

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“CARACTERIZACIÓN Y EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DEL
PROYECTO CRUCERO - PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

HAROLD CRISTIAN AGUIRRE CERNADES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
"CARACTERIZACIÓN Y EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DEL
PROYECTO CRUCERO - PUNO"

TESIS

PRESENTADA POR:

HAROLD CRISTIAN AGUIRRE CERNADES

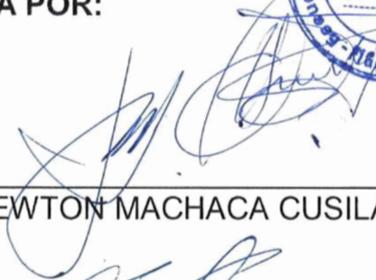
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

APROBADA POR:



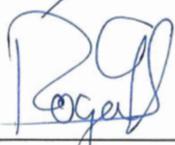
PRESIDENTE:


M.Sc. NEWTON MACHACA CUSILAYME

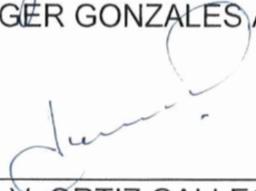
PRIMER MIEMBRO:


Ing. ROBERTO ZEGARRA PONCE

SEGUNDO MIEMBRO:


M.Sc. ROGER GONZALES ALIAGA

DIRECTOR DE TESIS:


Ing. LUIS V. ORTIZ GALLEGOS

ASESOR DE TESIS:


M.Sc. ANDRES OLIVE RA CHURA

Área: GEOLOGIA DE MINAS

Tema: CARACTERIZACIÓN Y EXPLORACIÓN GEOLÓGICA DEL PROYECTO CRUCERO - PUNO

Fecha de sustentación: 28 de diciembre del 2017

DEDICATORIA

Mi trabajo va dedicado:

A mi padre **Wilde Aguirre** por ser mi fortaleza y que hoy me acompaña desde el cielo, mi madre **Lily Cernadez** por darme su gran corazón e inagotable apoyo.

A mis hermanas Fanny, Noelia y Jessenia por su comprensión y ejemplo, y mis sobrinos Fabricio, Jhosua, Hitalo, Benjamin, Yajaira, Alesandro, por verme como ejemplo y así nunca para de mejorar

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme vida y salud. Y la mamita candelaria por sus bendiciones.

Agradezco a mi asesor Ing. Valentín Fernández Valdivia por la paciencia que tuvo y principalmente por la orientación en este trabajo y apoyo en los momentos difíciles y ser más que un docente ser mi amigo, a mi director al Ing. Luis V. Ortiz Gallegos por la orientación en este trabajo, sin los cuales la realización de este trabajo no sería posible;

Mis agradecimientos a la empresa A la empresa Pacacorral S.A.C. a hora llamada Lupaka Gold S.A.C; por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo. Expreso mi especial agradecimiento al Ing. Carlos Alberto Velásquez Diaz gerente de exploraciones de Pacacorral S.A.C., al Ing. Javier García V. Gerente general de Pacacorral S.A.C Perú.

Mi gran agradecimiento a los docentes de Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, quienes contribuyeron con sus valiosos conocimientos en mi formación profesional en especial a los Ing. Roberto Zegarra, Newton Macha, Raul Machaca, Erasmo Carnero, Roger Gonzales, Rolando Apaza, Andres Olivera, Flavio Rosado, George Llerena.

A mi compañero Juan Carlos Canllahui Duran, por el apoyo y enseñanzas incondicional en todo el trabajo realizado en el proyecto crucero.

A mis amigos Sebastián P., Leonel G., Victor Zamata., Marco G., Jherson B., Hugo A. Jose B., Ledger V., Rafael E. Rafael Ch., Fredy Q., Vilda A., Ubaldo M., A todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron de alguna manera para que este trabajo pudiera ser realizado.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

CAPITULO I**INTRODUCCION**

1.1. GENERALIDADES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. ANTECEDENTES	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. HIPÓTESIS	6
1.6. OBJETIVOS	6
1.6.1. Objetivo general.....	6
1.6.2. Objetivos específicos.....	6

CAPITULO II**MARCO TEORICO**

2.1. GEOMORFOLOGÍA	8
2.1.1. Relieve cordillerano (Altas Cumbres)	9
2.1.2. Colina Intrandinas.....	10
2.1.3. Altiplano.....	10
2.1.4. Ladera de valle	11
2.1.5. Ladera cordillerana	11
2.1.6. Valle glaciar	11
2.1.7. Valle cañón.....	12

2.1.8.	Depósitos morrénicos y Glaciofluviales	12
2.2.	GEOLOGÍA REGIONAL	12
2.2.1.	Grupo San José (Oi-sj)	12
2.2.2.	Formación Sandia (Os-s).....	13
2.2.3.	Formación Ananea (SD-a).....	13
2.2.4.	Grupo ambo (Ci-a).....	14
2.2.5.	Grupo Tarma (Cs-t)	14
2.2.6.	Grupo Copacabana (Pi-c).....	15
2.2.7.	Formación Picotani (Np-pic)	15
2.2.8.	Cuaternarios	16
2.2.9.	Plutón Limbani	17
2.2.10.	Plutón Aricoma	18
2.3.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL.....	20
2.3.1.	Tectónica Hercínica	20
2.3.2.	Tectónica Andina	23
2.3.3.	Zonas estructurales	24
2.4.	METALOGENIA.....	27
2.4.1.	Metalogenia	28
2.4.2.	Tectónica en Yacimientos Mesotermales	29
2.5.	PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA.....	31
2.5.1.	Muestreo de sedimentos de quebrada	32
2.5.2.	Muestreo de suelos	32
2.5.3.	Muestreo de rocas	33
2.5.4.	Anomalías Geoquímicas.....	34
2.5.4.1.	Tipos de anomalías geoquímicas.....	35
2.6.	PROSPECCIÓN GEOFÍSICA	42
2.6.1.	Métodos geofísicos.....	43
2.6.1.1.	Prospección magnética (MAG).....	44
2.6.1.2.	Prospección eléctrica.....	44

2.6.1.3. El Método del Potencial Espontáneo (Self-Potenáal).....	44
2.6.1.4. La Inducción Polarizada (Efecto IP).....	45
2.6.2. Procedimiento de campo	45
2.7. PERFORACIÓN DIAMANTINA	46
2.7.1. Equipos, materiales y herramientas perforación diamantina	49
2.7.2. Ventajas y desventajas de la perforación diamantina	51
2.7.3. Metodología de muestreo	52
2.7.4. Testificación o logueo	54
2.8. ALTERACIONES HIDROTERMALES Y MINERALIZACIÓN	55
2.8.1. Fluidos hidrotermales	57
2.8.2. Fluidos mineralizantés	57
2.8.3. Mineralización.....	57
2.9. RECURSOS MINERALES	58
2.9.1. Subdivisión de los Recursos Minerales	59
2.9.2. Sistemas y criterios de clasificación de recursos y reservas	61
2.9.3. Parámetros básicos de la estimación de recursos	62
2.9.4. Métodos clásicos de estimación de reservas.....	67

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA	69
3.1.1. Recopilación de información.....	69
3.1.2. Trabajo de campo.....	70
3.1.3. Trabajo de gabinete.....	72

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DE LA ÁREA DE INVESTIGACIÓN

4.1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN	73
4.2. ACCESIBILIDAD	76
4.3. HIDROLOGÍA	79
4.4. VEGETACIÓN.....	81
4.5. GEOMORFOLOGIA LOCAL	81

4.5.1.	Procesos geomorfológicos.....	82
4.5.2.	Factores que Condicionan las Unidades Geomorfológicas	83
4.5.3.	Unidades Geomorfológicas.....	85
4.6.	MINERALIZACIÓN	89

CAPÍTULO V

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1.	CARACTERIZACION GEOLOGIA LOCAL.....	92
5.1.1.	Pizarras esquistosas (SD-a)	93
5.1.2.	Areniscas (Ci-a)	93
5.1.3.	Rocas Intrusivas	94
5.1.4.	Depósitos Cuaternarios	94
5.2.	CARACTERIZACIÓN GEOLOGÍCA ESTRUCTURAL	96
5.2.1.	Control estructural	96
5.2.2.	Pliegues	97
5.2.3.	Fallas	98
5.3.	CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA.....	101
5.3.1.	Muestreo de sedimentos de quebrada	101
5.3.2.	Muestreo de rocas	103
5.3.3.	Distribución Superficial De Valores Au, As, Sb En A-1	105
5.4.	CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA.....	110
5.4.1.	Magnetometría (MAG)	111
5.4.2.	Polarización Inducida (IP).....	118
5.5.	PERFORACIÓN DIAMANTINA	121
5.5.1.	Resumen geológico de sondajes.....	124
5.6.	EVALUACIÓN DEL YACIMIENTO Y CALCULO DE RECURSOS.....	151
5.6.1.	CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA.....	151
5.6.2.	ALTERACIÓN HIDROTERMALES.....	152
5.6.2.1.	Clorificación	153
5.6.2.2.	Alteración Cuarzo-sericita.....	153
5.6.3.	MINERALOGÍA	153

5.6.3.1. Minerales de Mena	153
5.6.3.2. Minerales de Ganga	154
5.6.4. MINERALIZACIÓN	155
5.6.4. PARAGÉNESIS	156
5.6.5. ZONEAMIENTO	157
5.6.6. CLASIFICACIÓN DE YACIMIENTO	157
5.6.7. RECURSOS	159
5.6.7.1. Metodología del cálculo	159
5.6.7.2. Estimación de recursos.....	160
CONCLUSIONES	162
RECOMENDACIONES	164
BIBLIOGRAFÍA	165
WEBGRAFÍA	167
ANEXOS	168

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01. Vista del Proyecto Crucero	4
Figura N° 02. Imagen satelital 3D mostrando los rasgos geomorfológicos del Proyecto Crucero	9
Figura N° 03. Mapa Metalogenetico Regional.....	30
Figura N° 04. Orientación de muestras de sedimento de quebrada.....	32
Figura N° 05. Ejemplo de Lineas IP y MAG	46
Figura N° 06. Brocas De perforación Diamantina	48
Figura N° 07. Tubos de Perforación Diamantina diferentes tamaños	49
Figura N° 08. Maquina de Perforación LF-70-36	51
Figura N° 09. Testigos de perforación del DDH-28.....	52
Figura N° 10. Cortadora de Testigos con disco de diamante.....	53
Figura N° 11. Bolsas de muestreo con testigos DDH.....	53
Figura N° 12. Quick Logueo en campo	55
Figura N° 13. Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales	59
Figura N° 14. Empleo de la potencia vertical cuando se proyecta el cuerpo en el plano horizontal.	65
Figura N° 15. Secciones a considerar.....	68
Figura N° 16. Distancia entre Secciones a considerar	68
Figura N° 17. Mapa Concecion minera	75
Figura N° 18. Mapa Ubicación del Proyecto	78
Figura N° 19. Laguna Kinsacocha.....	80
Figura N° 20. Muestran el relieve topográfico y las diferentes unidades geomorfológicas	87
Figura N° 21. Mapa Geologico Local	95
Figura N° 22. Espejo de falla correspondiente a la Falla Pacacorral, que muestra las estrías que indican un movimiento transcurrente hacia la normal	99
Figura N° 23. Mapa Estructural Local	100
Figura N° 24. Rango de valores para es muestreo geoquimico.....	101

Figura N° 25. Muestras Stream Sedimet.....	102
Figura N° 26. Extracción de muestra (ROCK CHIP)	103
Figura N° 27. Extracción de cobertura coluvial, antes del muestre sistemático	104
Figura N° 28. Mapa Geoquimico Au.....	107
Figura N° 29. Mapa Geoquimico As.....	108
Figura N° 30. Mapa Geoquimico Sb.....	109
Figura N° 31. Mapa Magnetico Total.....	113
Figura N° 32. Estudio magnético.....	117
Figura N° 33. IP sobre el Proyecto Crucero	118
Figura N° 34. L450N	120
Figura N° 35. L300N	120
Figura N° 36. Perfil IP L0N.....	120
Figura N° 37. L150N	120
Figura N° 38. Ubicación de sondajes	122
Figura N° 39. DDH-22, MUESTRA 6241.....	152
Figura N° 40. DDH-27, MUESTRA 6425 (.....	152
Figura N° 41. (Stüwe et al., 1993).....	158

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01. Columna estratigrafica.....	19
Cuadro N° 02. Cuadro comparativo de métodos de exploración geofísica	43
Cuadro N° 03. Coordenadas de los vértices del área de estudio.....	74
Cuadro N° 04. Concesiones Mineras	76
Cuadro N° 05. Accesibilidad por vía terrestre	77
Cuadro N° 06. Unidades geomorfológicas	88
Cuadro N° 07. Anomalías Magnéticas	112
Cuadro N° 08. Sondajes DDH Proyecto Crucero	123
Cuadro N° 09. SONDAJE DDH-01.....	125
Cuadro N° 10. SONDAJE DDH-02.....	126
Cuadro N° 11. SONDAJE DDH-03.....	128
Cuadro N° 12. SONDAJE DDH-04.....	129
Cuadro N° 13. SONDAJE DDH-05.....	130
Cuadro N° 14. SONDAJE DDH-06.....	131
Cuadro N° 15. SONDAJE DDH-07.....	132
Cuadro N° 16. SONDAJE DDH-08.....	133
Cuadro N° 17. SONDAJE DDH-09.....	135
Cuadro N° 18. SONDAJE DDH-10.....	136
Cuadro N° 19. SONDAJE DDH-11.....	137
Cuadro N° 20. SONDAJE DDH-12.....	138
Cuadro N° 21. SONDAJE DDH-13.....	139
Cuadro N° 22. SONDAJE DDH-14.....	140
Cuadro N° 23. SONDAJE DDH-15.....	141
Cuadro N° 24. SONDAJE DDH-16.....	142
Cuadro N° 25. SONDAJE DDH-17.....	142
Cuadro N° 26. SONDAJE DDH-22.....	143
Cuadro N° 27. SONDAJE DDH-23.....	144

Cuadro N° 28. SONDAJE DDH-24.....	144
Cuadro N° 29. SONDAJE DDH-25.....	145
Cuadro N° 30. SONDAJE DDH-26.....	146
Cuadro N° 31. SONDAJE DDH-27.....	147
Cuadro N° 32. SONDAJE DDH-28.....	148
Cuadro N° 33. SONDAJE DDH-29.....	149
Cuadro N° 34. SONDAJE DDH-30.....	150
Cuadro N° 35. SONDAJE DDH-31.....	150
Cuadro N° 36. Recursos indicados con sondajes	160
Cuadro N° 37. Recursos inferidos.....	160
Cuadro N° 38. Total recursos indicados + inferidos	161

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Vts	: Vetas
Vnlls	: Venillas
Qz	: Cuarzo
Po	: Pirrotita
Ser	: Sericita
Clt	: Clorita
Py	: Piritita
Sph	: Esfalerita
Gal	: Galena
Apy	: Arsenopirita
Cpy	: Calcopirita
ppm	: Partes por millón
ppb	: Partes por billón
g/t	: Gramos por tonelada
Ma	: Millones de años
MAG	: Magnetometría.
Asintót	: Asintótica
Au	: Oro
Fe	: Fierro
K	: Potasio
L-N	: líneas magnéticas.
IP	: Polaridad Inducida

3D	: 3 dimensiones
Ca	: Calcio
Mg	: Magnesio
Na	: Sodio
Mn	: Manganeso
Pb	: Plomo
S	: Azufre
Si	: Silicio
O	: Oxigeno
C	: Carbono
As	: Arsénico
H	: Hidrogeno
Zn	: Zinc
Cu	: Cobre
Ag	: Plata
Bi	: Bismuto
Co	: Cobalto
Hg	: Mercurio
Sb	: Antimonio
W	: Wolframio

RESUMEN

El proyecto crucero está ubicado a 30 kilómetros al noreste de Crucero, Provincia de Carabaya, Departamento de Puno, al sureste de Perú, y dentro de la Cordillera de Carabaya parte de la Cordillera Oriental de los Andes. El presente trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar a base de la exploración geológica en el proyecto Crucero con ayuda de perforaciones diamantinas debido a presencia de anomalías geoquímicas de (Au) y 11 anomalías geofísicas dentro del área del proyecto, nominadas desde A1 al A11. Las actividades de exploración actuales se centran actualmente en la anomalía A1. La geología está constituida por pizarras carbonosas intercaladas con niveles de areniscas y limolitas de la formación Ananea (Silúrico) y areniscas cuarzosas del grupo Ambo (Carbonífero); ambas intruidas por los stocks plutónicos Limbani y Aricoma de edad Pérmico - Triásico. Se ejecutaron 34 perforaciones diamantinas, donde la pizarra muestra diferentes tramas que varían desde pizarreña a esquistosas o laminares, granoblástica. La alteración que presenta la roca es la cloritización que va de débil a moderada, y en la zona de presencia de mineral seritización pasa de moderada a fuerte. La mineralización aparentemente está emplazada a un eje estructural de plegamiento de rumbo N35°W. El afloramiento consiste de un promontorio suave y presenta una oxidación muy superficial por la alteración de sulfuros de Fe. En la pizarra se puede observar una disseminación de pirita, Pirrotita débil, las bandas de limolitas presentan más concentración de sulfuros como pirita, pirrotita, arsenopirita. A profundidad la relación se presenta en sulfuros en forma de laminaciones con disseminación, venillas muy finas y también disseminados, los minerales predominantes son pirita, arsenopirita, pirrotita, calcopirita, gudmundita, ullmannite y berthierita, como ganga andalucita y sillimanita. El oro se encuentra libre y en inclusiones dentro de la arsenopirita y auroestibina.

Palabras clave: Arsenopirita, disseminado, muestreo, orogénico, pirrotita.

ABSTRACT

The cruise project is located 30 kilometers northeast of Crucero, Carabaya Province, Department of Puno, southeast of Peru, and within the Cordillera de Carabaya part of the Eastern Cordillera of the Andes. The present work was carried out with the objective of characterizing a base of the geological exploration in the Crucero project with the help of diamond drilling due to the presence of geochemical anomalies of (Au) and 11 geophysical anomalies within the project area, nominated from A1 to A11. Current exploration activities are currently focused on anomaly A1. The geology is constituted by carbonaceous networks interspersed with sandstone and siltstone levels of the Ananea (Silurian) and quartz sandstones of the Ambo (Carboniferous) group; The intrinsic actions of the Limbani and Aricoma Plutonic of Permian - Triassic age. 78 diamond perforations were executed, where the slate shows different plots that arrive from the pizarreña to the schistose or laminar, granoblastic. The alteration that presents the rock is the chloritization that goes of weak to moderate, and in the zone of presence of mineral seritización it happens of moderate to strong. The mineralization apparently is located on a structural axis of N35 ° W course. The outcrop consists of a soft promontory and has a very superficial oxidation due to the alteration of Fe sulphides. On the slate a dissemination of pyrite, Pyrrhotite can be observed weak, the bands of siltstones present more concentration of sulfides such as pyrite, pyrrhotite, arsenopyrite. The depth of the relationship is in the form of laminations with dissemination, very thin veins and also scattered, the predominant minerals are pyrite, arsenopyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, gudmundite, ullmannite and berthierite, as andalusite gangue and sillimanite. The gold is free and in the inclusions within arsenopyrite and auroestibin.

Keywords: Arsenopyrite, disseminated, sampling, orogenic, pyrrhotite,

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

El proyecto Crucero está situado a 30 kilómetros al noreste del distrito de Crucero, provincia de Carabaya, región Puno, al sureste de Perú, y dentro de la Cordillera de Carabaya, tiene una altura que varía entre 4100 a 4500 metros sobre el nivel del mar, se distribuye a lo largo de la cordillera oriental.

Regionalmente el Proyecto Crucero, se encuentra alojado en La Franja (I). Depósitos de Au en rocas Meta-sedimentarias del Ordovícico y Silúrico Devónico. Dentro del corredor Ollachea – La Rinconada (120x60 Km), donde se ubican Minas y proyectos auríferos como; Minera Kuri Kullu-Cori Puno, La Rinconada, Capac Orco, Peñón de Oro y Mucumayo.

El contenido del presente trabajo de investigación cuenta con mapeo geológico, muestro geoquímico de sedimentos rocas y suelos, más

levantamientos geofísicos (magnetometría y Polarización Inducida IP) y perforación diamantina, el proyecto está dividido en 4 Capítulos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La búsqueda de nuevos yacimientos ha dado lugar a innumerables trabajos de investigación geológica en áreas con anomalías de color y minas antiguas, que tengan mineralización de Au y Ag con alteraciones hidrotermales avanzadas, aplicando nuevos criterios y tecnología como por ejemplo la utilización de imágenes satelitales, Ortofotos y nuevos conocimientos geológicos.

En la Cordillera de Carabaya, se han realizado múltiples trabajos de prospecciones geológicas a nivel regional, las mismas que muestran resultados de probables emplazamientos de yacimientos primarios de oro en rocas paleozoicas, metalogénicamente en los Depósitos de Au en rocas meta-sedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico las cuales se prolongan desde el norte de Peru hasta Bolivia y Argentina. (INGEMMET, 2009), tal es el caso de Proyecto Crucero; el cual se pretende explorara para determinar la existencia de un yacimiento de oro.

Estudios preliminares del proyecto Crucero hechos en 1993 demostraron existencia de oro relacionadas a rocas metamórficas y sedimentarias del Silúrico-Carbonífero, que han sido intruidos por los stocks: Coasa, Limbani y Aricoma, cuyas edades corresponden al Pérmico - Triásico. Estructuralmente el área está relacionada al ciclo evolutivo de las Tectónicas Hercínica y Andina y se manifiesta por un intenso plegamiento y fallamiento de rumbo NW- SE.

a. **Formulación del Problema**

Dada las consideraciones anteriormente indicadas, tenemos las siguientes interrogantes de investigación.

- ¿Será posible que con el conocimiento de la característica geológica que presenta la zona del Proyecto Crucero, se pueda definir la existencia de un depósito aurífero?
- ¿Confirmarán las perforaciones diamantinas la continuidad de las anomalías geoquímicas que se muestran en superficie y confirmar la existencia de un aurífero?

1.3. **ANTECEDENTES**

El estudio del Proyecto Crucero fue delimitado inicialmente a través de una intensa campaña de prospección geoquímica de stream sediment regional en un área de 200 Km²; llevado a cabo en el año 1996 por la empresa minera CEDIMIN en el cual determinan varias anomalías moderadas de oro.

En octubre de 1997, CEDIMIN, realizó muestreos geoquímicos y cartografiados geológicos a escala 1:10,000; cuyo resultado reporta valores de oro hasta de 1.44 g/t Au.

