía 9: a) Potentes bancos de cuarcitas con venas de cuarzo tipo stockwork. b) Se observa venas de cuarzo entrecortadas orientadas aleatoriamente. Fuente Propia

Dentro del corte ubicado en la parte noroeste de la zona estudio, da evidencia de la intrusión de vetas cuarcíferas que cortan estos bancos de cuarcitas, los espesores de estos cuerpos van desde los 2 cm hasta los 50 cm y que en algunos estos aumentan conforme se adentran al interior del afloramiento. (Ver figura 10 y 11)



Fotografía 10: Veta de cuarzo de 50 cm de potencia cortando el banco de cuarcitas del miembro 2. Fuente propia



Fotografía 11: vetas de cuarzo de espesor 5cm relleno de fracturas del banco de cuarcitas miembro 2. Fuente propia



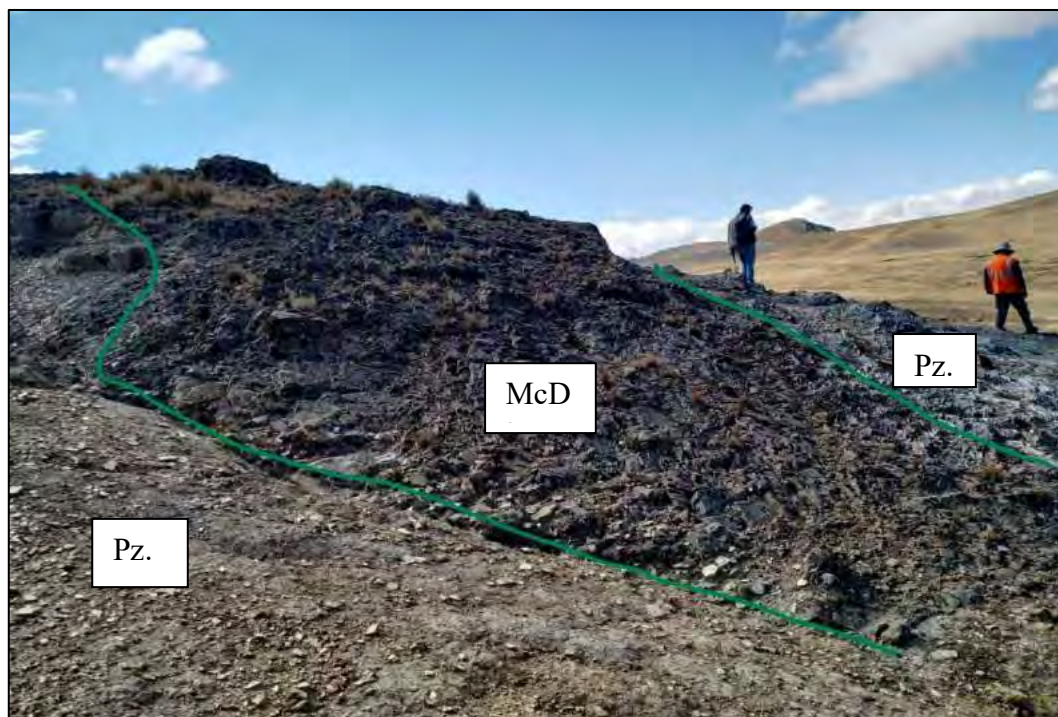
3.1.2.2 Roca hipoabisal (Mc-Di)

Este cuerpo se encuentra emplazado en las coordenadas N 8517440 E 206752 instruyendo y deformando a las pizarras calcáreas del Miembro 1 de la formación Paucartambo. Esta roca es descrita como una Microdiorita de horblenda de matriz fina (Ver tabla 4). Que ha su sufrido una acción hidrotermal producto del cual se evidencia físicamente venillas de cuarzo hialino rellenando microfracturas dentro de su estructura (ver Microfotografía 2), que se deberían a un reflujos de fluidos hidrotermales posteriores a la intrusión del cuerpo volcánico.

En campo se observa que este cuerpo fue posterior a la deformación sufrida durante la Tectónica Herciniana y que tendría su origen en el jurásico según Clark et al. (1990) junto con los cuerpos, de la zona de Paucartambo descritas y estudiadas por Villena y Medina que serían responsables de la acción hidrotermal que causaron la removilización y ascensión de fluidos mineralizantes que fueron originados durante el metamorfismo zonal orogénico específicamente en la zona de Quescay.

La forma como se muestra este afloramiento en campo, hace evidencia a un cuerpo de Dique que corta los estratos ya deformados de pizarras de la formación Paucartambo, con un cuerpo tabular de espesor de hasta 10m denominado dique melanocrático, por tener una apariencia oscura debido, al porcentaje elevado de horblenda descrita en la observación con microscopio de polarización.


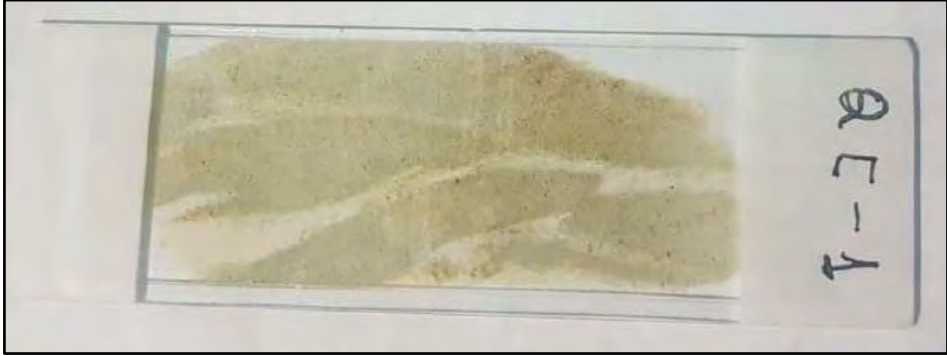
Según lo descrito en la prospección este cuerpo estaría ubicado a una profundidad baja entre la superficie y el cuerpo de mayor dimensión que sería un batolito. Esta microdiorita tendría una relación directa en la importancia económica de la zona de Quescay ya que habría aportado las condiciones de temperatura para que exista un reflujos de fluidos hidrotermales y su posterior enriquecimiento en la litología aledaña de la zona?



Fotografía 12: Intrusión del dique Microdiorítico (McDi) en las pizarras de la formación Paucartambo (Pz). Fuente propia



Tabla 4: Descripción macroscópica y microscópica de la muestra M-5 sección delgada Qc-1.
Fuente propia

UNSAAC	FORMATO	CODIGO: Qc-1
	ESTUDIO PETROGRAFICO	
Coordenadas UTM: N 8517413 E 206784	Fecha: noviembre 2019	
Estudio realizado por	R. Barazorda y J. Polo	
Clasificación de la roca	Microdiorita de horblenda	
<u>DESCRIPCION MACROSCOPICA</u>		
		
Es una roca compacta fanerítica de color verde oscura, presencia de óxidos de hierro con intrusión de venillas de cuarzo hialino, sin presencia de halos de alteración.		
<u>DESCRIPCION MICROSCOPICA</u>		
		
Fotografía 13: Sección delgada de muestra M-5. Intrusión Hipoabisal.		



Roca ígnea intrusiva o plutónica compuesta por plagioclasas, feldespatos potásicos, cuarzo, horblenda, opacos (piroxenos, piritita, hematita, magnetita, limonita).

Plagioclasa (PI): se presenta en listones entrelazados con minerales opacos como cuerpos subhedrales con una composición mineralógica de un 45%.

Feldespatos potásicos: se encuentra con un 6% de presencia con formas subhedrales ligeramente alterados a arcillas.

Venillas de Cuarzo: se pudo observar cuarzo hialino con presencia de 7% acompañado de óxidos de hierro representados en goetita, jarosita, hematita.

Horblenda: de formas anhedrales, se encuentra en los espacios vacíos que dejan las plagioclasas que son de color verde se encuentra con 35% de presencia.

Minerales opacos: se observan cristales con formas subhedrales diseminados esencialmente en la matriz con un 7% del total.

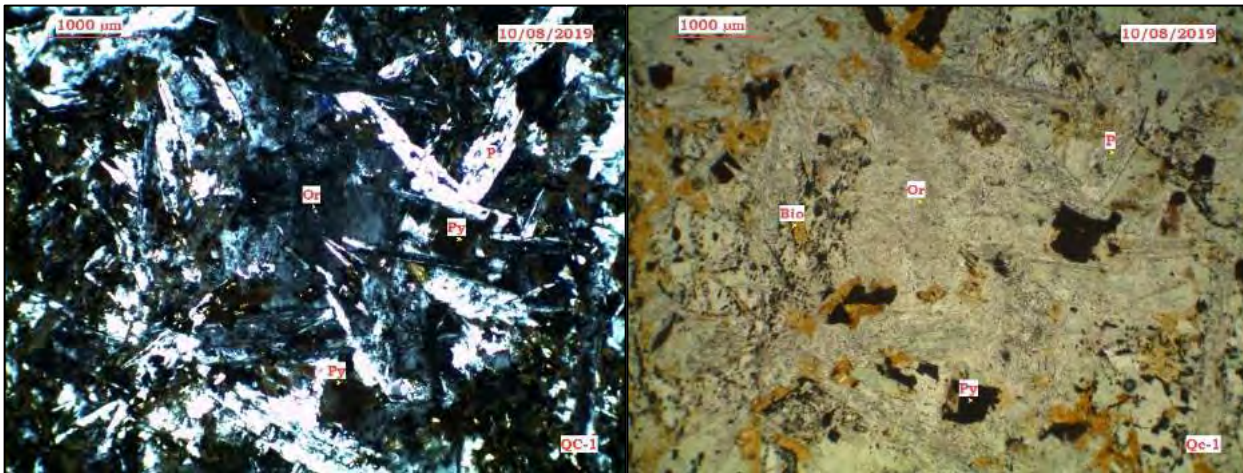
UNSAAC	FORMATO	CODIGO: QC-1
	ESTUDIO PETROGRAFICO	

Textura		Fanerítica	
Mineralogía			
Esenciales	(%)	Accesorios	(%)
Plagioclasa	45	Minerales opacos	7
Horblenda	35		
Feldespatos Potásicos	6		
Cuarzo	7		

Alteraciones	<p>La Horblenda está fuertemente alterada a clorita – magnetita – hematita – limonita -epidota, que se pueden observar en los cantos de las vetillas de cuarzo.</p> <p>Por otra parte, se pudo observar las ligeras alteraciones de los feldespatos potásicos en arcillas.</p>
--------------	--

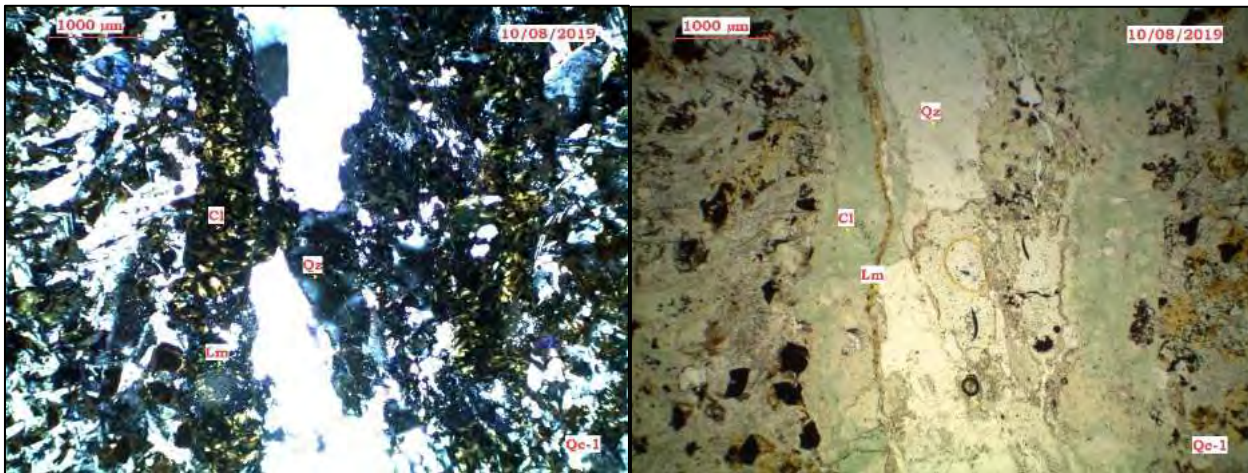


MICROFOTOGRAFIAS



Microfotografía 1: Sección delgada Qc-1: Pl = plagioclasa, Or = ortoclasa, Py = Pirita, Bi = Biotita. Izquierda vista nicoles cruzados. Derecha vista nicoles paralelos. Fuente Propia

Plagioclasas con deformación dúctil tipo “s” debido a la intrusión de vetilla de cuarzo post magmática, venillas de limonita anteriormente Pirita y bandas de clorita paralelas a la venilla.



Microfotografía 2: Sección delgada Qc-1: Cl = Clorita, Q = Cuarzo, Lm = Limonita. Izquierda vista nicoles cruzados. Derecha vista nicoles paralelos. Fuente Propia

UNSAAC	FORMATO	CODIGO: QC-1
	ESTUDIO PETROGRAFICO	

Calculo para ubicar el punto en el diagrama



Contenido total de la muestra (%)		%	Factor de multiplicación	Contenido en % al respecto de los tres componentes necesarios para el diagrama
Plagioclasa	45	45	X 1.72	77.4
Horblenda	35			
Feldespatopotásico	6	6	X 1.72	10.32
Cuarzo	7	7	X 1.72	12.04
Minerales opacos	7			
Total	100	58		100

Factor de multiplicación = $\frac{100}{58}$

Factor de multiplicación = 1.72

DIAGRAMA STRECKEISEN

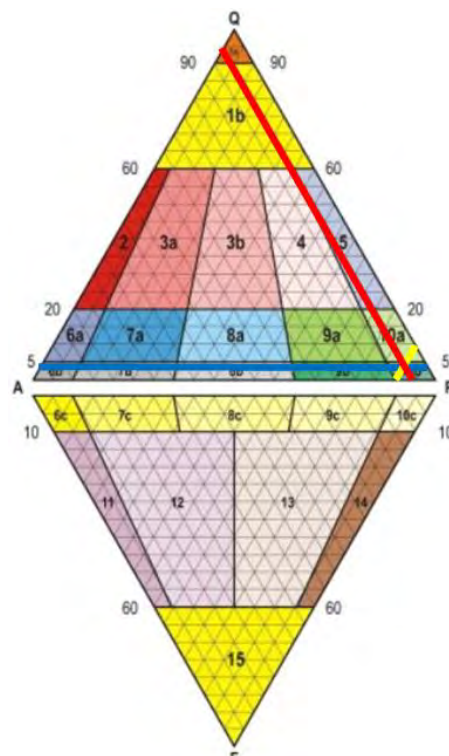
Q: Cuarzo

A: Feldespatopotásico

P: Plagioclasa

F: Feldespatoide

M: Minerales maficos





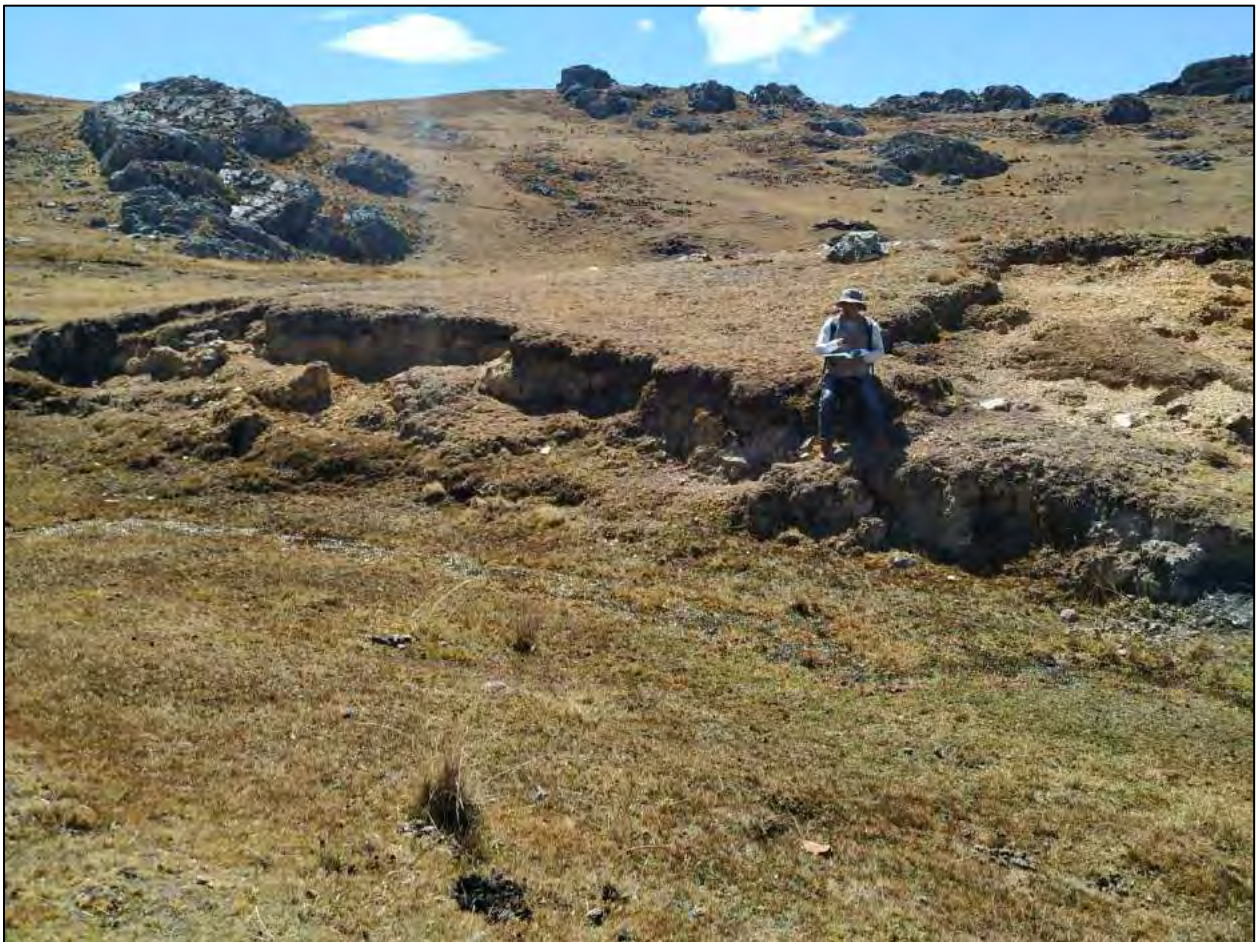
1a: Cuarzolita	
1b: Granitoide rico en cuarzo	
2: Granito de feldepató alcalino	
3:	
3a: Sienogranito	
3b: Monzogranito	
4: Granodiorita	
5: Tonalita	
6: Sienitas de feldepató alcalino	
6a: Cuarzosienita de feldepató alcalino	9: Monzodiorita/monzogabro
6b: Sienita de feldepató alcalino	9a: Cuarzo – monzodiorita/ cuarzo – monzogabro
6c: Sienita de feldepató alcalino con feldepatoides	9b: Monzodiorita/monzogabro
7: Sienitas	9c: Monzodiorita/monzogabro con feldepatoides
7a: Cuarzosienita	10: Dioritas/gabros
7b: Sienita	10a: Cuarzodiorita/cuarzogabro
7c: Sienita con feldepatoides	10b: Diorita/gabro
8: Monzonitas	10c: Diorita/gabro con feldepatoides
8a: Cuarzomonzonita	11: Sienita feldepatóica
8b: Monzonita	12: Monzosienita feldepatóica
8c: Monzonita con feldepatoides	13: Monzogabro/monzodiorita feldepatóica
	14: Gabro/diorita feldepatóica
	15: Foidita



I. Depósitos coluviales (Q-co)

Se presentan con apariencia de conos o pequeños abanicos que corresponden a acumulaciones locales sin mucho transporte.

Estos se encuentran en fondo de valle, con acumulaciones de litologías locales si haber sufrido mucho transporte formando terrazas medias, su composición lítica es de una matriz limo-arcillosa con fragmentos de cuarcita y pizarra de la formación Paucartambo.



Fotografía 14: Deposito coluvial en el fondo de valle del rio Quescaymayo. Fuente propia

II. Depósitos fluvio glaciar (Q-fl)

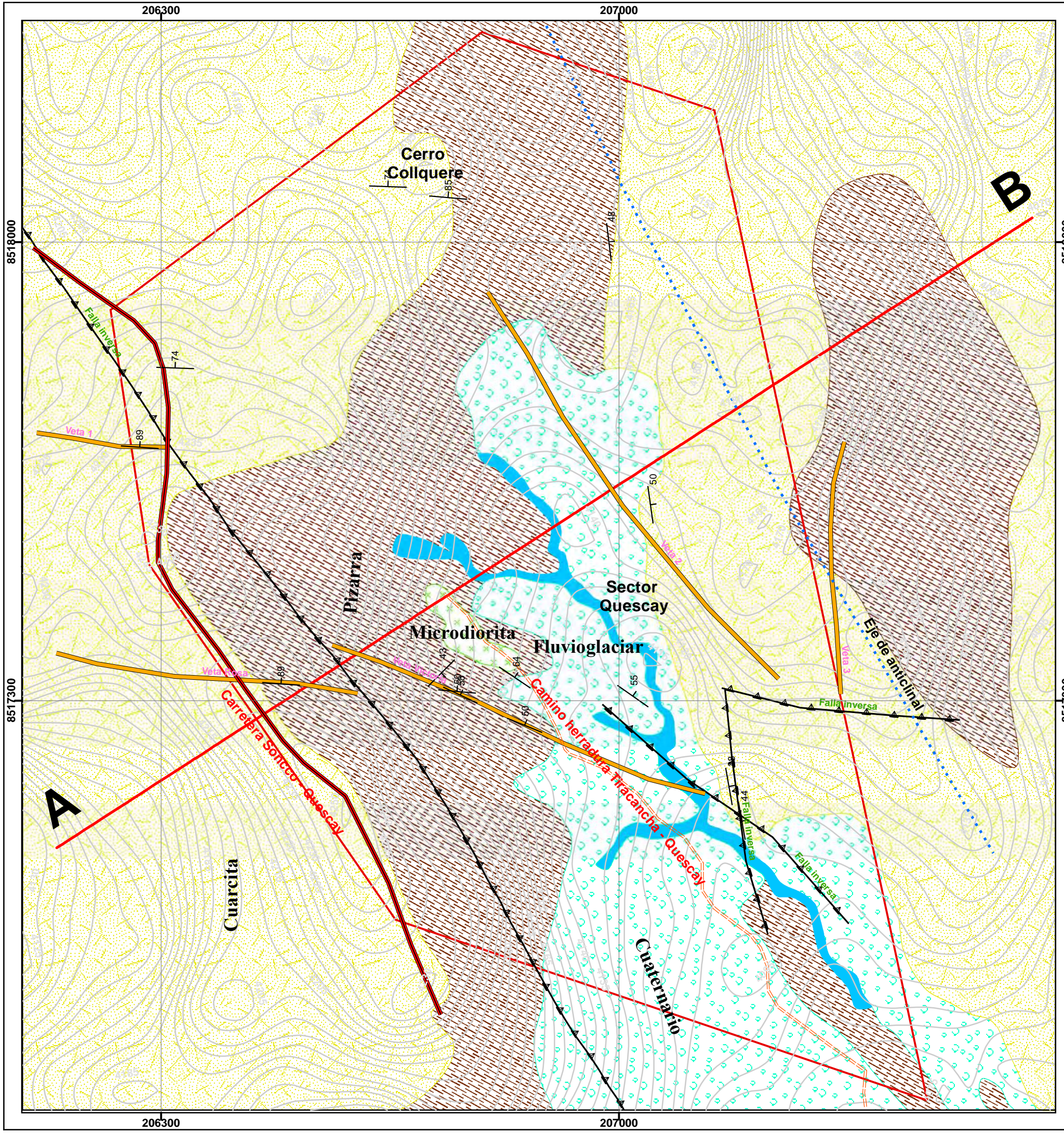
Estos depósitos se encuentran en la parte baja formando bancos con características morrenicas que fueron arrastrados por el deshielo y flujos de escorrentías menores. Su origen



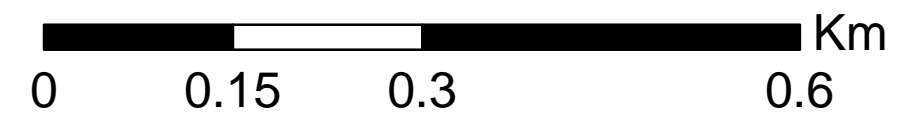
está ligada a la erosión de la superficie topográfica del sector Quescay por abrasión que dio lugar a un transporte local de estos sedimentos, estos depósitos se ubican en la parte baja de lo que alguna vez fueron picos de hielo, así como en la parte baja de la laguna glacial de Quescay. Litológicamente estos bancos están formados por fragmentos de pizarras y cuarcitas que fueron meteorizadas de los picos más altos de la zona de Quescay. (ver fotografía 15)



Fotografía 15: Deposito Fluvio-Glacial. Depositado en la altiplanicie Colquepata. Fuente propia



1:6,000



Simbologia

	Rb_buz
	Pliegues
	Vetas
	Fallas
	Seccion
	Curvas
	Zona de estudio

Leyenda

Fm. Paucartambo

	Qta	Cuarcita
	Qh	Cuaternario
	Qh-fg	Fluvioglacial
	Mi-di	Microdiorita
	Piz	Pizarra

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: Elaborado por R. Barazorda y J. Polo, modelo tomado del INGEMMET (2015)

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
--	---	--

Tesis: Geologia y mineralizacion del sector Quescay - Colquepata - Cusco

MAPA GEOLOGICO LOCAL

Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez

Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	Ubicacion Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
---	--

Escala indicada Fecha Octubre 2019	Mp-5
---------------------------------------	------



Capítulo IV

Tectónica

4.1. Introducción

La zona de estudio se encuentra dentro del dominio NE cordillerano descrito por Carlotto en el boletín 065.

Este dominio tiene la particularidad de poseer pliegues kilométricos en dirección NO-SE con planos axiales a subverticales que coinciden con la dirección tectónica de la cordillera Oriental. Dentro de estos pliegues resaltan el anticlinal Paucartambo el anticlinorio de Colquepata y de Suntucha. Siendo estas estructuras fuertemente afectadas por cabalgamientos producto de fallas inversas que tienen vergencia hacia el SO que pudieron desarrollarse durante la fase eoherciniana.

Se caracteriza por el emplazamiento del Paleozoico inferior, estas unidades se presentan afectadas por pliegues con flancos invertidos que han sido originadas por la reactivación en compresión de fallas normales paleozoicas. Estas fallas flexionan las unidades del paleozoico inferior ya deformadas por la tectónica Herciniana.

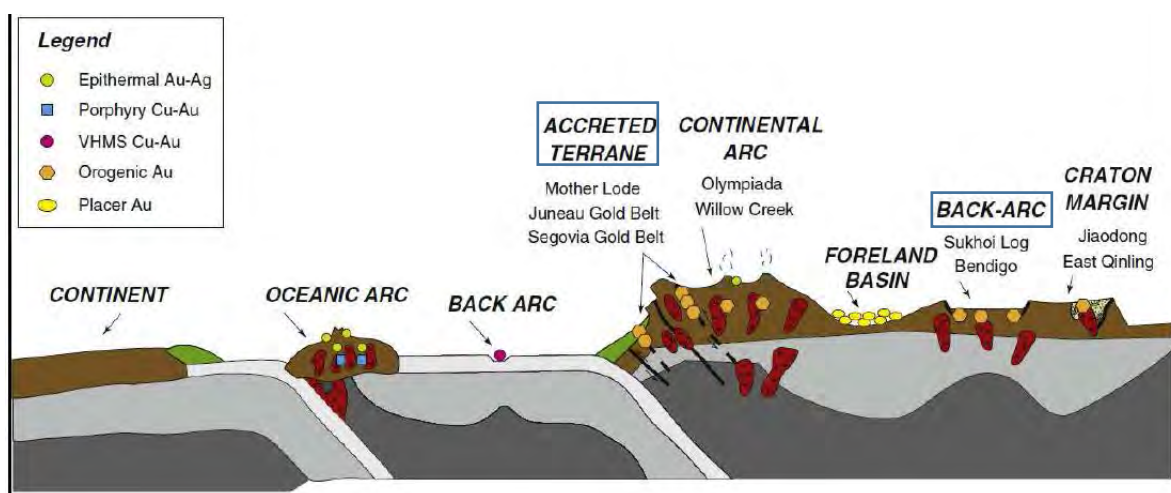


Figura 2: Zonas de terrenos Acrecionados y Zonas de back Arc (inversión de cuenca + metamorfismo). Fuente Goldfarb y Groves 2015



Teniendo un basamento precámbrico en forma general, representado por terrenos Gondwanico que sufrieron numerosas fases tectónicas precámbricas asociadas a las orogenias Grenville y Brasilida según (Zappettini, et al,2001).

Dentro de lo eventos tectónicos a partir de los cuales se ha ido formando la cordillera oriental

4.1.1. Tectónica Herciniana

Se llama tectónica Herciniana, al conjunto de deformaciones que han afectado los depósitos Paleozoicos entre fines del Devónico y el Triásico medio. La Tectónica Herciniana, presenta estas principales deformaciones en la zona. (Dalmayrac, Laubacher, & Marocco, 1977)

4.1.2. Tectónica Eoherciniana Devónico superior - Misisipiano

Representada por una compresión que originó un plegamiento polifásico, entre el Devónico superior y el Misisipiano inferior. Está fosilizada por una discordancia angular entre los depósitos Permo-Carboníferos y las series plegadas del Paleozoico inferior (Dalmayrac, Laubacher, & Marocco, 1977). El plegamiento eoherciniano ocurre varias fases dentro de la Cordillera Oriental:

A. Un sistema de pliegues con dirección (N120° en promedio) de una primera fase F1 que pliega por primera vez las series del Paleozoico inferior. Estos pliegues están acompañados por una esquistosidad de plano axial vertical.

Esta fase que viene a ser la más visible adquiere direcciones estructurales que varían de oeste a este. Los anticlinorios y sinclinorios que afectan a la cordillera Oriental corresponderían a esta primera fase, Estas estructuras en parte serían de propagación de Falla. El estilo de deformación varía en función de la litología. Las series pizarro-esquistosas muestran generalmente una deformación más intensa que las que afectan a las barras conglomerádicas o cuarcíticas.

B. Esta segunda fase, reorienta las estructuras de la primera fase, siguiendo las direcciones que varían de N30o a N60o y se caracteriza por pliegues y planos axiales verticales



acompañados de una esquistosidad. No se han reconocido grandes estructuras de esta segunda fase.

Una de las características principales de la cadena Eoherciniana, es la verticalidad de las estructuras, dentro de las zonas bien tectonizadas, donde los pliegues de la primera fase son sub isoclinales y afectados de una esquistosidad, la pendiente de los planos axiales nunca es inferior a los 50-60°, y es difícil observar la influencia exacta de la tectónica Andina sobre las estructuras hercinianas.

4.1.3. Tectónica Tardiherciniana

Una tectónica distensiva y muy intensa, desarrollada durante el Permo-Triásico originó la individualización de la cuenca Mitu.

En el Perú la deformación tardiherciniana se manifestó con una intensidad y naturaleza que difiere del Sur al Centro.

En los Andes Centrales la discordancia tardiherciniana se evidencia en el cambio litológico radical que se da al pasar del Pérmico inferior al Pérmico superior, pues de una facies marina se pasa a una facies continental. En cambio, en el sur Audebad y Laubacher, (1969), han evidenciado un intenso plegamiento en el Carbonífero y Permiano inferior, sobre el cual se han depositado en discordancia angular molasas continentales del Pérmico superior.

Desde el Cusco, hacia el Perú central y norte, la tectónica Tardihercínica se manifiesta como una tectónica de ruptura que da lugar a numerosas fallas de dirección NO-SE, a lo largo de las cuales se levantaron bloques tal vez en un régimen de compresión coetáneo con el plegamiento de la zona sur.

Las estructuras generadas por la tectónica Tardiherciniana corresponden al nivel estructural medio y superior. Sobre ellas se encuentran estructuras andinas. (Carlotto V. , Gil, Cárdenas, & Chavez, 1996).



Contemporáneamente, cuerpos graníticos se emplazan, posiblemente a través de las fallas normales del Dominio Intermedio NE y Dominio Oriental, e intruyen a rocas del Grupo Mitu y del Paleozoico inferior, dejando en algunos casos afloramientos colgados del Mitu.

4.1.4. Tectónica Andina

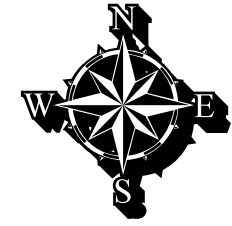
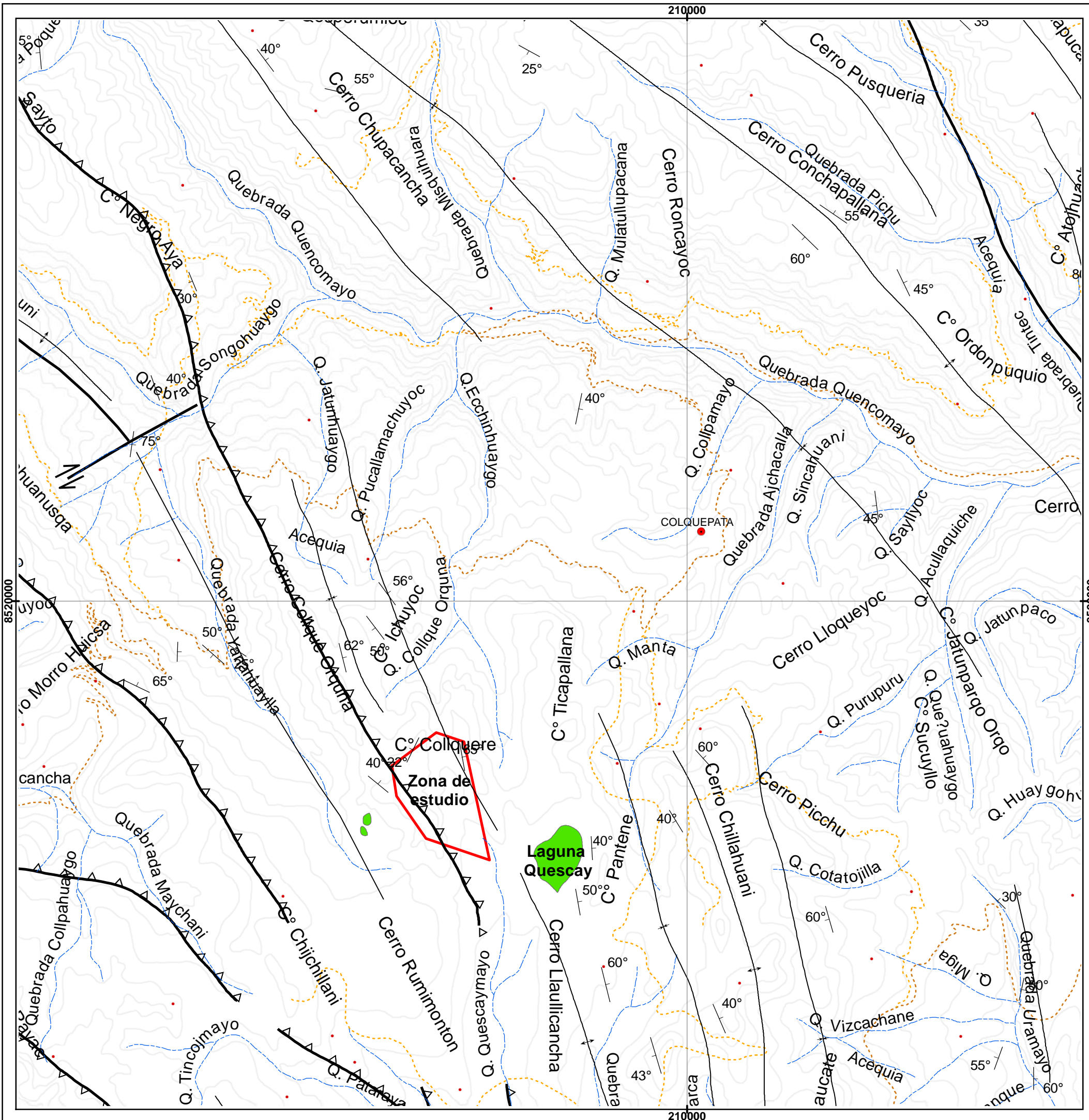
Está controlada principalmente por la tectónica de convergencia de placas. Dentro de la influencia tectónica de este evento en la parte sureste de la cordillera Oriental ubicada en el Perú, se puede considerar que dentro de los estudios mencionados por Laubacher (1978) que, durante el Eoceno tardío-Oligoceno ocurre una fase compresiva de gran envergadura denominada Fase Inca, que aunque la intensidad de este evento tectónico fue de contraste tanto de duración e intensidad según regiones habría ocasionada una importante deformación en la Cordillera Oriental al proponer que “el juego de desgarre de numerosas fallas de la Cordillera Oriental del sur no excluyen la posibilidad de deformación andina.. sobreimpuesta a la Tardihercinica”. La ocurrencia de este evento tectónico se habría evidenciado en cabalgamientos de vergencia y la formación de un relieve positivo que habría aislado del dominio del Altiplano de la zona subandina (Zappettini et al,2001).

4.2. Geología estructural regional

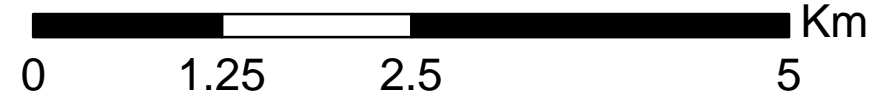
Dentro de la geología regional en la zona de estudio INGEMMET demarca en su boletín A-065 Urubamba 27r Calca 27s. Que se encuentra dentro del dominio estructural NE (cordillerano). anticlinales, sinclinales y una falla inversa que atraviesa al sector Quescay. (ver mapa Mp-6)

4.2.1. Cordillera Oriental.

Con estilos morfotectónicos propios es la unidad macro que influencia y condiciona los eventos estructurales a la zona de estudio. Representada por un macizo montañoso constituido por secuencias de rocas Siluro-Devonianas que muestran rasgos de una tectónica compresiva herciniana y metamorfismo térmico en el contacto con los intrusivos de Queros.



1:50,000



Simbologia			
	Capital departamental		Falla Inversa
	Capital provincial		Flechas
	Capital distrital		Lineamiento (fractura)
	Centros poblados		Rb_Buz
	Eje de anticlinal		Red vial vecinal
	Eje de sinclinal		Red vial nacional
	Quebrada		Red vial departamental
	Rio principal		Zona de estudio
	Rio secundario		Lagunas
	Falla		

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: INGEMMET
 Modificado por: R. Barazorda & J. Polo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
--	---	--

Tesis: Geologia y mineralizacion del sector Quescay - Colquepata - Cusco

MAPA ESTRUCTURAL REGIONAL

Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez

Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	Ubicacion Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
--	--

Escala indicada	Mp-6
Fecha Octubre 2019	



Dentro de esta sobre salen formas estructurales como pliegues que siguen un alineamiento NO-SE y otros en dirección NE-SE que posiblemente estos últimos estarían relacionados a una primera fase del evento Eoherciniano según Mergard.

Dentro de la influencia de este dominio y considerando las estructuras regionales que influyen directamente el comportamiento de Quescay se encuentran los plegamientos de Paucartabamo, anticlinorio de Colquepata y de Suntucha que están hacia el Oeste de la provincia de Paucartambo. Todas estas formas estructurales se encuentran disectadas por cabalgamientos y fallas inversas con una vergencia de SO.

4.3. Geología estructural local

El modelo estructural local, representa similitud con el comportamiento regional, donde se evidencia la superposición de dos eventos estructurales: extensión y compresión. En los eventos de extensión se generaron y emplazaron vetas en algunos casos como la veta Rosa y veta Victoria con contenido aurífero asociado a sulfuros. Que posteriormente fueron comprimidas durante la tectónica eoherciniana dándose un reflujo de eventos hidrotermales.

Dentro de la geología estructural local se puede observar la falla regional inversa que se ubica al oeste de la zona de estudio, además de esta falla también se pueden evidenciar plegamientos representados en el anticlinal de Quescay y vetas cortantes tanto en fallas sub ortogonales a la falla regional como en los flancos del anticlinal antes mencionado. (Ver mapa N° 8).

4.3.1. Fallas locales

Localmente en esta zona de pueden identificar dos sistemas de fallas:

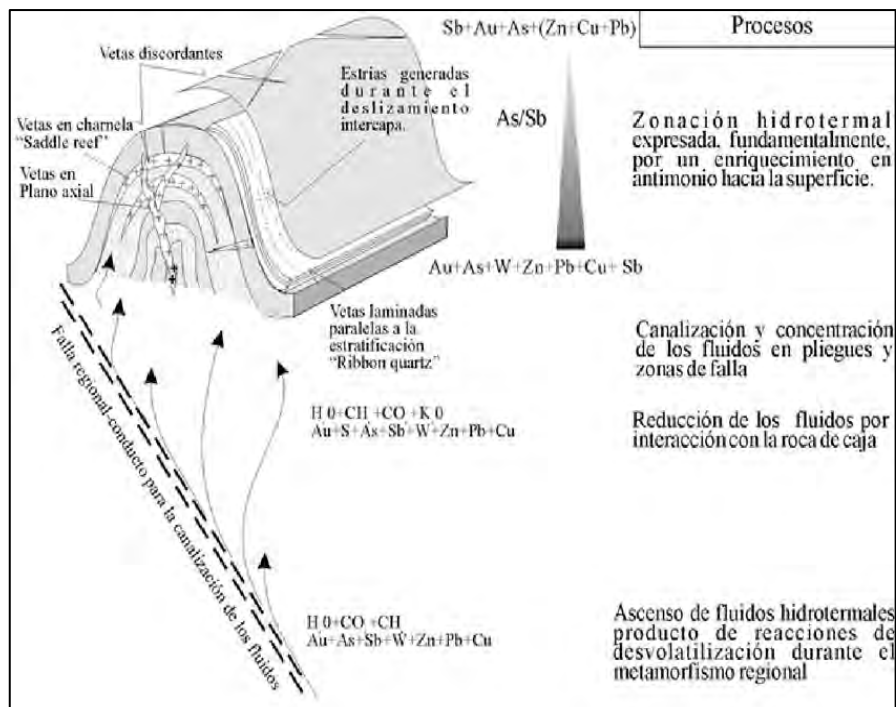


Figura 3: Comportamiento estructural y procesos de formación de un yacimiento orogénico en un anticlinal. Fuente Gao y Kwak, 1997

Una falla regional inversa con dirección NO – SE sub vertical ($Bz 79^{\circ}SE$) en dirección andina de origen herciniano y que se asocia a la secuencia de fallas sub andinas inversas de la cordillera oriental como la secuencia Cusco-Lagunillas-Mañazo y Urcos-Sicuani-Ayaviri, la evidencia de esta falla a superficie no se pudo identificar puesto que el material cuaternario recubre la superficie con grandes potencias de bancos aluviales. Pero se puede inferir la existencia de esta, al relacionarla con la secuencia de plegamientos en la zona de Quescay.

Y otra secuencia de fallas secundarias menores que se habría formado por consecuencia del fuerte tectonismo local que habrían sido aprovechadas por los cuerpos cuarcíferos mineralizados.



Fotografía 16: Falla normal, sub ortogonal a la falla regional zona de Quescay dirección (NE-SO). Fuente propia



Fotografía 17: Falla inversa dirección N50°O Buzamiento 21°NE. Fuente propia

El primer análisis tectónico local nos permitió interpretar que el modelo temporal y verificable de las estructuras tectónicas en la zona de Quescay corresponderían a un sistema de cizalla según Ramsay (1967), donde nuestro análisis interpretativo de la zona de Quescay se basaría en un sistema de rumbo sinestral controlado por una compresión principal en dirección NE-SO que habría dado lugar a las fallas inversas y posteriores pliegues de planos axiales ortogonales a las fallas normales, y a la misma compresión.

Bajo esta interpretación el modelo del sistema estructural resulta compatible con la existencia de un sistema de fallas principales dirección NO-SE y fallas normales ramificadas y posteriores dirección NE-SO; de un sistema tectónico regional compresivo (Ver Figura 1)

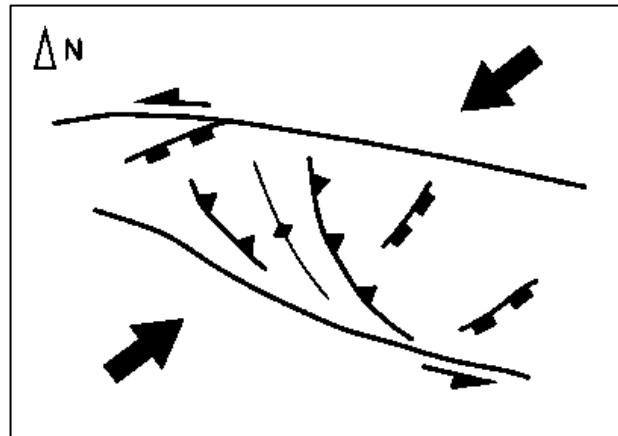


Figura 4: Sistema estructural inferido zona de Quescay (fallas inversas, normales y pliegues) por compresión regional NE-SO. Fuente explorock

Aunque durante el cartografiado geológico se observó estructuras que conforman este sistema y otras que se pudieron inferir de acuerdo a las evidencias aflorantes, no se particularizara como un evento tectónico singular, sino que al contrario se tomara en cuenta como teoría de comportamiento de sistemas orogénicos controlados por plegamientos epizonales de origen regional.

Cuya cinemática de origen se interpretó con evidencia de los últimos eventos tectónicos donde las fallas normales podrían ser asignadas como parte de un evento extensional, así como las fallas inversas para un evento compresivo regional.



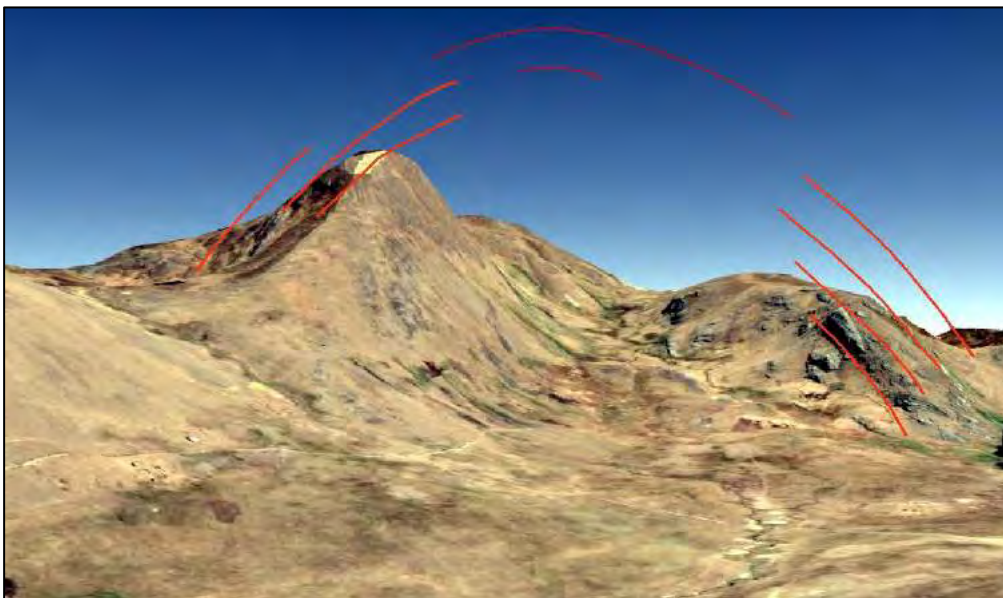
Fotografía 18: Pizarras formación Paucartambo plegadas a consecuencia de un ambiente dúctil. Falla Inversa sub paralela a la falla regional de Quescay. Fuente propia



4.3.2. Plegamientos

Formándose como consecuencia de los esfuerzos compresivos que habrían sufrido el paleozoico durante la tectónica herciniana, se levantó en la zona Este de la provincia de Paucartambo un sistema de plegamientos formando anticlinales y sinclinales (Quescay, Colquepata, Paucartambo, Suntucha) dentro de la cordillera oriental.

En la zona de estudio se pudo identificar el anticlinal de Quescay con un plano axial en dirección $N^{\circ}65^{\circ}$ con buzamiento de flancos $35^{\circ}NE$ y $23^{\circ}SO$ al norte de la laguna Quescay que formaría parte de la secuencia de plegamientos de Colquepata.



Fotografía 19: Anticlinal Quescay, cortado por el río Quescaymayo. Fuente propia

Dentro de la estructura del plano axial del anticlinal de Quescay se consideró como componente litológico a las pizarras de la formación Paucartambo que afloran a lo largo del fondo de valle altiplánico (ver fotografía 19)



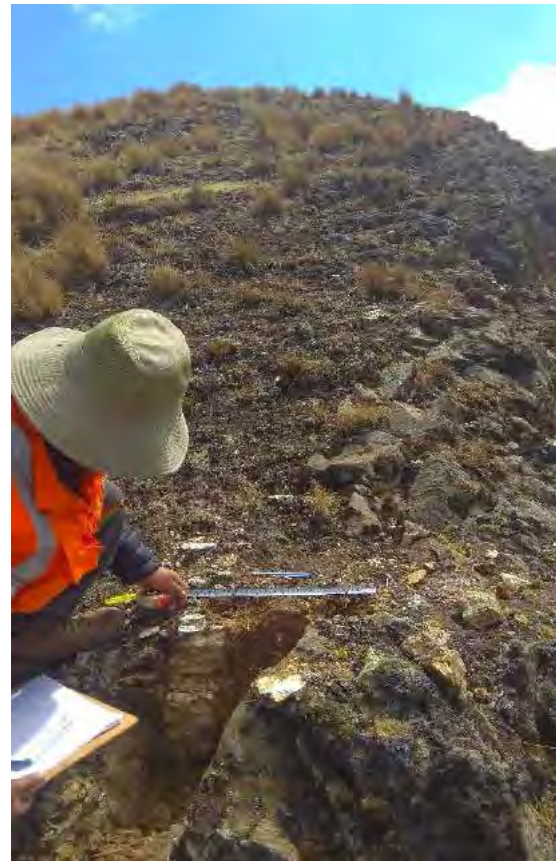
Fotografía 20: Pizarras formación Paucartambo, sub verticales- Verticales. Dirección N60°O. Fuente propia

Aunque dentro de esta parte axial no se puede evidenciar estructuras mineralizadas de importancia, si se considera como una zona relevante puesto que funciona como zona de transición de fluidos, mineralizantes que posteriormente se depositaron en zonas frágiles y alto fracturamiento como son los flancos, particularmente en el de la parte Oeste.

Siendo los flancos estructuras exteriores al plano axial y habiendo tenido un comportamiento plástico impermeable durante su levantamiento en la morfogénesis del anticlinal, no sugeriría mayores interpretaciones para la prospección de estructuras orogénicas auríferas tal es el caso del flanco Este. Pero particularmente el flanco Oeste en donde la incidencia y repercusión de la falla regional de Quescay, habría acondicionado un ambiente estructural favorable a la ascensión de fluidos mineralizante de origen orogénico, que se habrían depositado en estas estructuras tal es el caso de las vetas cuarcíferas con contenido de Au como son la veta Victoria y Rosa.



Fotografía 21: Flanco Oeste banco de cuarcitas Fm. Paucartambo. Buzamiento 35°NE. Fuente propia



Fotografía 22: Veta Victoria, en el flanco Oeste. Fuente propia Fuente propia

Posterior al plegamiento regional que habría traído como consecuencia el anticlinal de Quescay, en la zona de estudio, se puede observar otro sistema de plegamientos de longitudes métricas, que se emplazan en el flanco Oeste del anticlinal de Quescay.

Este sistema de plegamiento ocurre en las pizarras de la formación Paucartambo (ver fotografía 23), y que su origen se habría ocasionado al aumento de presión y temperatura originados por la posible reactivación de los sistemas de fallas regionales durante la tectónica andina y la intrusión del cuerpo hipoavisal ubicado en la zona. (ver fotografía 24)



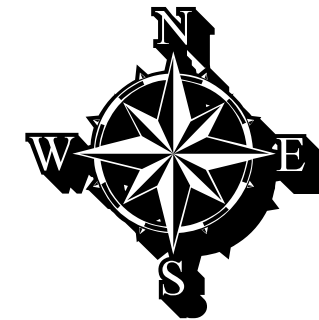
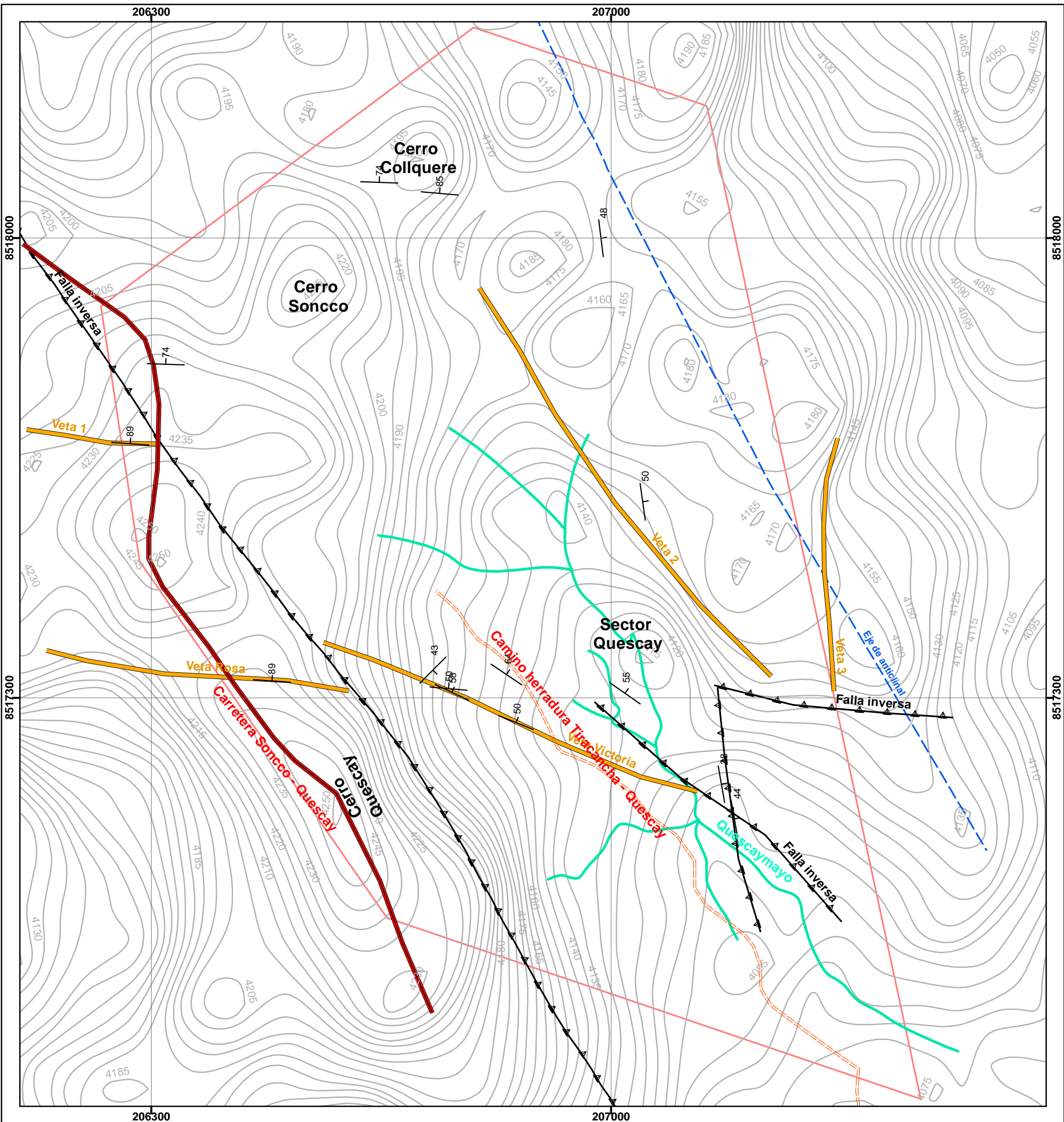
Fotografía 23: Plegamiento de ambiente dúctil en pizarras formación Paucartambo. Fuente propia

Se puede inferir también que dicho evento tubo un retrainamiento lento de temperatura, que se puede ver representando en la formación de cristales desarrollados de cuarzo en drusas (ver Fotografía 37)

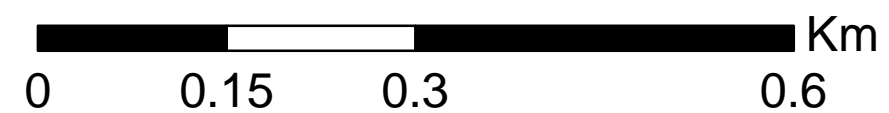
Teniendo estas condiciones de presión y temperatura, que como consecuencia plegaron las pizarras de la formación Paucartambo en un segundo sistema de pliegues y mediante un análisis de geológico, podríamos deducir que las condiciones físicas del flanco Oeste del anticlinal de Quescay estaban sujetas a condiciones particulares estructurales que habrían generado un reflujó de fluidos hidrotermales.