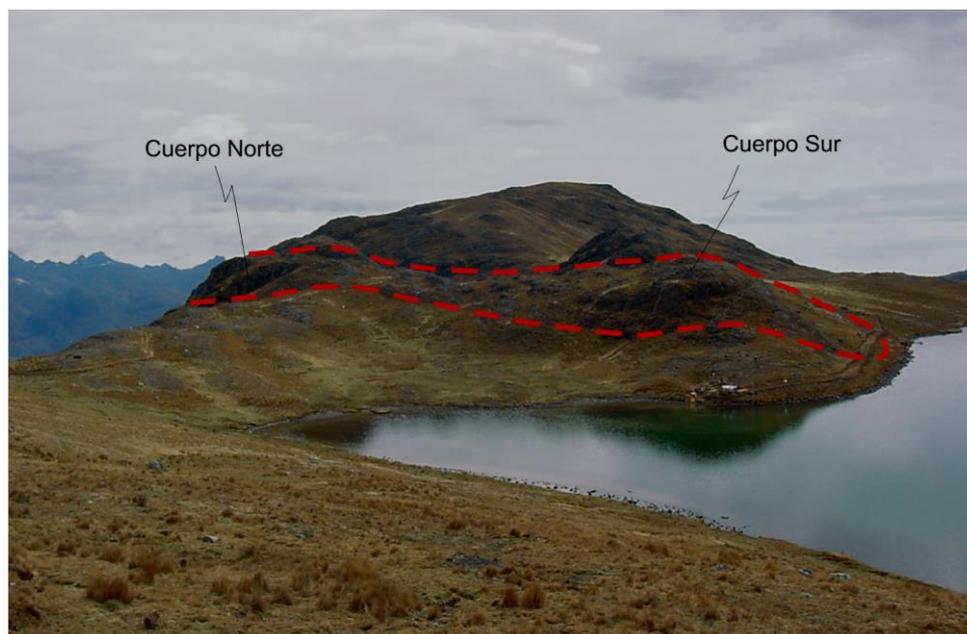


Figura N° 01. Vista del Proyecto Crucero

En octubre del 2000, CEDIMIN ejecuta en el área de estudio del Proyecto Crucero un muestreo geoquímico sistemático en malla 50 x 50 m, en la cual se tomaron 81 muestras obteniendo valores entre 60 y 1340 ppm Au.

Ya en el año 2002 a diciembre 2003, la empresa minera CEDIMIN decide iniciar una campaña de exploración más detallada en el Proyecto Crucero, dichos trabajos corresponden a levantamientos topográficos y mapeos geológicos regionales y detallados a escalas 1:10,000 y 1:2000, paralelo al mapeo se recolectó muestras de control de rocas, en el cual se decide a ejecutar trincheras y posteriormente una prospección geofísica con los métodos IP y Magnetometría obteniéndose buenos resultados, finalmente se ejecutó una campaña de perforación diamantina distribuidos en 07 sondajes.

En el 2008 se forma la empresa Minera Pacacorral S.A.C. de capitales peruanos y en el año 2009 se retoma nuevamente los trabajos de exploración en base a los resultados obtenidos en la campaña de exploración del 2003, en

esta etapa realiza los trabajos de mapeo geológico detallado a escala 1:2000 y una campaña de perforación diamantina con 12 sondajes en el año 2010.

La empresa Canadiense K-Rock Minerals entra en negociación con Minera Pacacorral S.A.C. a inicios del año 2010 tomando mucho interés en el proyecto, acordando perforar 03 sondajes gemelos los cuales tienen la denominación de CPC10-01 hasta CPC10-03, una vez reportado los resultados de laboratorio se crea la empresa Lupaka Gold Corp en Canadá y se firma un acuerdo por la adquisición del 50 % del proyecto con la posibilidad abierta de adquisición del 100 % del proyecto, a inicios del año 2011 Lupaka Gold Corp. decide adquirir el 100 % de Minera Pacacorral S.A.C. y por ende del proyecto Pacacorral denominado desde entonces proyecto de Oro Crucero.

Desde el año 2009 hasta la fecha se viene realizando la exploración por medio de campañas de perforación diamantina continuando la secuencia de códigos que van del DDH-13 hasta el DDH-31 estos sondajes distribuidos en el proyecto de oro Crucero que año tras año se viene incrementando los recursos geológicos en el proyecto gracias a los trabajos conjuntos de todos los geólogos de Minera Pacacorral S.A.C., paralelo a los trabajos de perforación también se viene realizando diferentes estudios y trabajos para poder ubicar nuevos targets de exploración dentro de la zona de estudios.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el territorio peruano y en especial la zona sur del Perú, se han desarrollado intensas prospecciones y exploraciones de yacimientos orogénicos, debido a la demanda internacional constante de los metales en especial el Au, generando divisas para nuestro país, la obtención

de una descripción detallada y organizada de las características del Proyecto Crucero permitirá definir la existencia un depósito de oro tipo orogénico.

El aporte del presente trabajo podrá servir de modelo y guía para la ejecución de nuevos estudios de prospección y exploración geológica similares en este mismo tipo de yacimiento a nivel regional y local, y en diferentes ambientes geológicos.

1.5. HIPÓTESIS

Las características geológicas en cuanto a la litología y edad de la zona de estudio, junto a datos geoquímicos, geofisios (IP, MAG) y perforación diamantina confirmaran la existencia de un depósito de oro en el Proyecto Crucero.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

- Caracterizar la exploración geológica a base de estudios geoquímicos, geofísicos y perforación diamantina para establecer la ocurrencia de un yacimiento de oro en la zona del Proyecto Crucero Puno.

1.6.2. Objetivos específicos

- Describir las características y comportamiento geológico que presenta la zona del Proyecto Crucero con relación a la mineralización de oro.
- Conocer el comportamiento estructural que presenta la zona del Proyecto Crucero tiene relación con a la mineralización de oro.

- Caracterizar en base a información geoquímica determinarán la existencia de un depósito de oro tipo orogénico en el Proyecto Crucero.
- Caracterizar y delimitar las anomalías geofísicas (IP-MAG) en el Proyecto Crucero.
- Confirmara la perforación dimantina nos confirmara la anamolia geoquímica aprofundidad exponiendo un zonieaminto de mineralización del Proyecto Crucero.
- Describir las características del yacimiento y su cubicación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. GEOMORFOLOGÍA

La región estudiada presenta en su mayor parte relieve accidentado, conformado de una cadenada de nevados y montañas, mientras que el área con relieve homogéneo solo se observa en la pampa de cruceiro y áreas aledañas que se encuentran conformadas por colinas las que representa una quinta parte del área total.

El principal accidente geográfico lo constituye la Cordillera Oriental sobre la cual se reconoce diversas unidades geomorfológicas cuyo reconocimiento es importante para determinar la relación, morfología – litología; dado que gran parte de la Cordillera Oriental se encuentra conformadas por rocas metamórficas de bajo grado, pizarras, cuarcitas que dan lugar a una cadenada de montañas con superficie abrupta y heterogénea.

De acuerdo a las observaciones de campo se pueden señalar que el desarrollo o evolución de morfológica del are de estudiada ha sido controlada por factores estructurales como son las fallas, levantamiento de bloques antiguos, la litología de las rocas ígneas en especial y la actividad denudacional como son la erocion de los glaciares y fluvial, que han interactuado, todos ellos para dar lugar al actual modelamiento en superficie (Boletín 29x - INGEMMET).



Figura N° 02. Imagen satelital 3D mostrando los rasgos geomorfológicos del Proyecto Crucero

2.1.1. Relieve cordillerano (Altas Cumbres)

Esta unidad geomorfológica se encuentra se encuentra como una faja continua que se dispone en forma diagonal del cuadrángulo de Limbani sus desniveles se encuentran comprendidos entre los 4,200 a 5.200 m.s.n.m. Sobre esta unidad existen pequeñas comunidades campesinas que se desarrollan en condiciones extremas de temperatura.

Morfológicamente se caracteriza por presentar una cadena de cumbres pronunciadas, muchas de las cuales se hallan cubiertas por nives perpetuas; en la parte adyacente las altas cumbres si observan superficies disectadas y

accidentadas que en conjunto dan lugar al relieve cordillerano. Otra característica de esta unidad es la presencia de un gran número de pequeñas lagunas que constituyen la principal fuente de alimentación hídrica de las escorrentías que drenan sus aguas a la cuenca del Titicaca y a la Cuenca del Atlántico.

El relieve cordillerano se encuentra afectado por una intensa erosión glacial y fluvioglacial que han dado lugar a la acumulación de depósitos Glaciofluviales y morrenas.

Litológicamente se encuentra conformada por las pizarras de la formación Ananea y las rocas intrusivas del Plutón de Aricoma.

2.1.2. Colina Intrandinas

Morfológicamente ofrece un paisaje con relieve moderado agreste a homogéneo conformado por colinas y lomadas suaves con moderados perfiles convexos. Sus desniveles se hallan comprometidos entre los 4,200 a 4,500 m.s.n.m.

Litológicamente está conformado por las areniscas cuarzosas y limoarcillas pizarrosas del grupo Ambo.

2.1.3. Altiplano

La unidad de altiplanicie conforma una extensa pampa suavemente ondulada cubierta por vegetación herbácea. Constituye llanuras aluviales tanto de origen fluvial como lacustre o combinadas debido a que en determinados tiempos ha sufrido un relleno parcial de cuenca.

Desde el punto morfo-estructural, forma parte de la depresión crucero-Ananea generada posiblemente por procesos tectónicos. Litológicamente se encuentra conformado por sedimentos de origen fluvial, fluvio-glaciar y lacustre.

2.1.4. Ladera de valle

Se denomina como ladera de valle a la zona que conforma la ruptura de pendiente entre un valle y las partes altas de una montaña o cerros, sobre la cual se desarrolla la actividad agrícola.

2.1.5. Ladera cordillerana

Esta unidad geomorfológica corresponde al flanco oriental de la cordillera oriental, conforma una cadena de montañas con cumbres subangulosas a subredondeadas fuertemente disectada, constituyendo relieves accidentados y abruptos en esta unidad se da la ruptura de pendiente entre relieve cordillerano y la cadena montañosa produciéndose en esta última una intensa erosión fluvial la pendiente de estas laderas frecuentemente, está condicionada por el buzamiento de las rocas paleozoicas que conforman gran parte de la cordillera oriental, originando en muchos casos geoformas tipo cuevas.

2.1.6. Valle glaciar

Se denomina así a los valles que se han formado debido a los fenómenos de erosión glaciar. Los principales valles se reconocen en la quebrada Aricoma, en las nacientes del río Limbani, Patambuco y Cusqui.

Este valle sonde fondo amplio y se encuentran parcialmente rellenos por depósitos Glaciofluviales, en algunos casos se observa que en determinadas

épocas el avance de la glaciación ha formado los causes estos valles, los que posterior mente han sido tapizados en sus paredes por depósitos de escombros de talud y aquellos deposito por las corrientes fluviales.

2.1.7. Valle cañón

Son valles profundos y encañonados, con perfiles simétricos y fondo en “V” resultantes de una intensa erosión de fondo además presenta impresionantes acantilados con pendiente vertical.

2.1.8. Depósitos morrénicos y Glaciofluviales

Estos depósitos de origen glaciár comúnmente se encuentran sobre los 4,200 m.s.n.m.

Las morrenas las morrenas conforman geoformas tipo colinas alargadas con perfiles sinuosos y crestas de baja altitud se reconocen morrenas laterales, frontales y de fondo; que están constituidas por fragmentos de diversas litologías, según el sustrato rocoso que ha sido erosionado, los depósitos Glaciofluviales provienen de la remoción de las morrenas y comúnmente se encuentran conformado por gravas, arenas y limos.

2.2. GEOLOGÍA REGIONAL

2.2.1. Grupo San José (Oi-sj)

Secuencia sedimentaria compuesta de pizarras con algo de cuarcitas que se encuentra extensamente distribuida en los ríos Quitari e Inambari, sector NO y SE de la región. El Grupo San José esta integrado por las formaciones Iparo y Purumpata, litológicamente compuesto por sedimentos de

facies pizarrosas, pelíticas y metalutitas, sobreyacen a ellas las formaciones Sandía y Ananea de secuencias flichoides y pizarras que en su conjunto están plegados y fallados.

2.2.2. Formación Sandía (Os-s)

Secuencia de pizarras y cuarcitas que aflora entre Cuyo Cuyo y las inmediaciones de Sandía y que se extiende ampliamente hacia el NE del cuadrángulo de Sandía. La litología en general consta de una alternancia monótona de pizarras y cuarcitas de diferentes espesores. Se podría correlacionar con la Formación Calapuja del cuadrángulo de Juliaca.

2.2.3. Formación Ananea (SD-a)

Secuencia gruesa de lutitas negras afectadas con esquistosidad de flujo, finamente estratificadas que afloran en la localidad de Ananea, en el valle, así como en la Cordillera Oriental descansando en aparente concordancia sobre la Formación Sandía. Esta formación se encuentra ampliamente distribuida en el cuadrángulo de la Rinconada. El espesor de la Formación puede sobrepasar los 800m a la altura de Queluma. Esta Formación al parecer es carente de fósiles por lo que la edad de acuerdo a la posición estratigráfica y considerando que la Formación Sandía es de edad Caradociano, estas pizarras esquistosas cuarzosas podrían ser Siluro-Devoniano.

2.2.4. Grupo ambo (Ci-a)

El Grupo Ambo ha sido reconocido en el cuadrángulo de Puno y tiene su mejor desarrollo en el cuadrángulo de Juliaca. En el cuadrángulo de Ocuvi, se tiene una secuencia intercalada de areniscas y limolitas lajosas y es asignada en base a su litología al Grupo Ambo. Se halla expuesta una potencia de aproximadamente 1000 m. Dentro del cuadrángulo de Juliaca la potencia varía entre 120 y 200 m.

2.2.5. Grupo Tarma (Cs-t)

Unidad inferior

Esta unidad fue estudiada en los cerros Manaricuna y Japo. Está compuesta por siltitas, areniscas finas de grano grueso a medio y lutitas en menor proporción. El color verde de esta unidad es característico y se ha asignado al Pensilvaniano o Carbonífero.

Unidad media

Hacia la parte media de esta unidad se presentan paquetes de areniscas de grano medio a grueso, con un grosor de 10 a 15 m. La estructura interna muestra una estratificación oblicua y plana, de bajo ángulo y dunas de 0,5 m de altura.

Unidad superior

La parte superior tiene areniscas y estratificación oblicua. En ella se observan canales, dunas decamétricas y niveles con dunas de 3 a 5 cm.

Las areniscas laminares sugieren un ambiente de cara de playa.

2.2.6. Grupo Copacabana (Pi-c)

Fue definido por Newel (1949), en la península de Copacabana, como una unidad litológica carbonatada. Este grupo está compuesto por calizas, areniscas y lutitas de colores violáceos y algo rojizos hacia la parte superior. Se han distinguido 3 unidades litológicas:

Unidad inferior

Está compuesta por calizas finas de color negro, con ligero olor fétido. El grosor del banco varía de 10 a 20 cm. En esta unidad se observa 30 m de areniscas cuarzosas de grano medio.

Unidad media

Comprende paquetes de calizas, además de lutitas marrones intercaladas con areniscas y calizas. Se presenta con un grosor de 220 m.

Unidad superior

Está compuesto por paquetes de 3 a 10 m de areniscas intercaladas con calizas. Su espesor es 300 m. En esta unidad también están presentes paquetes de lutitas marrones y rojizas.

2.2.7. Formación Picotani (Np-pic)

La formación Picotani es parte de las ignimbritas de Macusani, Crucero, Cajata y Ulla Ulla. Se encuentra ampliamente expuesta en la parte norte del cuadrángulo de Putina. Hacia el sur, a lo largo de la precordillera de Carabaya, afloran pequeños remanentes de ignimbrita muy aislados, lo que indicaría que

en el momento de su emplazamiento este flujo piroclástico pudo haber cubierto parte de la misma.

Su litología es casi homogénea; se trata de unidades piroclásticas de color blanco, relativamente bien soldadas, sin pómez y con un grano de vesicularidad homogéneo. A nivel local se observan coloraciones amarillentas y rojizas que indican una probable alteración hidrotermal. Los fragmentos líticos de areniscas y pizarras alcanzan hasta 10 cm de longitud.

2.2.8. Cuaternarios

Representado por depósitos fluvio-glaciares, morrénicos, fluvioaluviales y coluviales.

Depósitos Morrénicos

Estos depósitos se encuentran rellenando valles glaciares antiguos, por encima de los 4200 m, son generalmente morrenas que están constituidas por brechas de composición variada.

Depósitos Glaciofluviales

Estos depósitos provienen de la erosión y removilización de los depósitos morrénicos debido a la desglaciación.

Depósitos Aluviales

Son aquellos depósitos que se acumulan en los flancos de los valles y quebradas tributarias, también se encuentran formando superficies subhorizontales.

Depósitos Fluviales

Estos depósitos se encuentran ubicados en los fondos y riberas de los ríos.

2.2.9. Plutón Limbani

Es un cuerpo alargado que se emplaza siguiendo una dirección andina con una extensión aproximada de 100 a 150 km², que consiste de granodiorita a biotita-moscovita y monzogranito de grano fino a medio con contenido de leucogranitos menores. De acuerdo a las observaciones de campo es uniforme en cuanto al tamaño de los granos y su composición.

Bajo el microscopio en nicoles Xs con aumento de 75x, se observa una textura granular hipidiomorfa con cristales de biotita, con bordes de clorita-rutilio y opacos con inclusiones de Cz, los minerales esenciales son plagioclasas, cuarzo, feldespato. Minerales accesorios tenemos biotita, cloritas, moscovitas, sericita, anfíboles limolitas etc.

En el área de estudio este cuerpo plutónico por general corta la secuencia del paleozoico inferior principalmente a la formación Ananea presentando una aureola de esquistos, en muchos casos forman hornfels. Esta aureola presenta una red muy densa de diaclasas y fracturas con direcciones de NO-SE y otra NE- SO posiblemente ligadas a desgarres y cataclasis.

El Plutón de Limbani se asigna a la edad de 230+- 10Ma valor que se ha obtenido utilizando el método U-Pb(Lancelot y Laubacher) lo que nos da una edad de emplazamiento del Plutón de Limbani en el permiano superior. (Boletín 29x - INGEMMET)

2.2.10. Plutón Aricoma

Este intrusivo de forma triangular asociado con otros pequeños cuerpos adyacentes, que en conjunto ocupan un área de 150 Km², probablemente en profundidad esté relacionado al Plutón de Limbani, muestra una gradación de granodiorita a monzogranito.

En textura es similar a las rocas de Coasa siendo de grano grueso y textura rapakivi. Los granitos de Aricoma contienen biotitas como una fase máfica mientras que la muscovita no se observa.

A estos plutones se les caracteriza por la ilmenita y su fase de óxidos, por lo tanto, corresponde a las series de ilmenitas de Ishirara (1977-1983).

Se observa granos euhedrales a subhedrales y las inclusiones libres solo en cantidad de trazas, excepto para los cristales euhedrales de apatita.

La edad que se asigna a este plutón usando los métodos K- Ar es de 211 a 217 Ma. Dalmayrac et al. (1980) presenta en forma preliminar una edad de 234± 9Ma. Usando el método de U-Pb.

Este cuerpo plutónico despierta gran interés ya que presenta zonas con alteraciones hidrotermales, especialmente tenemos emplazadas en la mina Sarita, con ocurrencias de Cu-W-Sn, que están asociados con el batolito de Carabaya descritos por Robertson (1978), Guerrero (1980), Candiotti y Guerrero (1983), y Kontak (1985). (Anexo Mapa Geológico Regional)

Cuadro N° 01. Columna estratigrafica

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS DE TIEMPO			UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS			
ERA	SISTEMA	SERIE	NOMBRE	SIMB	LITOLOGIA	LITOLOGIA
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos aluvial	Qr- al		Grava, Arena
			Depósitos fluviales	Qr-f		Grava, Arena y limos
	TERCIARIO	PLIOCENO	Depósitos Glacial	Np- Aj		Lutitas y conglomerados Morrenas
			Formación Picotani	Np- pic		Tufos
PALEOZOICO	PERMICO	INFERIOR	Grupo Copacabana	Pi-c	Calizas y Areniscas	
	CARBONIFERO	PENSILVANO	Grupo Tarma	Cs-t	Areniscas Cuarzosa	
		MISISIPIANO	Grupo Ambo	Ci-a	Conglomerado y areniscas y lutitas	
	SILUR-DEVON		Formación Ananea	SD-a	Pizarra Negras	
	ORDOVICICO	SUPERIOR	Formación Sandía	Os-s	Pizarras, Cuarzitas y Lutitas	
		INFERIOR	Grupo San José	Oi-sj	Lutitas Pizarrosas	

Fuente: Elaboración propia.

2.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL

La geología estructural es la rama de la geología que se dedica al análisis e interpretación de las estructuras tectónicas en la corteza terrestre. Conocimiento de las fuerzas en la corteza que producen fracturamiento, plegamiento y montañas. (Fallas –pliegues-orogénesis).

Las estructuras que se han formado regionalmente en donde se encuentra la zona de estudio, están vinculadas al desarrollo tectónico de esta parte de la franja continental del Perú en un tiempo bastante prolongado, de lo cual sólo se tienen escasas y limitadas evidencias directas.

Los depósitos de oro filoneano del metalotecto de las minas en la zona, están relacionados a la Orogenia Eohercínica de origen hidrotermal del Paleozoico inferior, es una fase producida por un plegamiento acompañado de un metamorfismo regional con eventos de actividad magmática, la cual, debido a la discontinuidad de metamorfismo, indicarían que la cadena Eohercínica se levantó y fue sometida a erosión.

2.3.1. Tectónica Hercínica

Fase eohercínica

Extendida ampliamente en la Cordillera Oriental y altiplano siendo catalogada como una fase de plegamiento intenso acompañado de fuerte fracturamiento y deformación, desarrollándose esfuerzos de naturaleza compresiva. La edad asumida para este evento tectónico es a finales del Devónico superior o Misisipiano basal marcando el paso del paleozoico inferior al paleozoico superior.

En el área en estudio las estructuras que evidencian a esta fase se sitúan hacia el extremo NE del área del cuadrángulo, desarrollándose en unidades del paleozoico inferior (Gpo. San José, Fms Sandia y Ananea), varias fases de deformación dando lugar a cierto grado de foliación paralelo y sub paralelo a la estratificación acompañado de un metamorfismo epizonal, observada a 1.5 Kms. al NE de la localidad de Jatuntiana, y en el Norte en las proximidades a la localidad de Minoni; igualmente ligada a esta deformación se tiene anticlinales, sinclinales tumbados y apretados simétricos observados en el tramo Patambuco- Cañiputo; fallamientos de tipo inverso son reconocidos al NE del cuadrángulo pasando por las localidades de Corcora, Chanjoromani y en la ruta Cuyo Cuyo-Sandia.

En la ruta de Patambuco Cañiputo en la Formación Sandia se puede observar estructuras en Kind Bands ó pliegues milimétricos en chevron, como consecuencia de una tectónica compresiva. (Boletín 29x - INGEMMET)

Fase Tardihercínica

De características similares a la fase Eohercínica, pero de menor intensidad y de menor extensión.

La edad de este evento tectónico se da a fines del Pérmico inferior.

Las características de las estructuras formadas en esta fase compresional corresponden a un nivel medio a superior (Mattauer 1976) evidenciándose en las unidades carboníferas y permianas (Gpos. Ambo Tarma y Copacabana) situados mayormente al NO del cuadrángulo de Limbani; Al SO de Sallaconi se reconoce un anticlinal echado limitado por una falla inversa que sobrepone al Grupo Ambo sobre el Grupo Copacabana, igualmente en la

margen izquierda del río Usicayos se puede observar una falla inversa que pone en contacto la Formación Ananea contra el Grupo Ambo; al O de la Laguna Cocaña Cocha también es reconocida una falla inversa donde unidades del Grupo Tarma subyacen al Grupo Ambo.

Al Norte de Usicayos estructuras desarrolladas por esta tectónica han sido afectadas por una torsión y echadas hacia el Sur como consecuencia de la megavirgación de Macusani y que se extiende hacia la hoja de Limbani, esta estructura por lo general afecta a las rocas del paleozoico superior.