Fotografía 24: Intrusión cuerpo hipoavial (Mc-Di), Pz pizarras formación Paucartambo. Fuente propia



1:6,000



Simbologia	
	Rb_buz
	Camino herradura Tira cancha - Quescay
	Carretera Soncco - Quescay
	Fallas
	Vetas
	Rios
	Pliegues
	Curvas
	Zona de estudio

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: Elaborado por R. Barazorda y J. Polo, modelo tomado del INGEMMET (2015)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
Tesis: Geologia y mineralizacion del sector Quescay - Colquepata - Cusco	
MAPA ESTRUCTURAL LOCAL	
Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez	
Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	<u>Ubicacion</u> Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
Escala indicada Fecha Octubre 2019	Mp-7



Capítulo V

Geología Económica

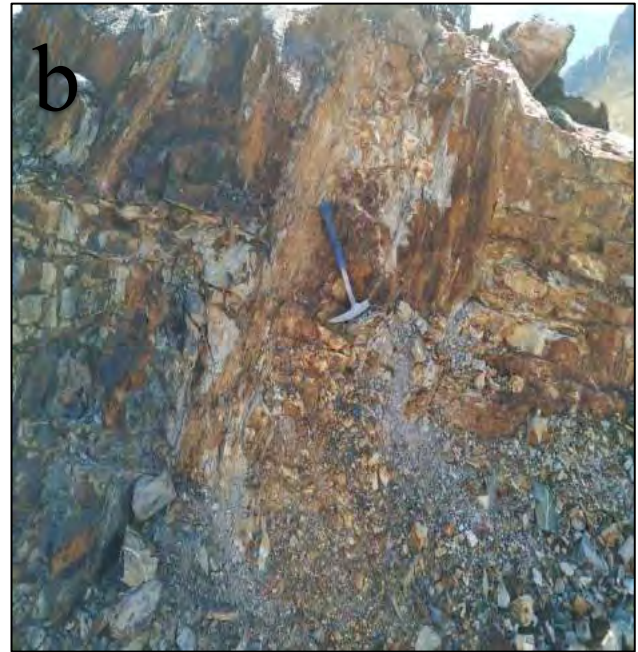
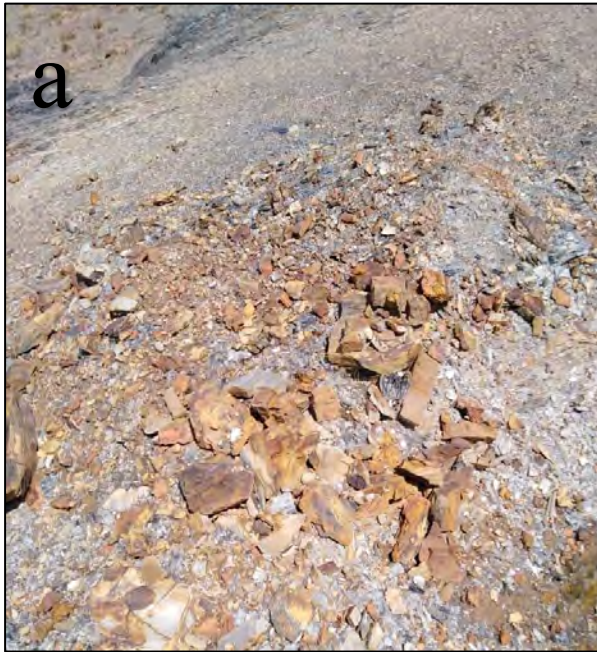
5.1. Alteraciones hidrotermales

A nivel de yacimiento tiene una asociación metálica de Au, siendo la mineralogía no tan compleja teniendo en orden de abundancia cuarzo blanco/gris – pirita – arsenopirita – pirrotina – goetita, siendo la Pirita y Arsenopirita uno de los mayores ensambles de la concentración de Au.

5.1.1. Alteración y mineralización supergena.

La alteración supergena es un proceso de reequilibrio de la mineralogía hipógena (hidrotermal) a las condiciones oxidantes cerca de la superficie terrestre (sobre el nivel de las aguas subterráneas). La mayoría de las asociaciones de minerales sulfurados son inestables en estas condiciones y se descomponen (meteorizan) para originar una nueva mineralogía estable en condiciones de meteorización. (Rodríguez, 2006)

Este proceso de alteración supergena de eventos hidrotermal involucra la liberación de cationes y aniones de sulfato de la zona hipogena de la actividad hidrotermal. En el sector Quescay esta zona supergena dada las condiciones de ubicación, eventualmente es sometido a condiciones oxidantes. Creando y definiendo zonas o diferentes frentes de oxidación que son el resultado del equilibrio químico.



Fotografías 25: a) frente de oxidación sector pizarras bituminosas formación Paucartambo parte sur. b) frente de oxidación afloramiento de zona de vetillas Rosa. c) frente de oxidación veta cuarcífera zona 2. Fuente propia

Estos procesos modifican significativamente la mineralogía de los cuerpos mineralizados de origen hidrotermal orogénico afectando también su metalurgia extractiva. También pueden desencadenar como la dispersión de elementos metálicos a cierta distancia de los depósitos hipogénos o principales cuerpos mineralizados.



5.1.2. Zona de lixiviación

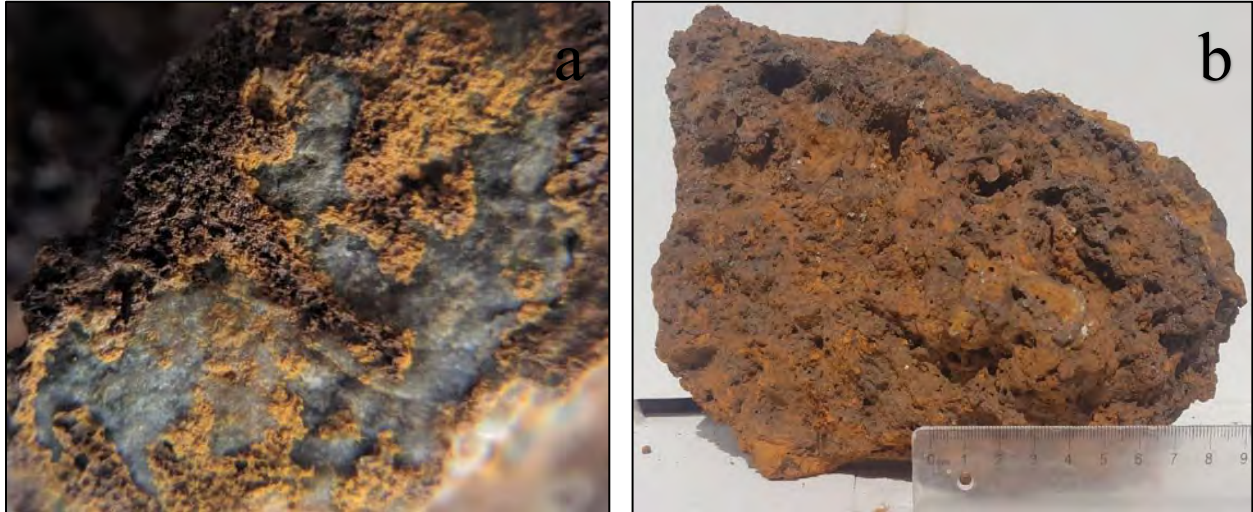
El perfil supergeno del Sector Quescay pudo haberse modificado y erosionado debido a sucesivos ciclos de alteración supergena dado las condiciones del nivel freático que está por encima de los cuerpos que sobre yacen a los óxidos superficiales. Teniendo también el fuerte impacto geomorfológico sufrido durante la tectónica herciniana y andina.



Fotografía 26: a) Roca fuertemente alterada presencia de óxidos de hierro y arcillas. b) Vista de concreciones ferruginosas con Pirita cubica con posible contenido de Au. Fuente propia

El Au, en cambio, se enriquece en la zona oxidada, donde su enriquecimiento es principalmente residual por la destrucción de los sulfuros asociados como la Pirita y Calcopirita. El oro nativo es la única forma mineralógica que se presenta el oro supergeno y este tiene menor tendencia a enriquecerse en zonas de sulfuros secundarios.

La Goetita se forma en su mayoría como consecuencia de alteración de minerales de hierro como magnetita, pirita y siderita. Considerado dentro del sombrero oxidado esta se encuentra en forma de costras de minerales botroidales y terrosas (ver fotografía 27). En algunos casos rellenando venillas producto de la alteración de venillas de Pirita.



Fotografía 27 a) Goethita botroidal, recubriendo a vetilla de cuarzo, b) goethita terrosa debido a la descomposición gradual y la reacción continua de agentes de meteorización. Fuente propia



Fotografía 28: Antiguas venillas de pirita que fueron reemplazadas por goethita y hemetita en algunos casos. Fuente propia

La composición y la estabilización química con los componentes alcalinos de la roca generadora hacen más básicas las soluciones descendentes por lo que en una reacción de hidrólisis de feldespato potásico o plagioclasas puede causar la precipitación de contenido metálico en la zona de oxidación o Gossan.



Esta zona también dependerá de las características de estructura que favorecen la permeabilidad y la recirculación del agua superficial para que este infiltre hasta niveles profundos en alguna zona donde diaclasas y fracturas persisten a profundidad.

Estas fracturas ayudan al mejor desarrollo de los procesos supergenos, además las estructuras pueden contener mayor cantidad de minerales sulfurados o que haya ayudado a que precipiten estos.



Fotografía 29: Fracturas con relleno de Pirita y en algunos casos trazas de Calco-Py. Alterándose y depositándose como Goetita botroidal- - Hematita. Con contenido menores de Au. Fuente propia

5.1.3. Piritizacion

El origen de estos bancos de pirita radicaría en la oxidación de los océanos profundos donde estos ambientes son favorables para la absorción de Au por pirita sedimentaria, teniendo un origen local de fuente, ligando y enriquecimiento metamórfico. (ver fotografía 30)

Se muestran niveles abundantes de pirita y medios de pirrotina superficial con potencias considerables a superficie en los bancos plegados de pizarras, la importancia de estos sulfuros



radica en la liberación del ion de azufre de la pirita al convertirse en pirrotina, dicho azufre liberado funcionaria como ligando para el transporte del Au.

Esta reacción de desulfuración de la pirita se representaría mediante condiciones metamórficas como temperaturas de 500-550°, transición de facies metamórficas y deshidratación de clorito.

- H_2S sería el ligando más apropiado (Philips y Powell, 2010)

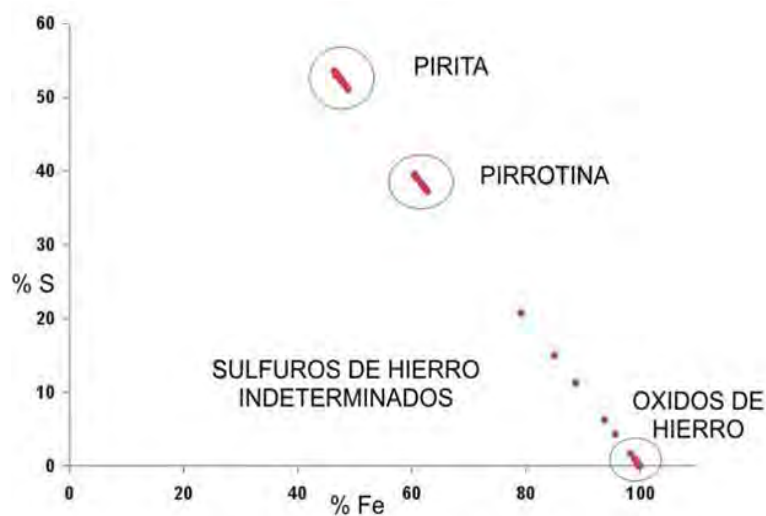
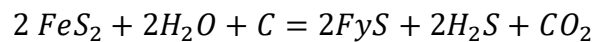


Figura 5: Cálculo de las proporciones de Fe y S en varios sulfuros de hierro en diferentes pizarras. Los minerales más abundantes son la pirita y la pirrotina. Fuente Cardenas, at 2000

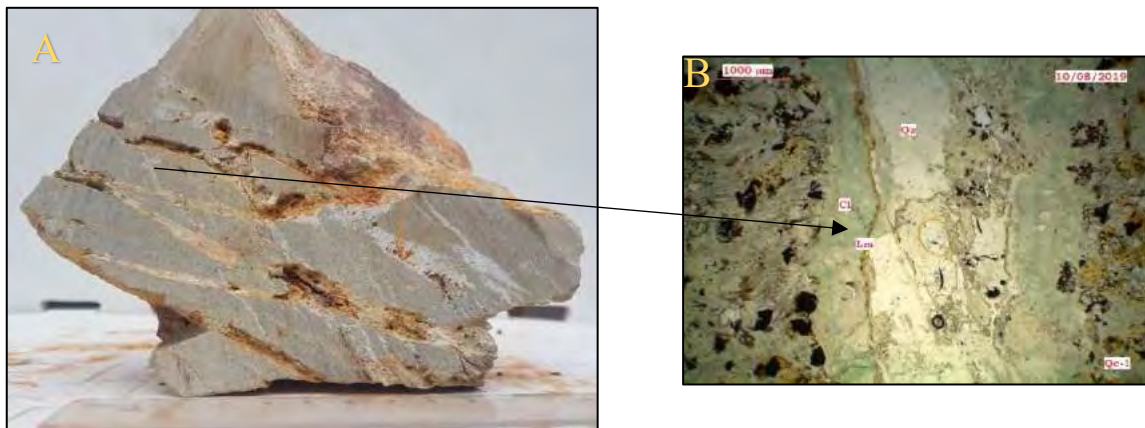


Fotografía 30. Venillas de pirita y diseminada, presencia de pirrotina e intersección de venilla de cuarzo hidrotermal. Fuente propia



5.1.4. Cloritzación

Esta alteración se presente en la micro-diorita producto de la alteración de la biotita en su estructura interna en halos con abundante magnesio (M-6, 1864 ppm) debido a factores de meteorización y acción hidrotermal, haciendo que a superficie esta roca presente colores verdosos.



Fotografía 31. A. Muestra M-6. Micro-Diorita. Verdosa debido a la alteración de la biotita a clorita. B. microfotografía muestra Qc-1 de M-6. Alos de clorita alrededor de venilla de cuarzo hidrotermal. Fuente propia

5.2. Mineralización.

La conceptualización de fuente del fluido hidrotermal estaría en función a un cambio de fases metamórfico en donde la trayectoria de rocas que provienen de lecho marino carbonatadas y pelíticas que son ricas en silicatos tal es el caso de la formación Paucartambo M-2. Este tipo de rocas liberan fluidos en la transición metamórfica que se dan entre las fases, es decir que presentan un enterramiento rápido y posterior a ello una exhumación muy lenta que permite que se genere fluidos metamórficos que serían los responsables de haber formado depósitos de oro orogénico en la zona de estudio.



La figura 6 muestra un enterramiento que se estima 1 millón de años que se da durante un metamorfismo progrado para luego alcanzar el punto máximo de presión en el que inicia el metaformismo retrogrado e inicia la exhumación lenta que sería de unos 10-100 millones de años, durante este evento se alcanza el pico metamórfico donde la presión y temperatura son máximas, es allí donde se genera el cambio de fases de esquistos verdes a anfíbolita y también donde se libera el fluido rico en sulfuros que es necesario porque actúa como ligando para el transporte y posterior depositación como un yacimiento orogénico.

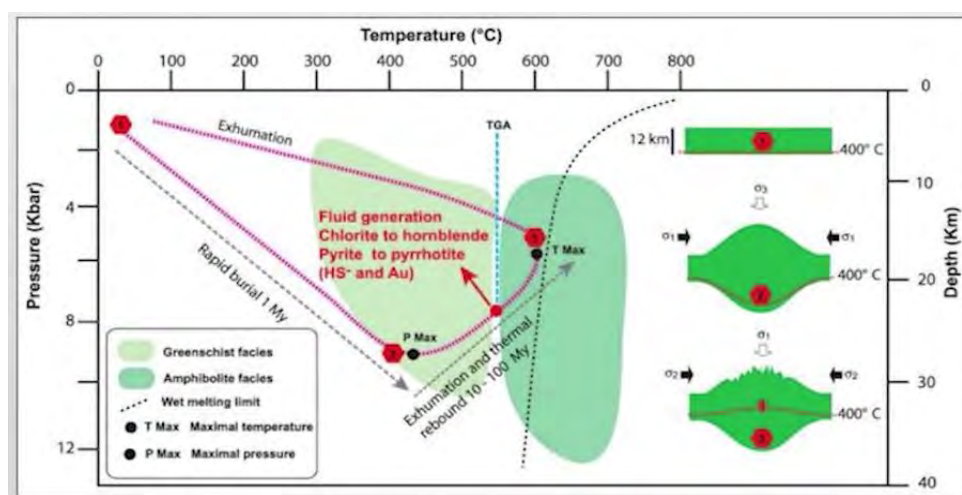


Figura 6: Transición metamórfica T°-Presión-Profundidad. Fuente Gabaury, 2019

Dentro de los modelos orogénicos asociados a rocas metamórficas se tomará en cuenta el modelo planteado por Groves et al. 2019 (ver figura 7) donde las condiciones de T° y presión se correlacionan estrictamente con el comportamiento de Quescay en donde el metamorfismo de intensidad media con temperaturas de 300°-500°C, presiones altas y profundidades desde los 6km a 12km, pasaría a un comportamiento retrogrado donde daría inicio a la exhumación metamórfica.

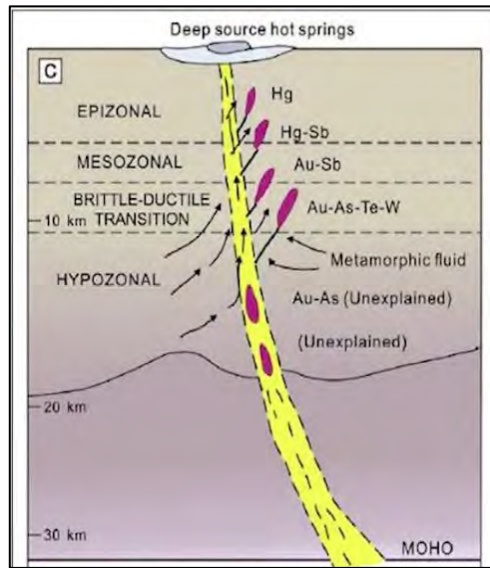


Figura 7: Modelo conceptual orogénico más aceptado. Fuente Groves et al. 2019

Teniendo las condiciones conceptuales de los modelos relacionados a la forma de emplazamiento de yacimientos orogénicos y concordantes con la evidenciado en campo se consideró las condiciones geológicas- estructurales-morfológicas del sector Quescay como evidencias para dividir esta área en 3 zonas, agrupándolas de acuerdo a su litología-estructura, tipo y forma de mineralización. (ver mapa Mp-8).

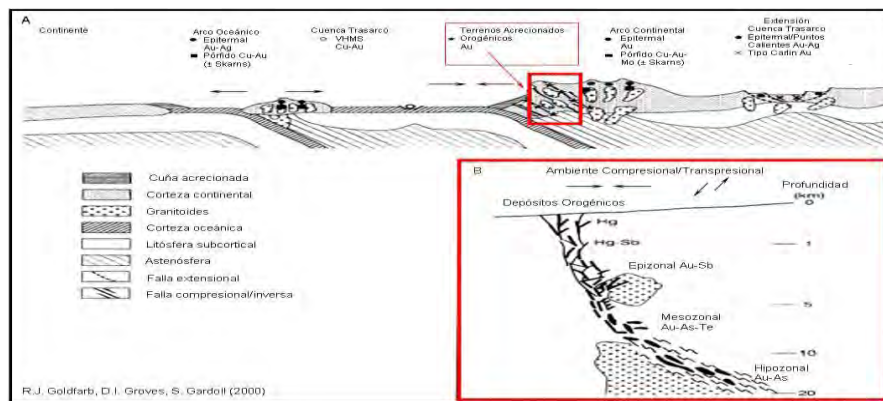
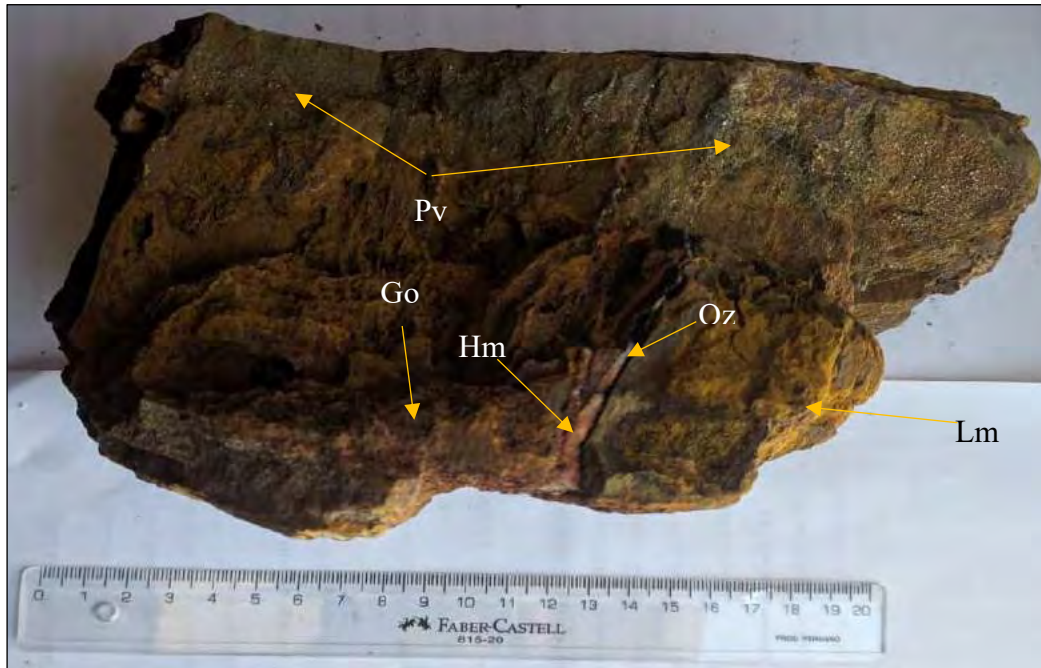


Figura 8: Ubicación de yacimientos orogénicos en zona de subducción. Fuente Goldfarb, 2005.



5.2.1. Zona 1

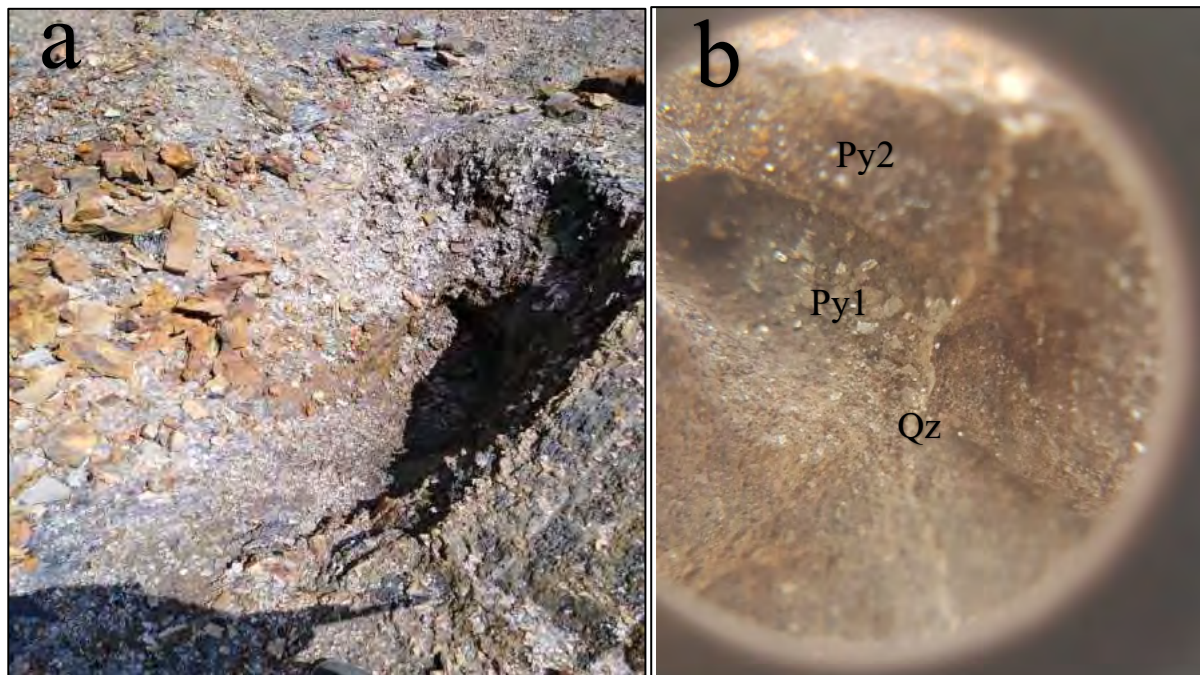
Esta zona es característica por el emplazamiento de Pizarras bituminosas de la Formación Paucartambo.



Fotografía 32: Muestra (M-1). Pizarra Formación Paucartambo con Diseminación de Pirita (Py) euhedral y venillas de Py Masiva alterándose a Goetita (Go), Hematita (Hm) y Limonita (Lm). Venillas de Cuarzo hidrotermal (Qz) cortando la estructura de Pizarra. Fuente propia

Dentro de la zona se pudo distinguir dos formas de depositacion de Pirita. Una Primaria o de crecimiento y otra secundaria de (reemplazamiento y de deformación – metamorfismo).

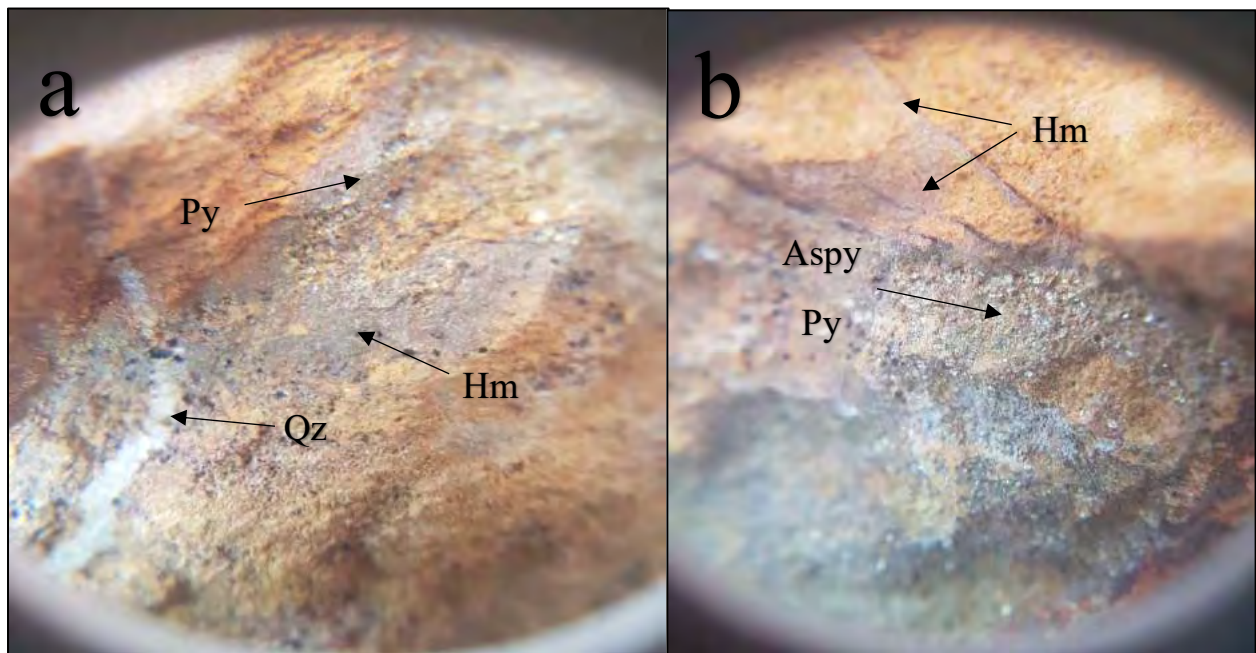
Dentro de la zona primaria se puede distinguir Pirita euhedral diseminada en la pizarra que representa la precipitación primaria de sulfuros férricos de la zona 1.



Fotografía 33: a) Calicata de toma de muestra en pizarras bituminosas altamente oxidadas. b) fotografía lupa 30x. Se observa Py1 (pirita) diseminado origen metamórfico, Py2 (pirita) en venillas origen hidrotermal y Qz (cuarzo) venillas origen hidrotermal relleno de fracturas. Fuente propia

Posteriormente durante la acción hidrotermal por medio de venillas de cuarzo direccionadas aleatoriamente y cortantes en la matriz pizarrosa se dio el relleno de las pequeñas fracturas origen de venillas de sulfuros de hierro masivo de Pirita con pequeñas trazas de Arsenopirita, estas venillas se presentan aleatoriamente dependiendo al grado de fracturamiento y permeabilidad de la pizarra con dimensiones que van desde los 2mm a 3mm.

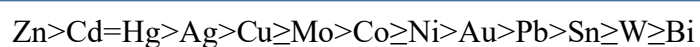
La presencia de sulfuros de hierro de forma diseminada en las pizarras, producto una deformación metamórfica y una posterior acción hidrotermal favorecieron el enriquecimiento iónico férrico de la zona 1 relacionados a la pirita, arsenopirita y valores de Au.



Fotografía 34: a) Se observa diseminación de pirita (Py) masiva, Óxidos como hematita (Hm) y venilla de cuarzo Hidrotermal ortogonal a la foliación de Pizarras. b) Se observa diseminación de Pirita y Arsenopirita con valores de Au diseminados en pizarra, Pirita alterada a hematita rellenando pequeñas fracturas. Fuente propia

Esta pirita fue de suma importancia tanto para la zona superficial y la que se encuentra por debajo del nivel freático. Dado que al oxidarse a sulfato férrico (FeSO_4) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) en la zona de oxidación percolan a través de aguas superficiales al interior en forma de iones SO_4^{2-} , H^+ , Fe^{3+} y Fe^{2+} siendo estos componentes los que funcionan como lixiviantes, produciendo la disolución de metales en forma de sulfatos y su movilización o transporte descendente.

En contraste con la movilidad de elementos metálicos durante la oxidación dependerá de las condiciones físico químicas de cada depósito y del comportamiento de cada elemento en diferentes condiciones, siendo la movilidad siguiente.





5.2.2. Zona 2

Característica por un sistema de brechas y vetas que afloran en el contacto entre los dos miembros de la formación Paucartambo. Formándose en un amplio rango de Presión y Temperatura de corteza superior a media que va desde los 1-5 kbares y 250 a 600 °C.



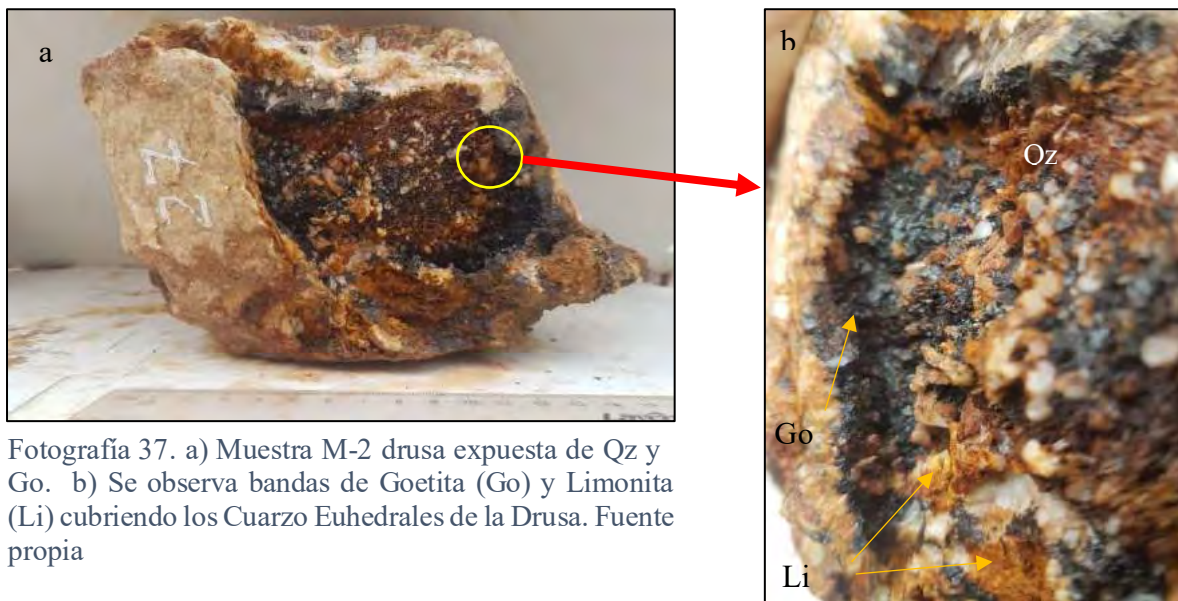
Fotografía 35: Veta Victoria, paralela a la estratificación intercalada de pizarras y esquistos. Dirección N125 Buzamiento N65E. Fuente propia

Dentro de esta zona aflora la veta Victoria de dimensiones de 40 cm aflorantes a superficie y adentra en el terreno con una dirección de N125 y Buzamiento de N65E, variando su potencia conforme adentra verticalmente sobre la superficie.



Fotografía 36: Veta Victoria adentrándose verticalmente. Fuente propia

Esta veta se muestra irregular conforme se prolonga, en los niveles superficiales muestra variaciones de contenido de óxidos de hierro con contenido de oro asociado a los óxidos. (Hematita, Gotetita y Limonita) formando capas de hasta 5 cm de espesor.



Fotografía 37. a) Muestra M-2 drusa expuesta de Qz y Go. b) Se observa bandas de Goetita (Go) y Limonita (Li) cubriendo los Cuarzo Euhedrales de la Drusa. Fuente propia



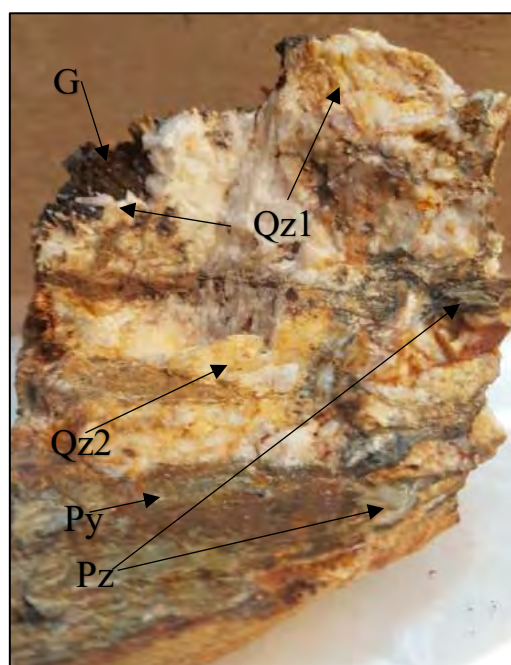
La existencia de formaciones de drusa, dan alcances de la exposicion de la zona 2 y en especial de la veta Victoria a una episodio tardimagmatico que trajo consigo la cristalizacion de Qz euhedrales, masivos bandeados de Goetita.

Este evento pudo darse post emplazamiento de la veta Vectoria haciendo que esta enriquezca en sulfuros de Hierro (Pirita, Arsenopirita) y minerales post oxidacion como Jarosita, Hematita y Goetita.



Fotografía 38. Bandas de Cuarzo lechoso Veta victoria (M-2) con Jarosita (Ja), Hematita (Hem), Goetita (Go) y bajo contenido de Au en estos óxidos. Fuente propia

La mineralizacion lenta y debido al emplazamiento de vapores mineralizantes crearon cavidades de aspecto vesicular en donde se desarrollaron minerales prismaticos de Cuarzo y Goetita botroidal a radial rellenando estas cavidades. Creando cupulas de concetracion de sulfuros con valores de Au, debido a la concentracion de vapores enriquecidos por minerales.



Fotografía 39: Muestras (M-2). Se observa Py pirita diseminada en la pizarra Paucartambo. Qz1 cristales de cuarzo bien desarrollados. Qz2 cuarzo masivo lechoso. Go cristales de goetita radial. Pz pizarra de ambiente dúctil por la intrusión de la veta. Fuente propia

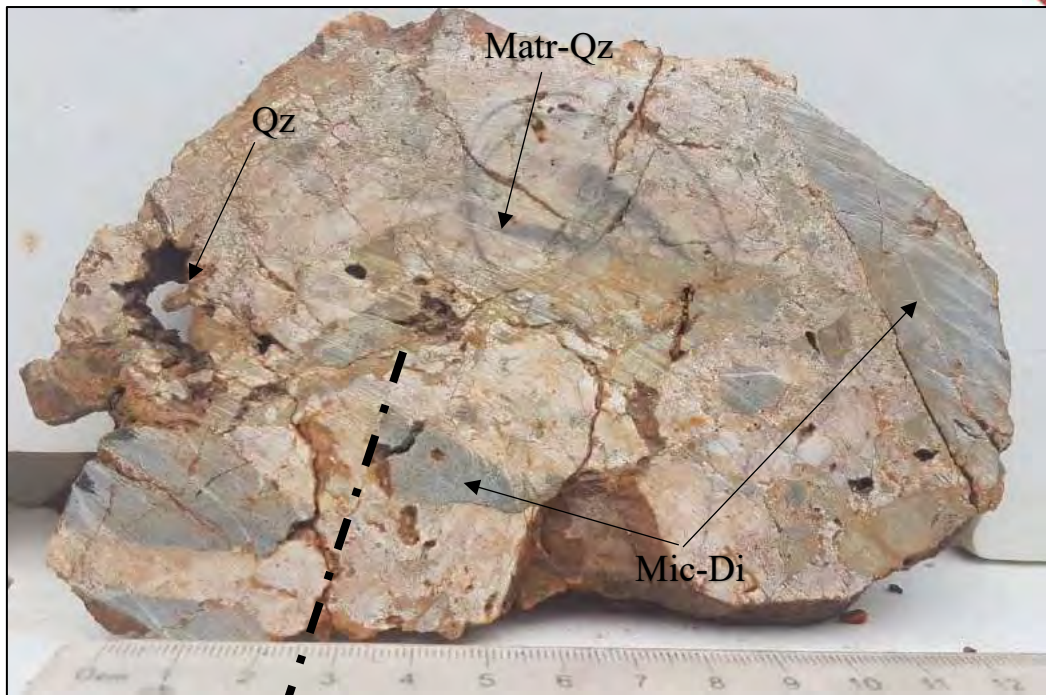


Dentro de esta zona tambien destacan un conjunto de brechas en la parte sur-oeste de la zona de estudio. De matriz silicea y clastos de pizarra, asi como otras de matriz silicea de clastos microdioriticos.

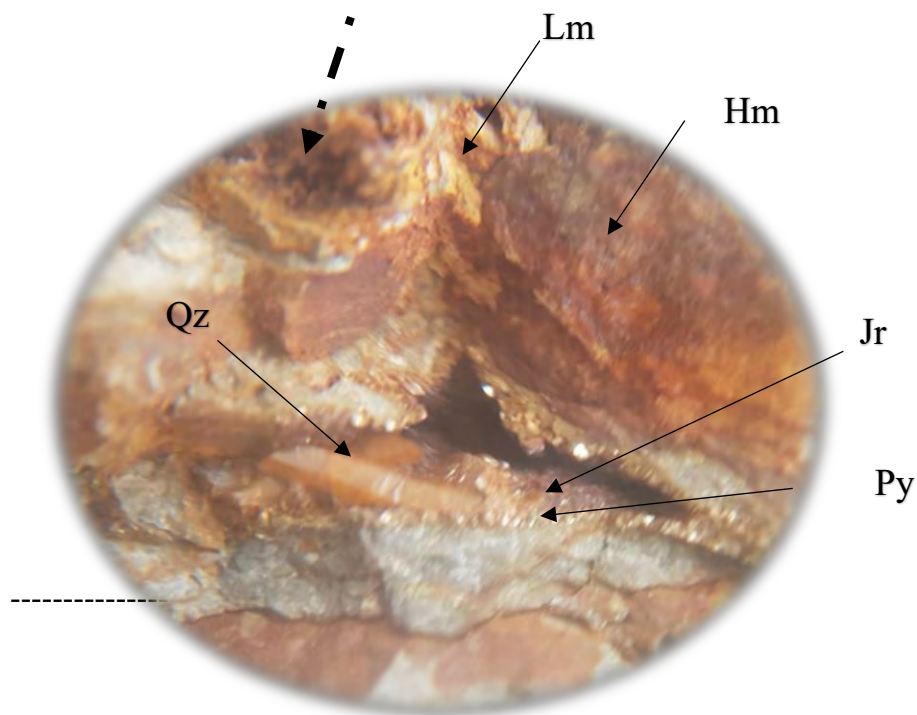
El origen de estas brechas corresponderia a un segundo evento hidrotermal o post intrucion hipoavisal dado que el fragturamiento hidraulico de la roca pre-existente esta formado de clastos hipoavisales.

El transporte o movilizacion de los fluidos hidrotermales se dieron con gran ventaja por espacios dejados por el comportamiento estructural del anticlinal y sinclinal ubicados en la zona.

Y que durante su tranporte fueron cortando estructuras y arrastrando sulfuros asociados a Au como Piritita y Arsenopiritita, este evento se deberia a la inestabilidad de su composicion y cambio brusco de presion.



Fotografía 40. Corte de brecha de hidrotermal muestra (M-3), con matriz silícea (Matr-Qz) y clastos de Micro-Diorita (Mic-Di) y cristales de cuarzo (Qz) prismático. Fuente 'propia



Fotografía 41: Vista lupa 30x. Se observa venillas de Pirita (Py) masiva, Jarosita (Jr) , Hematita (Hm) y Limonita (Lm). Y Cristales de Cuarzo (Qz). Fuente 'propia



5.2.3. Zona 3

Esta zona se encuentra en la parte superior diferenciada claramente por el emplazamiento de las cuarcitas o miembro dos de la formación Paucartambo en donde cortan vetas de cuarzo, alojándose en fracturas formando cuerpos de hasta 30 cm de espesor.

La densidad de estas venillas tipo stocwork en ventanas metricas, sugieren que el interes economico del flanco oeste del anticlinal Quescay estaria ligado a este tipo de estructuras.



Fotografía 42: Se observa una gran densidad de venillas de Cuarzo con óxidos de Hierro y posible Au libre. Fuente propia

Estas venillas se encuentran cortando las cuarcitas y pizarras superficiales en forma de ramificaciones. Estas estructuras aunque aleatorias arrastraron dentro de su composición mineralógica valores significativos de sulfuros de hierro, Pirita (Py), Arsenopirita (Aspy) que posiblemente dentro de su estructura contenga valores de Au.

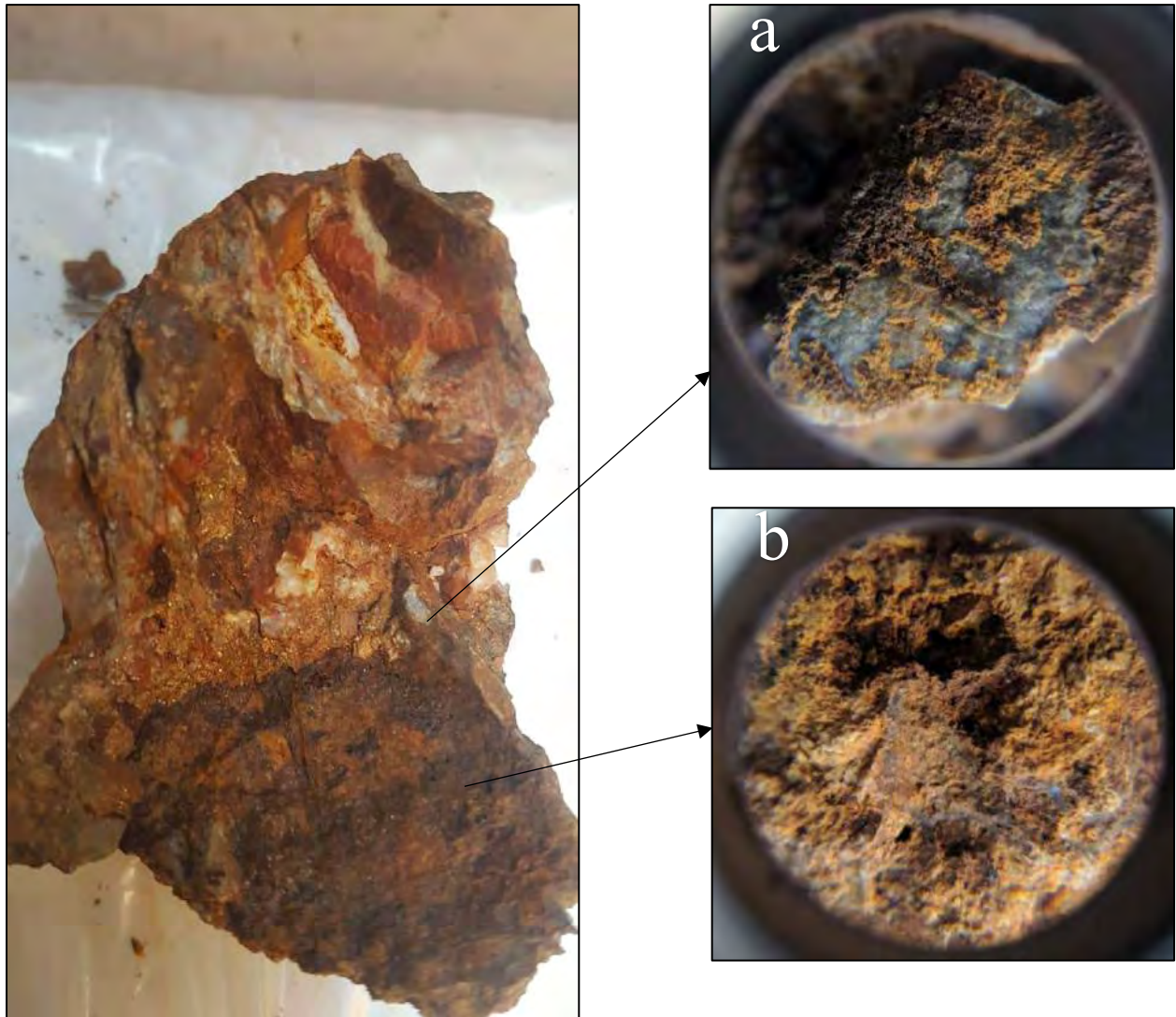


Estos cuerpos mineralizados y recubiertos por Hematita (hm), Goetita (Go) y Jarosita (Jr) de estructura principal cuarcifera, conllevan a la interpretacion de un ambiente altamente moldeable donde estos cuerpos sometieron su forma, potencia y espesor a las fracturas y diaclasas originadas durante el fuerte plegamiento de la zona.

V2- Rosa veta de origen hidrotermal de donde se tomo la muestra M-4 que arrojaron los mayores valores de Au siendo 1.312 gr/TM. Esta veta corta el deposito de cuarcitas con una dimension de 30cm ampliando su seccion verticalmente cuando se adentra en el terreno. La particularidad de este cuerpo, sugiere que fue un fluido posterior ya que disecciona a la veta V1. (ver fotografia 43)



Fotografía 43: Disección de vetas V1 y V2 (Rosa) que se emplazaron rellenando fracturas y diaclasas. Fuente propia



Fotografía 44: Muestra M-4 (veta Rosa). Vista lupa 30x. a) Se observa óxidos Hierro como Goetita (Go), Hematita (Hm) y Limonita (Lm) cubriendo en forma de costra al Cuarzo. b) se observa venillas de Cuarzo (Qz) bandeados por Hematita (Hm). Fuente propia

Sistema de Vetillas

Las discontinuidades geológicas pueden ser definidas como zonas o planos de debilidad, representadas por fallas, fracturas y diaclasas. Dentro de esta clasificación también se encuentran las vetillas, que corresponden a estructuras menores rellenas por minerales que son producto de una actividad hidrotermal.



En la zona de Quescay en el flanco Oeste del anticlinal denominado del mismo nombre, existe un denso enrejado y polidireccional de vetillas sinuosas, selladas en su mayoría con cuarzo.



Fotografía 45: Sistema de vetillas horizontes poli direccionales en rejilla Dirección S70°E, N20E Fuente propia

Estos sistemas de vetillas alojan el mayor porcentaje de mineralización económica de la zona. La mineralogía de estas vetillas puede consistir en su mayoría en un grupo de minerales característicos orogénicos como son cuarzo, arsenopirita, pirita, bornita y oro entre otros minerales que estarían asociados al análisis químico realizado como los carbonatos, galena, pirrotina.

Estas estructuras muestran características distintivas, pero con semejanza química, teniendo como ejemplos sistemas de anteriores eventos hidrotermales a otros. Evidencia de esto son las venillas formadas en un ambiente Tardimagmatico, en donde la roca caja está sometida a altas temperaturas en un régimen dúctil, por lo que venillas como las del sistema Rosa, que son un gran ejemplo debido a la sinuosidad e irregularidad de estas estructuras (ver fotografía 46).

En tanto otro sistema observado en los cortes expuestos de la zona corresponderían a una etapa hidrotermal tardía, donde existe un descenso de temperatura y un considerable reajuste de

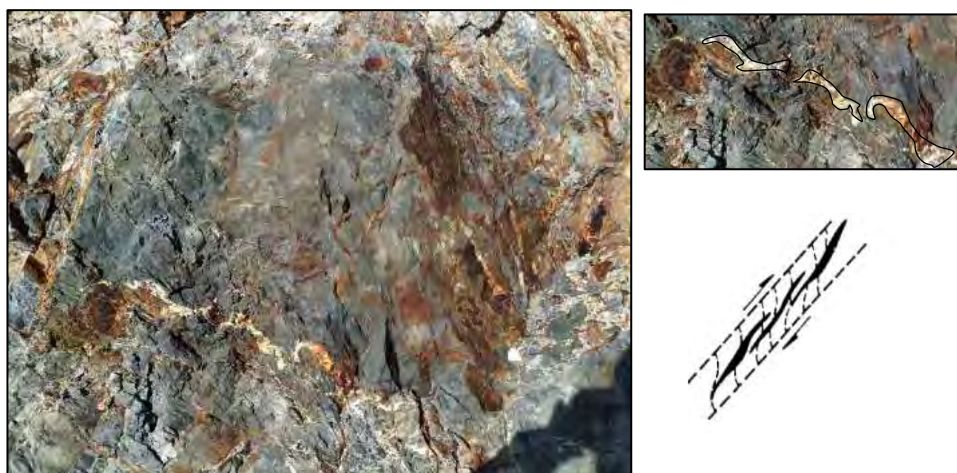


presión litostática e hidrostática, donde el comportamiento del ambiente receptor (cuarcitas) pasa a un régimen frágil, donde las venillas se presentan en forma recta.

Como ya mencionamos la mayor parte de mineralización de Quescay estaría asociada a este tipo de estructura en donde la variación y forma de estos cuerpos partiría de un ambiente ductil-frágil donde se habría generado un mayor número de estructuras que podremos relacionarla a una zona de cizalla (ver fotografía) donde la migración de fluidos fue de un ambiente de transición litostática.



Fotografía 46: Arreglo de filones en cizalla (Vena oblicua segundo orden de cizalla) Hodgson (1989) Fuente propia



Fotografía 47: Arreglo de filones en cizalla (Vena oblicua de cizalla) Hodgson (1989) Fuente propia



Uno de los análisis que podría definir y relacionarse con el comportamiento de Quescay estaría ligado a lo que dijo Cameron (1989) que propone que la migración de los fluidos hidrotermales hacia niveles estructurales superiores precipitan su carga metalífera en la transición de dúctil a frágil, por lo que ha razón de esto se puede deducir la existencia de una zona de cizalla, que se presentaría un estrechamiento hacia arriba, lo cual permitiría que los fluidos mineralizantes se concentren en corredores más angostos (Sistema vetas Rosa) de una transición de lo dúctil a lo frágil.

5.4. Minerografía

La minerografía es un método utilizado para la identificación y análisis de minerales opacos utilizando un microscopio óptico polarizante con luz reflejada.

Las secciones pulidas se hicieron con la finalidad de identificar y describir minerales opacos, se elaboraron 4 secciones pulidas dentro del laboratorio de la escuela profesional de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

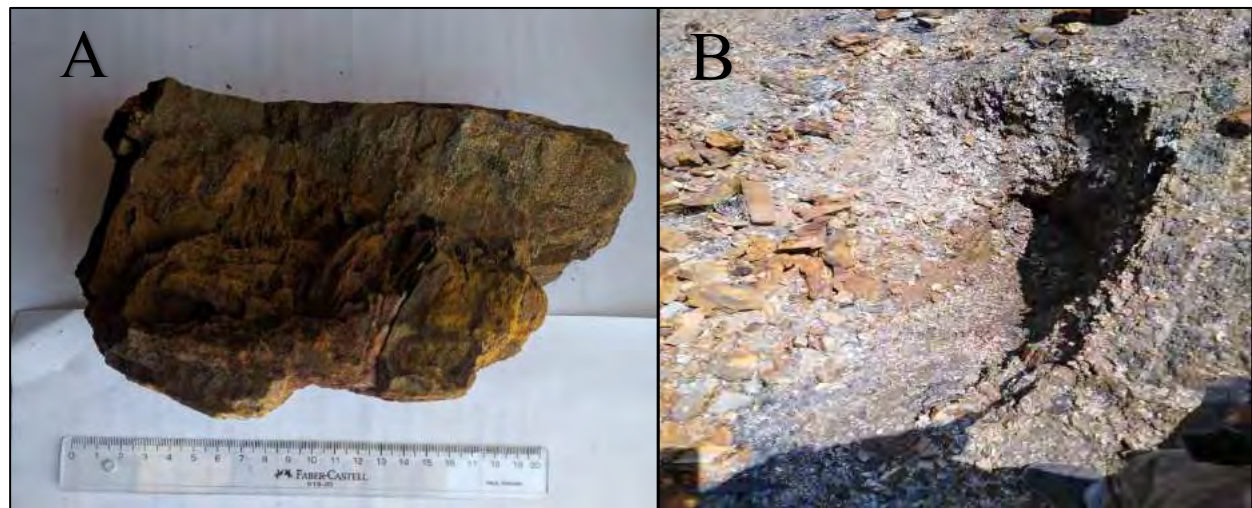
Para la preparación de estas secciones se consideró las 3 zonas de importancia económica descritas anteriormente. Se tomaron muestras representativas con características metálicas favorables con la finalidad de resaltar sectorialmente las características mineralógicas.

Zona 1

Muestra (Q-4) de pizarra con pirita diseminada y en vetillas, disectadas con venillas de Cuarzo.



Fotografía 48: Zona 1. A= muestra de mano., B= Zona de mayor oxido Fe, Z1-. Fuente propia



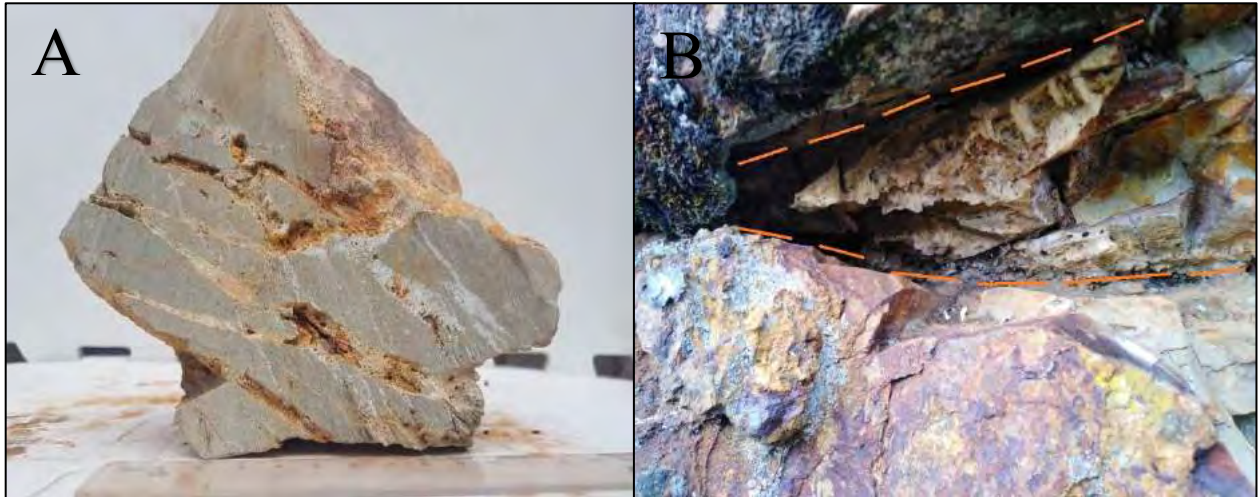
Fotografía 49: Zona 1. A= Muestra de mano M-1. B= Zona de mayor oxido Fe, Z1-2 Fuente propia



Zona 2

Muestra (Q-3) de microdiorita desectada por venilla de Qz hialino hidrotermal post-intrusion.