Deformación Post – Permiana

Esta denominación se da a una deformación distensiva dando como resultado bloques hundidos y levantados (Tectónica y Marocco, 1975).

Se caracteriza por presentar un fallamiento normal y sinistral vertical que afecta a las rocas del paleozoico inferior como del superior, las que en algunos casos han sido reactivadas.

En esta fase se produce también un intenso magmatismo a lo largo de un sistema de fallas de dirección NO - SE.

Los grandes fallamientos que dieron bloques hundidos en muchos casos sirvieron como cuencas de depósito a las secuencias cretácicas.

Al parecer la depresión de Crucero - Ananea, se empezó a formar en esta fase tectónica, desarrollándose plenamente en la tectónica andina.

Esta deformación tectónica podría considerarse como parte de los últimos episodios de la tectónica hercínica considerada por muchos como Finihercínica.

2.3.2. Tectónica Andina

El tectonismo andino se inicia en el cretáceo terminal empezándose a levantar los andes peruanos, dando como resultado la deformación de las rocas mesozoicas y cenozoicas, así como un intenso magmatismo manifestado por intrusivos plutónicos y mayormente un intenso vulcanismo íntimamente relacionado a los pulsos distensivos de las fases compresivas Quechuanas.

Se inicia con un cambio de sedimentación de marino a continental.

Fase Peruana

Se evidencia tanto por la discordancia angular de la secuencia Cretácica de la Formación Huancané y el Grupo Moho, con las capas rojas de la Formación Arco Aja, como por la deformación que se manifiesta en pliegues suaves y amplios, así como un fallamiento normal que se pone en contacto estas sedimentitas con las sedimentitas Paleozoicas.

En esta fase muy probablemente se inicia la formación de la depresión de Crucero - Ananea, la cual se desarrollaría en su máxima expresión en el Eo - mioceno.

Sub-Fase Quechua II

Esta sub-fase es la causante en forma definitiva de la depresión de Crucero Ananea que tuvo lugar durante el Mioceno terminal, la que reactiva fallas antiguas profundas.

Hacia el sur de la hoja en las proximidades a las localidades de Altarani, Ticani, Cañupata y otros, se evidencia una plataforma volcánica de naturaleza ácida constituida de flujos piroclásticos (ignimbritas y tobas) que forman grandes mesetas. Estos flujos piroclásticos están íntimamente relacionados a esta sub-fase como consecuencia de la reactivación de fallas hercínicas. Muy próximas a la depresión de Crucero-Ananea se tiene una serie de diques andesíticos que cortan a la Formación Ananea, que siguen y se alinean en dirección Andina, los que muy probablemente se encuentren asociados a esta tectónica de naturales distensiva.

Sub-Fase Quechua III

Se caracteriza por movimientos epirogenéticos que se reflejarían en la formación de las capas rojas de la Formación Arco Aja, que estarían asociados a esta sub-fase, que indican todavía un levantamiento de los Andes del Sur.

2.3.3. Zonas estructurales

Se han podido reconocer en la hoja de Limbani tres megaestructuras de amplitud regional, los que se proyectan por decenas hasta centena de kilómetros. Estas estructuras en forma de bloques siguen el rumbo andino NO-SE y se les denomina como bloque de Cruce- ro-Ananea, bloque de Carabaya-Sandia y Bloque de Huayrapata Usicayos.

A. Bloque Crucero-Ananea

Esta denominación se le da a una gran depresión ubicada en el sector ESE del área la que empezó a formarse en la tectónica finihercínica, desarrollándose plenamente en la tectónica Inca a fines del Eoceno y comienzos del Mioceno.

Se encuentra limitada hacia el NNE por el Bloque de Carabaya-Sandia y por el sur con el Bloque de Huayrapata. Los límites de estos bloques lo constituyen fallas normales profundas, cuyas trazas se encuentran cubiertas por rocas neógenas y mayormente por una gruesa cobertura de depósitos aluviales y depósitos lagunares. El basamento de esta depresión es muy probable que se encuentre conformado por rocas sedimentitas paleozoicas.

B. Bloque Carabaya Sandía

Este bloque se ubica hacia el lado nororiental de la hoja, ocupando la mayor superficie del área, más del 60%, siguiendo una dirección aproximada de N 45°0.

Esta estructura se prolonga a los cuadrángulos vecinos por el Norte a la hoja de Esquena y por el Sur a las hojas de Putina y Rinconada.

Se encuentra constituida por rocas principalmente paleozoicas compuestas por el Grupo San José, y las formaciones Sandia, Ananea, existiendo también grandes afloramientos de plutones graníticos los que se emplazan próximos a las localidades de Limbani, norte de la laguna de Aricoma y al norte de Usicayos; surgen como resultado de esfuerzos direccionales e intensa fracturación post-herciniana durante el Permiano Superior.

Estos plutones se encuentran intruyendo a la secuencia paleozoica provocando en las rocas circundantes cierto grado de metamorfismo de contacto. Estos cuerpos ígneos se encuentran diaclasados y fallados sin presentar mayor grado de deformación.

Las unidades paleozoicas que conforman esta megaestructura se halla fuertemente plegada, teniendo los ejes de los pliegues un buzamiento preferencial hacia el NE.

Estos plegamientos son de recorrido kilométrico y de flancos moderados, invirtiéndose en la mayoría de los casos, como en el C° Chancani, donde la Formación Sandia se encuentra constituyendo un anticlinal tumbado y a la vez es el núcleo de un gran sinclinal constituido por la Formación Sandia. Igualmente, en los cerros Surayoi y Japai Loma se tiene la Formación Sandia constituyendo anticlinales volcados.

La dirección predominante de los pliegues es N 45°0, manteniéndose constante en todo su recorrido.

Las fallas longitudinales son numerosas, siendo su rumbo paralelo a los pliegues; son de extensión regional y limitan en muchos casos los flancos de los pliegues, poniendo en contacto mediante fallas inversas al Grupo San José y la Formación Sandia, así como también Sandia con Ananea.

También se presenta un juego menor de fallas normales de poco recorrido con un rumbo hacia NE. La falla más conspicua y de mayor recorrido es la falla inversa que pasa por el río Usicayos la que pone en contacto rocas de la Formación con el Grupo Ambo, la misma que limita bloques.

C. Bloque Huayrapata – Usicayos

Este bloque se halla hacia el lado Occidental de la faja encontrándose a manera de pilares con respecto a la depresión de Crucero-Ananea.

El bloque de Usicayos en sus extremos NNE se encuentra limitados por fallas inversas y normales Finihercinianas, reactivadas en la Tectónica Andina.

Se caracteriza este bloque por estar constituido por rocas Paleozoicas de los grupos Ambo, Tarma, Copacabana y Mitu, mientras que el bloque que se encuentra al Sur de la depresión de Crucero-Ananea lo constituyen también igualmente rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas de las Formaciones Huancané, Picotani y Arco Aja.

Presentan pliegues de corto recorrido teniendo sus flancos buzamientos suaves, igualmente se presentan pliegues tumbados, tal es el caso del sinclinal Huila Chojolla el que se truncado por una falla.

Las fallas al igual que los pliegues son de corto recorrido siendo las de mayor recorrido las que limitan los bloques, presentan una tendencia NO- SE mientras que las fallas inversas tienen un rumbo de Este Oeste.

2.4. METALOGENIA

La Franja I de oro en rocas meta-sedimentarias del ordovícico y silurico-devónico se localiza a lo largo de la Cordillera Oriental del territorio peruano. Las rocas hospedantes están conformadas por pizarras y esquistos del Paleozoico inferior. Según sus historias de sedimentación y metamorfismo, se puede subdividir en tres unidades geológicas: Ordovícico inferior, Ordovícico superior-Silúrico y Carbonífero. Las estructuras mineralizadas están

conformadas por vetillas y mantos lenticulares de cuarzo-oro, controladas principalmente por fallas inversas NO-SE. Esta franja es muy importante en la región, ya que tiene gran desarrollo minero, como es el caso de Untuca, Ananea, La Rinconada, Capac Orcco todas ellas, a excepción de la primera, explotadas artesanal y/o informalmente sin estadísticas de su producción (Acosta *et al.*, 2010).

Las franjas metalogénicas de oro representan épocas de mineralización que se extienden a lo largo de sistema de fallas regionales (Abancay-Andahuaylas Totos- Licapa), (Urcos- Sicuani- Ayaviri) y (Cuzco- Lagunillas- Mañazo). En el centro y sur del Perú, los sistemas de fallas tienen orientaciones principales NO-SE y litologías que han favorecido la mineralización de depósitos minerales.

2.4.1. Metalogénia

Oro en meta-sedimentarios ordovícico y siluro-devonianos. Depósitos hospedados en el Paleozoico inferior con mineralización en vetillas y mantos de cuarzo-oro. Tenemos: (Ananea, Puno), en las areniscas cuarzosas y pizarras negras (Fm Sandía) del paleozoico inferior. La mineralización es en mantos y vetas con pirita, argentita, pirita, calcopirita, arsenopirita y esfalerita con oro diseminado, hematita, sulfatos de Cu, así como oro asociado al óxido y los sulfuros. Se tiene fuerte silicificación y vetillas de cuarzo. Se han reportado leyes de oro de 08 a 40g/t Au. En general los mantos tienen la ley más constante que las vetas. El promedio de ley es 18 a 5 g/t. Au y 44 g/t de Ag.

Dentro de la franja de Au en metasedimentarios, se han reconocido depósitos orogénicos en base a sus características geológicas y mineralógicas. Destacan los depósitos Ananea, Vetaspata, La Rinconada, Ollachea y Untuca. Rinconada, es un depósito orogénico con fluidos, conteniendo oro primario, que migró por conductos estructurales. Este fluido reductor, interactuó con las rocas encajonantes y depositó el oro orogénico. Este oro singenético fue removilizado por los eventos tectónicos del Devónico inferior (Castillo *et al.*, 2001). Vetaspata, con su mineralización de oro en mantos sería también un depósito orogénico.

En la Cordillera Oriental del sur se habría emplazado una faja de depósitos orogénicos de Au debido a la removilización de mineralizaciones anteriores. Esta removilización fue ocasionada por la sobreimposición de eventos tectónicos donde no habría intervenido actividad ígnea significativa (Carlotto *et al.*, 2009).

2.4.2. Tectónica en Yacimientos Mesotermiales

La colisión continental entre un margen continental y una zona de subducción es la consecuencia final de un proceso continuo de subducción, y origina cinturones montañosos y el engrosamiento de la corteza. Este proceso puede exhumar yacimientos y terrenos formados previamente (cromititas ofiolíticas). Además, se forman yacimientos metalíferos ligados al metamorfismo regional mesotermiales y al magmatismo colisional (Greissen y Filones).

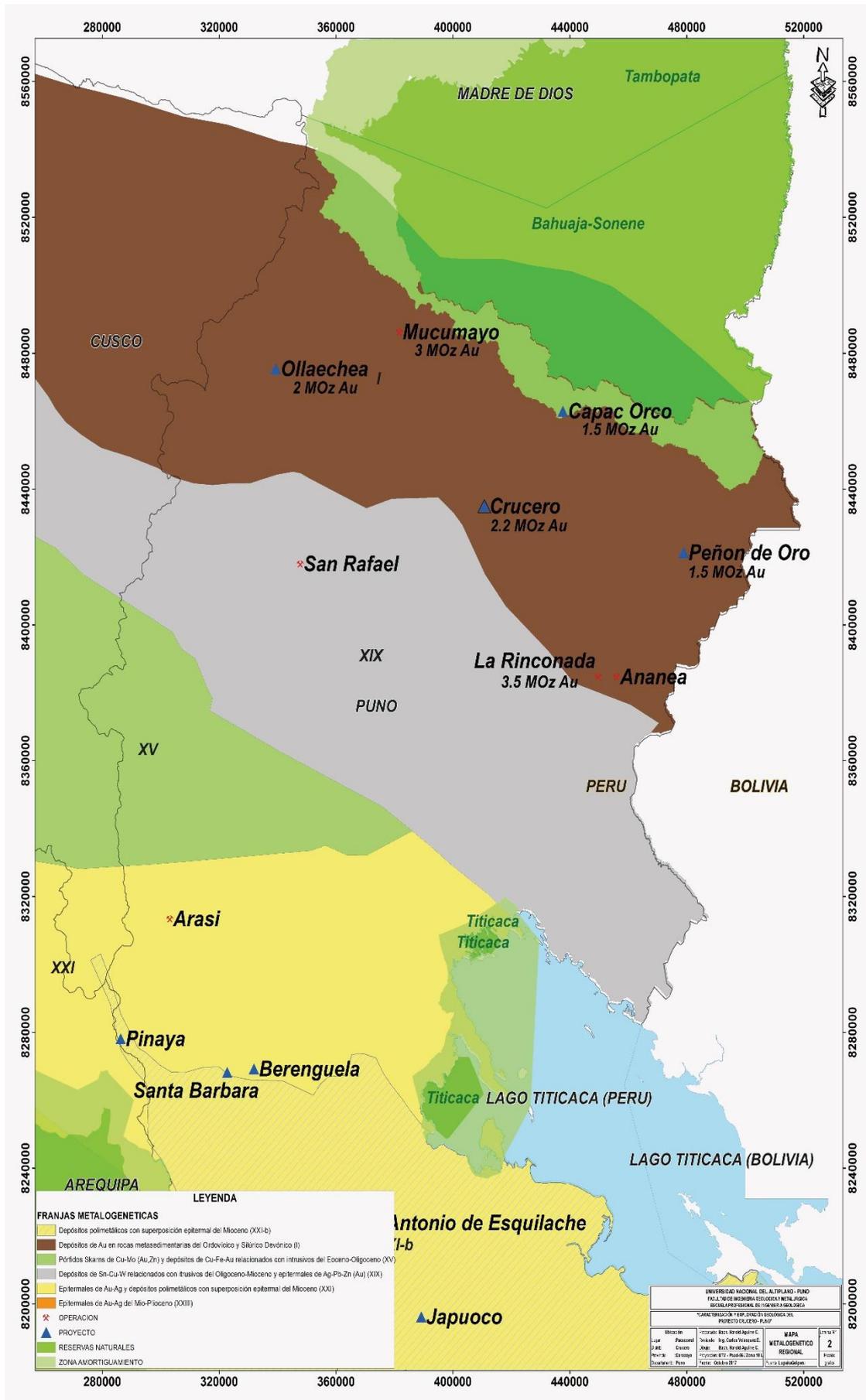


Figura N° 03. Mapa Metalogenetico Regional

2.5. PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

La prospección geoquímica es la aplicación práctica de los principios geoquímicos en la exploración de depósitos minerales y de hidrocarburos; su objetivo específico es encontrar nuevos depósitos de metales o no-metales, acumulación de petróleo y gas natural, utilizando métodos químicos, inicialmente en grandes zonas y posteriormente en zonas de interés progresivamente más pequeñas (Rivera, 2001).

Los métodos que usa involucran la medida sistemática de uno o más elementos o compuestos químicos, los que usualmente ocurren en muy pequeña cantidades. La medición en sustancias de fácil reconocimiento, tal como rocas, sedimentos, de quebradas, suelos, agua, vegetación o gases. El objetivo es encontrar alguna abundancia de elemento compuesto por encima de normal, es decir una anomalía, la cual se espera, pueda indicar mineralización.

Rivera (2001), indica que la prospección geoquímica es conveniente para la investigación de depósitos de baja ley, especialmente aquellos q son difíciles de localizar o imposibles de reconocer visualmente.

La geoquímica puede ser definida, en términos generales, como “la medición de la abundancia relativa y absoluta de los elementos en las distintas partes de la tierra, con el objetivo de descubrir los principios que gobiernan su distribución y la migración por todo el ciclo geológico”. La prospección geoquímica minera se concentra, particularmente sobre la abundancia, distribución y migración de los elementos minerales o elementos

estrechamente asociados con los minerales con el fin de detectar depósitos metálicos (Rivera, 2001).

2.5.1. Muestreo de sedimentos de quebrada

La técnica consiste en el muestreo de la carga móvil de fondos de quebrada son los productos de intemperismo llevados a grandes distancias.

La densidad de muestreo es variable y depende muchos factores; se han dado casos de muestreos de una muestra cada 20km^2 , en otros casos una muestra por cada 5km^2 , en general, se considera razonable una muestra cada 10km^2 sin embargo, en la práctica se usan densidades de muestras de por 1km^2 a dos y media por km^2 que brindan una cobertura ideal para el área de trabajo y delimitan con mayor exactitud los sectores anómalos.

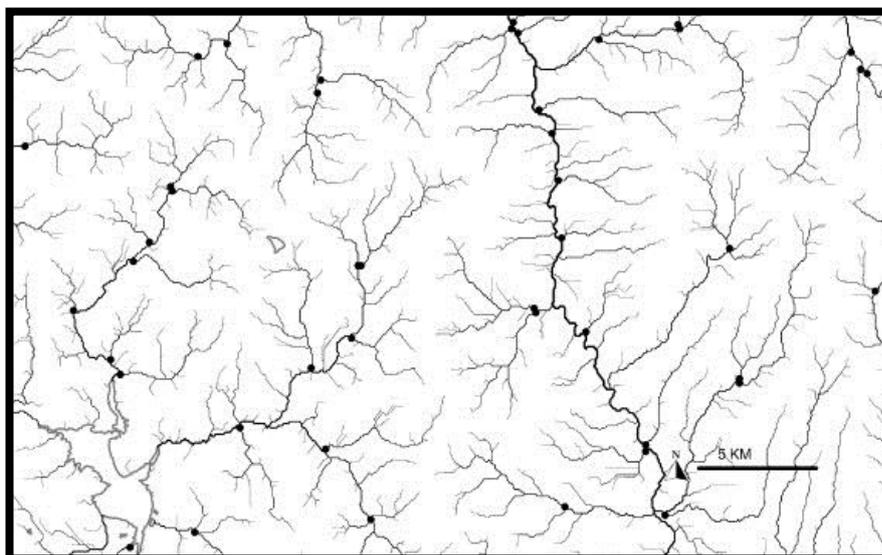


Figura N° 04. Orientación de muestras de sedimento de quebrada

2.5.2. Muestreo de suelos

Esta técnica es muy adecuada para prospectar áreas de intenso intemperismo, de relieve suave y baja precipitación.

Para el muestreo se usa un reticulado o malla de cada 50 metros y la toma de muestra se da preferencia en el horizonte B o en otros casos en el horizonte A o en la cobertura. Este método es útil por su facilidad en su ejecución, ubicación y supervisión de los trabajos.

Los programas de muestreo de suelos son aplicados en los siguientes casos:

- Estudios de reconocimiento en áreas donde otros métodos de prospección geoquímica no son apropiados o son muy costosos.
- Continuar con los estudios de áreas anómalas y localizadas por el muestreo de sedimentos de quebradas o áreas localizadas por la prospección geofísica regional.

2.5.3. Muestreo de rocas

Casi todas las decisiones que se hacen respecto de un Proyecto Minero, desde la exploración hasta el cierre de la mina, están basadas en valores obtenidos de material muestreado. Estas decisiones significan millones de dólares. Para entender el muestreo de minerales tenemos que tener en cuenta definiciones de términos asociados a la geología o desde el punto de vista geológico porque no es lo mismo una muestra geológica de campo con una muestra estadística de una población cualquiera, debemos entender ciertas diferencias de definiciones que a continuación vamos a desarrollar (Alfaro, 2002).

2.5.4. Anomalías Geoquímicas

Una anomalía es una desviación con respecto a la norma. Una anomalía geoquímica es una variación de la distribución geoquímica normal correspondiente a un área o a un ambiente geoquímico. Una anomalía se expresa por medio de números, que se puede separar de un grupo más amplio de números constituyendo el fondo geoquímico. Para ser detectada una anomalía tiene que desviar claramente de este fondo.

En sentido estricto un depósito mineral como un fenómeno escaso y anómalo por su mismo es una anomalía geoquímica. La distribución geoquímica relacionada con la génesis o la erosión del depósito mineral también es una anomalía.

Las anomalías relacionadas con un depósito mineral, que se puede usar como guías para el depósito mineral se denominan anomalías significantes. Generalmente las anomalías tienen valores que exceden los valores del fondo. Anomalías negativas, cuyos valores son menores que aquellos del fondo, apenas sirven para la búsqueda de depósitos minerales. Desdichadamente las concentraciones altas de elementos indicadores pueden ser causadas por una mineralización no económica o por procesos geológicos o geoquímicos no relacionados con una mineralización. El término 'anomalía no significativa' se refiere a estas anomalías no relacionadas con un depósito mineral.

Otros factores de una anomalía geoquímica de importancia son el marco topográfico y la asociación geológica.

En el caso de anomalías detectadas en suelos hay que tomar en cuenta, que estos podrían ser desplazados de su substrato mineralizado por

deslizamiento del suelo (creeping en inglés). Solamente una anomalía detectada en un suelo residual en terreno plano o sobre un cuerpo verticalmente inclinado puede ubicarse directamente encima de un depósito mineral.

Anomalías hidromórficas se producen por la precipitación de material en lugares, donde el agua subterránea alcanza la superficie, por ejemplo, en un pantano (en un orificio de desague = seep o shallow hole en inglés).

2.5.4.1. Tipos de anomalías geoquímicas

Las anomalías epigenéticas se describe como aureolas químicas, mineralógicas e isotópicas generadas por los procesos de mineralización, de escape y de lixiviación de los elementos a través de los fluidos, que causan la mineralización y que pasan por canales desde el cuerpo mineralizado hacia las rocas de caja. Estas anomalías están superimpuestas a las rocas preexistentes y se ubican en las rocas de caja de un cuerpo mineralizado. El desarrollo más extensivo de anomalías epigenéticas se observa cerca de depósitos hidrotermales y canales de transporte de fluidos. La viscosidad baja de los fluidos favorece su penetración a lo largo de fracturas y por intersticios de la roca hacia la roca de caja. Las anomalías epigenéticas están caracterizadas por cantidades anómalas de elementos distribuidas cerca de canales hidrotermales, por la alteración hidrotermal de minerales de las rocas de caja y la lixiviación de elementos en sectores del corrido de los fluidos formadores de la mineralización. Factores, que controlan la formación de las aureolas son entre otros los gradientes de temperatura, el estado de oxidación de los iones

involucrados, la movilidad de los elementos participantes, los sistemas de fracturas, la permeabilidad y la reactividad de las rocas.

a) Anomalía causada por difusión de elementos

Una aureola de difusión se genera por la difusión de metales disueltos por fluidos intersticiales estacionares hacia la roca de caja de un cuerpo mineralizado como una veta o un dique, por ejemplo. Los metales disueltos subsecuentemente son precipitados en o absorbidos por la roca de caja.

Los constituyentes disueltos en un fluido realizan movimientos atómicos al azar y tienden a difundir hacia las regiones de concentración más baja. Debido a la velocidad extremadamente pequeña de la difusión el efecto de difusión normalmente es mucho menor en comparación con aquel de la infiltración. En comparación con el efecto de un fluido moviéndose con una velocidad de 0,001mm/s (= 32m/año) por ejemplo el efecto de difusión es despreciable (Rose *et al.*, 1979). En ausencia de un gradiente alto de presión o de una salida hacia una zona permeable el fluido solo podrá pasar lentamente por los poros finos y fracturas de la roca y el efecto de la difusión podría ser significativo.