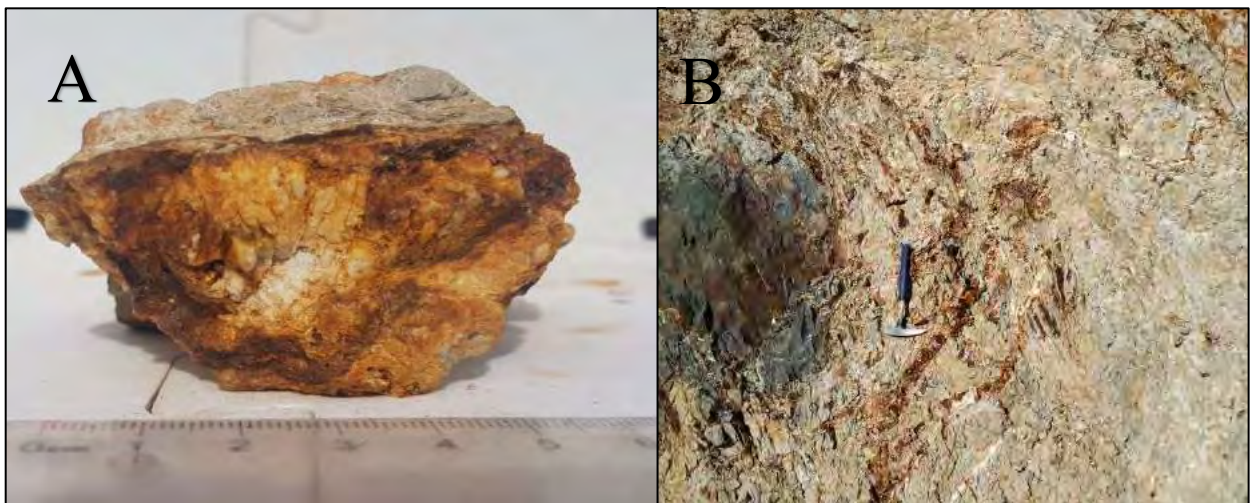
Pirita rellenando fracturas y alterandose a hematita – limonita.



Fotografía 50: Zona 2. A= muestra de mano M-6. B=veta de cuarzo cortando la Microdiorita. Fuente propia

Zona 3

Muestra (Q-2) de vetilla de cuarzo con textura diente de perro, con venillas de hematita-goetita-limonita.



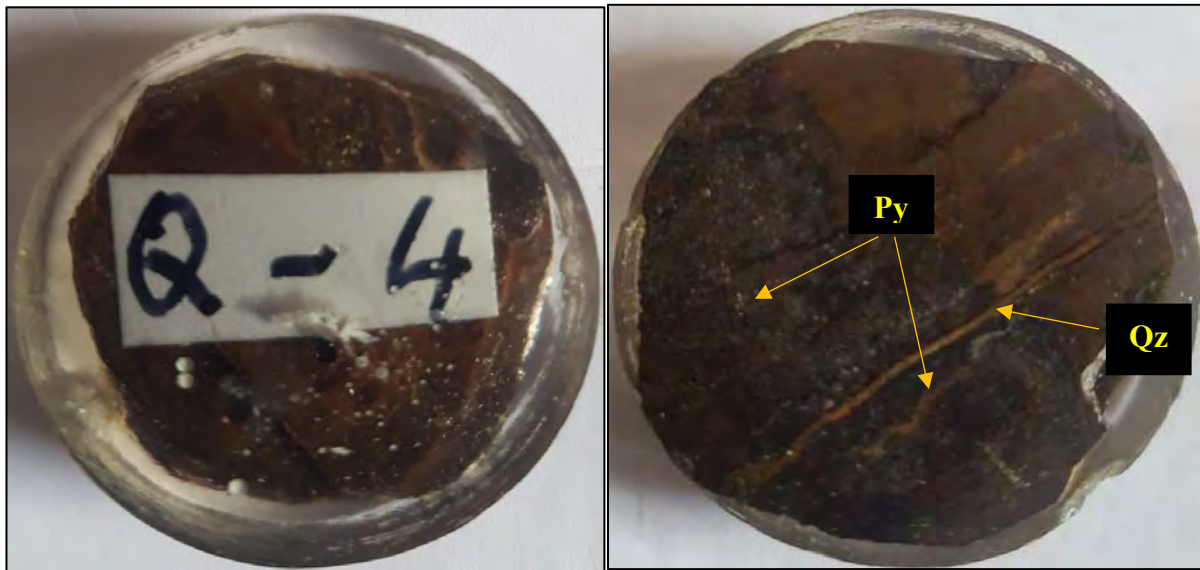
Fotografía 51: Zona 3. A= muestra de mano. B= Vetillas de Cuarzo cortando bancos de Cuarcita.



5.4.1. Descripción secciones pulidas

5.4.1.1 Zona 1 (Q-4, Qb-4)

Estas secciones pulidas presentan minerales de cuarzo (Qz) en vetillas así como pirita (Py) en forma diseminada y venillas, aunque no se evidencio la presencia de oro fisico en la observacion microscopica, mediante el analisis geoquimico esta muestra evidencia valores de Au de 1.296 g/TM (M-1) que estarian diseminados en la ganga de oxidos de Fe.



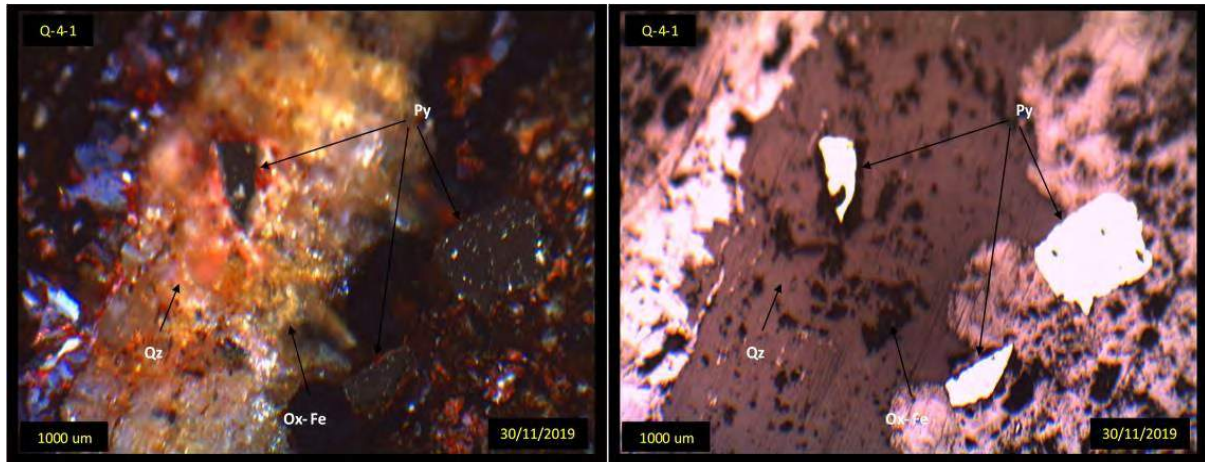
Fotografía 52: Sección pulida Q-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita. Fuente propia

a) Observaciones de las microfotografías (Q-4).

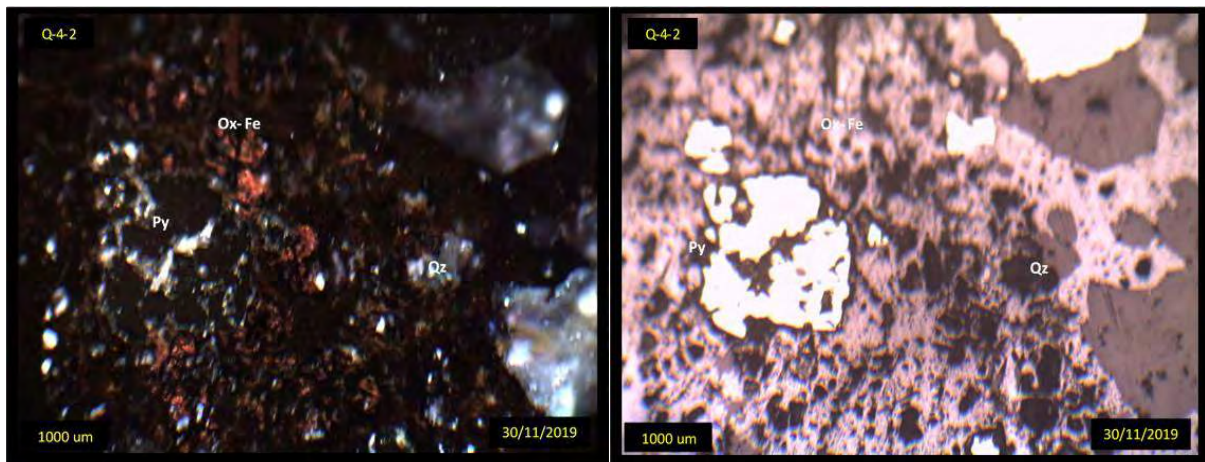
Microfotografía 3 (Q-4). Se observa venilla de cuarzo con fuerte presencia de óxidos de hierro (Hematita – Goetita-Limonita) y Pirita oquerosa, euhedral a subhedral dentro y bordeando la venilla de cuarzo.



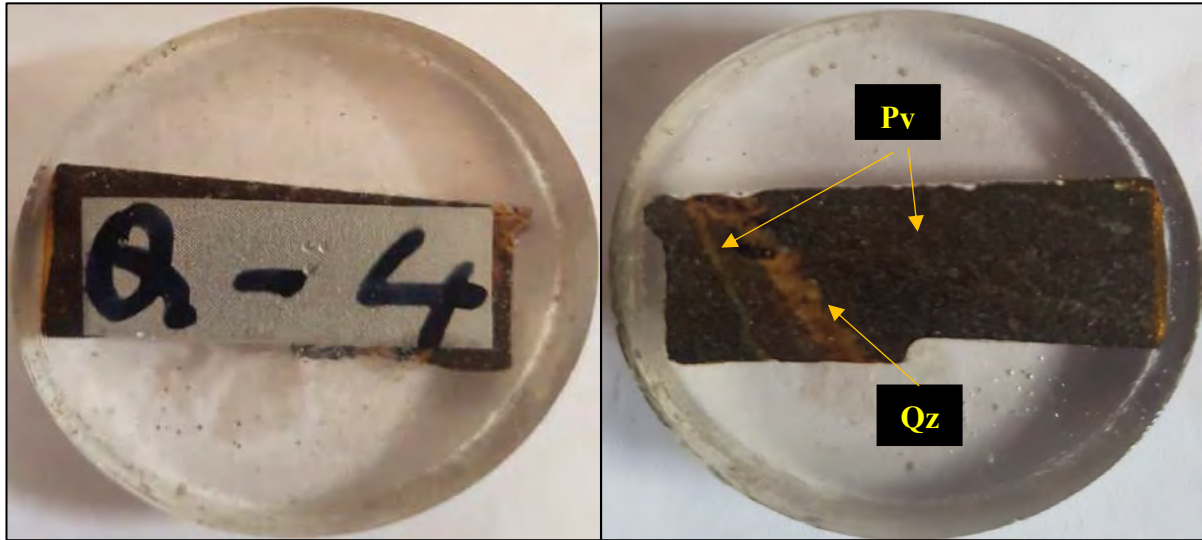
Microfotografía 4 (Q-4). Se aprecia pirita oquerosa dentro de una matriz de ganga de óxidos de hierro que posiblemente al interior de esta se encuentre Au liberado.



Microfotografía 3: Sección pulida Q-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Izquierda: vista nicoles cruzados. Derecha: vista nicoles paralelos Fuente propia



Microfotografía 4: Sección pulida Q-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos. Fuente propia



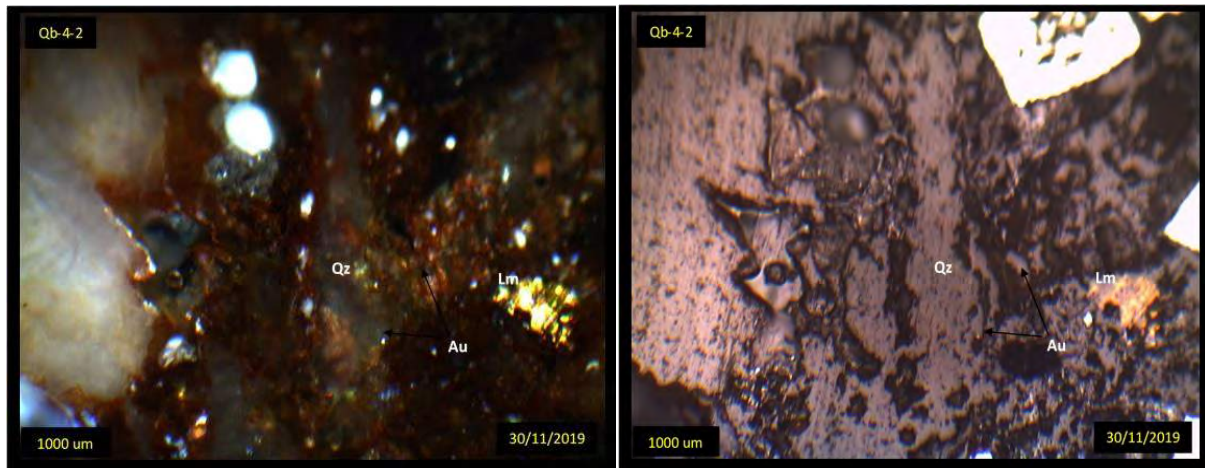
Fotografía 53: Sección pulida Qb-4. Qz = Cuarzo. Py = Pirita. Fuente propia

b) Observaciones de las microfotografías (Qb-4)

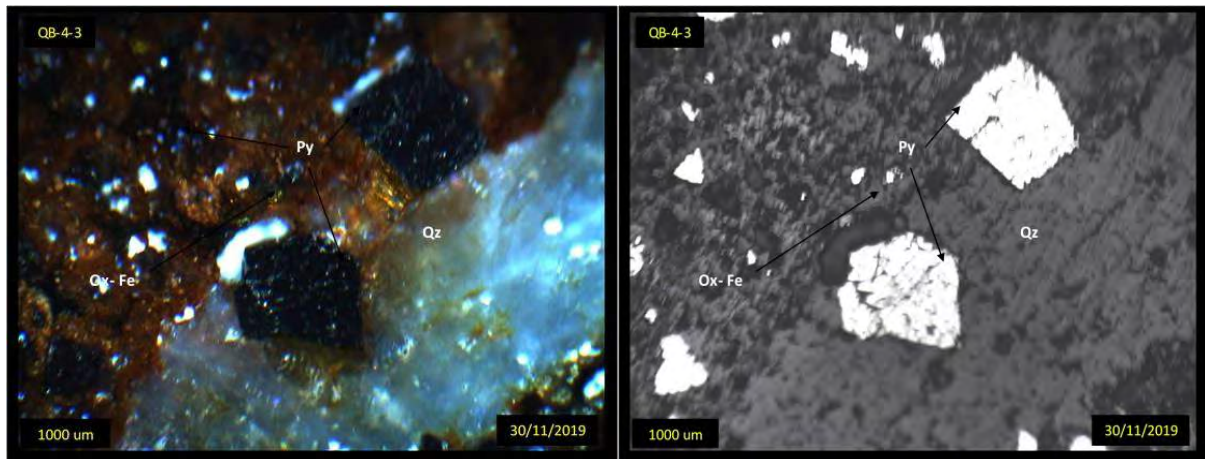
Microfotografía 4 (Qb-4). Se Observa pirita euhedral de textura oquerosa dentro de una matriz de óxidos de hierro y cuarzo.

Microfotografía 5 (Qb-4). Venilla de cuarzo hidrotermal, se observa reemplazo de pirita por limonita y presencia de posible Au diseminado en la ganga.

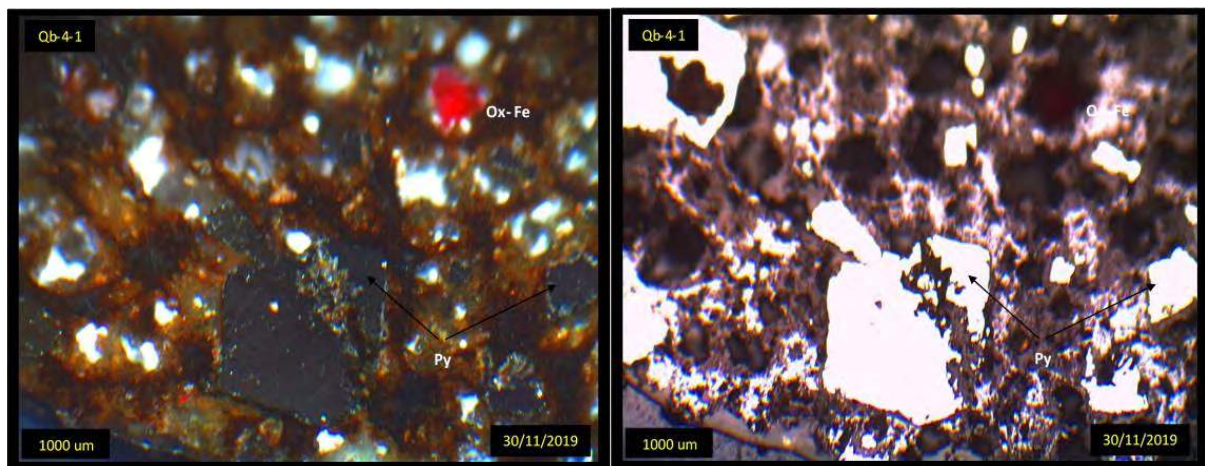
Microfotografía 6 (Qb-4). Pirita euhedral a subhedral junto a venilla de cuarzo.



Microfotografía 5: Sección pulida Qb-4. Qz = Cuarzo, Au = Oro, Lm = Limonita. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos Fuente propia



Microfotografía 6: Sección pulida Qb-4. Qz = Cuarzo, Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de hierro. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos. Fuente propia

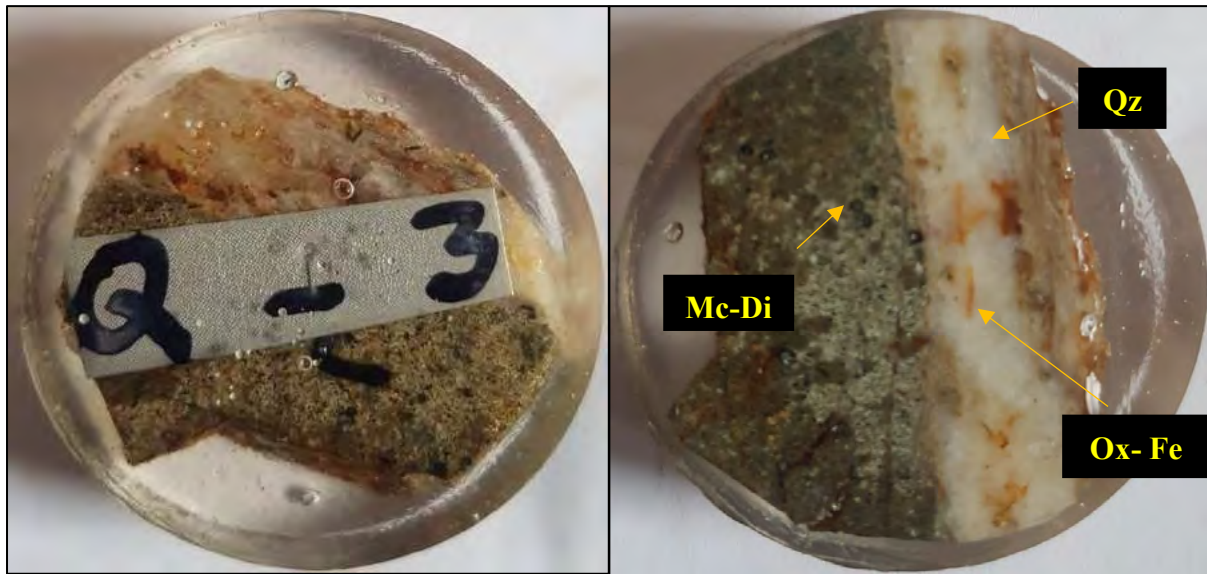


Microfotografía 7: Sección pulida Qb-4. Py = Pirita, Ox-Fe = Óxidos de hierro. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos Fuente propia



5.4.1.2 Zona 2 (Q-3)

Esta sección pulida se tomó da la muestra (M-6). Donde se muestra macroscópicamente la intrusión de venillas de cuarzo hialino en la estructura Microdiorítica, esta estructura también se observa en la sección delgada (Qc-1). Se distingue una fuerte presencia de óxidos de hierro impregnados en el cuarzo lechoso.



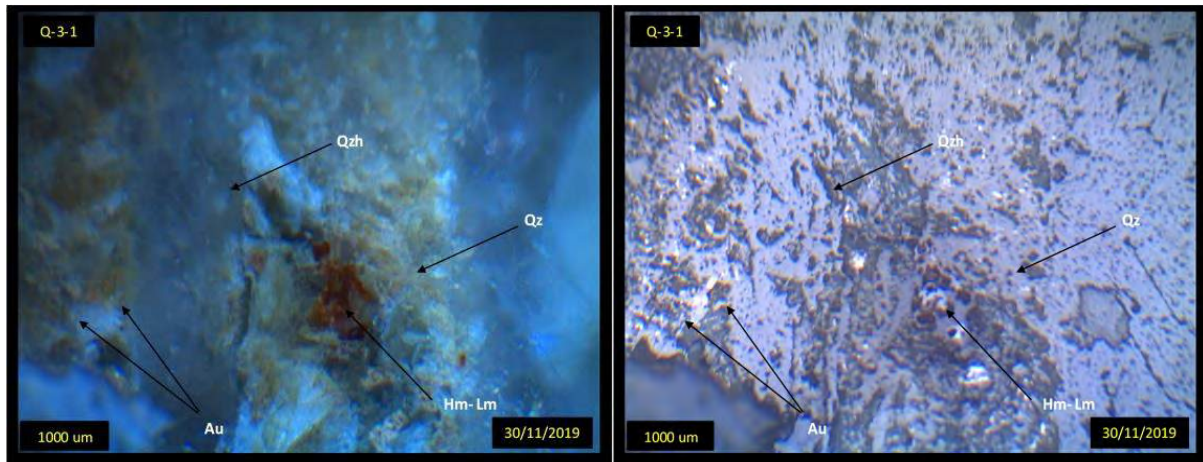
Fotografía 54: Sección pulida Q-3. Qz = Cuarzo. Ox-Fe = Óxidos de Hierro. Mc-Di = Microdiorita
Fuente propia

a) Observaciones de las microfotografías (Q-3)

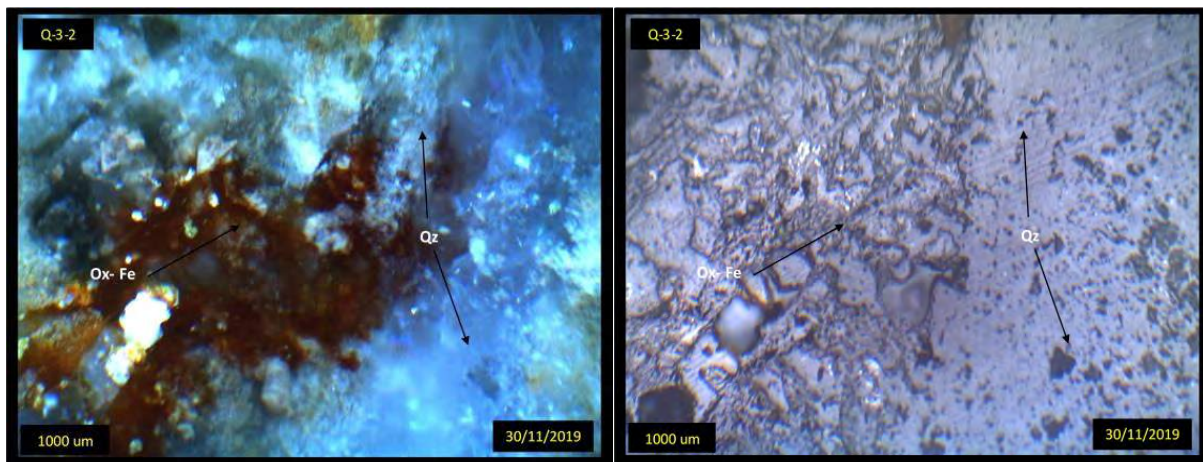
Microfotografía 6 (Q-3-1). Venilla de cuarzo hialino que evidencia acción post genético hidrotermal que pudo traer la mineralización de la zona. Presencia de óxidos de hierro (Hematita –Limonita) y posible presencia de Au (Oro) liberado entre estos óxidos.



Microfotografía 7 (Q-3-2). Presencia fuerte de óxidos de hierro impregnados en la venilla de cuarzo.



Microfotografía 8: Sección pulida Q-3-1. Qz = Cuarzo, Qzh = Cuarzo Hialino, Hm-Lm = Hematita-Limonita, Au = Oro. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos Fuente propia

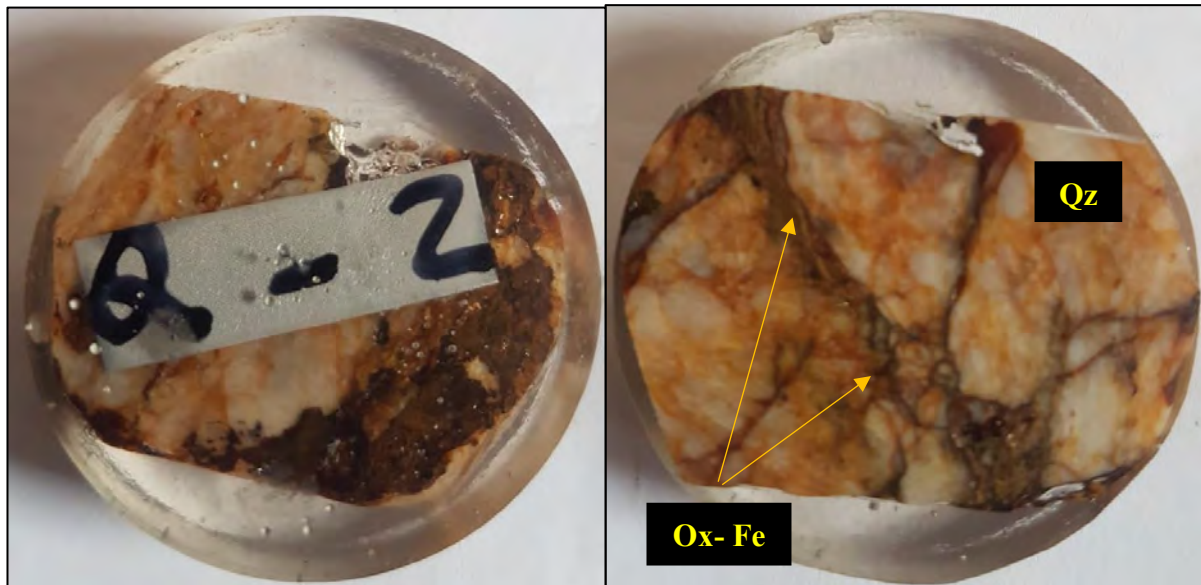


Microfotografía 9: Sección pulida Q-3-2. Qz = Cuarzo, Ox-Fe = óxidos de hierro. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos. Fuente propia



5.4.1.3 Zona 3 (Q-2)

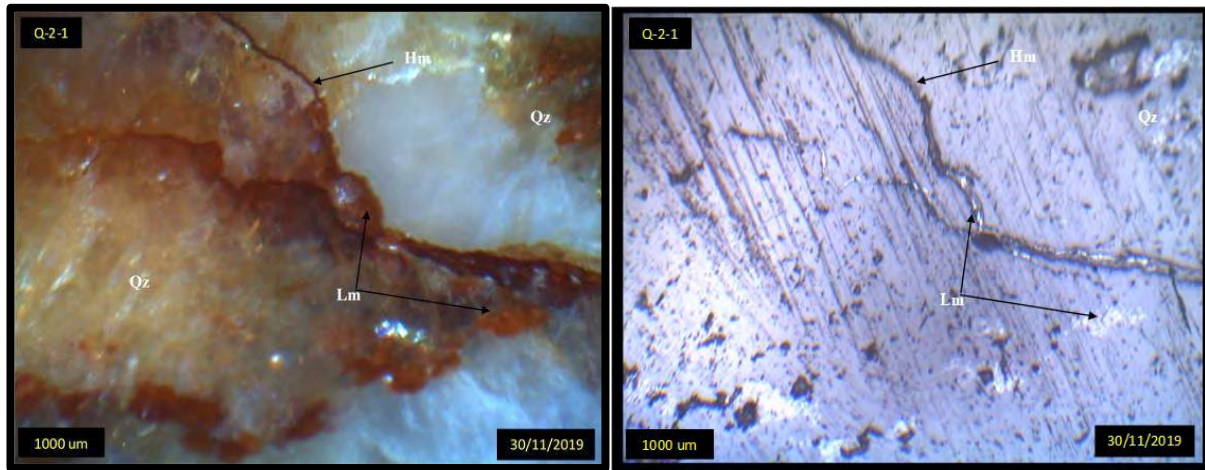
Esta sección fue tomada de la muestra (M-4) del conjunto de vetillas denominadas Rosa que forma esta zona. A pesar que durante la observación microscópica no se pudo evidenciar la presencia de oro libre, en el ensayo geoquímico esta muestra dio como resultados valores de 1.312 g/TM siendo uno de las zonas de mayor interés económico.



Fotografía 55: Sección Pulida Q-2. Qz = Cuarzo. Ox-Fe = óxidos de hierro.

a) Observaciones de las Microfotografías (Q-2)

Microfotografía 8 (Q-2-1). Se distingue venillas de óxidos de hierro densas como Hematita – Limonita, estas tienen presencia fuerte a lo largo de toda la estructura de la sección. Se pudo inferir que la presencia de Oro (Au) estaría relacionado a los óxidos de hierro.



Microfotografía 10: Sección Pulida Q-3-2. Qz = Cuarzo, Lm = Limonita, Hm = Hematita. Izquierda: Vista nicoles cruzados. Derecha: Vista nicoles paralelos.

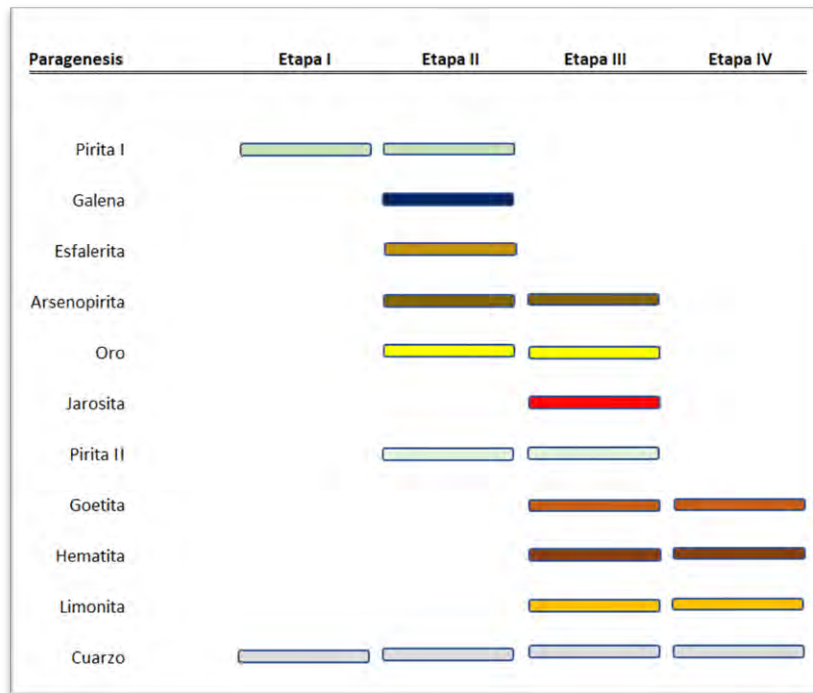
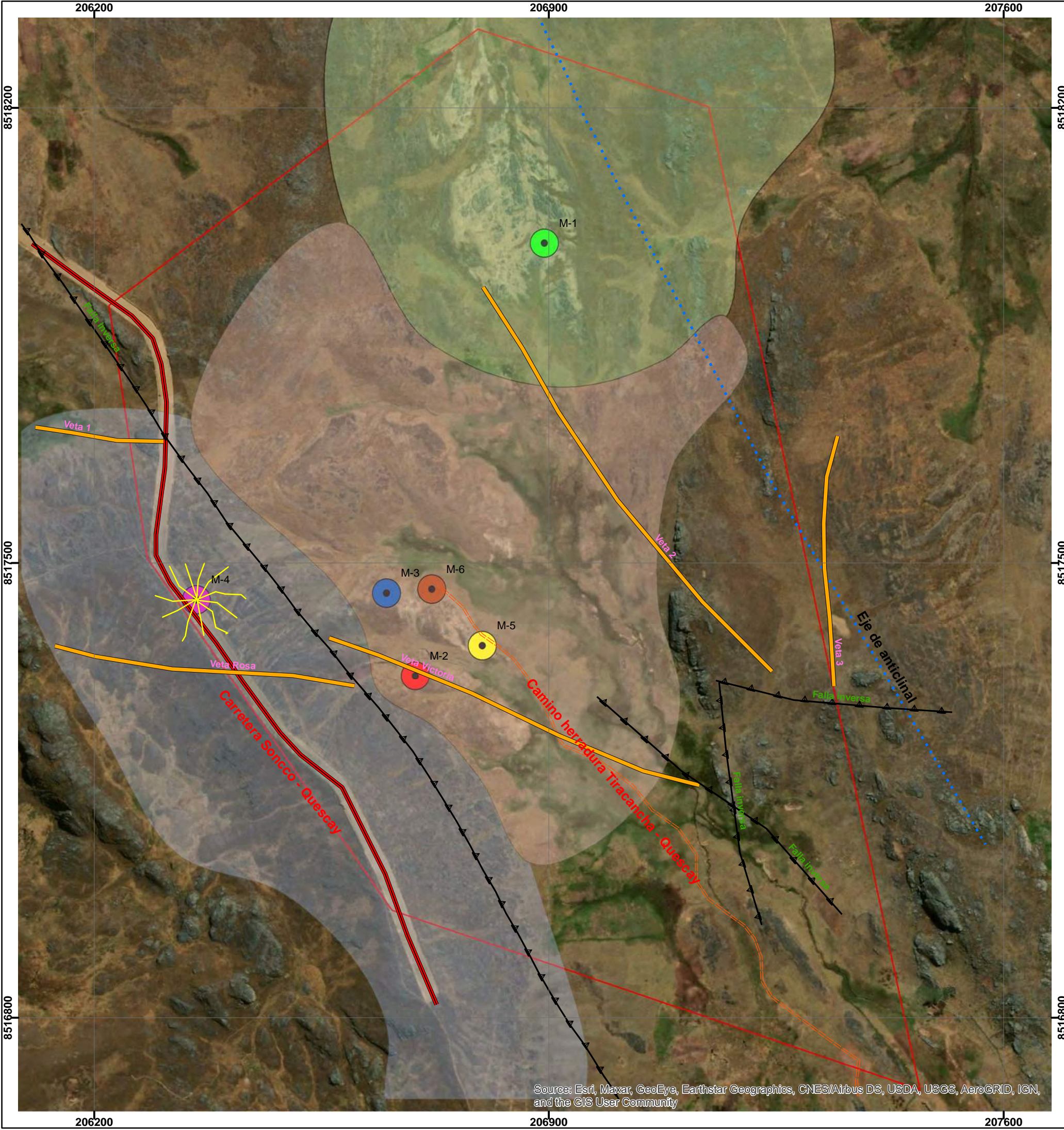
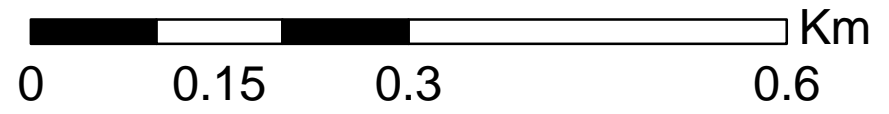


Figura 10: Evolución paragenetica Zona Quescay. Fuente propia



1:6,000



Simbologia	
	Vetillas
	Fallas
	Vetas
	Camino herradura Tiracancha - Quescay
	Carretera Soncco - Quescay
	Pliegues
	M-1
	M-2
	M-3
	M-4
	M-5
	M-6

Leyenda		
	Zona 1	
	Zona 2	
	Zona 3	

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Fuente: Elaborado por R. Barazorda & J. Polo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
Tesis: Geologia y mineralizacion del sector Quescay - Colquepata - Cusco	
ZONAS Y PUNTOS DE MUESTREO	
Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez	
Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	<u>Ubicacion</u> Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
Escala indicada	Mp-8
Fecha Octubre 2019	

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



5.5. Geoquímica

La prospección geoquímica es, en la actualidad, un método de trabajo imprescindible en cualquier programa destinado a la búsqueda de depósitos minerales.

5.5.1 Muestreo

Este proceso consiste en la recolección de porciones de roca representativas capaz de arrojar a la luz características cualitativas y cuantitativas del afloramiento de donde fueron extraídas.

El muestreo realizado tanto para el análisis minerográfico y posterior procesamiento geoquímico se rigió mediante los protocolos establecidos para obtener valores confiables, aproximados a la realidad basados en un peso pétreo de 5kg limite utilizado para el ensayo multielemento (3kg para Au).

Dentro de las labores de muestreo realizadas en Quescay se consideró en 2 etapas.

Una primera etapa de gabinete y/o pre campo donde se hizo el reconocimiento teórico de estructuras, encontradas en la zona Quescay como pliegues, fracturas, diaclasas de tal forma brindarnos objetivos para los trabajos de inspección en campo.

- Condiciones actuales del área y las actividades que han tenido lugar en la zona
- Proporcionar una base para planificar el muestreo de forma correcta y eficaz
- Prever los medios necesarios para proteger la salud y la seguridad del personal y del medio.

Después se analizó una fase de investigación preliminar donde se dedujo aquellos factores contaminantes que podrían sesgar información al momento del muestreo, mediante algunos aspectos a considerar.

- Hipótesis formulada durante el muestreo
- La cantidad de muestra y representatividad del espécimen



- El tipo de muestreo y numero de muestras
- Los contaminantes que deben considerarse

Y una segunda etapa donde la aplicación del protocolo se rigió en base a un muestreo de calidad de alta representatividad, donde se reconoció estructuras de interés (veta Victoria, sistema vetillas Rosa) de donde fueron recolectadas las muestras según un método de muestreo.

Método de muestreo

Teniendo como limitante el factor económico para la investigación, se tuvo que considerar un método capaz de reducir los costes generados sin reducir la calidad de representatividad de la muestra. Se opto por utilizar “chip sampling” que es un método donde la extracción de la muestra se hace por puntos equidistantes en este caso se uzo 20 cm para todas las estructuras muestreadas y debido a las particularidades de estas.

Se considero como zonas clave de muestreo aquellos afloramientos capaces de representar las condiciones promedio favorables para la representatividad del yacimiento, es por eso que se tomó en cuenta las 3 zonas antes descritas, donde la particularidad de cada zona parecía favorable a la prospección. Zona 1 (pizarras con fuerte presencia de pirita y óxidos de hierro), Zona 2 (veta Victoria y Brechas Hidrotermales) y la Zona 3 (Vetillas en Cuarcitas – Veta Rosa), detalladas en la Tabla 5.



Tabla 5: Detalle de Muestras Llevadas a Laboratorio. Fuente propia

Muestra	Zona.	Descripción
M-1	Zona 1	Pizarras bituminosas con fuerte presencia de sulfuros de hierro (pirita – arsenopirita) y óxidos de Hierro (Jarosita-Hematita-Goetita-Limonita)
M-2	Zona 2	Veta Victoria. Presencia de drusas y pequeñas geodas con Jarosita-Goetita-Hematita- Limonita y cuarzo hidrotermal
M-3	Zona 2	Brechas Hidrotermales con matriz silícea y clastos de Microdiorita con a los de Pirita a vista y probable Arsenopirita.
M-4	Zona 3	Veta Rosa. Veta de cuarzo con fuerte presencia de Goetita.
M-5	Zona 2	Microdiorita con presencia de acción hidrotermal postgenética, presencia media de óxidos de hierro.
M-6	Zona 2	Microdiorita con presencia de acción hidrotermal postgenética, presencia media de óxidos de hierro.

5.5.2. Análisis Estadístico de Muestras

El análisis estadístico de los resultados de laboratorio de las muestras, nos permiten generar los parámetros estadísticos para la evaluación del área de estudio, es decir nos permite conocer el valor de fondo (background) y el umbral (threshold) por encima del cual una concentración geoquímica puede considerarse anómala.

Antes de proceder al análisis estadístico se revisó la cantidad de muestras analizadas serían una dificultad para poder determinar el Threshold y el Background, se determinó que dentro de este procedimiento no estaría incluido el elemento Au y As puesto que el número de ensayos de estos son solo de 4 y nos daría valores no representativos de la Desviación Estándar.



Los resultados de este análisis para elementos químicos se manejarían de manera tendenciosa para poder ver a grandes rasgos la distribución y asociación de estos elementos en el sector Quescay, puesto que el reducido número de muestras para análisis multielemental son tan solo 6.

Se consideró que los valores de Background serían usados de la tabla de Abundancia normal de elementos Químicos en rocas de corteza terrestre (Rose. 1979) con fines de tener un intervalo de valores asociados.

Y el valor del Threshold estaría calculado en función a la Media y Desviación Estándar calculados durante el procesamiento estadístico de las muestras sometidas al Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.

Tabla 6: Abundancia normal de elementos Químicos en rocas de corteza terrestre (Rose. 1979)

Elemento	Símbolo	Abundancia (ppm)	Elemento	Símbolo	Abundancia (ppm)
Bromo	Br	1,8	Mercurio	Hg	0,02
Cadmio	Cd	0,1	Molibdeno	Mo	1,5
Calcio	Ca	33000	Niobio	Nb	20
Carbono	C	230	Níquel	Ni	75
Cerio	Ce	81	Oro	Au	0,003
Cesio	Cs	3	Oxígeno	O	473000
Cinc	Zn	2	Paladio	Pd	0,01
Circonio	Zr	150	Plata	Ag	0,05
Cloro	Cl	130	Platino	Pt	0,0005
Cobalto	Co	25	Plomo	Pb	10
Cobre	Cu	50	Potasio	K	25000
Cromo	Cr	100	Renio	Re	0,0006
Escandio	Sc	13	Rubidio	Rb	150
Estaño	Sn	80	Selenio	Se	0,1
Estroncio	Sr	300	Silicio	Si	291000
Flúor	F	600	Sodio	Na	25000
Fósforo	P	900	Talio	Tl	0,45
Galio	Ga	26	Tantalio	Ta	2
Germanio	Ge	2	Telurio	Te	0,002
Hafnio	Hf	3	Titanio	Ti	4400
Hierro	Fe	46500	Torio	Th	10



Indio	In	0,1	Uranio	U	2,5
Lantano	La	25	Vanadio	V	150
Litio	Li	30	Volframio	W	1
Magnesio	Mg	17000	Yodo	I	0,15
Manganeso	Mn	1000			

Para la presente tesis se mandó a elaborar análisis Geoquímico por los métodos. (ver tabla 7)

1. Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción Atómica.
2. Método de Ensayo para Arsénico ICP-OES.
3. Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.

Tabla 7: Métodos de ensayos sometidos a las Muestras. Fuente propia

Código Ensayo	Muestra	Método
LAS01-MN-19-05624	M-1	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción Atómica. • Método de Ensayo para Arsénico ICP-OES • Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.
LAS01-MN-19-05625	M-2	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción Atómica. • Método de Ensayo para Arsénico ICP-OES • Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.
LAS01-MN-19-05626	M-3	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción Atómica. • Método de Ensayo para Arsénico ICP-OES • Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.
LAS01-MN-19-05627	M-4	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción Atómica. • Método de Ensayo para Arsenico ICP-OES • Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.
LAS01-MN-19-05628	M-5	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.
	M-6	



LAS01-MN-19-05629	• Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida.
-------------------	--

5.5.3. Análisis de resultados por el Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción Atómica

Se determinó que para las 4 muestras analizadas por este método se obtuvo un promedio de 1.17 gr/t, un valor mínimo de 0.95 gr/t que corresponde a las brechas aflorantes en la Zona 2 y un máximo de 1.31 gr/t que corresponde a la pizarra de la Zona 1 (ver gráfico 1). Estos 4 valores aun que son bajos en Ley muestran el contenido casi uniforme de la distribución de Au en el Sector Quescay y que dan una tendencia que a mayor profundidad estos valores podrían incrementar dadas las condiciones de la zona.

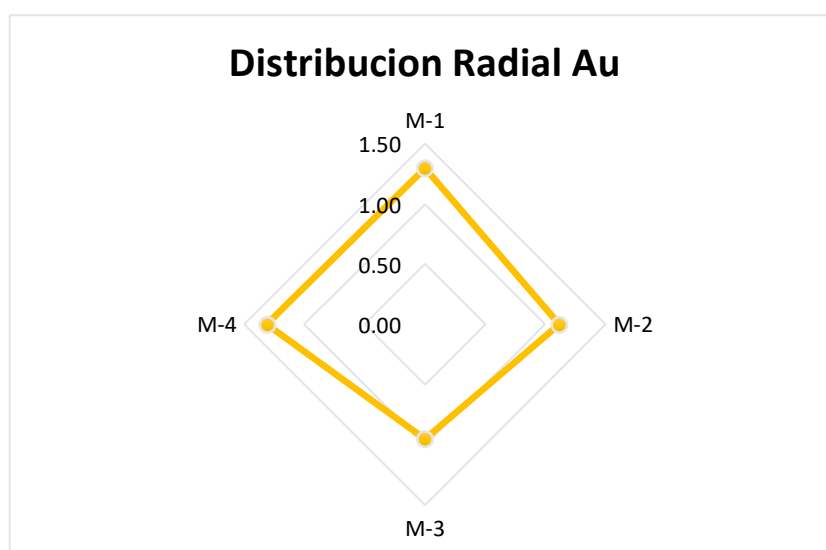


Gráfico 1: Distribución Radial de Au del Sector Quescay. Fuente propia

5.5.4. Tratamiento estadístico de datos Método de Ensayo Multielemental por ICP-OES digestión Multi-acida

La evaluación de datos para la interpretación general se basó en estadística básica en donde se calculó (media aritmética, desviación estándar y varianza), de los datos obtenidos del análisis químico con el fin de obtener el Threshold (umbral), que marcará un límite por encima del cual cualquiera valor será considerado en una concentración anómala. (ver tabla 8)



Dentro del cálculo del Threshold no se consideró datos que estén por encima de la media normal, dado que estos valores harían incrementar el umbral significativamente y todos los valores se encontrarían por debajo de este. Estos valores descartados fueron utilizados en la representación de anomalías por elementos enriquecidos dado que su concentración por elemento es por encima de la media normal de los datos analizados.

Tabla 8: Parámetros estadísticos de elementos químicos. Fuente propia

Elemento	Sector Quescay				
	Media	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Varianza
Au_ppm	1.17	0.95	1.31	0.17	0.03
As_ppm	59.09	17.74	132.00	50.33	2533.43
Ag_ppm	6.10	2.73	15.21	4.64	21.57
Al_ppm	10000.00	10000.00	10000.00	0.00	0.00
B_ppm	700.78	293.20	1427.00	410.98	168902.19
Ba_ppm	424.95	186.70	577.60	142.78	20385.59
Be_ppm	0.77	0.64	1.30	0.26	0.07
Bi_ppm	7.65	2.00	35.90	13.84	191.54
Ca_ppm	229.17	137.50	296.50	60.30	3636.45
Cd_ppm	8.78	3.86	21.33	6.97	48.61
Co_ppm	4.62	1.80	9.36	3.29	10.80
Cr_ppm	390.32	89.68	687.93	246.56	60793.40
Cu_ppm	102.62	64.20	222.90	59.96	3594.69
Fe_ppm	10000.00	10000.00	10000.00	0.00	0.00
Ga_ppm	27.46	19.43	34.19	6.01	36.13
In_ppm	24.00	12.07	53.92	16.37	268.10
K_ppm	6247.71	88.26	10000.00	3698.13	13676202.07
Li_ppm	48.06	10.30	113.20	40.70	1656.73
Mg_ppm	1788.97	55.80	4383.00	1456.45	2121240.25
Mn_ppm	328.45	61.80	1013.00	373.09	139195.73
Mo_ppm	65.02	19.66	163.81	50.79	2579.31
Na_ppm	1732.63	802.80	2320.00	501.44	251445.45
Ni_ppm	24.13	20.40	32.70	5.01	25.12
P_ppm	570.28	456.03	693.38	81.12	6580.42
Pb_ppm	788.66	484.95	1781.00	491.37	241443.07
Sb_ppm	10.50	3.83	25.27	7.57	57.30
Se_ppm	0.64	0.64	0.64	0.00	0.00
Sn_ppm	16.00	16.00	16.00	0.00	0.00



Sr_ppm	382.40	198.67	516.18	105.43	11114.66
Te_ppm	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
Ti_ppm	84.61	74.33	102.32	10.20	104.11
Tl_ppm	0.64	0.64	0.64	0.00	0.00
V_ppm	48.15	37.32	75.07	13.61	185.31
Zn_ppm	112.55	42.72	244.72	84.08	7069.57

(Phillips & Powell, 2010). Enfatizaron que las soluciones de clanes orogénicos que contienen oro durante un análisis químico son enriquecidas en elementos como. S, Bi, W, Te, Hg, B, Ba, Rb, Sb, Se, As, Ag y un posible enriquecimiento en Pb, Zn que estaría relacionado a algún aporte de la Microdiorita de horblenda descrita (Mohammadjafar Mohammadzadeh, 2017) en donde menciona este posible enriquecimiento relacionada a la actividad post magmática de rocas maficas e intermedias.

5.5.5 Análisis de distribución radial de elementos guía por oro o target element.

Dentro del estudio se consideró como pathfinder element, dada las condiciones del emplazamiento estructural y paragénesis del yacimiento del tipo orogenico, a elementos explorador Ag, Hg, As, Sb, Se, Cd, Ba, F, Bi, Mn.

Durante el análisis químico de las muestras se consideró en el estudio los pathfinder element a; Ag, As, Bi, Ba, Mn a los cuales se analizó mediante una distribución radial por elemento según muestra obtenida en campo.



Distribución por plata Ag.

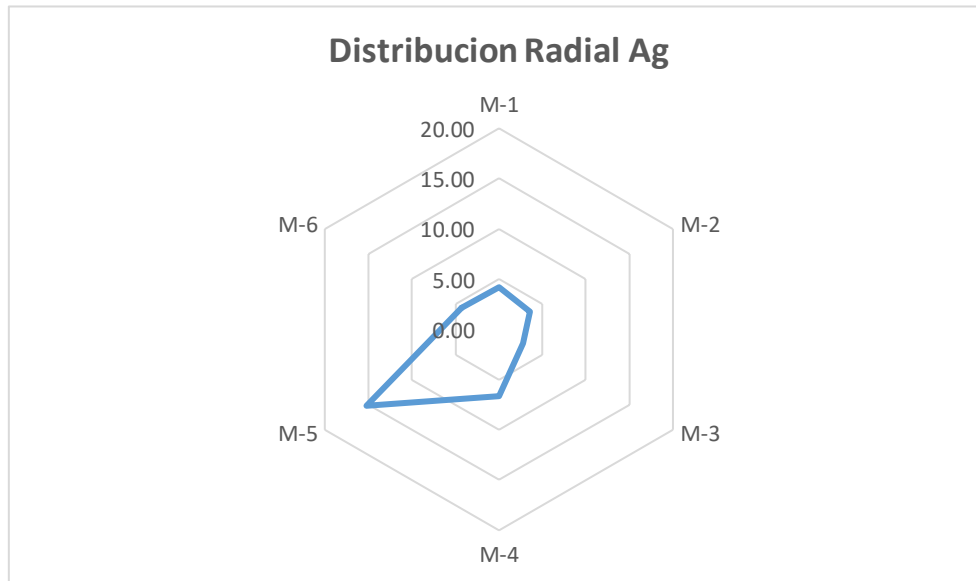


Gráfico 2: Distribución radial de plata (Ag ppm)

Distribución por arsénico As.

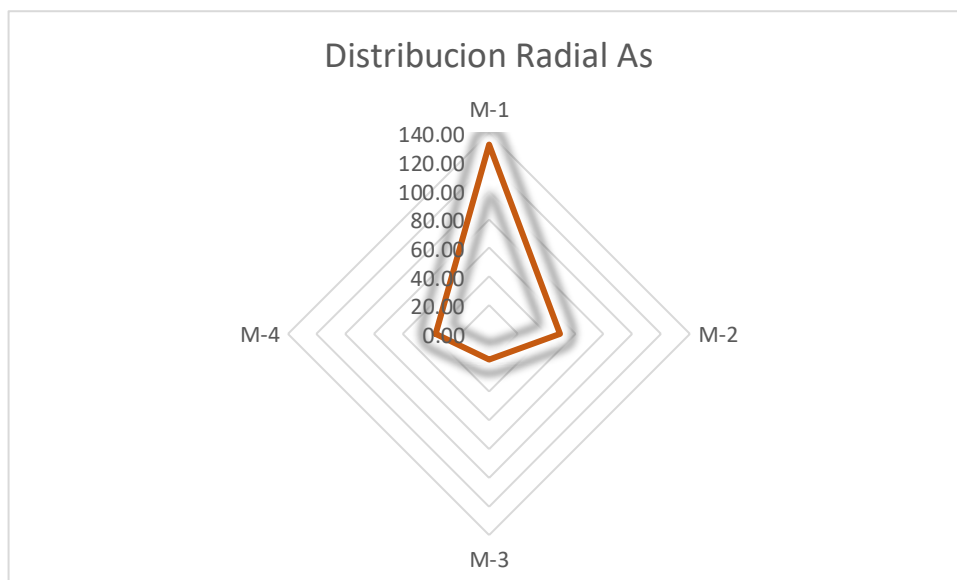


Gráfico 3: Distribución radial por arsénico (As ppm)



Distribución por manganeso Mn.

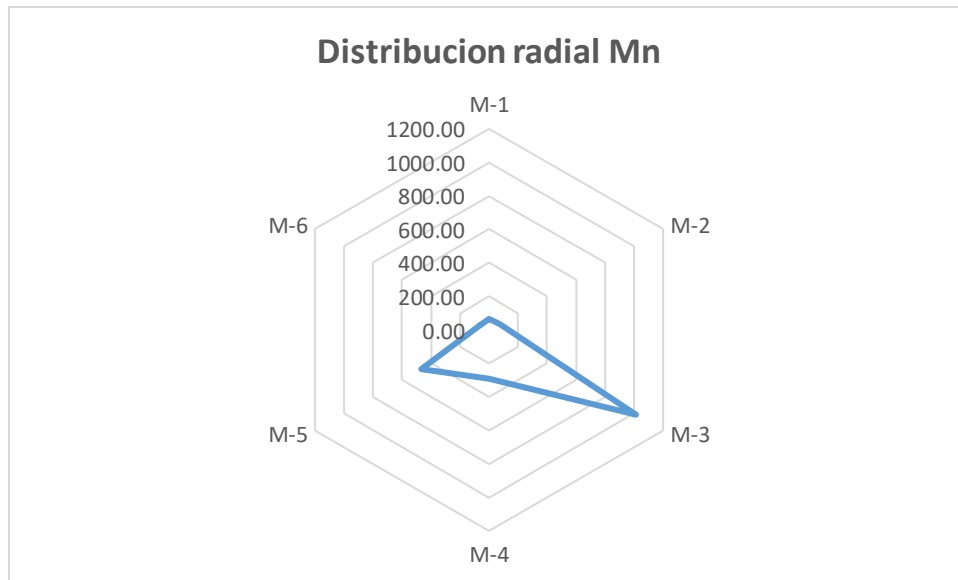


Gráfico 4: Distribución radial por manganeso (Mn ppm)

Distribución radial por bismuto Bi.