La naturaleza de una aureola formada por difusión y por absorción y precipitación depende de los factores siguientes:

- Concentración del elemento difundiéndose desde su fuente: una concentración inicial alta resulta en valores altos a lo largo de un perfil de concentración trazado a partir de la fuente del elemento o es decir a partir del cuerpo mineralizado hacia la roca de caja; una variación de la concentración del elemento en la fuente también influye la difusión.

- Intervalo de tiempo, en que puede actuar la difusión: tanto más tiempo disponible, tanto más extendida será la aureola de difusión.
- Naturaleza de reacciones con la roca de caja: en una roca de caja reactiva se desarrollará una aureola pequeña, caracterizada por altas concentraciones de elementos; en una roca de caja menos reactivo se desarrollará una aureola de difusión más extendida con concentraciones de elementos más bajas.
- Porosidad y permeabilidad de la roca de caja: una roca de caja con alta porosidad y con poros conectados entre sí tiende a hospedar aureolas más extendidas en comparación con una roca menos porosa.
- Valor de la constante de difusión característica para la especie química (elemento, molécula) y para las condiciones químicas respectivas: generalmente iones pequeños y temperaturas altas tienden a favorecer aureolas grandes.

b) Anomalías en suelos residuales

El objetivo del estudio geoquímico de suelos consiste en el reconocimiento de la distribución primaria de elementos seleccionados en las rocas subyacentes. En los suelos residuales generalmente la distribución primaria se expresa todavía en forma relativamente clara, aún estará modificada por los efectos de varios procesos superficiales. Algunos de estos procesos tienden a homogeneizar el suelo y por consiguiente borrar la distribución primaria como entre otros la helada, la actividad de plantas, la gravedad, la disolución local y la redeposición. Otros procesos contribuyen a la formación de horizontes verticalmente diferenciados o es decir favorecen la

formación de un suelo. Otros procesos, que tienden a borrar la distribución primaria, son la remoción de elementos mediante la meteorización y la formación del suelo (corrosión por agua meteórica, ascenso por plantas) y la adición de elementos (por deposición del agua subterránea, adición de elementos provenientes de la desintegración de vegetación, por polvos, elementos disueltos en agua meteórica).

c) Anomalías en 'gossan' y cubiertas afectadas por corrosión y lixiviación

" Se refiere a un producto de meteorización, que contiene Fe y que se sitúa encima de un depósito de sulfuros. Se forma por oxidación de los sulfuros y por la lixiviación del azufre y la mayoría de los metales dejando como únicos remanentes hidróxidos de Fe (limonita, por ejemplo) y raramente algunos sulfatos (Bates & Jackson, 1984).

Capas de limonita residual y otros productos de meteorización de sulfuros de Fe usualmente pueden figurar guías valiosas hacia menas en áreas caracterizadas por meteorización profunda y cubiertas residuales. Desdichadamente se puede confundir fácilmente los productos de meteorización de menas con aquellos de rocas comunes. Los estudios de elementos trazas son útiles para distinguir entre menas meteorizadas y los productos de meteorización de otras formaciones geológicas como por ejemplo de pirita de formación hidrotermal o singenética o de carbonatos de Fe.

Las cubiertas alóctonas se constituyen de depósitos glaciares, de depósitos aluviales y coluviales, de turba, de sedimentos eólicos y material piroclástico. Una cubierta alóctona impide la observación directa de un depósito

mineral subyacente. Los estudios de trazas de metales en la cubierta transportada pueden contribuir al descubrimiento de un depósito mineral escondido.

En cubiertas alóctonas se distingue anomalías geoquímicas singenéticas y epigenéticas. La anomalía singenética se forma simultáneamente con el depósito de material transportado. La anomalía epigenética se refiere a una distribución de uno o varios elementos introducida en el depósito de material transportado subsecuentemente a su formación. Ambos tipos de anomalías pueden ocurrir juntos en una cubierta alóctona y pueden superponerse mutuamente.

d) Anomalías en sedimentos de drenaje

A los entos de drenaje pertenecen los sedimentos de manantiales, de lagos, de llanuras de inundación, los sedimentos activos de corrientes de agua y los sedimentos, que funcionan como filtros para el agua (seepage sediments en inglés).

Los sistemas de drenaje a menudo parten de manantiales. Los sedimentos situados en la cercanía de los manantiales y los sedimentos de filtración tienden a exhibir anomalías apreciables y por consiguiente estos sedimentos son útiles para una exploración geoquímica. Los sedimentos activos de corrientes de agua incluyen material clástico y hidromórfico de los sectores de filtración, el material clástico erosionado de los bancos de material detrítico situados en los lechos de los ríos y de material hidromórfico absorbido o precipitado por el agua de la corriente. Las anomalías desarrolladas en estos sedimentos activos pueden extenderse varios diez de kilómetros con respecto

a su fuente. Los estudios de estas anomalías se utilizan frecuente- y preferentemente para lograr un reconocimiento general. En el caso de los lagos se estudia los componentes clásticos y el material absorbido o precipitado de los sedimentos. En áreas con una alta cantidad de lagos como en el área del escudo precámbrico de Canadá modelado por glaciares el estudio geoquímico de los sedimentos de lagos puede ser el método más económico y efectivo para un reconocimiento general.

e) Mineralización primaria y halo geoquímico secundario

Las prospecciones geoquímica y geobotánica se basan en el conocimiento, que generalmente una mineralización primaria envuelve un depósito mineral y una asociación secundaria de elementos químicos se forma durante la meteorización y erosión del depósito mineral. El envuelto de la mineralización primaria y la asociación secundaria de los elementos químicos pueden formar anomalías geoquímicas.

El envuelto de la mineralización primaria, el halo geoquímico (aureola geoquímica) o litogeoquímico primario puede corresponder a una alteración o a una distribución por zonas. Las dimensiones de los halos varían de centímetros a kilómetros en depósitos minerales grandes a varios cientos de metros y kilómetros en distritos mineros. Por ejemplo, a Tynagh y Navan en Irlanda las zonas de contenidos anómalamente altos de zinc (Zn) se extienden 1 km con respecto al depósito mineral y los halos de manganeso (Mn) se extienden más de 10 km debajo y 300 m arriba del depósito mineral.

El halo geoquímico secundario contiene residuos de la mineralización por menas y puede ser detectado en muestras de rocas, suelo, sedimentos, y

agua, que se toman en distancias de metros a varias diez de kilómetros con respecto al depósito mineral. En algunos casos elementos dispersados del depósito mineral fueron reconcentrados formando un depósito mineral supergéneo o formando anomalías de elementos trazas, que interfieren con el esquema general de distribución de los elementos más estrechamente relacionados con el depósito mineral.

f) Fondo, valores normales del fondo, valor umbral

El término 'fondo' se refiere a la abundancia normal de un elemento en los materiales terrestres no mineralizados. Considerando dos diferentes tipos de materiales terrestres la abundancia normal de un distinto elemento en un tipo de material terrestre muy probablemente difiere de su abundancia en otro tipo de material terrestre. Por ejemplo, el contenido medio en K₂O de granitos es 5,46 % en peso, de basaltos es 0,82% en peso según (NOCKOLDS, 1954). La distribución de un distinto elemento en un material terrestre apenas es uniforme. Por esto se recomienda considerar el fondo como un intervalo de valores en vez de tratarlo como un valor absoluto, incluso cuando se observa un ambiente relativamente uniforme. La naturaleza del ambiente por su mismo puede influir la distribución, puesto que bajo distintas condiciones unos elementos pueden ser enriquecidos y otros pueden ser empobrecidos. Por consiguiente, en el estudio de muestras de un área no conocida se debería determinar o por lo menos tener en cuenta el rango de los valores del fondo.

En el laboratorio las variaciones en la preparación de las muestras, en los análisis del laboratorio y en los reactivos contribuyen al fondo o al ruido del fondo respectivamente. Respecto al depósito mineral procesos, que modifican

el depósito mineral como la migración irregular de fluidos, la meteorización y la erosión influyen el ruido de fondo. En el terreno efectos antropógenos, como la contaminación del ambiente forman parte del ruido de fondo. Además, la influencia de la morfología y la estructura geológica del terreno pueden contribuir al ruido de fondo.

La tabla siguiente presenta la composición media de las rocas ígneas. La figura ilustra el rango de algunos elementos de los subgrupos del sistema periódico con base en la composición media de seis tipos de rocas principales como las rocas ígneas ultramáfica, máfica y granítica, la arenisca, la caliza y la pelita.

2.6. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

Es una rama de la Física Aplicada que se ocupa del estudio de las estructuras ocultas del interior de la Tierra y de la localización en ésta de cuerpos delimitados por el contraste de alguna de sus propiedades físicas con las del medio circundante, por medio de observaciones realizadas en la superficie de la Tierra.

Tanto el prospector geofísico como el geólogo se ocupan de la parte sólida de la Tierra, pero sus métodos e instrumentos son muy dispares. El geólogo utiliza mínimo instrumental y basa sus razonamientos en leyes cualitativas, mientras que el geofísico emplea aparatos costosos, complicados y maneja leyes físicas de expresión matemática nada sencillas. La colaboración entre geólogo y geofísico es necesaria en los trabajos prospectivos y de la calidad de esta colaboración dependen la exactitud y confiabilidad de los resultados. Para esto es necesario que cada uno de estos

científicos tenga algún conocimiento del campo cultivado por el otro, y sobre todo, que pueda comprender su lenguaje técnico (Alonso, 2001).

El campo de estudio de las prospecciones corresponde a los efectos producidos por rocas y minerales metálicos en áreas anómalas (desviadas del background), destacando entre estos. la fuerza de atracción gravitatoria, la desintegración radiactiva, las corrientes eléctricas espontaneas la resistencia eléctrica de los suelos. La rapidez de las ondas sísmicas, etc. (www.geofisica.cl).

Cuadro N° 02. Cuadro comparativo de métodos de exploración geofísica

Método	Parámetro A Medir	Propiedad Del Medio	Área De Ampliación
Magnético	Anomalía Del Campo Magnético	Permeabilidad Magnética Y Magnetización Residual	Petroleó, Minería, Obras Civiles
Eléctrico	Resistividad Susceptibilidad A La Polarización	Conductividad Eléctrica Capacidad Eléctrica	Minería Arenas, Gravas, Aguas Subterráneas Y Obras Civiles

Fuente: (www.geofisica.cl).

2.6.1. Métodos geofísicos

Dentro de la diversidad de técnicas prospectivas se destaca la Magnética, Eléctrica y Radiométrica las dos primeras fueron usadas en el proyecto crucero.

2.6.1.1. Prospección magnética (MAG)

Este método de prospección detecta anomalías o desviaciones del valor normal del Campo Geomagnético debido a la presencia de minerales ferromagnéticos, diamagnéticos y/o paramagnéticos. La mayoría de las rocas contiene pequeñas cantidades de óxidos de hierro, de modo que si cristalizan a partir de un magma y en presencia de un CM externo (el terrestre). Los Momentos Magnéticos finalizarán orientados. Lo que redundará en una anomalía magnética. En geología se aplica para el seguimiento de estructuras subterráneas.

2.6.1.2. Prospección eléctrica

La Prospección Eléctrica puede ser pasiva o activa. Es pasiva cuando se estudian los potenciales eléctricos espontáneos que surgen debido a reacciones químicas naturales que ocurren en el subsuelo (generalmente en las interfaces de rocas distintas) y es activa cuando el potencial eléctrico estudiado surge como respuesta un estímulo aplicado (inyección de corriente).

2.6.1.3. El Método del Potencial Espontáneo (Self-Potencial)

Es un método pasivo autopotencial que se basa en la recepción de las corrientes naturales que ocurren en la corteza terrestre debido a: reacciones químicas espontáneas, presencia de agua subterránea (un flujo de agua siempre crea una corriente eléctrica), iones libres que se desplazan por efecto del magnetismo terrestre.

2.6.1.4. La Inducción Polarizada (Efecto IP)

Es un método activo de la prospección eléctrica que cuantifica las propiedades capacitivas de la corteza terrestre, ya que ciertas formaciones mineralizadas (como los sulfuros diseminados) actúan como “mini-condensadores”, lo que influye en el tiempo que tarda en descargarse el terreno (Capacidad Eléctrica).

Otro método activo es la Resistividad que es utilizado en minería, geología e hidrología y permite estudiar anomalías de resistividad eléctrica, lo que se correlaciona con la ausencia o presencia de cuerpos mineralizados, agua subterránea, grado de fracturamiento de las rocas.

2.6.2. Procedimiento de campo

La obtención de datos se realiza siguiendo líneas paralelas programadas sobre el terreno a explorar, El rumbo de las líneas puede variar de acuerdo al contorno de anomalías geoquímicas superficiales y rasgos geológicos, también el diseño y orientación de las líneas de lectura dependerá de la topografía del terreno que en muchas ocasiones obliga a modificar las líneas paralelas inicialmente diseñadas en gabinete.

Una línea diseñada puede servir para la lectura y obtención de datos de uno o más métodos geofísicos como se demuestra en la (figura N° 3).

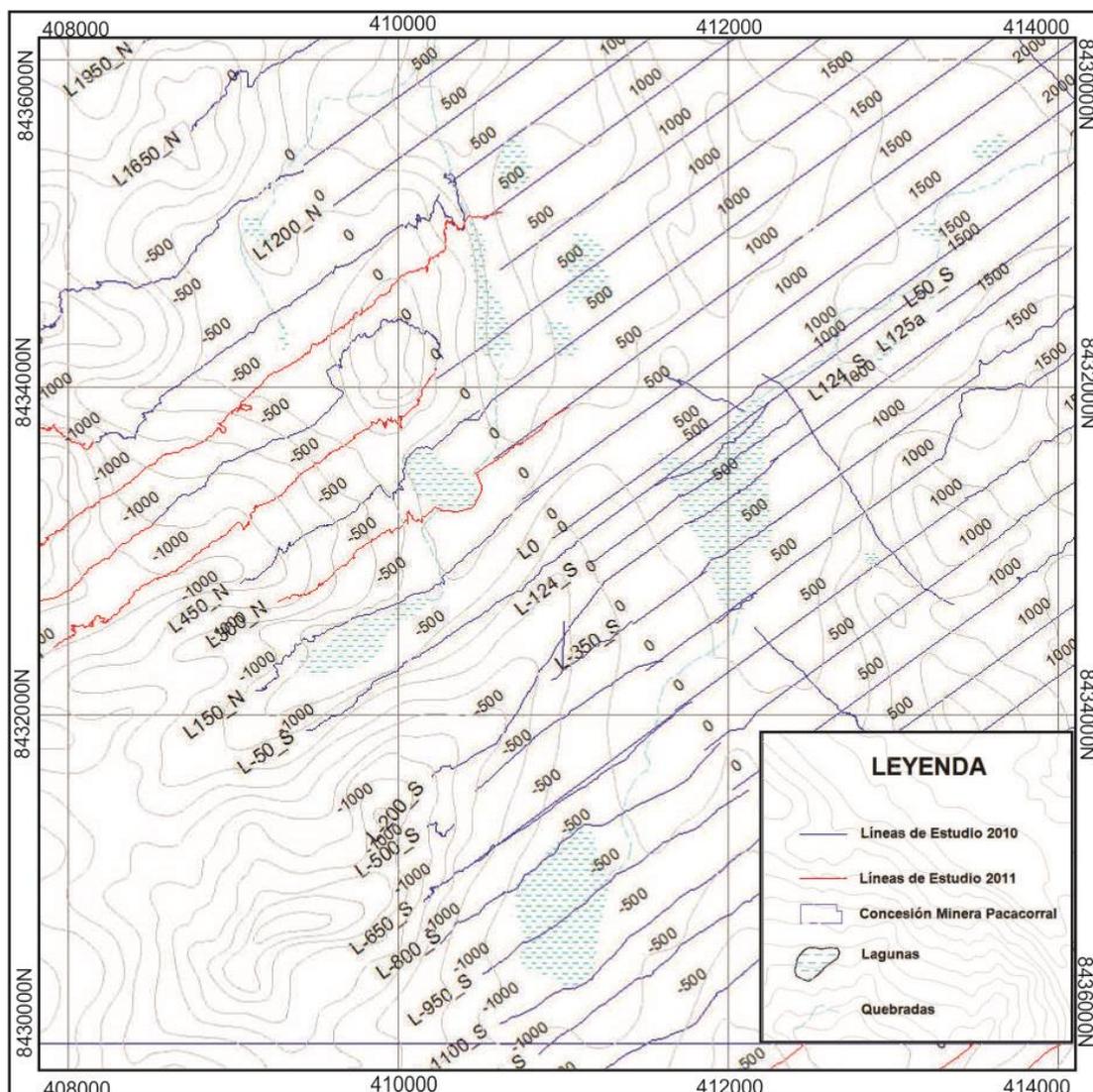


Figura N° 05. Ejemplo de Líneas IP y MAG

2.7. PERFORACIÓN DIAMANTINA

Este método consiste en la recuperación de un cilindro de testigo mediante el corte anular producido por la rotación y avance de una corona de perforación. Dicho testigo se almacena temporalmente en un tubo portatestigo situado detrás de la corona. La variedad de equipos disponibles es muy grande, siendo habitual que las sondas vayan montadas sobre unidades autopropulsadas (camiones, tractores de rueda, u orugas) con el fin de reducir

los tiempos de desplazamiento entre los diferentes emplazamientos y el traslado hasta el área de trabajo (González, 2006).

Los sondeos de exploración tienen, como objetivo básico, determinar litologías, estructuras, zonaciones geoquímicas, posibles extensiones de los cuerpos mineralizados, etc., Llevándose a cabo, en ocasiones, a través de campañas financiadas por los respectivos Servicios Geológicos de cada país o por organismos internacionales. En etapas más avanzadas de la exploración, permiten confirmar la existencia, tipo y leyes de la mineralización. Dado que se realizan en áreas de gran extensión, la malla suele ser muy abierta, con distancias entre sondeos que pueden ser del orden de centenares de metros e, incluso, kilómetros (González, 2006).

Para fijar la máquina perforadora se construye plataformas con dimensiones de 5 x 5 metros en promedio, además se construye pozas de sedimentos para controlar los fluidos de perforación que se encargan de evacuar a los detritos generados por la perforación.

La perforación es desarrollada utilizando brocas diamantinas, según el tipo de suelo se va determinando la variación de las brocas a utilizarse, las que al rotar son refrigeradas por agua limpia que circula permanentemente en el sondaje como fluido de perforación (Coral & Muga, 2002). La broca es un instrumento anular de acero impregnado con diamantes que se acopla al final de las barras de perforación huecas para cortar un núcleo cilíndrico de roca.

El agua es el fluido de perforación más común, aunque el aire es utilizado, en algunas ocasiones con cierto éxito. En los sondeos profundos, el sistema wireline, recuperación por cable, ha posibilitado la extracción de nos

testigos sin necesidad de extraer todo el varillaje, lo que disminuye notablemente el tiempo de maniobra.

González (2006), menciona que para la obtención de testigos se emplean coronas de diamantes (D.D. H.), recuperándose el testigo continuo a través de procedimientos convencionales de varillaje y tubo doble.

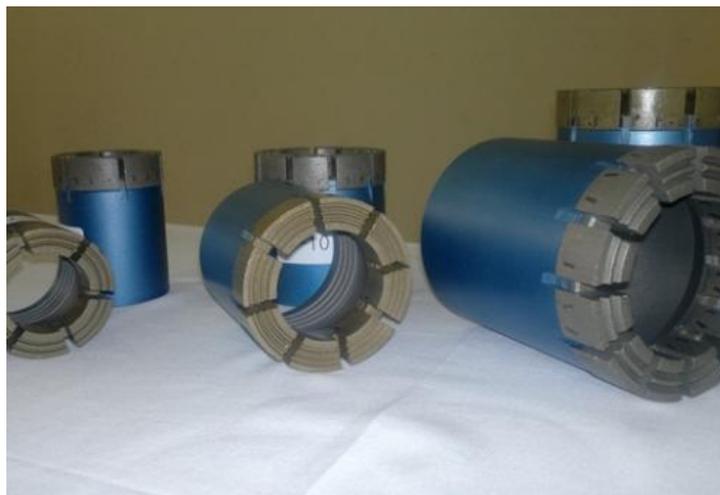


Figura N° 06. Brocas De perforación Diamantina

Este sistema es el más versátil y utilizado en etapas de evaluación de un proyecto, dado que es capaz de perforar en cualquier ángulo y obtener testigos de varios diámetros en un rango de profundidades que pueden llegar a superar los 1500 metros. No obstante, los costos de perforación aumentan de tal forma que es necesario realizar un análisis muy cuidadoso para estar seguros de que la información básica para un determinado proyecto no se pueda obtener utilizando métodos sin obtención de testigo continuo, bastante más baratos.

Generalmente los sondeos de superficie se perforan inclinados, entre 30° a 60° con respecto a la horizontal, con el fin de tener mayor probabilidad de interceptar yacimientos minerales verticales o muy inclinados. En yacimientos horizontales, el sondaje inclinado nos dará un volumen de muestra

mayor que el que corresponde al espesor real. Por lo que deberá prestarse atención a la corrección de dimensión Obtenida.

2.7.1. Equipos, materiales y herramientas perforación diamantina

Para la ejecución de las perforaciones diamantinas con recuperación de muestras se debe de contar con los siguientes equipos materiales y herramientas.

- a. Máquina de perforación diamantina.
- b. Barras de perforación.
 - Línea PQ con diámetro aproximado $\pm 115\text{mm}$
 - Línea HQ con diámetro aproximado $\pm 100\text{mm}$
 - Línea NO con diámetro aproximado $\pm 85\text{mm}$.
 - Línea BO con diámetro aproximado $\pm 65\text{mm}$
 - Línea AQ con diámetro aproximada $\pm 50\text{mm}$.



Figura N° 07. Tubos de Perforación Diamantina diferentes tamaños

- c.** Barra de revestimiento (casing)
- Línea PW con diámetro aproximada $\pm 125\text{mm}$
 - Línea HW con diámetro aproximado $\pm 4 \frac{1}{2}$
 - Línea NW con diámetro aproximado $\pm 3"$.
 - Línea BW con diámetro aproximado $+ 2"$.
 - Línea AW con diámetro aproximado $\pm 1 \frac{1}{2}$.
- d.** Bomba de agua
- e.** Herramientas para la maniobra de izaje de la torre, varillado acople y desacople de las líneas revestimiento y perforación.
- f.** Juego de brocas, zapatas, escariadores diamantados de diferentes diámetros y durezas de acuerdo a al tipo de roca.
- g.** Saca muestras o pescador
- h.** Canaleta porta testigos
- i.** Cajas porta testigos.
- j.** Fexit para medición de desviación de sondaje.



Figura N° 08. Maquina de Perforación LF-70-36

2.7.2. Ventajas y desventajas de la perforación diamantina

La perforación con corona junto con el de circulación inversa, es el más utilizado en los momentos más cruciales de la campaña de prospección, presenta como ventajas: la gran capacidad de accesibilidad que posee. la posibilidad de llevar a Cabo perforaciones con cualquier inclinación y la completa información estructural y textura de la mineralización. No hay que olvidar que lo que se recupera es una representación muy exacta de la mineralización presente en profundidad, lo que no ocurre con el aire inverso ya que existe una destrucción de la muestra (González, 2006).

González (2006), menciona las siguientes desventajas como son: el precio, ya que su costo comparativamente con otros métodos es mayor; la lentitud, la baja recuperación del testigo en terrenos blandos, zonas de fracturas, los elevados costos en terrenos muy abrasivos por el alto desgaste de la coronas y varillaje; y la subvalorización en la que se puede incurrir cuando se sondea menas muy solubles (por ejemplo, depósitos de sal).