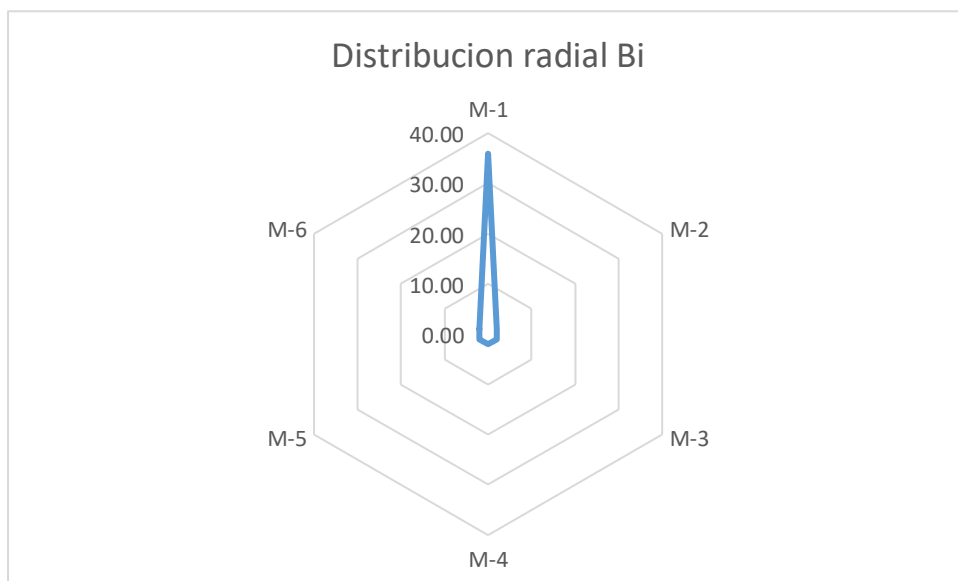


Gráfico 5: Distribución radial por Bismuto (Bi ppm)



Distribución radial por bario Ba.

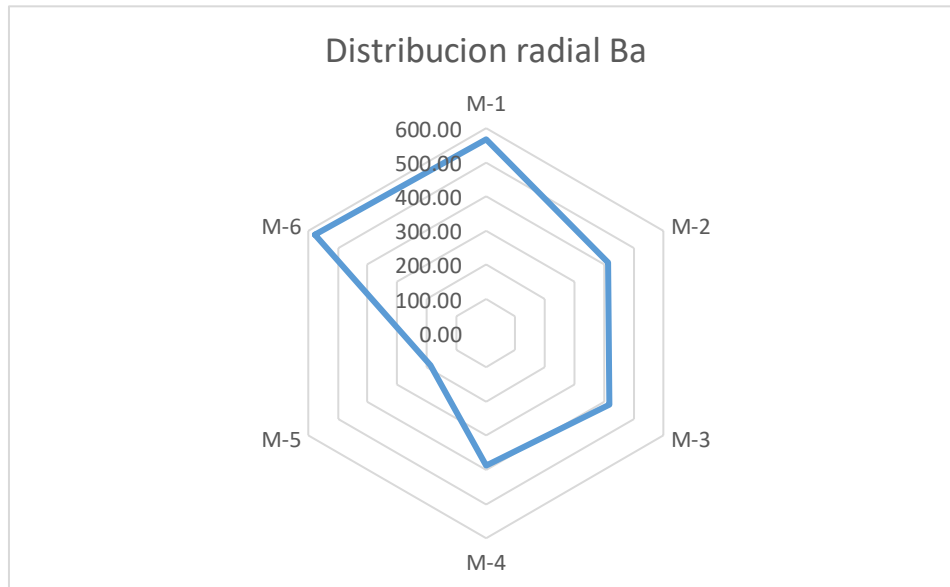


Gráfico 6: Distribución radial por Bario (Ba ppm)

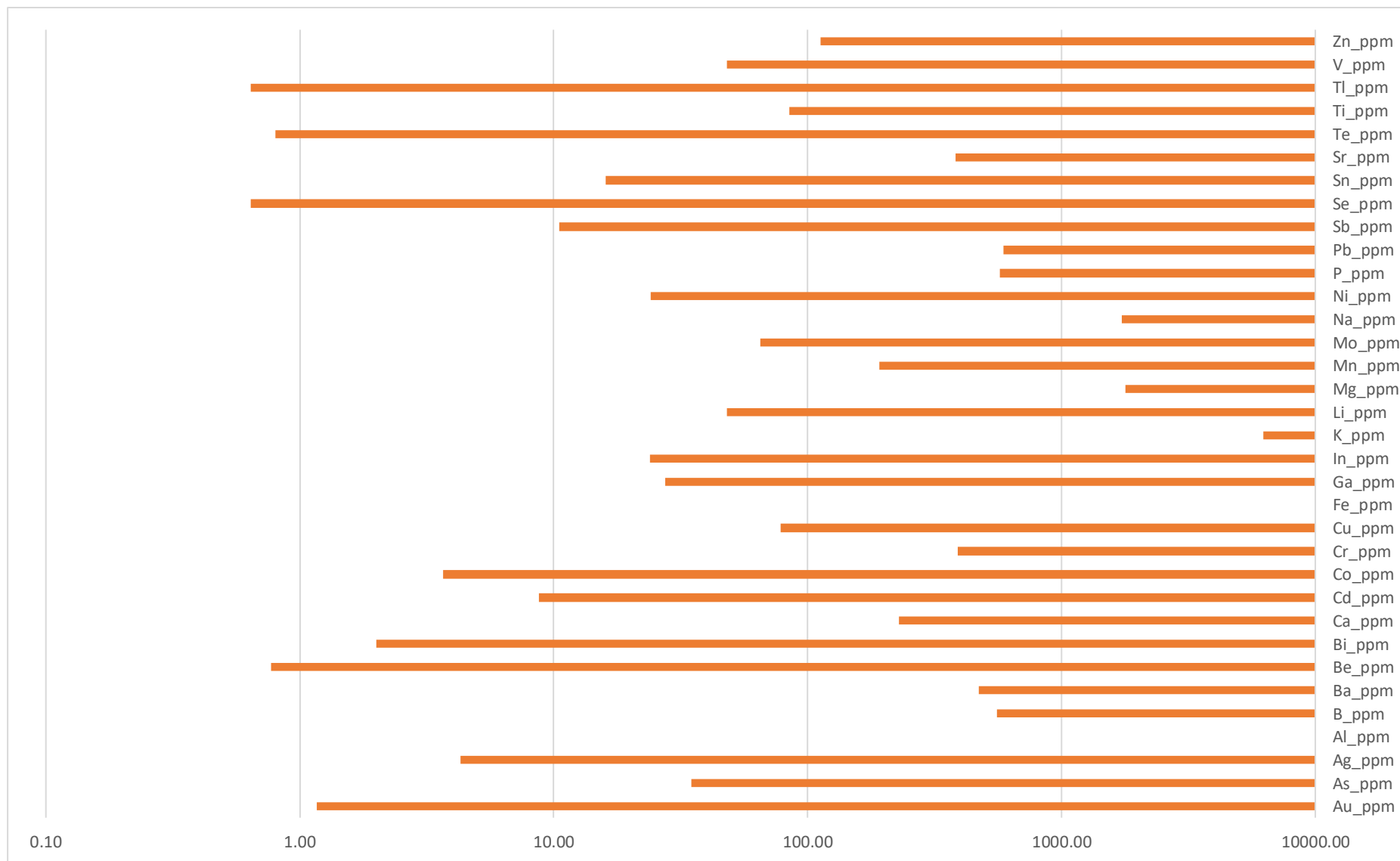


Gráfico 7: Diagrama de Barras escala logarítmica invertida de los elementos del Sector Quescay. Fuente propia



Tabla 9: Threshold de elementos enriquecidos en el Sector Quescay. Fuente propi

Elemento	Media	Desviación Estándar	Threshold	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Ag (ppm)	4.3	1.47	7.24	4.19	3.57	2.73	6.67	15.21	4.33
Sb (ppm)	10.5	7.57	25.64	25.27	6.81	9.25	7.56	10.28	3.83
Bi (ppm)	2	0	2	35.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Te (ppm)	0.8	0	0.8	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Ba (ppm)	472.6	91.94	656.48	567.30	413.00	417.60	387.50	186.70	577.60
Co(ppm)	3.67	2.6	8.87	1.80	2.43	3.45	8.20	9.36	2.47
Cu(ppm)	78.56	12.37	103.3	222.90	76.80	64.20	95.40	70.50	85.90
Mn(ppm)	191.54	182.76	557.06	65.20	70.60	1013.00	293.00	467.10	61.80
Se (ppm)	0.64	0	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Zn (ppm)	112.55	84.08	280.71	244.72	82.71	42.72	72.28	188.76	44.12
Pb (ppm)	590.19	79.88	749.95	1781.00	597.36	548.63	698.21	484.95	621.79
Au (ppm)	1.17	0.17	1.51	1.30	1.12	0.95	1.31		
As (ppm)	34.78	16	66.78	132.00	49.48	17.74	37.13		

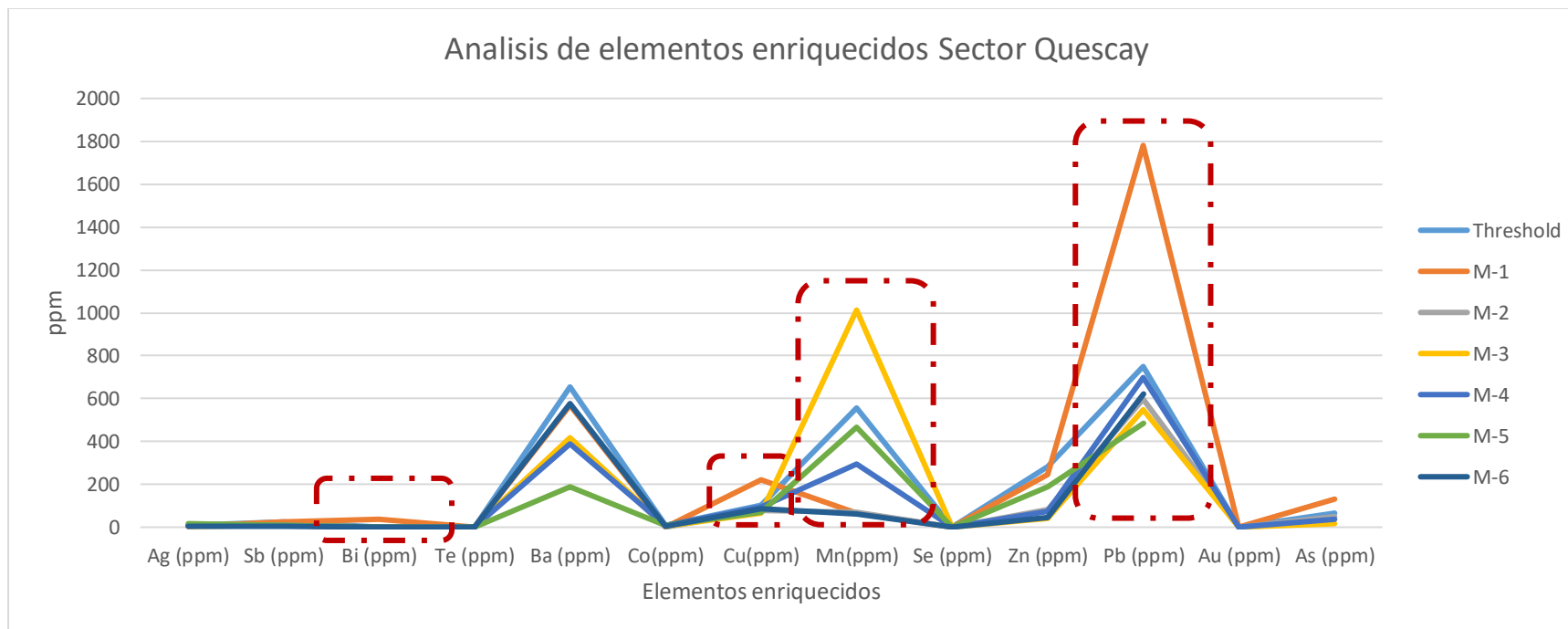


Gráfico 8: Anomalías de elementos enriquecidos Sector Quescay. Fuente propia



Se realizó una interpretación de la distribución de elementos encontrando anomalías significativas de un posible enriquecimiento secundario menor post magmático de elementos metálicos como Mn, Pb, Zn y Cu que estaría en relación a un tipo de aporte de enriquecimiento químico por parte de una roca intermedia o básica (ver tabla 9). En este caso sería el aporte de la Micro-Diorita de horblenda encontrada en el Sector Quescay.

La presencia de As, aunque no siendo valores muy altos si estaría relacionado a un ambiente semiprofundo, debiendo su presencia a la Arsenopirita.

5.5.6. Correlación Pearson

Las relaciones de elementos se determinaron mediante la interpretación del coeficiente de correlación. Un coeficiente de correlación lineal (ρ) es un número entre -1 y 1, que mide el grado en que dos variables están relacionadas linealmente. Si hay una relación lineal perfecta con una pendiente positiva entre las dos variables. El coeficiente de correlación es $\rho=1$; si no hay correlación, el coeficiente es $\rho=0$. Si hay una relación lineal perfecta con pendiente negativa entre dos variables, tenemos un coeficiente de correlación de $\rho=-1$. Por lo tanto, el coeficiente de correlación indica el grado y la pendiente de la correlación entre dos variables.

$$\rho_{xy} = COV_{xy} / \sigma_x \sigma_y$$

En general, el uso estadístico o correlación se refiere a la salida de dos variables de la independencia. El análisis factorial calcula el coeficiente de correlación, que se deriva matemáticamente de la matriz de correlación de las variables, y la carga para cada una de las variables (elementos) en el conjunto de datos.



ELEMENTOS	551	563	598.00																											
	Au	As	Ag	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Ti	V	Zn		
551 (ppm)	Au	As	Ag	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sr	Ti	V	Zn		
563 (ppm)	As	1.00																												
598 (ppm)	Ag	0.82	0.05	1.00																										
	B	0.73	0.87	-0.22	1.00																									
	Ba	0.36	0.94	-0.81	0.33	1.00																								
	Be	0.56	-0.29	0.95	-0.40	-0.74	1.00																							
	Bi	0.50	0.97	-0.20	0.87	0.49	-0.25	1.00																						
	Ca	-0.44	0.23	0.26	-0.17	-0.37	0.41	0.09	1.00																					
	Cd	0.55	-0.27	0.96	-0.15	-0.85	0.85	-0.27	0.08	1.00																				
	Co	0.35	-0.49	0.84	-0.17	-0.83	0.67	-0.42	-0.14	0.95	1.00																			
	Cr	-0.32	0.41	-0.50	0.70	0.26	-0.53	0.53	0.11	-0.43	-0.42	1.00																		
	Cu	0.64	0.97	-0.22	0.89	0.54	-0.30	0.98	-0.04	-0.26	-0.39	0.51	1.00																	
	Ga	0.86	0.13	0.75	-0.05	-0.39	0.60	-0.14	-0.33	0.78	0.77	-0.67	-0.03	1.00																
	In	0.43	-0.41	0.97	-0.27	-0.85	0.88	-0.36	0.08	0.99	0.94	-0.52	-0.35	0.78	1.00															
	K	0.07	0.02	-0.29	0.15	0.52	-0.26	0.16	-0.76	-0.21	-0.14	0.09	0.20	0.06	-0.20	1.00														
	Li	-0.28	0.63	-0.23	-0.82	0.64	-0.02	#DIV/0!	0.08	-0.45	-0.61	-0.61	0.15	-0.06	-0.37	0.14	1.00													
	Mg	-0.85	-0.94	0.79	-0.68	-0.79	0.69	-0.58	0.36	0.74	0.64	-0.53	-0.65	0.37	0.80	-0.21	-0.07	1.00												
	Mn	-0.76	-0.65	0.06	-0.19	-0.42	0.12	-0.35	0.00	0.19	0.26	1.13	-0.46	-0.31	0.19	0.22	-0.60	0.43	1.00											
	Mo	0.40	0.93	-0.45	0.90	0.60	-0.50	0.95	-0.01	-0.46	-0.55	0.76	0.93	-0.35	-0.56	0.23	-0.28	-0.74	-0.22	1.00										
	Na	0.61	0.99	-0.86	0.58	0.92	-0.89	0.57	-0.38	-0.84	-0.77	0.49	0.63	-0.45	-0.88	0.38	0.29	-0.96	-0.38	0.73	1.00									
	Ni	0.43	-0.39	0.54	0.07	-0.59	0.29	-0.33	-0.48	0.74	0.90	-0.24	-0.25	0.70	0.71	0.05	-0.71	0.27	0.22	-0.36	-0.43	1.00								
	P	0.77	0.96	0.17	0.48	0.39	0.15	0.74	0.02	0.03	#N/A	-0.10	0.79	0.39	-0.01	0.14	0.62	-0.27	-0.71	0.54	0.30	-0.21	1.00							
	Pb	0.59	0.97	-0.27	0.90	0.56	-0.34	0.99	-0.02	-0.32	-0.43	0.58	1.00	-0.11	-0.41	0.20	0.04	-0.68	-0.40	0.96	0.66	-0.29	0.74	1.00						
	Sb	0.43	0.93	-0.04	0.88	0.24	-0.10	0.96	0.20	-0.07	-0.24	0.68	0.91	-0.12	-0.18	0.06	-0.81	-0.42	-0.14	0.90	0.37	-0.19	0.62	0.92	1.00					
	Sr	0.67	0.87	-0.79	0.76	0.75	-0.89	0.62	-0.41	-0.70	-0.60	0.68	0.67	-0.43	-0.78	0.34	-0.12	-0.97	-0.21	0.80	0.94	-0.22	0.20	0.71	0.50	1.00				
	Ti	0.88	0.21	0.23	-0.36	0.23	0.28	-0.18	-0.46	0.17	0.14	-0.78	-0.07	0.64	0.24	0.46	0.65	0.18	-0.44	-0.33	-0.06	0.10	0.44	-0.14	-0.35	-0.28	1.00			
	V	-0.05	-0.66	-0.15	-0.61	0.41	-0.01	-0.39	-0.34	-0.24	-0.22	-0.72	-0.31	0.19	-0.13	0.36	0.91	0.08	-0.37	-0.43	0.09	-0.25	0.12	-0.34	-0.62	-0.20	0.84	1.00		
	Zn	0.60	1.00	0.44	0.62	-0.12	0.38	0.77	0.42	0.34	0.10	0.26	0.73	0.25	0.25	-0.22	-0.25	-0.02	-0.28	0.58	-0.05	-0.04	0.73	0.70	0.85	0.04	-0.15	-0.53	1.00	

Gráfico 9: Matriz de Coeficientes de correlación entre diferentes pares de elementos. Fuente propia

Rango (-)		Rango (+)		Correlación
0	-0.25	0	0.25	Baja
-0.26	-0.5	0.26	0.5	Regular
-0.51	-0.75	0.51	0.75	Moderada
-0.76	-1	0.76	1	Alta



De la correlación Pearson podemos mencionar (ver gráfico 4)

Au presenta una correlación buena con Ag, Ga, P, Ti y una correlación moderada con As.

Ag tiene correlación buena con Be, Cd, Co y Mg

As presenta correlación buena con B, Ba, Bi, Cu, Mo, Na, Pb, Sb, Se, Zn esto debido al ambiente semi profundo y enriquecimiento menor de minerales preciosos relacionados a Pb, Zn, Cu, Mo.

Y otras relaciones de minerales no económicos que Be, Bi, Mg, B y otros que correspondería a un enlace con la roca caja.



Capítulo VI

Metalogenia

Dentro de la influencia y de las características particulares a lo largo de la cordillera oriental la franja metalogenética **Franja (I) de Au en rocas metasedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico** recoge en su interior al Sector Quescay y a toda esta zona oriental influenciada por el fuerte tectonismo en formaciones Paleozoicas.

6.1. Franja (I) de Au en rocas metasedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico

Esta franja aurífera se localiza a lo largo de la Cordillera Oriental y parte de la Zona subandina del territorio peruano. Las rocas hospedantes están conformadas por varios miles de metros de espesor de rocas metasedimentarias del Paleozoico inferior y medio, resaltando las pizarras, esquistos y cuarcitas de la Formación San José del Ordovícico (Dalmayrac, Laubacher, & Marocco, 1980). Estas rocas se depositaron en un ambiente marino que evolucionó de profundo a somero, donde las pizarras negras presentan pirita y material carbonoso indicadores de condiciones anóxicas durante la sedimentación y reductoras durante la diagénesis. El ambiente geotectónico corresponde a una cuenca en distensión en un contexto de tras arco (Back Arc) que evoluciona a régimen compresivo en un contexto de ante país de retro arco (Retroarc Foreland).

Esta franja está caracterizada por la presencia de Au hospedado en las rocas del Ordovícico y Siluro-Devónico, distribuido en mantos y vetas de cuarzo, pero también en lentes con arsenopirita y pirrotita paralelas a la esquistosidad de los metasedimentos. Los dos tipos de mineralización están genéticamente ligados y se interpretan como resultado de la circulación de fluidos hidrotermales submarinos relacionados con actividad magmática desarrollada entre el Ordovícico y Devónico, que atravesaron una columna sedimentaria en proceso de



compactación, como es el caso de La Rinconada. (Fornari, Hérail, Laubacher, & Delaune, 1988)

Este tipo de yacimiento puede ser sinsedimentario, pero también hay otros controlados por la esquistosidad y las fallas principales NO-SE como son las ubicadas en el Sector Quescay, en cuyo caso la mineralización es evidentemente posterior y se relaciona con procesos metamórficos con posible enriquecimiento secundario de fluidos hidrotermales arrastrados durante un proceso post magmático de los cuerpos hipoabisales encontrados.

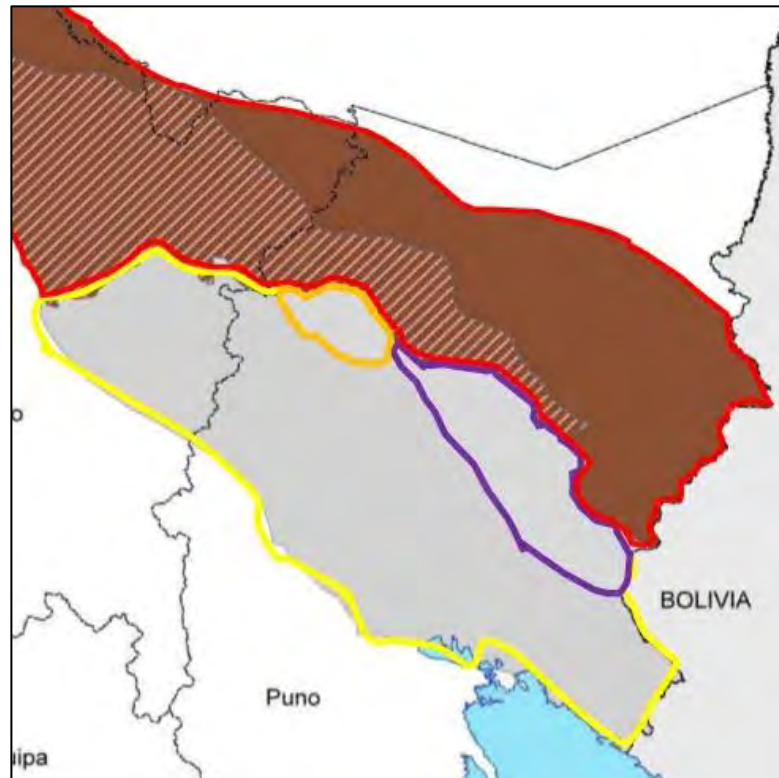
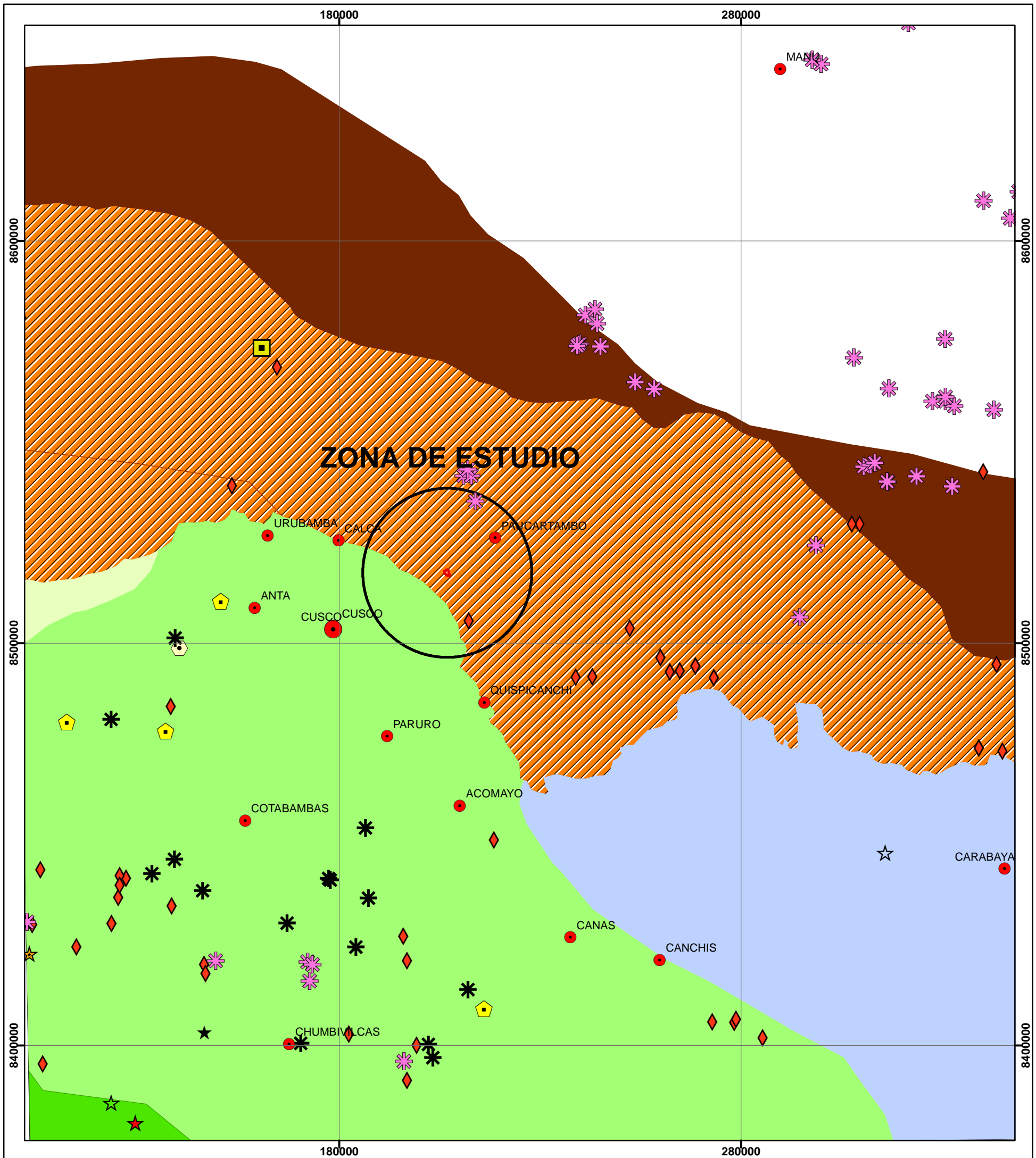
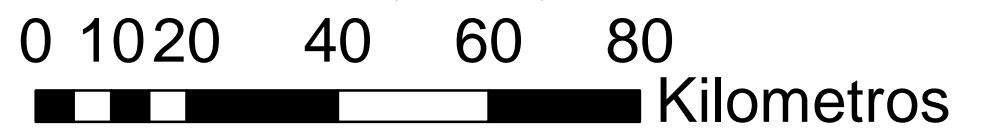


Figura 12: 1. Dep de Au en el Ordov. Y Siluro-Devoniano. 2. Dep de Sn-Cu-W del Pérmico Triásico. 3. Dep. De Sn-Cu-W del Oligo-Mioceno. 4. Dep. U del Mioceno



1:1,000,000



Tipos de Yacimiento de Minerales

- | | |
|---|---------------------|
| ★ Epitermales de alta sulfuración | ✿ Placeres |
| ☆ Epitermales de baja sulfuración | ⬡ Pórfidos de Cu-Au |
| ★ Epitermales de intermedia sulfuración | ⬢ Pórfidos de Cu-Mo |
| ★ Epitermales indiferenciados | ✱ Skarn |
| ⬡ Mantos | ⬠ Vetas |
| ⬠ Metamorfogénicos | |