2.7.3. Metodología de muestreo

Cuando se saca del tubo, el testigo consiste en una o varias piezas cilíndricas de roca. En terreno especialmente sólido puede llegar a ser una simple pieza de la longitud del tubo saca testigo, de 1.5 o incluso 3.20 metros de longitud. Pero más a menudo Consiste en secciones de 30 o más centímetros, hasta 2 o menos centímetros de longitud, e incluso fragmentos pequeños y arcilla compacta. El perforista ubica el testigo en una caja tal como van saliendo de la sonda, usualmente de madera, cartón o plastificado, que tiene departamentos longitudinales de tamaño adecuado para recibirlos, y separa cada testigo del siguiente con un pequeño bloque de madera sobre el que anota la profundidad (González, 2006).



Figura N° 09. Testigos de perforación del DDH-28

El trozo de testigo, una vez limpio y acondicionado, se divide, normalmente, en dos partes, una de las cuales se utiliza para el análisis de leyes o contenidos y la otra se guarda en la caja correspondiente para posteriores análisis o comprobaciones. Para la división del testigo. La utilización

de una cortadora de disco de diamantes. Si el material es consistente, puede ser suficiente, también existen cortadoras de guillotina.



Figura N° 10. Cortadora de Testigos con disco de diamante

Una vez que el testigo ha sido cortado de forma correcta, queda por definir los intervalos de muestreo. Es decir, que cantidad de testigo debe tomarse para cada muestra no existen pautas generales para tal efecto. Aunque las muestras no deben sobrepasar los 3m ni ser inferiores a 20cm de acuerdo al criterio del geólogo o de las partes mineralizadas. Posteriormente cada intervalo marcado es muestreado en bolsas adecuadas para luego Ser enviados al laboratorio para su análisis químico respectivo.



Figura N° 11. Bolsas de muestreo con testigos DDH

2.7.4. Testificación o logueo

En el log. la hoja de testificación debe figurar todos aquellos datos que se consideran imprescindibles para una correcta testificación del sondeo Imagen? En concreto el log debe incluir, como mínimo, la siguiente información (Bustillo y López, 1996, González, 2006).

- Datos generales del sondaje proyectado, número de sondaje, acimut e inclinación iniciales coordenadas (X Y y Z), fechas de comienzo y finalización. contratista y geólogo que realizó la testificación
- incidencias de la perforación. medidas de desviación, nivel freático.
- Datos no geológicos del testigo. diámetro, intervalo de maniobras, porcentaje de recuperación. número de caja.
- Descripción geológica del testigo: tipo de roca, textura, alteración, color, estructuras, edad, tamaño del grano (Expresado cuantitativamente), minerales reconocibles, angulo entre estructuras y el eje de testigos (esquistosidad, estratigrafía, juntas o diaclasas, vetas o vetillas), situación de las secciones en que el testigo está manchado o roto, o donde solamente se recupera arcillas o lodo (puede indicar fallamiento)
- Datos de muestreo: intervalo y numero de muestra
- Resultados del muestreo.
- Gráficos logarítmicos (log): representación gráfica de datos a escala adecuada.



Figura N° 12. Quick Logueo en campo

2.8. ALTERACIONES HIDROTERMALES Y MINERALIZACIÓN

La alteración hidrotermal es un término general que incluye la respuesta mineralógica, textural y química de las rocas a un cambio ambiental, en térmicos químicos y termales, en la presencia de agua caliente, vapor o gas. La alteración hidrotermal ocurre a través de la transformación de fases minerales, crecimiento de nuevos minerales, disolución de minerales y/o precipitación, y reacciones de intercambio iónico entre los minerales constituyentes de una roca y el fluido caliente que circuló por la misma. Aunque la composición litológica inicial tiene una influencia en la mineralogía secundaria (hidrotermal), su efecto es menor que el debido a la permeabilidad, temperatura y composición del fluido. En efecto, la temperatura del fluido y el pH del mismo son los factores más relevantes en la asociación mineralógica resultante de los procesos de alteración hidrotermal, más que la litología (Maksaev, 2001).

La alteración hidrotermal es un tipo de metamorfismo que involucra la recristalización de la roca a nuevos minerales más estables bajo las condiciones hidrotermales. La característica distintiva de la alteración hidrotermal es la importancia del fluido hidrotermal en transferir constituyentes y calor. En efecto, la alteración hidrotermal involucra la circulación de volúmenes relativamente grandes de fluidos calientes atravesando las rocas permeables debido a la presencia de fisuras o poros Interconectados. El fluido tiende a estar considerablemente fuera de equilibrio termodinámico con las rocas adyacentes y esto genera las modificaciones en la composición mineralógica original de las rocas, puesto que componentes en solución y de los minerales sólidos se intercambian para lograr un equilibrio termodinámico (Maksaev, 2001).

Mineralización: término general el cual se refiere usualmente a minerales de mena, pero que a menudo se utiliza para referirse a otros minerales metálicos como pirita. El término se usa en dos sentidos (1) referido al proceso por el que se producen concentraciones de minerales de mena y (2) referido a los cuerpos de mena mismos. Para evitar confusiones, se recomienda su uso exclusivamente para designar el proceso de formación de menas (Maksaev, 2001).

Rivera (2007), divide a los procesos de alteración hidrotermal para depósitos tipo pórfido en tres grandes fases desde el punto de vista genético:

- Evento Progrado (Etapa hidrotermal tardimagmática).
- Evento Retrogrado (Etapa hidrotermal transicional, principal y tardía)
- Evento Supérgeno (Intemperismo y erosión)

2.8.1. Fluidos hidrotermales

Una gran parte de los fluidos emplazados en las franjas metalogenéticas del Perú fueron mineralizados por fluidos hidrotermales conocidos también como aguas juveniles, magmáticas, e hipogenéticas.

En profundidad se tiene mayor presión y temperatura cerca de superficie la presión y temperatura disminuye. En esta última condición decrece la solubilidad de los iones complejos de los fluidos hidrotermales produciéndose las precipitaciones para formar estructuras mineralizadas. El flujo hidrotermal en profundidad es ligeramente ácido, al reaccionar dicho flujo con la roca encajonante durante su ascenso la acidez baja y se produce la precipitación de los minerales (Tumialan de la C.P.H., 2003).

Las soluciones hidrotermales como factor de mineralización por la presencia de minerales hidratados, resultado de la alteración hipogénica de la roca encajonante de las estructuras mineralizadas, produciéndose sericitización, argilización, alunitización y propilitización; por cuanto el agua hidrotermal que lleva los iones metálicos reacciona con la roca encajonante.

2.8.2. Fluidos mineralizantés

Son los agentes que han producido la mineralización, en los yacimientos peruanos en orden de importancia son; fluidos hidrotermales, el agua del mar, las aguas meteóricas, las aguas de origen metamórfico y el magma.

2.8.3. Mineralización

Es un proceso mediante el cual los minerales son introducidos en la roca félsica intermedia, sedimentaria y metamórfica de la corteza terrestre, dando

como resultado la formación de yacimientos minerales de rendimiento económico (Betejtin, 1975).

a) Minerales Primarios o Hipógenos

Se han formado originariamente a partir del magma o de las soluciones mineralizantes y los encontramos dentro de la masa magmática o en su contorno.

b) Minerales Secundarios o Supergénicos

Es el resultado de la alteración de los minerales primarios en las zonas superficiales de la corteza terrestre, queda lugar a la formación de nuevos minerales (óxidos y sales, etc.) Que se encuentra en equilibrio con el nuevo ambiente geológico (Rivera, 2011).

2.9. RECURSOS MINERALES

Un Recurso Mineral es un tonelaje o volumen de roca mineralizada u otro material interés económico intrínseco, cuyas leyes, límites otras características apropiadas están conocidas con cierto grado de certeza y que es candidato para una extracción económica (Maksaev, 2001).

Se define como recurso a aquellas masas de mineral que se conocen o simplemente se cree que existen, de forma que su extracción es económicamente viable o lo es potencialmente en el futuro. Los recursos son concentración de materiales sólidos, líquidos o gaseosos que existen en la corteza terrestre en forma y cantidad tales que su extracción económica es actual potencialmente posible (Orché, 1999).

La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un Recurso Mineral son conocidas, estimadas o interpretadas a partir de evidencia y conocimientos específicos geológicos (El Código JORC, 2001).

2.9.1. Subdivisión de los Recursos Minerales

Los Recursos Minerales se subdividen, en orden de confianza geológica ascendente, en categorías de inferidos, indicados y Medidos.

Figura 2.8 Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales.

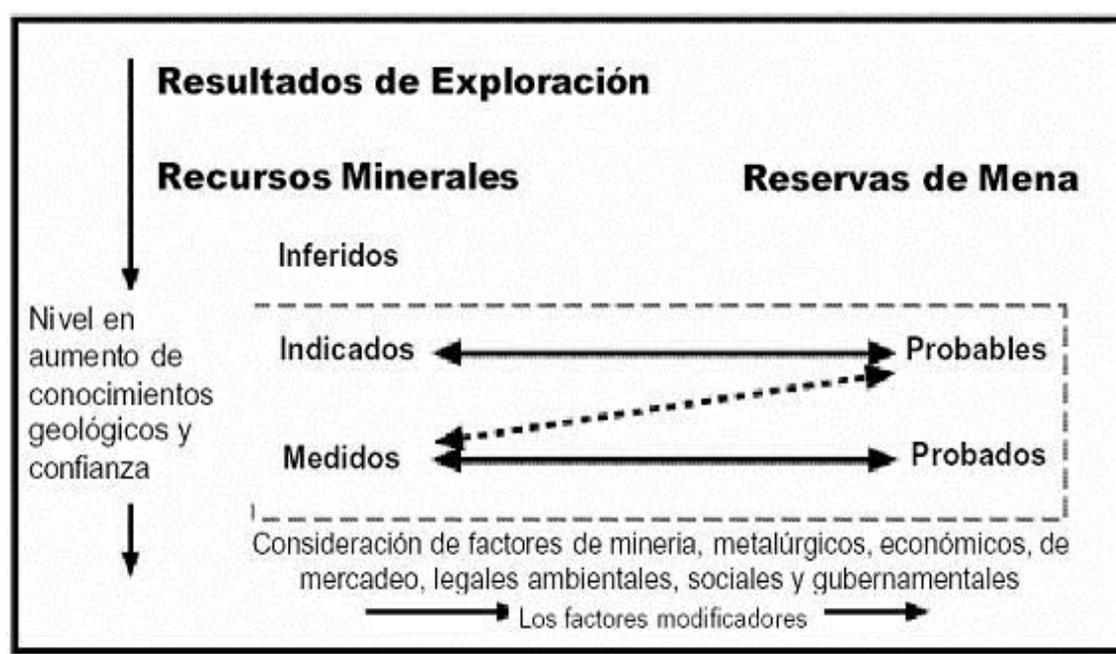


Figura N° 13. Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales

Fuente: El código JORC (2001).

No deben incluirse en un Recurso Mineral las porciones de un depósito que no tienen probabilidades razonables de una extracción económica eventual.

a) Recurso Mineral inferido

Es aquella parte de un Recurso Mineral por la cual se puede estimar el tonelaje, ley y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza. Se infiere a partir de evidencia geológica y se asume, pero no se certifica la continuidad geológica ni de la ley. Se basa en información inferida mediante técnicas apropiadas de localizaciones como ser afloramientos, zanjas, rajos, laboreos y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confiabilidad incierta

Un Recurso Mineral inferido tiene un nivel más bajo de confianza que el aplicado a un Recurso Mineral Indicado.

b) Recurso Mineral indicado

Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un nivel razonable de confianza el tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido mineral. Se basa en información sobre exploración, muestreo y pruebas reunidas mediante técnicas apropiadas en ubicaciones como ser: afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes. Las ubicaciones están demasiado espaciadas o su espaciamiento es inapropiado para confirmar continuidad geológica y/o de ley, pero está espaciada con suficiente cercanía para que se pueda suponer continuidad.

Un Recurso Mineral Indicado tiene un nivel de confianza menor que el que se aplica a un Recurso Mineral Medido, pero tiene un nivel de confianza mayor que el que se aplica a un Recurso Mineral inferido.

c) **Recurso Mineral Medido**

Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza el tonelaje, su densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas de lugares como ser afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes. Las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y/o de ley.

2.9.2. **Sistemas y criterios de clasificación de recursos y reservas**

a) **Métodos tradicionales de categorización**

Continuidad geológica: La clasificación de recursos y reservas de minerales depende en primer lugar de la comprensión de la génesis del yacimiento y de la valoración de la continuidad geológica del volumen mineralizado. Aquí es muy importante establecer la continuidad física o geométrica de la mineralización o de las estructuras controladoras. La continuidad física o geométrica no es fácilmente cuantificable. Para establecer este tipo de continuidad es necesario interpretar los datos disponibles y establecer el modelo geológico del yacimiento sobre la base del conocimiento existente y la experiencia previa obtenida en depósitos similares.

Densidad de la red de exploración (grado de estudio): Para las distintas categorías se recomienda un determinado espaciamiento de la red de exploración lo cual está en función del tipo de yacimiento. Las redes para cada categoría se argumentan sobre la base de la experiencia (principio de analogía) en otros yacimientos similares.

Interpolación contra extrapolación: Los bloques cuyos valores han sido estimados por interpolación o sea están localizados dentro de la red de muestreo son clasificados en categorías más confiables que los localizados más allá de la Última línea de pozos (extrapolados). La mayoría de los sistemas de clasificación exige no incluir bloques extrapolados en la clase de recursos medidos.

Consideraciones tecnológicas: Incluye determinados aspectos que pueden ser utilizados para discriminar o rechazar un recurso en una categoría dada. Como ejemplo se puede citar la presencia de elementos perjudiciales que impiden la buena recuperación o hacen extremadamente cara la extracción del componente útil durante el proceso de beneficio (Estévez, 2009).

Calidad de los datos: la recuperación del testigo, el volumen de las muestras, la forma en que fueron tomadas y el método de la perforación influyen directamente sobre la calidad de los datos. Los sectores donde existen problemas de representatividad o confiabilidad de los análisis deben ser excluidos de la categoría de recurso medio.

2.9.3. Parámetros básicos de la estimación de recursos

Los principales parámetros de estimación se deducen de la ecuación básica que permite calcular la cantidad de metal o componente útil (P)

$$P=S*m*d*C$$

Dónde:

S: área de la proyección del cuerpo mineral en un plano determinado.

M: potencia media del cuerpo mineral e la dirección perpendicular al plano de proyección.

d: Masa Volumétrica.

C: ley media del Componente útil.

De esta ecuación básica se puede derivar otra formula como:

$V=S*m$: volumen total ocupado por el yacimiento mineral (M^3)

$Q=V*d$: Tonelaje o cantidad de reservas de mineral útil (t).

La fórmula anterior muestra q los principales parámetros son:

- Área (m^2)
- Espesor medio (m)
- Contenido medio de los componentes útiles (% , g/t, g/m^3 , Kg/m^3)
- Masa volumen o densidad aparente de la materia prima mineral (t/m^3).

a) **Área del yacimiento**

Después del levantamiento geológico y la documentación de los trabajos de exploración se puede representar el yacimiento proyectándolo en un plano conveniente. Habitualmente los yacimientos con un buzamiento mayor de 45° se proyectan en un plano vertical, los buzamientos menores se proyectan en un plano horizontal. En ambos casos el área proyectada es menor que el área real (Estevez, 2009).

La relación entre el Area real (S) y el área proyectada (S') en el plano vertical es:

$$S' = S \cdot \sin(\beta)$$

Para Plano Horizontal

$$S' = S \cdot \cos(\beta)$$

Donde β es el Angulo de buzamiento del yacimiento.

Los yacimientos que tienen un rumbo y buzamiento constantes pueden ser proyectados en un plano paralelo a los mismos. Si el depósito está constituido por varios cuerpos el área de cada uno se proyecta y determina aparte.

b) Determinación de la masa volumétrica

La masa volumétrica de la mena (o mineral) no es más que la masa de un metro cúbico de esta en estado natural, es decir incluyendo poros, cavidades etc.

La masa volumétrica (d) de la mena se define como

$$d = Q / (V_m + V_p)$$

Dónde:

Q es la masa de la muestra de mena

V_m es el volumen de la mena

V_p es el volumen de los poros

La masa volumétrica se puede calcular en el laboratorio, en el campo y por métodos geofísicos principalmente en pozos y excavaciones mineras. En el laboratorio se determina mediante el pesaje de las muestras y la determinación

del volumen va medición más exacta y auténtica se logra en el campo para esto se extrae una muestra global (alrededor de 10m^3) el volumen del espacio (V) se mide y la mena extraída se pesa (Q)

$$d=Q/V \text{ (t/m}^3\text{)}$$

c) Determinación del espesor medio de un yacimiento

En la estimación de recursos se puede emplear la potencia real o normal, la componente vertical (potencia vertical) y la componente horizontal (potencia horizontal). Todo depende del plano en el cual se ha proyectado el cuerpo. La dependencia entre el espesor real y los espesores horizontales y verticales es la siguiente:

$$mn = mh * \text{sen} (\beta)$$

$$mn = mv * \text{cos} (\beta)$$

$$mh = mv * \text{ctg} (\beta)$$

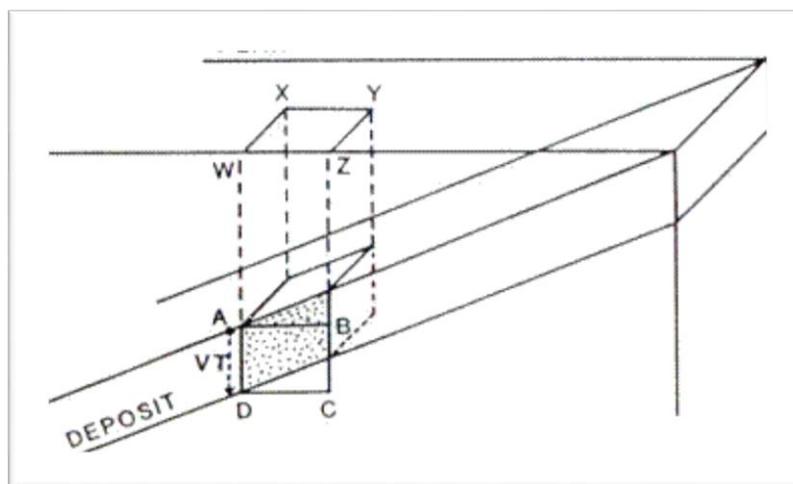


Figura N° 14. Empleo de la potencia vertical cuando se proyecta el cuerpo en el plano horizontal.

Fuente: Annels (1991).

Donde β es el ángulo de buzamiento de cuerpo, mn: potencia real. mh: potencia horizontal y mv: potencia vertical.

d) Determinación del contenido medio del componente útil

Durante la exploración de un yacimiento se muestrean de forma continua los distintos tipos de mena. Los análisis de las muestras permiten conocer el contenido o ley del componente útil en los lugares donde las muestras fueron tomadas.

Durante la exploración, las concentraciones de los componentes útiles se determinan a través de muestras individuales es por esto que la estimación de los contenidos promedios para cada bloque se realiza en 2 etapas:

- Cálculo del contenido promedio del componente útil en cada pozo o intersección de exploración a lo largo de toda la potencia del cuerpo mineral.
- Extensión de los contenidos determinados en las intersecciones a los volúmenes adyacentes del subsuelo.

Antes de comenzar la primera etapa es necesario determinar en cada pozo cual es el intervalo que puede ser explotado con cierto beneficio económico. Para este fin se emplean las condiciones industriales: potencia mínima industrial, contenido mínimo industrial, contenido en los bordes etc.

Para obtener la ley media de cada pozo siempre se emplea el método de la media ponderada empleando como factor de peso las longitudes de cada muestra individual. En caso de que la longitud de las muestras sea constante entonces se utiliza la media aritmética.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

C_i- Ley de cada muestra individual.

l_i- Longitud de cada muestra.

C- Ley media de la intersección económica.

La extensión de los contenidos medios calculados para cada pozo o intersección a los volúmenes adyacentes del subsuelo se hace frecuentemente por vía estadística. Con este fin en los métodos clásicos de cálculo se emplea tanto la media aritmética como la media ponderada.

2.9.4. Métodos clásicos de estimación de reservas

a) Método de perfiles

Es el método más usado. Se aplica preferentemente a los depósitos no tabulares o a los que tienen un contorno irregular.

En esencia, el método consiste en trazar perfiles verticales del yacimiento, cada par consecutivo de los cuales delimita un bloque (Figura 5). Las reservas del bloque se calculan a partir del promedio de las superficies de mineral medidas en cada perfil, el cual se multiplica por la distancia de separación entre los perfiles (Figura 6). Ellos equivalen considerar un perfil promedio ficticio (M) entre los dos perfiles extremos del bloque (A1 y A2).

Los perfiles de cubicación deben estar orientados preferiblemente perpendiculares a la máxima longitud del yacimiento. A ser posible serán paralelos entre sí y estarán distanciados entre regularmente.

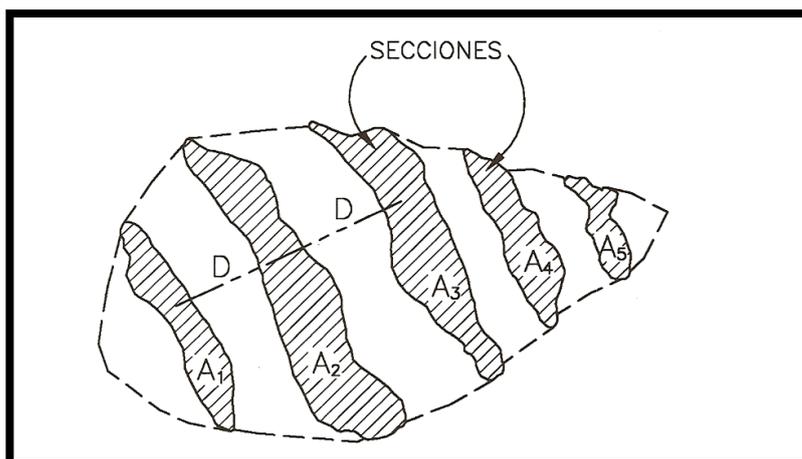


Figura N° 15. Secciones a considerar

Fuente: Orche (1999).

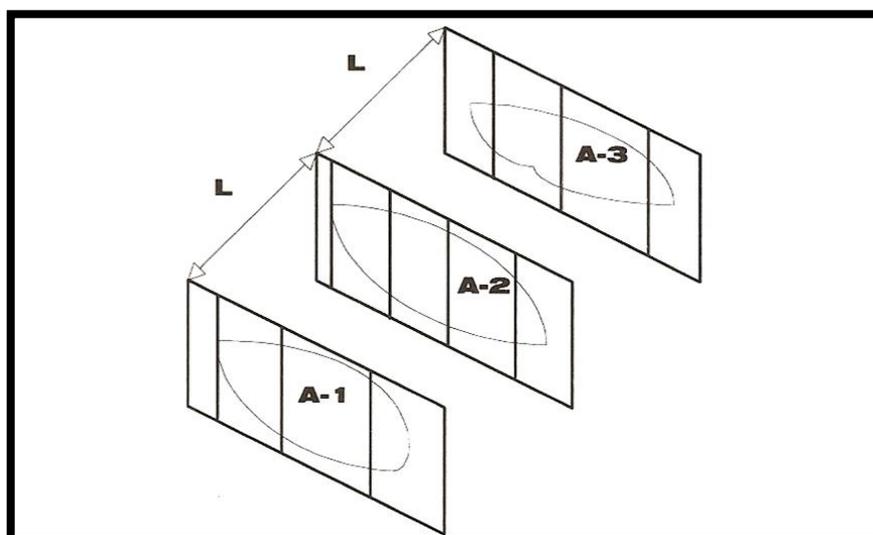


Figura N° 16. Distancia entre Secciones a considerar

Fuente: Orche, (1999).

Los perfiles se construyen a partir de los datos proporcionados por sondeos y otros trabajos de reconocimiento, los cuales deberá procurarse que estén alineados según se ha indicado. Los datos no situados sobre un perfil puedan incluso no ser utilizables si están muy alejados del mismo. Si están situados en sus proximidades, es posible proyectarlos geoméricamente sobre el perfil aunque con precaución para evitar cometer errores de importancia (Orché, 1959).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en distintas etapas, teniendo Los siguientes procedimientos metodológicos de trabajo.

3.1.1. Recopilación de información

Comprende el proceso en el que el investigador, acumulará información diversa sobre el comportamiento de las características geológicas, en lo que respecta a textos básicamente se recopiló información del boletín Geología del cuadrángulo de Macusani 29-v-[Boletín A-79] de la carta geológica nacional publicadas por el instituto Geológico Minero y metalúrgico (INGEMMET) que está basada en el sur del Perú y abarca la zona de estudio. También se contó con la bibliografía relacionada a yacimientos minerales, geoquímica, perforación diamantina, Asu vez se recopiló información de exploraciones

regional realizada por (CEDIMIN) concerniente a la zona de estudios Proyecto crucero.

Por parte de la compañía Lupaka Gold y para una mejor interpretación Se adquirio de imágenes satelitales Landsat e imagen Quickbirt de alta resolución para luego reforzar el estudio geológico de la Zona.

3.1.2. Trabajo de campo

En un reconocimiento y una serie de Cartografiado geológicos, recolección de datos de campo, así como la elaboración de planos y mapas base, registro fotográfico, y Muestreo, etc.

En esta etapa el cartografiado geológico se detalla a una escala de 1/5000 usando un mapa topográfico base para el ploteo de cada punto de estación que se toma con el GPS las coordenadas UTM y con la brújula se toma los datos. Adicional a los trabajos mencionados también se realizarán trabajos de muestreo de rocas y estructuras usando los métodos convenientes tales como de muestreo en canaletas o rock chips de tipo randon o selectivo, todo el muestreo geoquímico se realizará en superficie, en donde cada muestra tiene su tarjeta que la indentifica hechas por la empresa.

El trabajo geoquímico con el magnetométrico es complementario de manera siguiendo el —trend estructural NW de una anomalía magnética (ubicada en pacacorral) y sistemas paralelos hacia el este y oeste.

La etapa de perforación tiene como objetivo básico, determina tipos de litología, estructuras, zonaciones geoquímicas, posibles extensiones de los cuerpos mineralizados, etc. Este sistema es el más versátil y utilizado en

etapas de evaluación de un proyecto, dado que es capaz de perforar en cualquier Angulo y obtener testigos de varios diámetros en un rango de profundidad que se puede llegar a superar los 1500 metros. No obstante, los costos de perforación aumentan de acuerdo a su profundidad y diámetro de perforación.

Por recomendación y para obtener mejores resultados ya que la mitad de muestra es enviada a laboratorio y por ser un terreno de deformación se perforo en las siguientes líneas.

- Línea HQ con diámetro aproximado 100mm. de (0.00 m a 250.00 m)
- Línea NQ con diámetro aproximado 85mm. de (150.00 a 500.00 m)

De la perforación se recupera el cilindro llamado testigo, el cual pasa por el logueo geológico que consta de:

- Descripción geológica del testigo; tipo de roca, textura, alteración, color, estructuras, edad tamaño del grano (expresado cuantitativamente), minerales reconocibles, tipo y grado de alteración. Angulo entre estructuras y el eje del testigo (esquistosidad, estratigrafía, juntas o diaclasas, vetas pequeñas o vetillas), situación de las secciones en que el testigo está manchado o roto, o donde solo se recupera arcilla o lodo.

Para este trabajo se utilizará formatos de lo logueo geológico y geotécnico como de quick log.

El muestreo geoquímico de superficie y de sondajes fue enviado a laboratorios ALS CHEMEX Arequipa y SGS Juliaca, para su respectivo análisis.

Todos estos trabajos serán minuciosamente supervisados en esta etapa para luego pasar a la etapa de gabinete.

3.1.3. Trabajo de gabinete

En esta etapa se procesará la información y resultados de los sondeos, los cuales fueron correlacionados con los resultados de superficie, así como con los mapas, secciones de estudio geofísico. También se generará secciones geológicas con datos de sondeos. Se utilizarán los siguientes programas en sus versiones de evaluación para el procesamiento de datos y generación de planos Arcgis 10.2 y Mapinfo 10.0.

Posteriormente se juntarán los resultados finales y se procesará e interpretará toda la información, finalmente se procederá con la elaboración y redacción de la tesis.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DE LA ÁREA DE INVESTIGACIÓN

4.1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

El Proyecto Crucero se encuentra ubicado en el sur del Perú a 150 Km al NNE de la ciudad de Juliaca, en el distrito de Crucero provincia de Carabaya, departamento de Puno, la concesión se ubica entre las coordenadas UTM WGS84.

Cuadro N° 03. Coordenadas de los vértices del área de estudio

VÉRTICE	COORDENADAS		COORD: PUNTO CENTRAL	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	408000	8437000	414000	8435000
2	415000	8437000		
3	415000	8435000		
4	416000	8435000		
5	416000	8431000		
6	408000	8431000		
AREA TOTAL			46000 Hectáreas	

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto está cubierto por 8 petitorios mineros, 3 de ellos mediante un contrato de Cesión Minera con Cedimin– Buenaventura (1,230.79 Ha) y 5 por Minera Pacacorral S.A.C., (3,450 Has); suamando un total de 4,6000 Has.

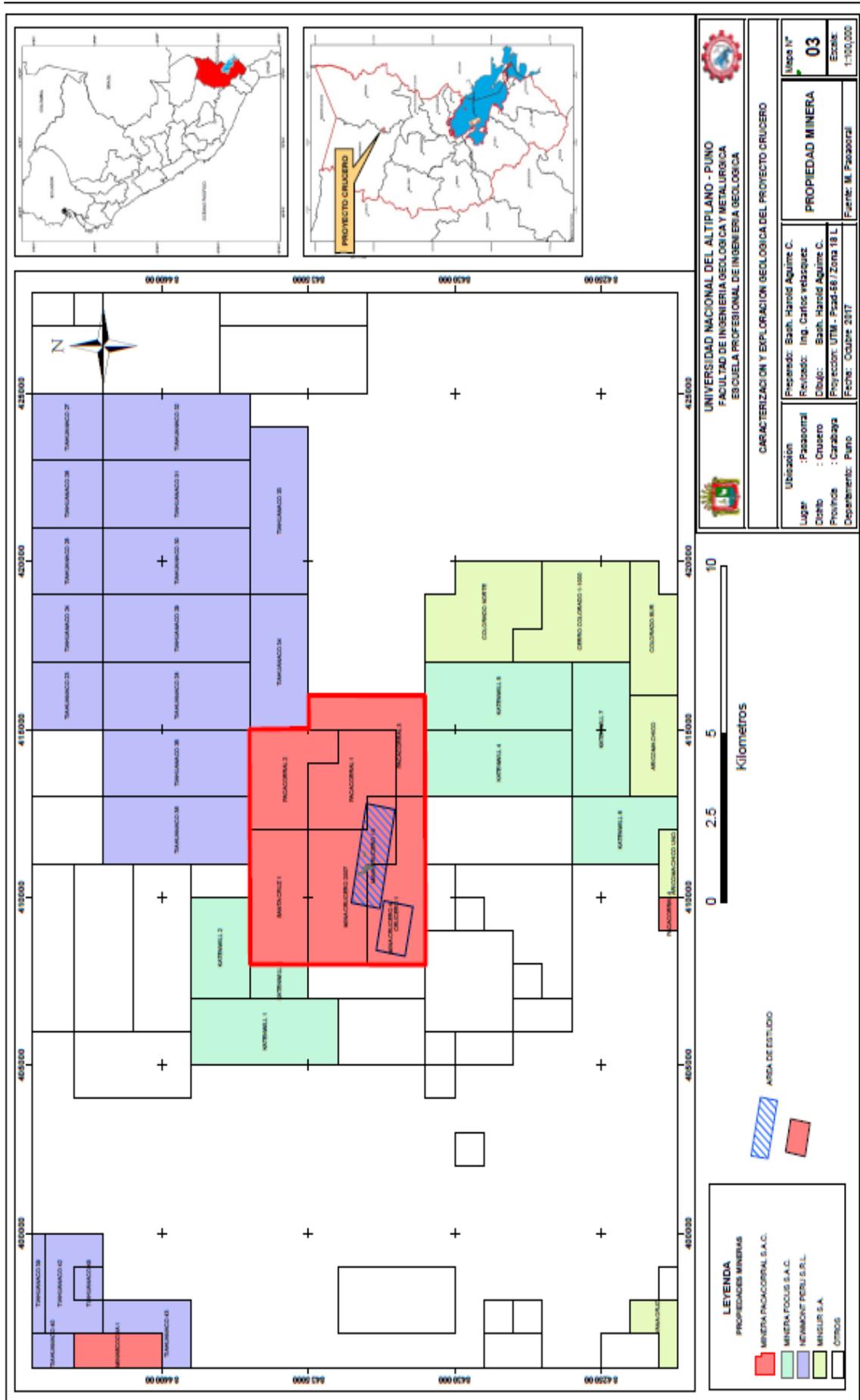


Figura N° 17. Mapa Concesion minera

Cuadro N° 04. Concesiones Mineras

DERECHO MINERO	CODIGO	Has	PROPIETARIO	%
Mina Crucero 10	10065903	299.91	CEDIMIN S.A.C.	100
Mina Cruero 4	10170899	150	CEDIMIN S.A.C.	100
Mina Crucero 2007	10317807	780.88	CIA MINAS BUENAVENTURA	100
Mina Crucero 1	10317507	650	MINERA PACACORRAL S.A.C.	100
Pacacorral 1	710009309	700	MINERA PACACORRAL S.A.C.	100
Pacacorral 2	710013810	700	MINERA PACACORRAL S.A.C.	100
Pacacorral 3	710013710	600	MINERA PACACORRAL S.A.C.	100
Santa Cruz 1	50024208	800	MINERA PACACORRAL S.A.C.	100
TOTAL.-		4680.79		

Fuente: Minera Pacacorral.

Los trabajos de exploración se realizaron en los denuncios Mina crucero 10, Mina crucero 2007, Mina crucero 1, Pacacorral 1.

4.2. ACCESIBILIDAD

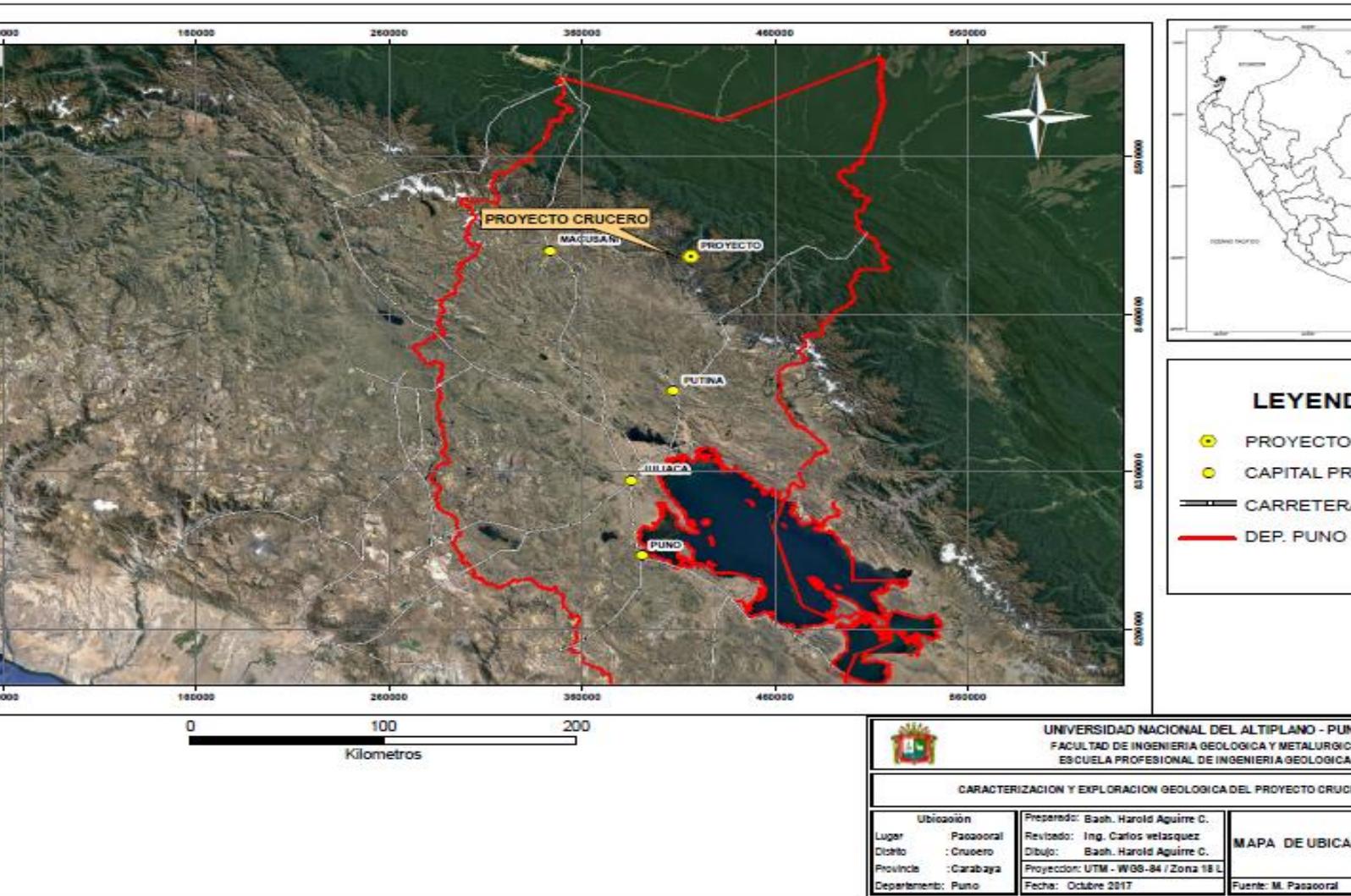
Es accesible desde Juliaca por la carretera interoceánica del Sur, Juliaca - San Gabán - Puerto Maldonado – Brasil, donde en el kilometro 140 existe un desvio hacia el pueblo de Crucero – Mina Sarita – Proyecto Crucero con un total de 234 Km.

Cuadro N° 05. Accesibilidad por vía terrestre

Vía	km	Horas	Tramo
(*) Juliaca - Azángaro	70	0 h 50'	Asfaltado
(*) Azángaro – Desvío	90	1 h 50'	Asfaltado
Desvío – Crucero	25	0 h 20'	Afirmado
Crucero – Mina Sarita	42	1 h 30'	Trocha carrózale
Mina Sarita - Proyecto	8	0 h 30'	Trocha carrózale
TOTAL.	234	5 h 00'	

(*) Carretera interoceánica del Sur, Juliaca - San Gabán - Puerto Maldonado – Brasil.

Desde Lima se accede por vía aérea a la Ciudad de Juliaca el tiempo aproximado es de 1 hora 30 minutos.



18. Mapa Ubicación del Proyecto.

4.3. HIDROLOGÍA

El área del Proyecto Pacacorral pertenece a la divisoria de las aguas de la cuenca del Titicaca e hidrográfica del Atlántico, y por su configuración morfológica, presenta una serie de lagunas a diferentes niveles de altura los que de alguna manera se hallan relacionadas, En la zona de interés del proyecto Pacacorral se distinguen dos microcuencas hidrográficas:

- La microcuenca de la quebrada Cantahuancani cuyas aguas discurren de S a N y desembocan en la cuenca del río Inambari.
- Microcuenca del río Cusqui, cuyas aguas discurren de SO a NE desembocando finalmente en la cuenca del río Inambari.

A. Lagunas

Las lagunas en la zona son de origen glaciar y se presentan de forma escalonada con profundidades medias a profundas, temporales y permanentes, a continuación, se detallan las principales lagunas.

Las aguas que alimentan las lagunas, son aguas que drenan por escurrimiento de los cerros aledaños a estos y por el rebalse de lagunas aguas arriba en época de lluvias.

- Laguna Chauoñes, se halla ubicado al sur del área del proyecto, esta laguna se halla fuera del área de interés prospectivo, pero dentro de las concesiones.
- Laguna Pahuilune Cocha, esta laguna se halla dentro del área de influencia directa del proyecto.

- Lagunas Kinsacocha, son tres lagunas temporales, de las cuales solo una con agua se halló con agua, mientras que las otras dos se hallan secas, también se encuentran dentro del área de influencia directa.
- Laguna Sorupunicocha, se halla al suroeste del proyecto, fuera del área de interés prospectivo, pero dentro de la concesión minera.
- Lagunas Yutipilameco, son lagunas que se hallan comunicadas entre sí y se encuentran en tres altitudes.



Figura N° 19. Laguna Kinsacocha

B. Ríos

El río más cercano al área efectiva del proyecto es el río Cusqui, el cual se halla al Este del proyecto, cuyas aguas tienen origen en lagunas ubicadas en las zonas altas y por aguas que discurren de afloramientos (manantiales, bofedales, etc).

Este río que se convierte en importante, no tiene influencia directa por parte del proyecto de exploración minera, ya que se halla fuera del área efectiva del proyecto, pero si dentro de las concesiones mineras.

4.4. VEGETACIÓN

Los diversos tipos de clima y formas de relieve en el área implican escasa variedad de especies vegetales, sin embargo, en las faldas de los cerros crece el Ichu (paja) y pastos naturales en las partes bajas, principalmente en aquellos lugares un tanto más bajos y húmedos. Estos pastizales que constituyen el uso actual de los suelos tienen una satisfactoria capacidad de regeneración para alimentación de ganado.

4.5. GEOMORFOLOGIA LOCAL

El área de estudio se caracteriza por presentar complejos estructurales y litológicos, las cuales han sido modeladas por los agentes erosivos. Tales como la lluvia que provoco cierta deformación en la corteza e individualmente también los glaciares que dieron formas diferentes como los escarpamiento, valles glaciares y los movimientos tectónicos como las fallas que también dieron una geoforma respectiva.

También se delimitaron los tipos de relieve: Montañas, Colinas y Lomadas; Piedemontes; Planicies, bofedales, valles, ríos y Depresiones; estos se basaron en cuatro aspectos fundamentales: origen de las geoformas, altura relativa, pendiente del terreno e influencia geológica.

4.5.1. Procesos geomorfológicos

Son varios los procesos que involucran a un tipo de fuerza, los cuales inducen a un cambio, sean este químico o físico, en lo cual estos están condicionados por el tipo de proceso y la fuerza que actúa en los materiales de la superficie terrestre ya sea este desde el interior como también en el exterior. Estos procesos se dividen en dos tipos como son los procesos endógenos y exógenos:

a) **Proceso Endógeno**

Actúan desde el interior de la Tierra, el cual va desplazando material. Estos procesos se deben al tectonismo y/o vulcanismo. La principal causa es el movimiento de las placas de Nazca y la placa continental de Sudamérica, cuando las dos placas dan un movimiento entre sí, se da el movimiento Tectónico y la erupción de un volcán.

En la naturaleza los rasgos o las formas físicas se reconocen claramente en la superficie, tiene una forma característica de este proceso, la geomorfología que muestra la zona, se ha producido por causas naturales. Este incluye formas mayores tales como: montañas, y formas menores tales como: colina, ladera.

b) **Proceso Exógeno**

Se deben a varios factores que están presentes siempre, tales como el intemperismo, escorrentía del agua, acción del viento, acción del agua subterránea, trabajo de organismos, acción antrópica, etc. Los cuales dan el último modelamiento de la superficie, y es lo que se aprecia en la actualidad.

Este proceso sigue actuando ya sea con mayor o menor fuerza, y eso depende del clima que se tiene.

4.5.2. Factores que Condicionan las Unidades Geomorfológicas

Los factores que han sido considerados, con particular atención en la diferenciación de las unidades geomorfológicas son las siguientes:

a.1 Substrato Geológico

Considerado especialmente como litología y posición estructural es ampliamente el factor más importante, debido a que influye directamente en los demás factores. En efecto el tipo litológico de carácter intrusivo y sedimentario, determinan la predisposición del relieve con respecto al modelado de la erosión, mientras que la posición vinculada a las deformaciones estructurales o a los procesos de postura de los cuerpos rocosos, determinan la entidad y la forma del relieve y, en consecuencia, la fuerza del ataque erosivo y las modalidades de escurrimiento de las aguas superficiales.

El papel que juega el substrato rocoso en la caracterización de las unidades geomorfológicas es complejo, pero se puede mencionar que, esencialmente, su actuación se realiza de dos maneras:

- La acción erosiva glacial sobre las rocas ha dado geoformas de valles en “U”, ubicados en la cabecera de las quebradas, para pasar progresivamente a valles juveniles en “V”.
- La deposición de material cuaternario en los ejes de las quebradas ha dado como resultado algunas planicies de dimensiones pequeñas.

a.2 Erosión

Cuando el factor erosivo se considera por separado, en general, se trata de evaluar el grado del ataque erosivo real al que se ve sometido un paisaje y la evolución del fenómeno en términos del progreso del modelado.

En la zona de estudio se nota erosión de varios tipos los que a continuación detallamos:

- **Erosión Diferencial:** Corresponde a las zonas compuestas por materiales intrusivos o silicificados, materiales que por su composición mineralógica y grado de cohesión son más resistentes a los agentes erosivos que los materiales que los circundan.
- **Erosión Glacial:** Corresponde a la acción agradacional y degradacional como resultado del retroceso de los glaciares, cuyo resultado se presentan en la zona de estudio como valles en “U”.
- **Erosión Laminar:** Este tipo de erosión se da en los flancos de las colinas y laderas de las montañas por acción del escurrimiento superficial del agua y por la acción erosiva de los vientos.

a.3 Formas del Relieve

Como se indicó anteriormente, las formas del relieve son el resultado de la historia evolutiva de la región, condicionado por los dos factores (substrato rocoso y erosión). Por lo tanto, la diferenciación de las unidades geomorfológicas interviene esencialmente como elemento de clasificación y jerarquización a fin de crear unidades lo más homogéneas posibles para los objetivos del estudio.

En el Mapa Geomorfológico (lámina GEO-02), la diferenciación de las formas del relieve ha sido efectuada en función a tres características:

- Tipos de relieve en función a substrato geológico
- Los tipos de erosión.
- Tipos de superficie y condiciones de degradación:

a.4 Antrópicos

La zona de estudio es perturbada mínimamente por la actividad antrópica que principalmente efectúa labores agropecuarias y la construcción de viviendas y vías de comunicación.