- Leyenda**
- ⬠ ZONA DE ESTUDIO
 - ⬡ Depósitos U-W-Sn-Mo, Au-Cu-Pb-Zn relacionados con intrusivos y pórfidos skarn Cu-Ag del Pérmico Triásico.
 - ⬢ Depósitos de Au en rocas meta-sedimentarias del Ordovícico y Silúrico-Devónico
 - ⬣ Depósitos de Sn-Cu-W relacionados
 - ⬤ Epitermales de Au-Ag del Eoceno y depósitos polimetálicos del Eoceno-Oligoceno-Mioceno
 - ⬥ Epitermales de Au-Ag hospedadas en rocas volcánicas
 - ⬦ Pórfidos-Skarn de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados con intrusivos del Eoceno- Oligoceno

Proyeccion Universal Transversal de mercator, zona:19 (sur)
 Datum horizontal: Sistema geodesico internacional WGS - 84
 Modificado por: R. Barazorda & J. Polo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
--	--	--

Tesis: Geología y mineralización del sector Quescay - Colquepata - Cusco

MAPA METALOGENETICO

Asesor: Jorge Henry Cuenca Sanchez

Elaborado por: Br. Raul Barazorda Paredes Br. Jeferson H. Polo Ttito	Ubicacion Departamento : Cusco Provincia : Paucartambo Distrito : Colquepata Sector : Quescay
---	--

Escala indicada Fecha Octubre 2019	Mp-9
---------------------------------------	-------------

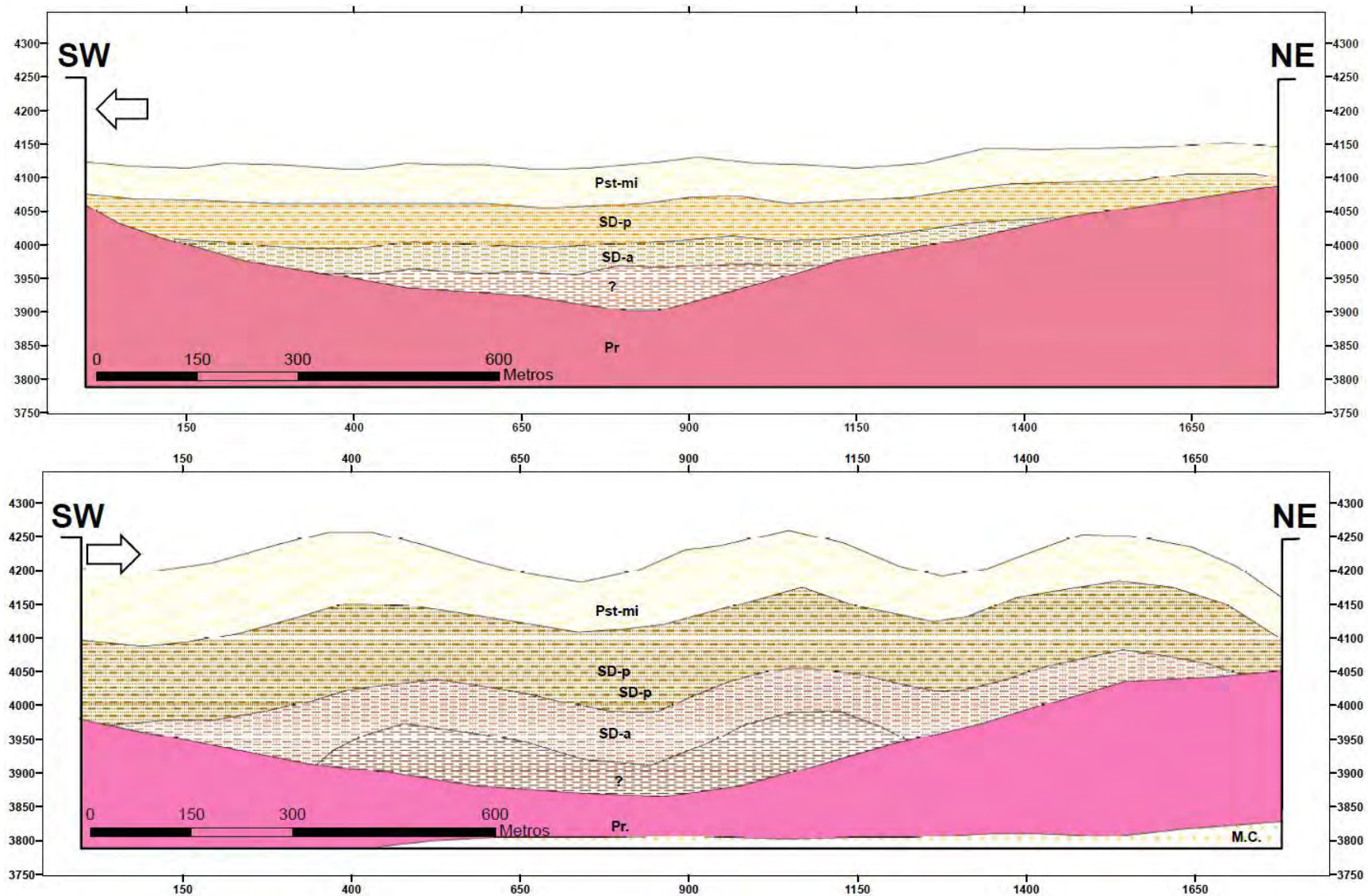


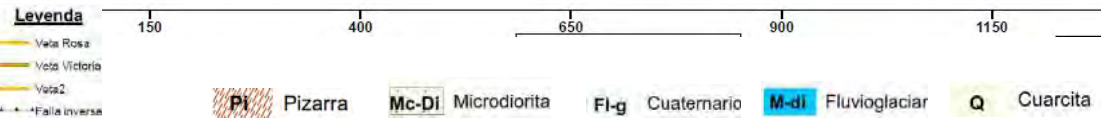
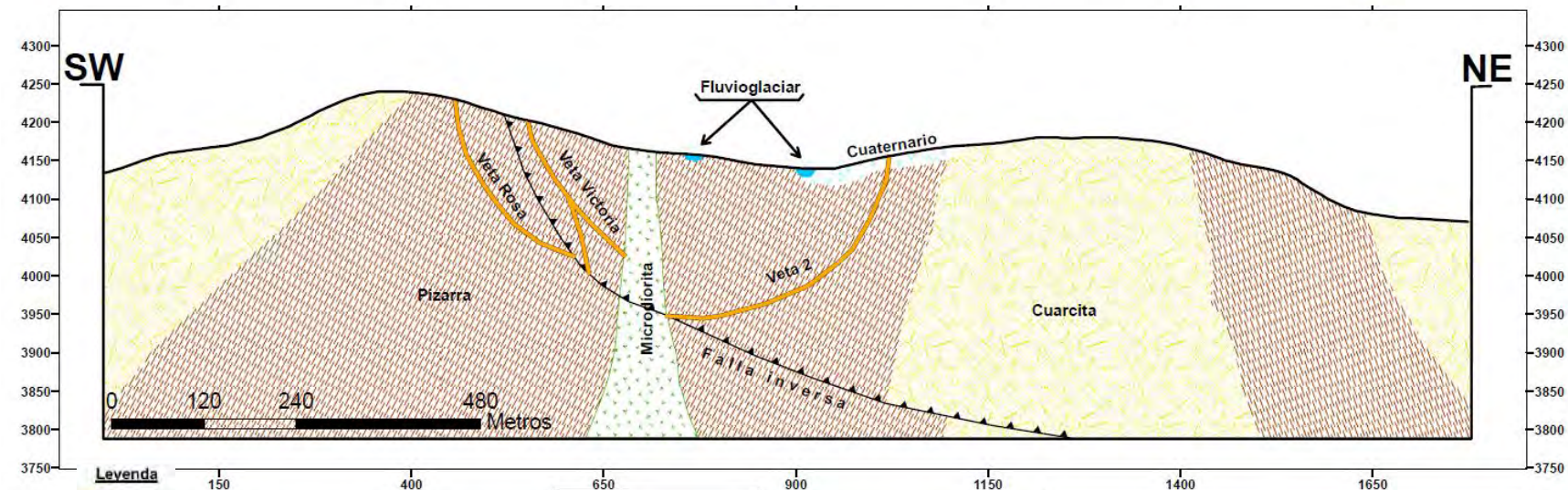
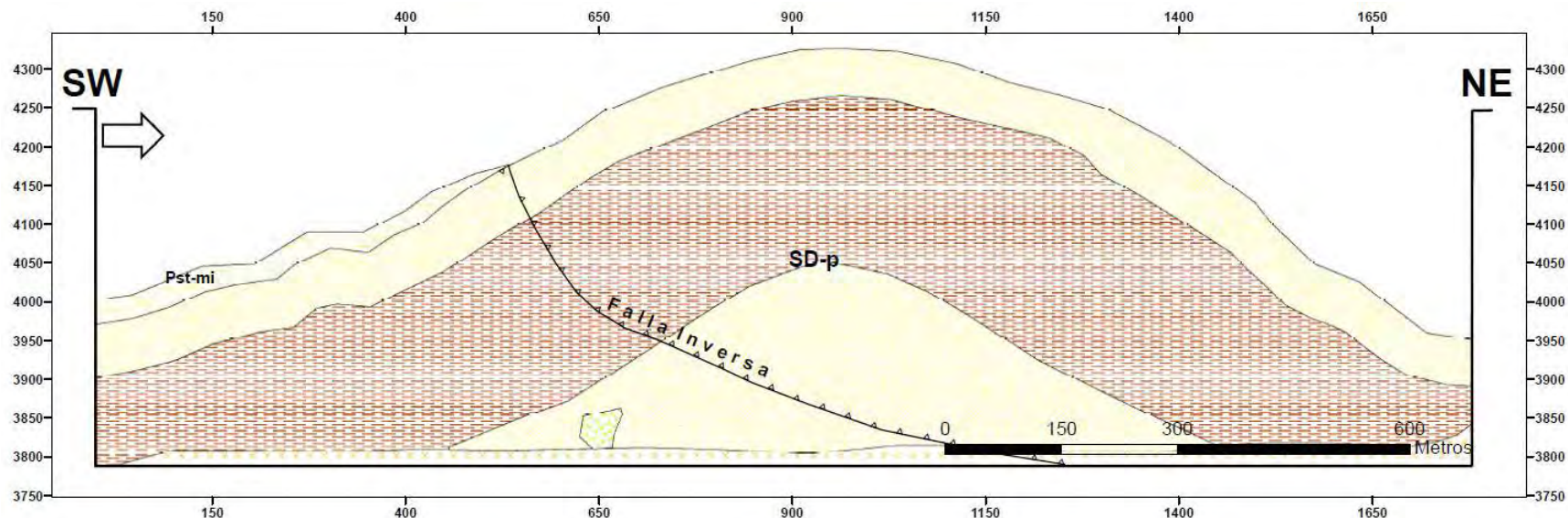
6.2 Evolución geológica e interacción metalogenética.

La evolución geodinámica y magmática parte de los diferentes ciclos tectónicos sufridos por la cordillera oriental y procesos magmáticos que se desarrollaron por encima de la subducción de placas, consecuente con la apertura de cuencas retro arco, así como la acreción de la corteza continental y el comportamiento anómalo de la corteza oceánica en colisiones arco-arco en un ambiente de supra subducción. Todo esto se ve reflejada en una zona que ha sufrido eventos de formación y acondicionamiento cordillerano. (ver figura 13)



Figura 13: Evolución geológica Quescay







En este escenario se podría estimar la evolución geológica del oro orogénico y posterior depositación en yacimientos con leyes altamente económicas que están marcados por eventos metalogenéticos específicos, donde la ascensión de soluciones hidrotermales migra hacia los espacios abiertos por los sistemas de estructuras originados por. (cizallamiento, tensión, fallamiento profundo)

6.3 Descripción metalogenética local.

La interpretación metalogénica de Quescay conlleva a un análisis macro regional donde yacen yacimientos como son los de Catca, Ananea, Olachea e Inkarakay donde las particularidades de emplazamiento de estos yacimientos sobre yace al común de la interpretación geológica orogénica de la cordillera oriental.

Caso el de Quescay donde el control estructural este sujeto al comportamiento complementario entre dos estructuras de carácter regional, que, como consecuencia, aunque no directa ocasionaron un comportamiento de cizalla representada en la singularidad de vetillas sinuosas y planos estructurales de este tipo de comportamiento.

Con un comportamiento fuertemente controlado, donde se habría desarrollado un ambiente ductil-frágil, en Quescay se formaron las condiciones necesarias para que, durante el ciclo compresivo y extensivo desarrollado en la cordillera oriental se emplacen vetas y sistemas de vetillas asociados a fluidos hidrotermales de origen orogénico.

La mineralización es discordante y epigenética con la roca caja, y muy circunscrita con las fisuras rellenadas por acción hidrotermal. El estudio mineralógico determina la evolución de los fluidos y condiciones de depositación de fases minerales metálicas, caracterizado por fluidos de saturación silicea con baja sulfuración en minerales como pirita, esfalerita, galena, arsenopirita de gran ensamble con Au orogénico.



Se puede denotar que la alteración hidrotermal, aunque poco evidentes en la roca caja solo se representa en halos y alteraciones típicas supergenas de meteorización superficial, distales de la influencia de los cuerpos cuarcíferos. Tampoco es notable la existencia de minerales típicos de eventos epitermales.

Mencionado lo anterior se puede conceptualizar que la evolución geológica se ha caracterizado por eventos colisionales en ciclos de compresión y extensión. Que dieron las condiciones geodinámicas para un magmatismo post colisión, generado por el fallamiento profundo regional y posterior ascenso de fluidos que se depositaron a una etapa tardía a la cinemática de estructuras y apertura de nuevos espacios que sirvieron como zonas de despositacion.



Conclusiones

1.- Se pudo determinar que la relación estricta del comportamiento estructural está ligada a la tectónica herciniana en donde posiblemente tiene origen el anticlinal de Quescay, que junto con el fallamiento regional que pasa por la zona condicionan un ambiente dúctil a frágil que habría servido como un factor importante a la forma de emplazamiento del yacimiento de Quescay y que originaron un fuerte metamorfismo epizonal en la zona de estudio.

2.- Se identificó a dos miembros de la formación Paucartambo del Siluro-Devoniano Miembro 1 de pizarras bituminosas con diseminación de sulfuros primarios y óxidos de hierro a superficie y disectadas por vetas cuarzo semiverticales ;Miembro 2 Cuarcitas de grano medio fuertemente silisificadas intruidas por venillas de cuarzo que forman una estructura tipo Stok-work en algunos casos estériles y otros con mineralización económica como el sistema de vetillas Rosa, que se superpusieron el uno al otro debido al levantamiento durante los ciclos orogénicos.

3.- El grado de alteración del sector Quescay se reduce al tipo yacimiento orogénico en donde las alteraciones hidrotermales solo se rigen a los sufridos durante un proceso de meteorización de aguas superficiales creando una zona de lixiviación de los sulfuros que se depositaron en la primera, segunda y tercera etapa del proceso paragenético de la zona. Se identificó una zona de óxidos o Gossan que fue producto de la alteración de sulfuros primarios (Pirita – Arsenopirita) que habría recepcionado los mayores valores de Au libre tanto en Goetita –Hematita-Jarosita.



4.- La mineralización del sector Quescay se pudo identificar gracias al reconocimiento de 3 zonas con características mineralógicas y de emplazamiento particulares. Una primera zona de fuerte diseminación de pirita desectada por venillas de cuarzo hidrotermal, reemplazadas en algunas zonas por óxidos de Hematita y Goetita que guardarían dentro de su estructura valores significativos de Au. Otra segunda zona donde se emplaza la veta Victoria que presenta minerales desarrollados de cuarzo con halos de hematita y goetita representados en drusas y geodas que rellenaron antiguas vesículas de gases. Y una última zona donde se encuentran el sistema de vetillas Rosa, que, durante el análisis químico y la descripción geológica económica, muestran las mejores condiciones y valores de Au. En este sistema de vetillas sinuosos y rectilíneos de composición silícea se puede observar sulfuros de hierro Pirita, Arsenopirita, Pirrotina, así como los óxidos de estos Hematita, Goetita y Jarosita con texturas asquerosas donde se almacenaría el Au.

5.- Los valores durante el análisis geoquímico y su procesamiento arrojaron tendenciosamente que la distribución de Au sería uniforme en el Sector Quescay al menos en las muestras analizadas. Las anomalías de elementos como Cu-Pb-Zn-Mn mostrarían un posible enriquecimiento post magmático así también la presencia de elementos como As con volores no tan altos caracterizarían al yacimiento como de un ambiente semiprofundo, de temperatura y presión media típico de una zona Mestoermal.



Recomendaciones

1. Continuar con los estudios de prospección a mayor detalle considerando las particularidades de control estructural de la zona de Quescay.
2. Realizar un estudio mineragráfico en un microscopio electrónico de barrido, para una mejor precisión al determinar la relación de los sulfuros de hierro y óxidos de hierro con el contenido aurífero.
3. Incluir un estudio geofísico para detectar anomalías metálicas y poder definir mejor la morfoestructura de los sistemas de vetillas encontrados en la zona.
4. Considerar dentro de futuros trabajos de prospección, incrementar las muestras a analizar para la evaluación geoquímica de la zona



Referencias Bibliográficas

- Acosta, J., Rodríguez, I., Villareal, E., & Huanacuni, D. (2011). *Memoria sobre la Geología Económica de la Región Cusco*. Lima.
- Alarcon, L., & Huallpa, R. (2018). *ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOQUÍMICO Y MINERAGráfICO PARA EVALUAR LA OCURRENCIA DE YACIMIENTOS OROGÉNICOS EN LA ZONA DE CCATCA*”, CUSCO. CUSO: S/N.
- Carlotto, V., Cardenas, J., & Carlier, G. (2011). *Geología del cuadrángulo cusco hoja 28s*. Lima: Enotria S.A.
- Carlotto, V., Gil, W., Cardenas, J., & Chavez, R. (1996). *Geología de los cuadrángulos de urubamba y calca*. Lima: FIMAERT S.A.
- Carlotto, V., Gil, W., Cárdenas, J., & Chavez, R. (1996). *Geología de los Cuadrángulos de Urubamba y Calca. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, Bol. 65*. Lima.
- Dalmayrac, B., Laubacher, G., & Marocco, R. (1977). *Geologie de Andes Peruviennes, Caracteres Generaux de L evolution geologique des Andes Peruviennes*. These Universite des Sciences et Techniques du Longuedoc.
- Dalmayrac, B., Laubacher, G., & Marocco, R. (1980). *Caractères généraux de l'évolution géologique des Andes péruviennes*. Travaux et Documents de l'ORSTOM, Paris.
- Fornari, M., Hérail, G., Laubacher, G., & Delaune, M. (1988). *Les gisements d'or des Andes sudorientales*.
- GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA, DISTRITO OLLACHEA-CARABAYA-PUNO*. (s.f.).
- Kurt Bucher, R. G. (S/N de S/N de 2011). *Limite de metamorfismo*. Obtenido de https://www.ugr.es/~agcasco/personal/petmet/teoria/1metyprocgeol_files/12.JPG
- Luque, E. (2013). *GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA, DISTRITO OLLACHEA-CARABAYA-PUNO*. Puno.
- Mantilla, H. R. (2011). *Geología general*. Cercado de lima: Megabyte.
- Mohammadjafar Mohammadzadeh, A. N. (2017). *Journal of African Earth Sciences*. Kurdistan.
- Phillips, G., & Powell, R. (2010). *Formation of gold deposits: a metamorphic devolatilization model*. *Journal of Metamorphic Geology* 28. S/N: S/N.
- Rodríguez, P. (2006). *PROCESOS SUPERGENOS*. Medellín: S/N.
- S/N. (2015). *Tipos de metamorfismo*. Obtenido de https://sites.google.com/site/ampliabiogeo/ciclo_rocas/el-metamorfismo-y-sus-tipos
- S/N. (2016). *Metamorfismo de contacto*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/wp-content/uploads/2018/04/metamorfismo-de-contacto.png>



- Victor Carlotto Caillaux, J. C. (2011). *GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE CUSCO* hoja 28-s. Lima: Enotria s.a.
- Victor Carlotto, W. G. (1996). *GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE URUBAMBA Y CALCA* Hojas 27-r y 27-s. Lima.
- Vilchez, M. (2014). *Evaluacion de Peligros Geologicos en los sectores de Tiracancha baja y Chirapata - Umachurco*. Cusco.
- Villena, E., & Medina, H. (2019). *Geologia y Exploracion del Yacimiento Aurifero en la Consecion Nuevo Inkaraccay Paucartambo - cusco 2019*. Cusco.



ANEXOS



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-19-05626

Fecha de emisión: 23/09/2019

Página 1 de 1

Señores: BARAZORDA PAREDES RAUL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 Dirección: URB. SAN JOSÉ E-6 - SAN SEBASTIÁN - CUSCO
 Atención: BARAZORDA PAREDES RAUL
 Recepción: 20/09/2019
 Realización: 20/09/2019
 Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra

Métodos ensayados

*551 Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción atómica
 *563 Método de Ensayo para Arsénico por ICP-OES
 *598 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				*551 Au g/TM	*551 Au oz/TC	*563 As ppm	Ag ppm	Al ppm	B ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm
MN19011163	M-3	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	0,952	0,02776	17,74	2,73	>10000	606,9	417,8	≈<0,64	≈<2,0	226,1	5,15

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598												
				Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fa ppm	Ga ppm	In ppm	K ppm	Li ppm	Mg ppm	Mn ppm	Mo ppm	Na ppm	
MN19011163	M-3	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	3,45	690,31	54,2	>10000	19,43	15,46	8709	22,2	2096	1013	65,92	1730	

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				Ni ppm	P ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Te ppm	Ti ppm	Tl ppm	V ppm
MN19011163	M-3	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	22,80	456,03	548,63	8,25	≈<0,64	≈<16	403,98	≈<0,80	74,33	≈<0,64	41,10

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598
				Zn ppm
MN19011163	M-3	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	42,72

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M.Sc. Ingeniero Químico QP 114426

*≈<Valor numérico=Limite de detección del método, *≈<Valor Numérico=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier anulación o corrección en el documento

del presente documento es en: Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa Perú
 Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-19-05629

Fecha de emisión: 23/09/2019

Página 1 de 1

Señores: BARAZORDA PAREDES RAUL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Dirección: URB SAN JOSÉ E-6 - SAN SEBASTIÁN - CUSCO
Atención: BARAZORDA PAREDES RAUL
Recepción: 20/09/2019
Realización: 20/09/2019
Observación: El Laboratorio no realizó la toma de muestra

Métodos ensayados

*598 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598											
				Ag ppm	Al ppm	B ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe ppm
MN19011157	M-6	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	4,33	>10000	293,2	577,6	0,76	≤2,0	187,4	4,55	2,47	89,68	85,9	>10000

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				Ga ppm	In ppm	K ppm	Li ppm	Mg ppm	Mn ppm	Mo ppm	Na ppm	Ni ppm	P ppm	Pb ppm
MN19011157	M-6	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	29,19	17,45	>10000	113,2	1864	81,8	39,01	1920	20,82	514,05	521,79

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598									
				Sb ppm	Se ppm	Si ppm	Sr ppm	Te ppm	Tl ppm	Ti ppm	V ppm	Zn ppm	
MN19011157	M-6	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	3,83	≤0,64	≤16	356,92	≤0,80	102,32	≤0,64	75,02	44,12	

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. del Ingeniero Químico GIP 13467

"a"Valor numérico"=Límite de detección del método, "b"Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto ni como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Esta firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier errata o corrección en el contenido del presente documento es válido.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com



Laboratorios Analíticos del Sur
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdel-sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-19-05628

Fecha de emisión: 23/09/2019

Página 1 de 1

Señores: BARAZORDA PAREDES RAUL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Dirección: URB. SAN JOSÉ E-6 - SAN SEBASTIÁN - CUSCO
Atención: BARAZORDA PAREDES RAUL
Recepción: 20/09/2019
Realización: 20/09/2019
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra

Métodos ensayados

*598 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				Ag	Al	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
MN19011165	M-5	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	15,21	>10000	443,0	186,7	1,30	<2,0	287,2	21,33	9,36	183,30	70,5

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				Fe	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P
MN19011165	M-5	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	>10000	34,19	53,92	3612	35,3	4363	467,1	18,65	802,3	27,59	586,70

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	V	Zn	
MN19011165	M-5	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	484,95	10,28	<0,64	<16	196,67	<0,80	87,01	<0,64	42,84	188,76	

(Signature)
Laboratorios Analíticos del Sur L.A.S.
Omar A. Juárez Boto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ing. Roberto Quiroz G. 11426

*a<Valor numérico=Limite de detección del método, *b<Valor Numérico=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel-sur.com



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-19-05624

Fecha de emisión: 23/09/2019

Página 1 de 1

Señores: BARAZORDA PAREDES RAUL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Dirección: URB. SAN JOSÉ E-6 - SAN SEBASTIÁN - CUSCO
Atención: BARAZORDA PAREDES RAUL
Recepción: 20/09/2019
Realización: 20/09/2019
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra

Métodos ensayados

*551 Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción atómica
*563 Método de Ensayo para Arsénico por ICP-OES
*598 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*551		*503	*598								
				Au	As	Ag	Al	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd		
				g/TM	oz/TC	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MN19011161	M-1	No proporcionado por el cliente.	Mineral Gran	1,296	0,03779	132,00	4,19	>10000	1427	567,3	<<0,64	35,9	240,3	4,99	

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598											
				Co	Cr	Cu	Fe	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Mo	
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MN19011161	M-1	No proporcionado por el cliente.	Mineral Gran	1,80	887,93	222,9	>10000	25,79	12,07	7426	<<3,2	55,8	65,2	163,81	

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*556											
				Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MN19011161	M-1	No proporcionado por el cliente.	Mineral Gran	2320	20,74	693,38	1781	25,27	<<0,64	<<16	516,18	<<0,80	80,92	<<0,64	

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*558	
				V	Zn
				ppm	ppm
MN19011161	M-1	No proporcionado por el cliente.	Mineral Gran	37,32	244,72

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto.
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CP 114426

*"a-Valor numérico"=Límite de detección del método, "b-Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-19-05625

Fecha de emisión: 23/09/2019

Página 1 de 1

Señores: BARAZORDA PAREDES RAUL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Dirección: URB. SAN JOSÉ E-6 - SAN SEBASTIÁN - CUSCO
Atención: BARAZORDA PAREDES RAUL
Recepción: 20/09/2019
Realización: 20/09/2019
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra

Métodos ensayados

*551 Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción atómica

*563 Método de Ensayo para Arsénico por ICP-OES

*595 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*595										
				*551 Au g/TM	*563 As oz/TC	Ag ppm	Al ppm	Ar ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm	
MN19011162	M-2	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	1,116	0,03255	49,48	3,57	>10000	524,2	413,0	≈<0,54	≈<2,0	296,5	3,88

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*595											
				Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe ppm	Ga ppm	In ppm	K ppm	Li ppm	Mg ppm	Mn ppm	Ni ppm	Na ppm
MN19011162	M-2	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	2,43	381,00	76,8	>10000	22,42	12,99	8826	59,3	1271	70,6	50,28	1805

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*595										
				Ni ppm	P ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Te ppm	Ti ppm	Tl ppm	V ppm
MN19011162	M-2	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	20,40	527,85	597,35	6,81	≈<0,54	≈<16	383,32	≈<0,60	75,92	≈<0,64	46,72

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598 Zn ppm
				MN19011162

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

*≈<Valor numérico"=Límite de detección del método, *≈<Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier error u omisión en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-19-05627

Fecha de emisión: 23/09/2019

Página 1 de 1

Señores: BARAZORDA PAREDES RAUL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
Dirección: URB. SAN JOSÉ E-6 - SAN SEBASTIÁN - CUSCO
Atención: BARAZORDA PAREDES RAUL
Recepción: 20/09/2019
Realización: 20/09/2019
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra

Métodos ensayados

*551 Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción atómica

*553 Método de Ensayo para Arsénico por ICP-OES

*598 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				*551 Au g/TM	*553 As oz/TC	Ag ppm	Al ppm	B ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm	
MN19011164	M-4	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	1,312	0,03828	37,13	6,67	>10000	911,4	387,5	0,65	<=2,0	137,5	12,77

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598											
				Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe ppm	Ga ppm	In ppm	K ppm	Li ppm	Mg ppm	Mn ppm	Mo ppm	Na ppm
MN19011164	M-4	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	8,20	329,72	95,4	>10000	33,76	32,12	7651	10,3	1074	293,0	51,42	1818

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598										
				Ni ppm	P ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Ti ppm	Tl ppm	V ppm
MN19011164	M-4	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	32,70	543,64	698,21	7,56	<=0,64	<=16	435,35	<=0,80	87,13	<=0,64	45,77

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*698 Zn ppm
				MN19011164

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto,
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114428

"a<Valor numérico"=Límite de detección del método, "b<Valor Numérico"=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento es de su responsabilidad.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com