4.5.3. Unidades Geomorfológicas

En la zona de estudio, durante los trabajos de campo se han podido identificar cuatro sistemas (Antrópico, Fluvial, Glacial y Montañoso), los mismos que contienen 11 unidades geomorfológicas. Como muestra el cuadro N° 6.

b.1 Sistema Fluvial

Este sistema está constituido por dos geoformas que evolucionan constantemente por acción que ejercen los agentes atmosféricos; a continuación, pasamos a describir dichas unidades:

- **Lecho Fluvial (SF - LF):** Son geoformas estrechas ubicadas en los fondos de las quebradas y ríos, están compuestas de material gravo arenoso de diferente naturaleza lítica y moderada pendiente.

- **Valle “V” (SF-VV):** Se encuentran cortando las planicies, colinas y montañas presentes en la zona, presentan altas pendientes y son de carácter juvenil por ello presentan la típica forma en “V”. Los lechos en algunos casos forman causes colgados dando origen a cascadas.

b.1 Sistema Montañoso

Las actividades ígneas corresponden a intrusivos, rocas que han sido modeladas por la acción glacial, se distinguen las siguientes unidades.

- **Farallones (SM-Ac):** Corresponde a formaciones rocosas de alto ángulo de emplazamiento compuestas principalmente por rocas metamórficas, presentan erosión diferencial y están emplazadas en el flanco del Valle del río Cusqui y zonas aledañas.
- **Montañas Bajas (SM-MB):** Montañas de laderas suaves y redondeadas, presentan erosión laminar.
- **Montañas Altas (SM-MAM):** Montañas con pendientes moderadas a fuertes, formadas por metasedimentitas, por la pendiente de sus laderas presente débil cobertura coluvio– aluvial.
- **Montañas Altas Abruptas (SM-MAA):** Montañas con elevaciones superiores a los 5000 m.s.n.m. presentan pendientes abruptas, con presencia de picos elevados y nivales.



Figura N° 20. Muestran el relieve topográfico y las diferentes unidades geomorfológicas

Cuadro N° 06. Unidades geomorfológicas

SISTEMA	UNIDAD	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
ANTROPICO	Área Urbana Rural	A - urb	Formada por ,los asentamientos humanos, caseríos y fundos aislados
	Vías de acceso	A - va	Red vial distrital y vecinal, las vías son afirmadas y trochas carrozables
	Zona Agrícola	A - za	Áreas destinadas a cultivos estacionales
FLUVIAL	Lecho Fluvial	SF - LF	Son angostos y compuestos principalmente de gravas y cantos, forman los ejes de las quebradas
	Valles "V"	SF - VV	Por la naturaleza topográfica de la zona estos son de tipo juvenil con típicas formas en "V", corresponden a fondos erosionables en época de avenidas
GLACIAL	Valle glacial	G - vg	Son en forma de "U", bastante amplios
	Llanura aluvial glacial	G - lla	Corresponden a las partes centrales de los valles glaciares, contienen principalmente material cuaternario y depósitos de bofedal
MONTAÑOSO	Farallones	SM - Ac	Medios Rocosos con pendientes muy fuertes a verticales
	Montañas bajas	SM - Mb	Montañas con laderas suaves con erosión laminar de formas redondeadas
	Montañas Altas Modeladas	SM - MAM	Montañas de laderas con pendientes moderadas a fuertes, presentan débil cobertura cuaternaria y áreas nivales
	Montañas Altas Abruptas	SM - MAA	Montañas rocosas de pendientes abruptas, con presencia de picos elevados y nivales

Fuente: Elaboración propia.

4.6. MINERALIZACIÓN

Gran parte de la evolución geológica desde el pre-Cámbrico en adelante, del oeste de América del Sur, incluido Perú, es directamente atribuible a la subducción hacia el este de la placa oceánica de Nazca debajo del escudo brasileño. Una cuenca larga y estrecha se desarrolló entre la placa de Nazca en el oeste y el escudo brasileño en el este.

Durante el Paleozoico Inferior (Ordovícico a Devónico) una secuencia gruesa (hasta 10,000 metros) de sedimentos predominantemente turbidíticos fue depositada en este valle. El Grupo Ananea que comprende la Propiedad fue depositado durante este período. Estas rocas se deformaron durante la fase temprana de la orogenia hercínica durante la época del Carbonífero temprano (340 millones de años).

El área de Propiedad Crucero está ubicada en la Cordillera Oriental y está predominantemente sustentada por rocas sedimentarias de edad Paleozoica Inferior (Grupo Ananea de edad Siluro-Devónico y Grupo Ambo de edad Carbonífera). Estas rocas han sido intruidas por el extenso Batolito Carabaya de presunta edad del Pérmico o Triásico. Las rocas sedimentarias golpean hacia el noroeste, se pliegan en una variedad de escamas, y durante la compresión han sido empujadas de este a oeste. El Batolito de Carabaya tiene una pronunciada elongación noroeste-sureste, presumiblemente como resultado de un emplazamiento preferencial en lugar de deformación.

El área inmediata de la propiedad está sustentada por una lutita y limolitas metamorfoseado de esquistos verdes del Grupo Ananea que tiene un

tejido deformativo pronunciado de tendencia noroeste que se desarrolló durante la fase temprana de la orogenia Herciniana.

Esa porción de la propiedad que ha sido explorada más intensamente hasta la fecha está sustentada por la porción axial de un anticlinal abierto asimétrico que se puede volcar hacia el oeste. Los metasedimentos del Grupo Ananea en esta zona axial contienen abundante pirita y pirrotita, y están alterados y silicificados de forma variable.

Inmediatamente al oeste del área de apertura de zanjas y perforación, el Grupo Ananea está en contacto de empuje (Ananea sobre Ambo) con cuarcitas del Grupo Ambo. Existen numerosas estructuras que son paralelas a este contacto que también pueden ser empujes.

Los plutones monzograníticos de edad triásica afloran a aproximadamente un kilómetro de los límites este y oeste de la propiedad. La tendencia noroeste que domina las rocas metasedimentarias del Grupo Ananea en la Propiedad se compensa con las fallas normales de tendencia noreste que pueden ser posteriores a la fecha y compensar la mineralización.

El oro es el único mineral de interés económico y se produce junto con la pirita, la pirrotita, la arsenopirita y la estibina. La pirita es más abundante y típicamente ocurre como ampollas, cuya distribución está controlada por la cama. Las venas de cuarzo son poco comunes y en el presente no garantizan necesariamente la presencia de oro, aunque las concentraciones más altas de oro encontradas hasta la fecha están asociadas con las vetas de cuarzo. Venas de cuarzo y vetillas de estratificación cruzada.

El estilo de mineralización, la asociación mineral y el grado de alteración varían con respecto al grado de deformación. Estos cambios son zonales: en las partes menos deformadas de la anomalía A-1, la pirita se produce junto con clorita +/- oro; porciones más intensamente deformadas de la zona contienen pirita y pirrotita +/- oro; y las porciones más intensamente deformadas de la zona contienen pirita + pirrotita + arsenopirita + estibina +/- dorado.

CAPÍTULO V

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. CARACTERIZACION GEOLOGIA LOCAL

El afloramiento principal de roca está constituido por pizarras negras, cuarcitas y lutitas perteneciente a la Formación Sandia del Paleozoico Inferior, compuesto por una sedimentación lutítico-arenosa y una secuencia detrítica de cuarcitas entrelazadas con niveles de pizarras negras; el Cuaternario está esencialmente compuesto de areniscas, lodolitas, limos y arcillas incluyendo material acarreado (depósitos fluviales) por los diferentes factores sedimentarios.

La litología predominante en el proyecto son las rocas antes señaladas y que conforman una secuencia metamórfica monótona de pizarras y cuarcitas, entrelazadas entre los niveles de pizarras negras, predominante en el área de interés y que corresponden a la Formación Sandia, así como depósitos

recientes del cuaternario: coluviales, bofedales y morrenas. (anexos Mapa geológico local)

5.1.1. Pizarras esquistosas (SD-a)

Están constituidos por pizarras esquistosas con composición mineralógica de muscovita, cuarzo, sericita, clorita, que están afectados por un metamorfismo de tipo epizonal, se intercala con algunos bancos masivos de areniscas de grano fino y limolitas, correspondientes a la formación Ananea de edad Silurico - Devónico; Afloran en forma de una franja continua con rumbo NW.

Las pizarras se encuentran fuertemente plegadas y falladas, Macroscópicamente de aspecto porfirítico, de color gris oscuro a gris claro, con delgados cristales alargados rodeados de una pasta micromicácea.

Al W las pizarras cabalgan sobre rocas del Grupo Ambo. Al Sur el Plutón Aricoma está en contacto irregular. (Ver lamina 5)

5.1.2. Areniscas (Ci-a)

Constituidos por areniscas cuarzosas, escasos niveles de pizarras grises, aparentemente pertenecen a la base del grupo Ambo, afloran en forma restringida al oeste del Cuerpo Pacacorral, el contacto con las pizarras es por medio de la falla inversa regional Pacacorral – Aricoma.

5.1.3. Rocas Intrusivas

Conformado por los stocks Aricoma y Limbani de edad Pérmico - Triásico, afloran ampliamente en la parte NE y SW del cuerpo Pacacorral, e intruyen a las secuencias sedimentarias y metamórficas.

El Plutón Aricoma está constituido por granitos alcalinos, intruye a las rocas sedimentarias de la formación Ananea, en forma irregular y a veces digitada, muestra fallamientos y fracturamientos moderados con dirección NE - SW y N - S que no es muy desarrollado.

Plutón Limbani está constituido por monzonita cuarzosa de textura porfirítica, presenta moderado fracturamiento NW-SE, está en contacto por medio de fallas con las pizarras de la formación Ananea.

5.1.4. Depósitos Cuaternarios

Los depósitos cuaternarios se encuentran distribuidos en el área de estudio, como los depósitos morrénicos conformado por clastos sin ningún arreglo, disperso en una matriz limo-arcillosa-arenosa. En estos depósitos existen variaciones en la composición litológica de los clastos, dependiendo de su lugar de origen. Los depósitos morrénicos tienen una importancia económica debido a sus contenidos de placeres auríferos. Los depósitos aluviales están constituidos por limos y arcillas retrabajados de substratos pliocénicos. Los depósitos aluviales son producto de la meteorización del substrato rocoso el cual es transportado muy lentamente o en forma muy violenta por la acción fluvial y depositada en las depresiones. Los depósitos coluviales se localizan al pie de los flancos de los cerros producto de la meteorización.

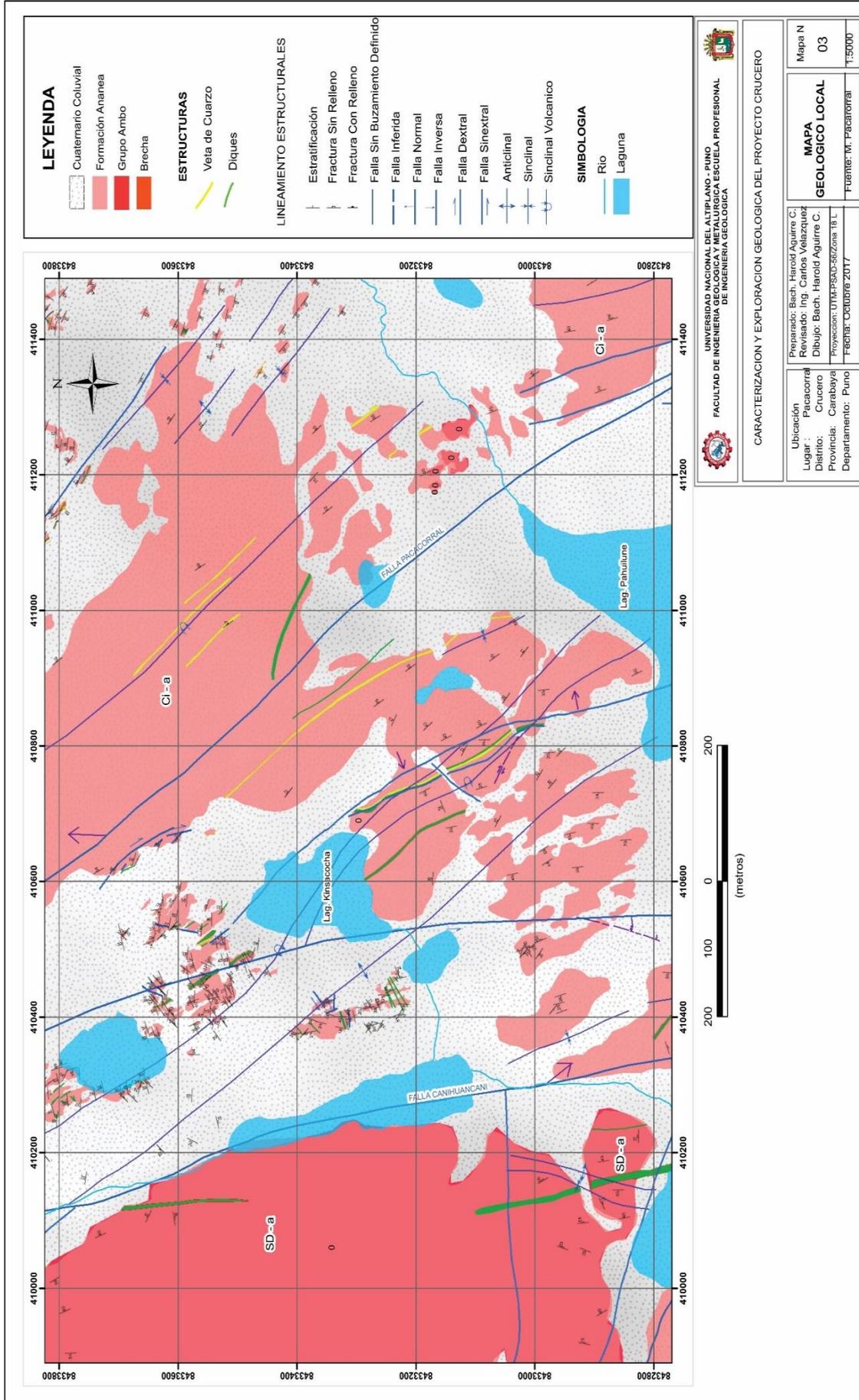


Figura N° 21. Mapa Geologico Local

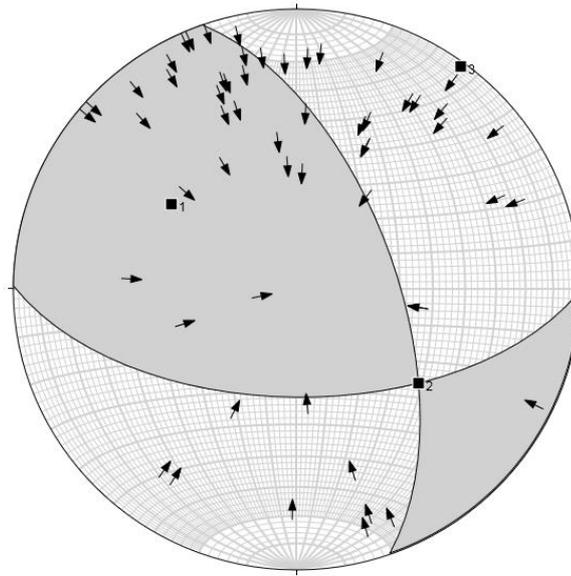
5.2. CARACTERIZACIÓN GEOLOGÍCA ESTRUCTURAL

El Proyecto Crucero se encuentra en un área donde hubo fallamientos regionales y plegamientos que originaron zonas de fuerte cizallamiento sub paralelo y tensionales y se encuentra entre fallas inversas ondulantes con direcciones de N-W, todos ellos producto principalmente por la orogénesis Eohercínica que actuaron sobre las rocas paleozoica.

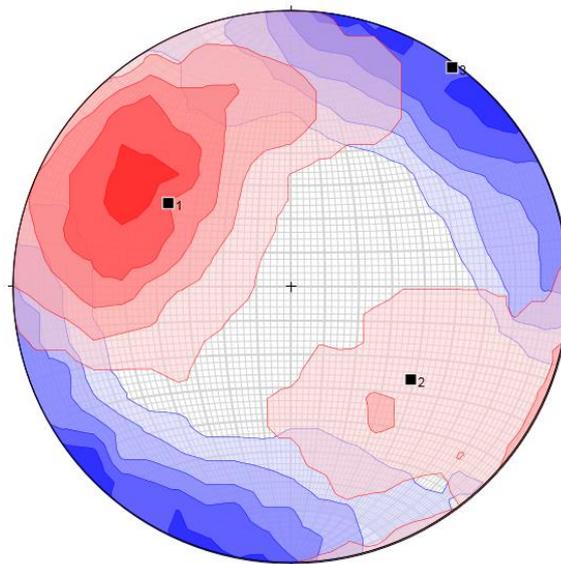
Estructuralmente el área ha sido afectada por las tectónicas Hercínica y Andina y se manifiesta por un intenso plegamiento y fallamiento, principalmente en la franja Siluro - Devoniana.

5.2.1. Control estructural

Los trabajos estructurales anteriores muestran fallamientos en bloques inversos. El estudio que hemos ejecutado se tomó 50 datos en campo los cuales fueron insertados en programas como FaultKin y stereonet y nos muestra que estas fallas son de rumbo por la evidencia clara de estrías horizontales con una cinemática de movimiento dextral normal. (Los datos en están en anexos tomados por Ing. Juan Carlos Canllahui Duran)



El diagrama nos indica una falla dextral normal



Las zonas en azul son de compresión y las zonas de color rojo de distensión según a las inclinaciones de las sigmas 1, 2,3.

5.2.2. Pliegues

Los pliegues tienen dirección NW - SE principalmente y en menor escala N-S, los más grandes y notables presentan flancos amplios con replegamientos

disarmónicos internos. Los pliegues apretados tienen planos de eje con buzamientos hacia el NE y plunge al NW (Pacacorral). Estos pliegues están asociados al fallamiento regional reconocido.

El cartografiado de campo nos permite definir una megaestructura plegada donde se muestra que la zona más interesante del yacimiento se ubica hacia el núcleo del anticlinal, pero con inmersión (Plunge) tanto hacia el norte y al sur.

Los criterios geológicos de esta nueva configuración estructural se basan en lo siguiente:

- En el Sector norte de la estructura plegada, los rumbos van girando hasta colocarse Este - oeste tiene una inclinación hacia el norte con un buzamiento mayores a los 45°.
- En el sector donde se ubica el indicio Pahuline, la secuencia es diferente a los afloramientos en el yacimiento del prospecto y que debe corresponder a una secuencia que sobreyace a la Formación Ananea y se trataría del Grupo Ambo.

5.2.3. Fallas

SISTEMAS DE FALLAMIENTO NW – SE

Este es el principal sistema de fallamiento en el Prospecto donde se ha identificado la Falla Pacacorral y la Falla Canihuancani que limitan la zona de interés, son fallas transcurrente con movimiento dextral a la normal y son previas a la mineralización. La Falla Chinchelamani también es una falla

trancurrente y en la escarpa desarrollada en el intrusivo se puede ver las estrías.



Figura N° 22. Espejo de falla correspondiente a la Falla Pacacorral, que muestra las estrías que indican un movimiento trancurrente hacia la normal

El análisis del movimiento de estas fallas ha sido posible que en las zonas escarpadas correspondientes a las fallas se ha hallado estrías que indican que se trata de fallas de rumbo, con movimiento dextral normal, en un contexto transtensivo y que dio origen a las fallas de sinestrales NE -SW.

SISTEMA DE FALLAMIENTO NE - SW

Estas fallas de dirección NE - SW están relacionadas y son fallas conjugadas del sistema anterior. Rellenadas Por cuarzo blanco esteril y dique andesíticos, este sistema corta los ejes de pliegues preexistentes.

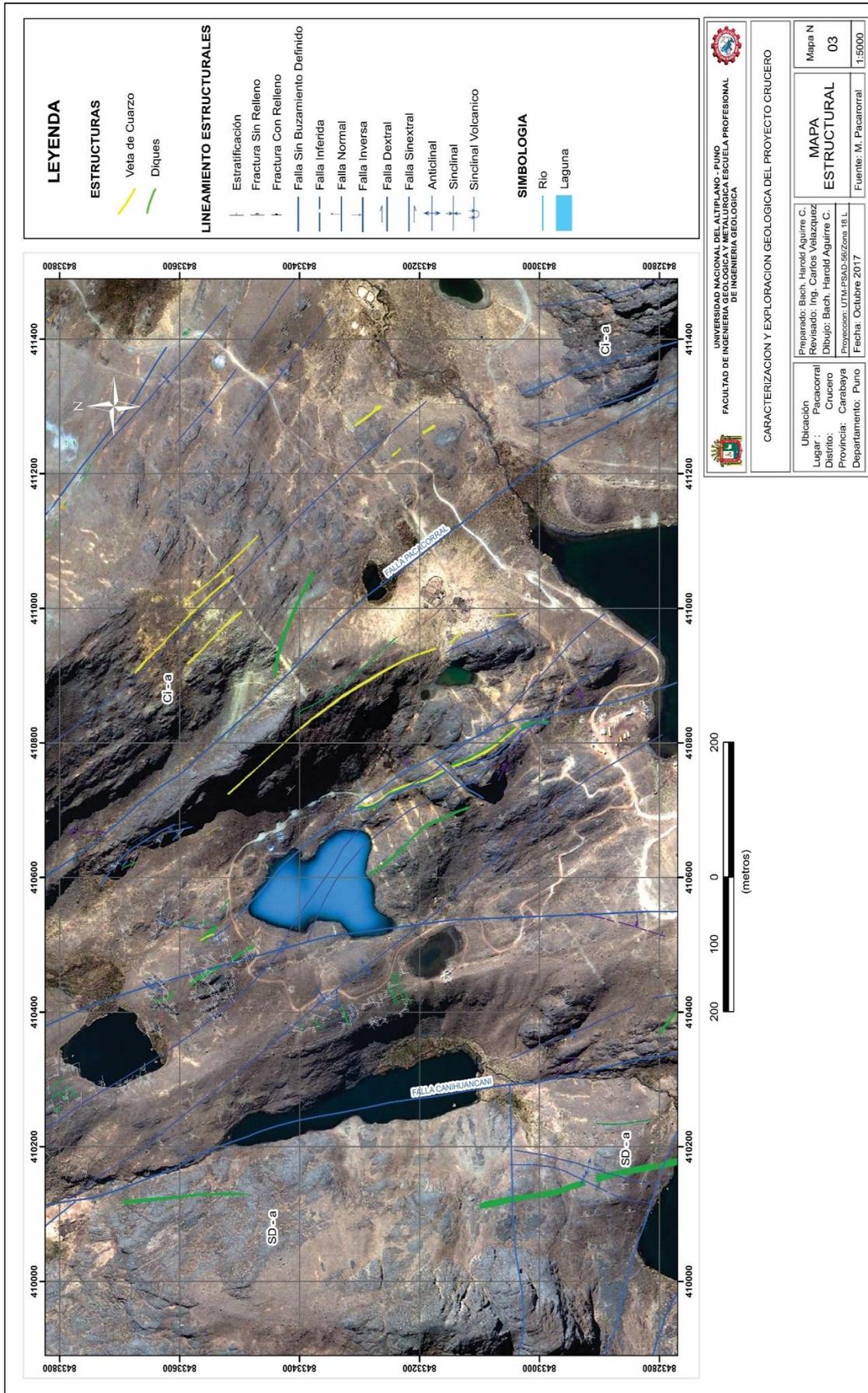


Figura N° 23. Mapa Estructural Local

5.3. CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA

El procesamiento de datos se desarrolló estadísticamente con la finalidad de determinar la media (media aritmética de los datos) y la desviación estándar para poder calcular los rangos geoquímicos y de anomalías. Antes de calcular los parámetros estadísticos fue necesario conocer si los datos mostraban una distribución normal, de no ser así, se calcularon sus logaritmos respectivos y se procedió al cálculo con estas nuevas variables de distribución Log-normal. Para efectos de que una distribución sea normal se utilizó una estadística de una visualización de gráficos (histograma y probabilidad normal).

Los rangos de anomalía fueron calculados en función Background (media) y la desviación estándar (DE) utilizando la siguiente nomenclatura.

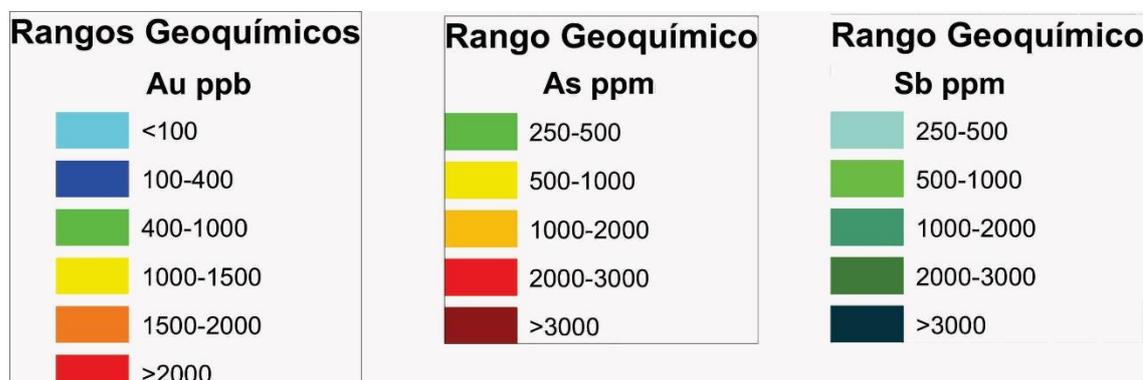


Figura N° 24. Rango de valores para es muestreo geoquimico

5.3.1. Muestreo de sedimentos de quebrada

El trabajo de muestreo de sedimentos de quebrada se hizo regionalmente sobre una base topográfica a escala 1/100000 por la empresa Cedimin en el año 2003 complementaria mente se hizo un nuevo muestreo en la zona de del Proyecto Crucero dichas muestras se obtuvieron utilizando 3 tipos de tamiz de numero 40, 80 y 200.dado que el estudio era regional se

tomaron muestras a las principales cuencas abarcando casi toda la cordillera oriental.

Las muestras solo fueron ensayadas por ciertos elementos guías como Au, Ag, Cu, Z, los valores anómalos son bajos por ser muestras de sedimentos, pero muy valiosos para poder iniciar nuevos trabajos de exploración.

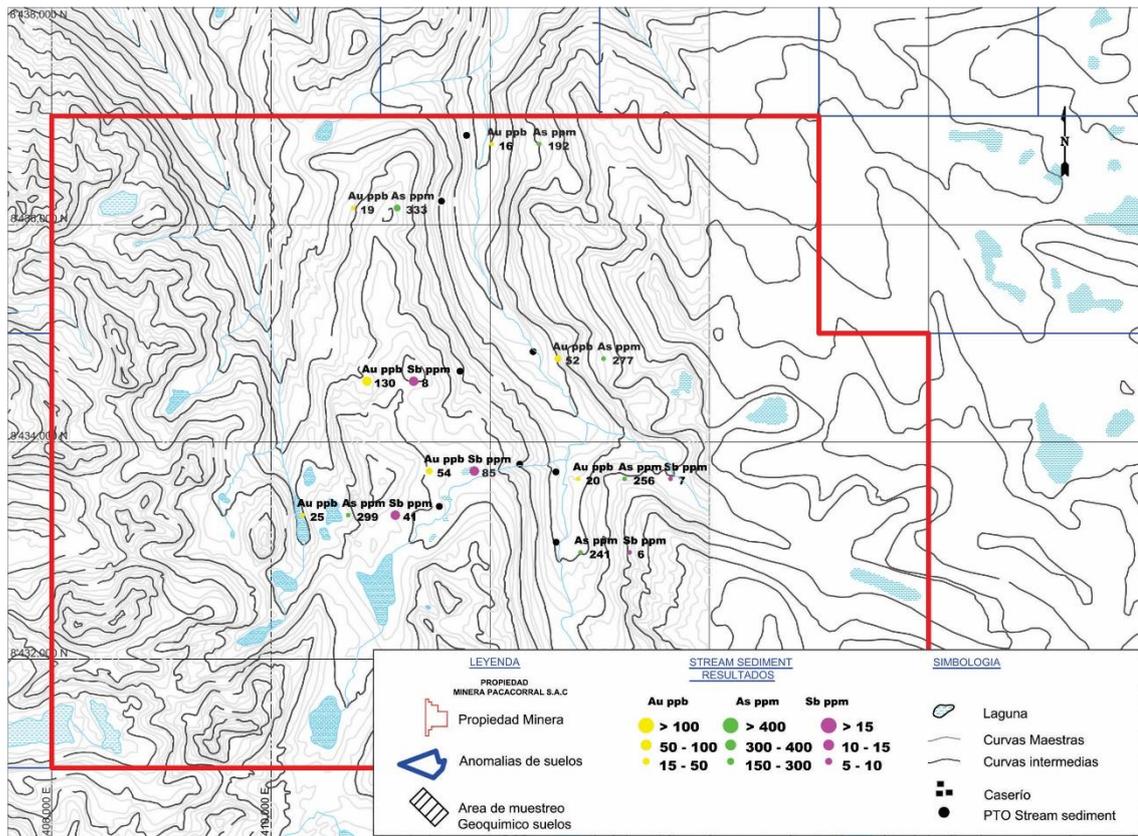


Figura N° 25. Muestras Stream Sedimet

Luego de una larga campaña se delimitan nuevas zonas para realizar un estudio más a detalle, en el caso del Proyecto Crucero su revisión fue luego de una campaña de exploración y perforación en la zona que actual mente es Mina Sarita viendo que este no cubría las expectativas para la empresa CEDIMIN por lo que deciden y para ya terminar el año realizar un muestreo de rocas en la Zona del proyecto Crucero teniendo valores de Au, As, Sb.

5.3.2. Muestreo de rocas

En el 2003 los resultados de la geoquímica de sedimentos y el reconocimiento geológico se programó una malla geoquímica sobre la anomalía geofísica de 50 x 50 metros los resultados configuraron un cuerpo mineralizado elongado NNW- SSE de baja ley de oro.

Así mismo con los resultados de la malla se ejecutan 2.700 ml de trincheras tomando muestras cada 5m fragmentos de roca de 1 a 2 cm en promedio con un total de 577 muestras.



Figura N° 26. Extracción de muestra (ROCK CHIP)

En el 2009 Para complementar este muestreo en la anomalía A1 se realizan 790 m. de trincheras tomando muestra cada 5 metros con un total de 158 muestras que ayudan a delimitar y realizar un mapa de isovalores sobre la anomalía A1, también se toman 8 muestras de orientación sobre la anomalía A11.

El resultado final de las trincheras en la zona A1 y dando rangos de valores nuevos para dar un zonamiento mucho más claro se realiza un mapa

geoquímico de Au, As, Sb, ya que de acuerdo al muestreo tiene una relación como se podrá ver en los siguientes mapas.



Figura N° 27. Extracción de cobertura coluvial, antes del muestre sistemático

A. Cuerpo Sur

T-1 Se tomaron 20 muestras: en la parte central teniendo un tramo de 15 m. con ley promedio de 514 ppb Au.

T-2B Se obtuvieron 17 muestras, al extremo Este con un tramo de 15 m. con una ley promedio de 1418ppb Au.

T-1C se tomaron 21 muestras, ocurren 2 tramos mineralizados al oeste y este de la trinchera, el Primero tiene una longitud de 20 m. ley promedio 2416 ppb Au, el segundo tramo tiene una longitud de 45 m. ley promedio 3346 ppb Au en este tramo una muestra arrojó 27930 el cual asido castigada en 50% para el promedio.

T-2D se tomaron 16 muestras, al oeste de la trinchera ocurre un tramo de 45 m. de longitud con ley promedio 1476 ppb Au.

B. Cuerpo Norte

T-2E, Se tomaron 15 muestras en las partes centrales de la trinchera ocurre un tramo de 45 m. de longitud, ley promedio 870 ppb Au.

T-3A Se obtuvieron 11 muestras, en la parte central de la trinchera ocurre un tramo de 15 m. de longitud con ley promedio 8.70 ppb Au.

T-4B se tomaron 12 muestras, en la parte central se localizó un tramo de 30m. de longitud con ley promedio de 1897 ppb Au.

T-4C se obtuvieron 15 muestras al extremo oeste ocurre un tramo de 30 m. de longitud con ley promedio de 1653 ppb Au.

T-5 A se tomaron 14 muestras, en la parte central se tiene un tramo de 15 m. de longitud con ley promedio de 1653 Au.

T-7B se tomaron 16 muestras, al extremo este ocurre un tramo de 20 m. de longitud ley promedio 1745 ppb Au.

5.3.3. Distribución Superficial De Valores Au, As, Sb En A-1

La distribución de valores de Au, As y Sb en la anomalía A-1, configura un cuerpo mineralizado de forma elongada de dimensiones de 500 m. de longitud x 40 – 120 m. de ancho.

En la parte sur el cuerpo mineralizado es más ancho (240 m. de largo x 80 -120 m. de ancho) resaltando dos lentes mineralizados con leyes > 2.0 g/T Au. El lente 1, tiene una extensión de 130 m de largo x 55 m. de ancho y el lente 2, tiene forma elongada cuya extensión es de 110 m. de largo x 15 - 30 m. de ancho con leyes >2.0g/T Au.

En la parte norte el cuerpo mineralizado es mas angosto y poco regular de 260 m. de largo x 20 – 40 m. de ancho.

El arsénico tiene buena distribución en el cuerpo mineralizado y se ubica en la misma posición que el Au, con valores > 2000 ppm As.

El antimonio se restringe hacia el este del cuerpo mineralizado en la parte sur y en la parte norte se ubica en la misma posición con valores > 2000 ppm.

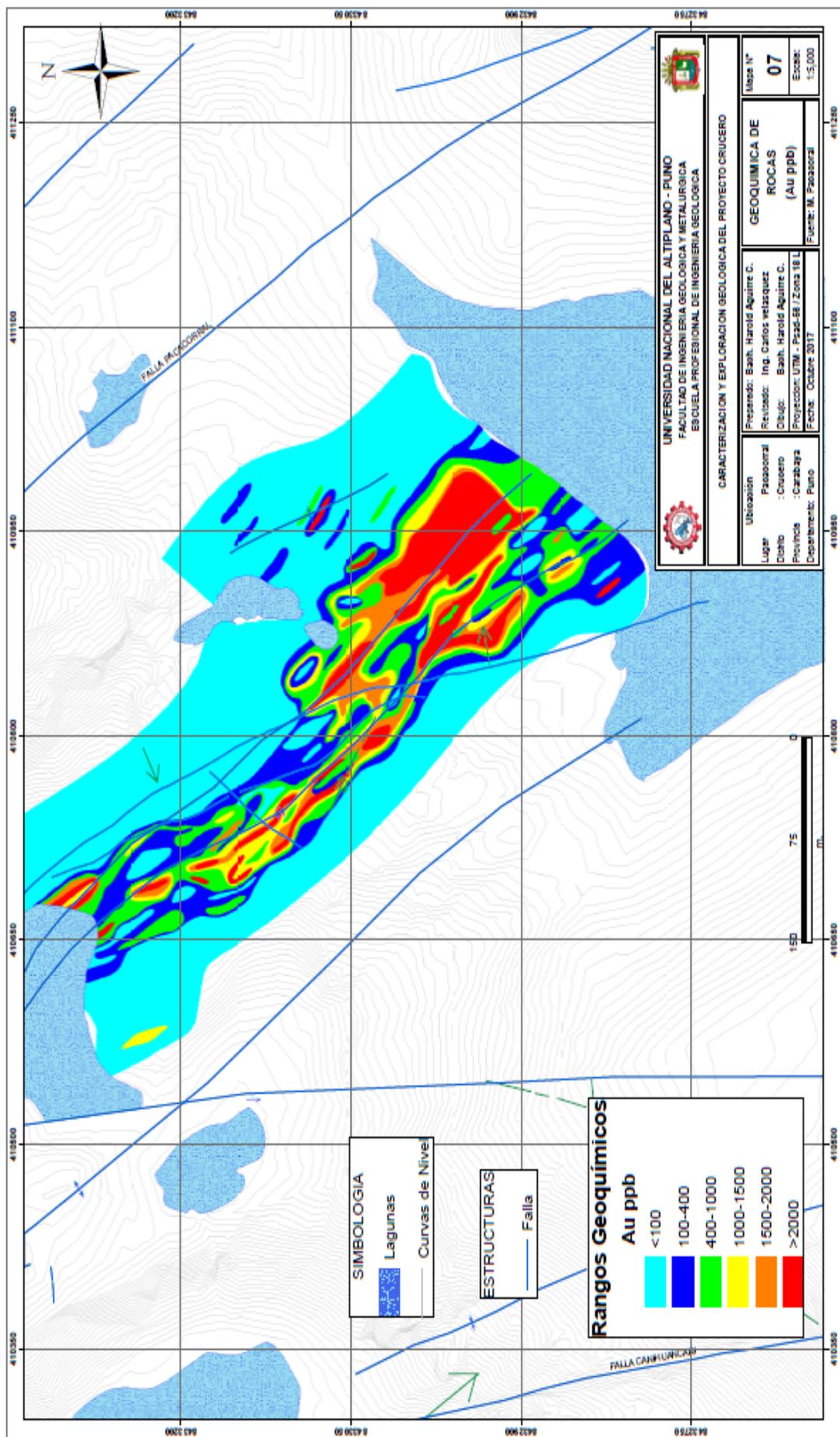


Figura N° 28. Mapa Geoquimico Au

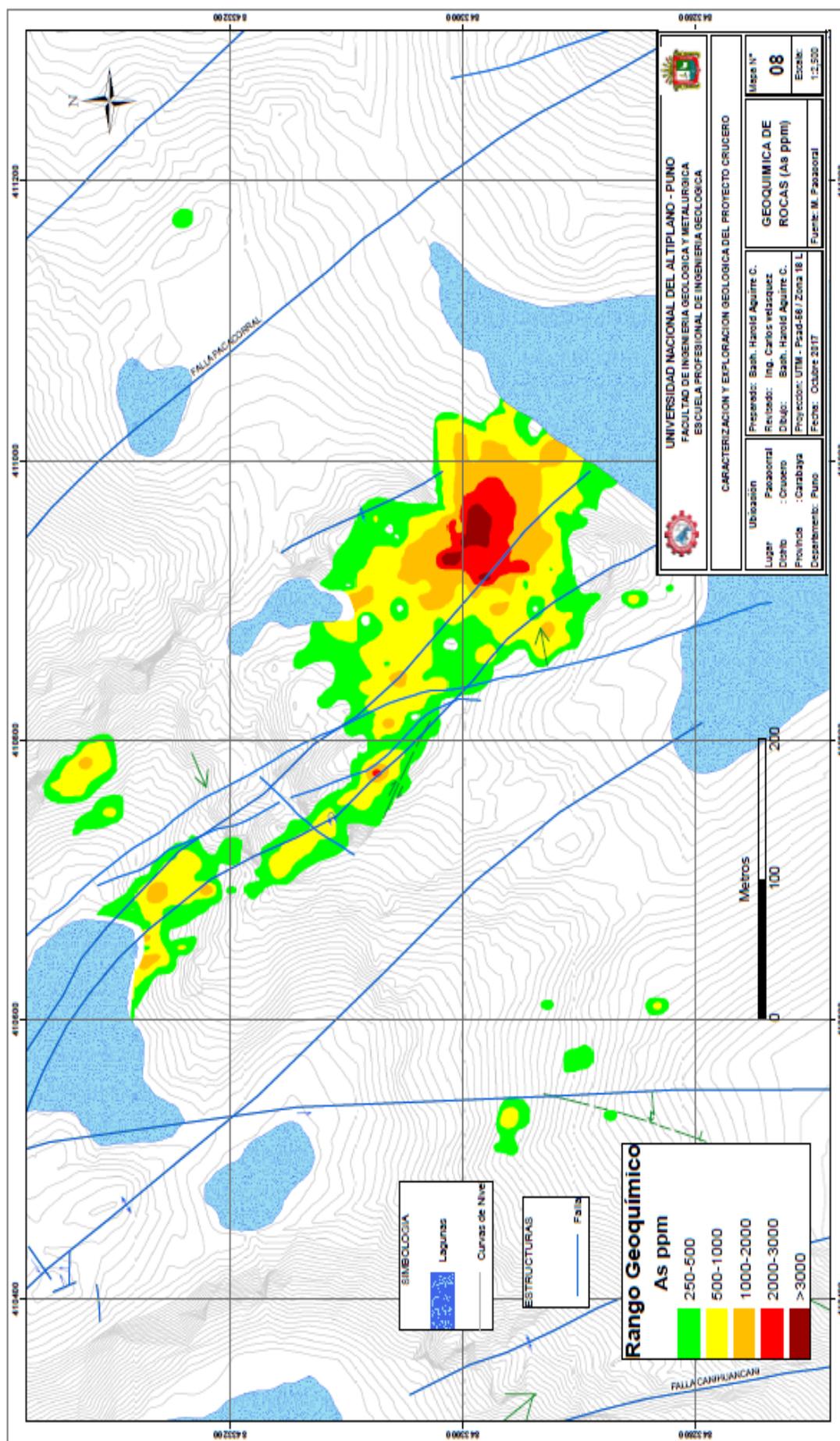


Figura N° 29. Mapa Geoquímico As

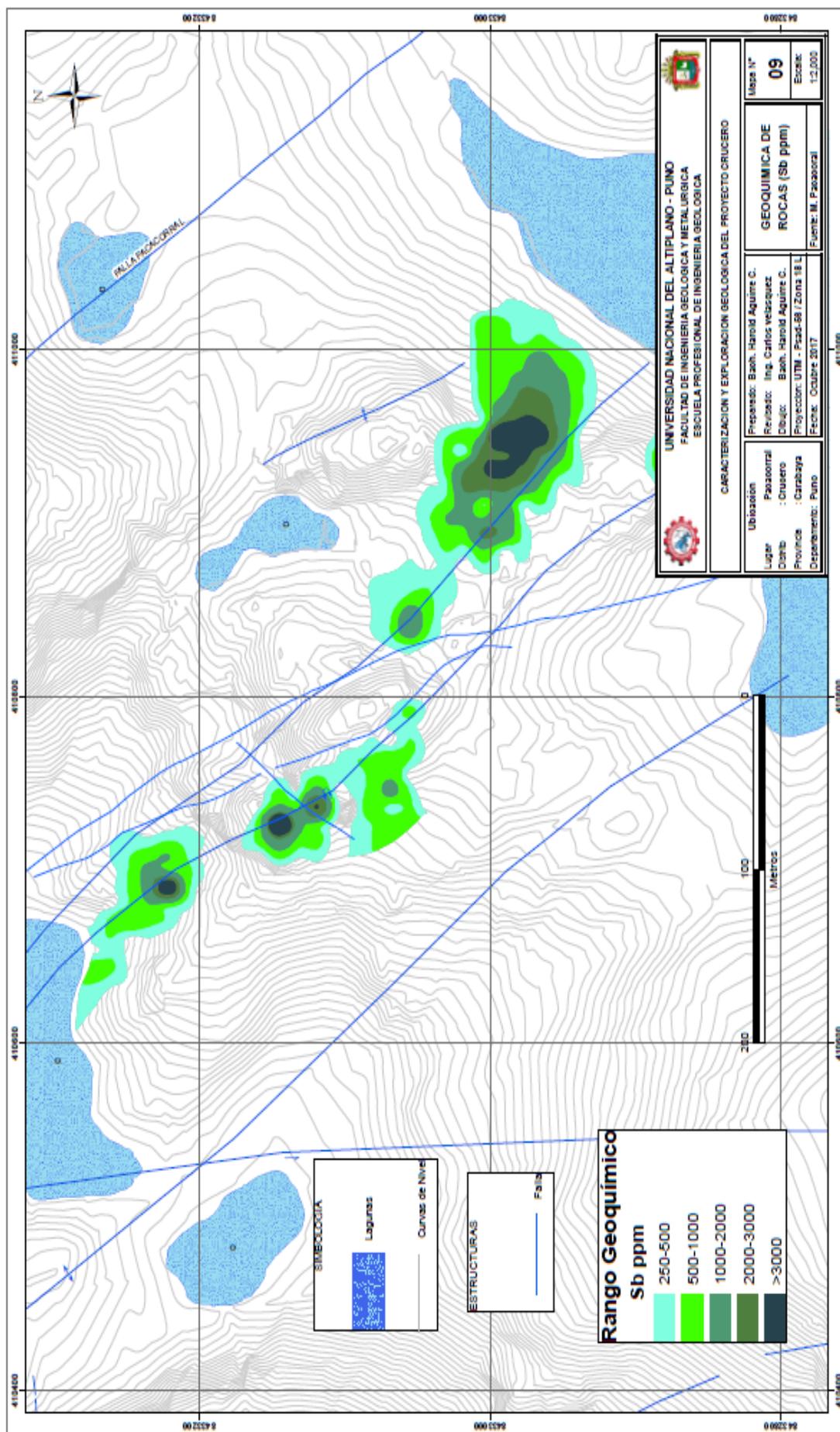


Figura N° 30. Mapa Geoquímico Sb

5.4. CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA

El primer estudio geofísico realizado en el proyecto Crucero fue solicitado por Cedimin S.A.C., posteriormente Minera Pacacorral, en base a los resultados obtenidos decidió llevar a cabo estudios geofísicos complementarios.

El área prospectiva ha sido cubierta por los siguientes estudios:

- Val d'ór Geophysys, en el 2003, ejecutó 14 Km de líneas magnéticas (MAG) y 13.8 km de polarización inducida (IP).
- Deep Sounding EIRL, en el 2009, ejecutó 36 km de líneas magnéticas.
- Royal Eagle Exploration EIRL, en el 2010, ejecutó 36.9 km de Mag y 4 km de IP.

El uso del IP en este ambiente geológico no fue de gran ayuda, la respuesta fue alta cargabilidad y baja resistividad debido a la presencia de las pizarras esquistosas carbonosas y también a la ocurrencia de pirita diseminada de origen singenético, dando falsas anomalías no necesariamente relacionadas a sistemas de mineralización.

Por el contrario, el mapa del campo magnético total muestra una anomalía compleja de buena correlación con el yacimiento Pacacorral (Anomalía A-1). La ocurrencia de pirrotita en el cuerpo mineralizado podría explicar la anomalía y es lógico usar el método magnético como herramienta de prospección para este tipo de yacimientos. En el caso del cuerpo Pacacorral se ha notado que la anomalía magnética A1, corresponde a anomalías superficiales muy fuertes que indican que el material magnético está aflorando.

5.4.1. Magnetometría (MAG)

Características del campo magnético

Intensidad: 24 297 gammas; Declinación: -5.84° ; Inclinación: -4.57° .

Estamos en las condiciones de un campo cuasi ecuatorial, con anomalías de las siguientes características:

- a) Anomalías negativas encima de la fuente magnética.
- b) Ausencia de anomalías en la parte central de diques magnéticos elongados NS.
- c) Un modelo 2D NS, no muestra que las anomalías atraviesen a lo largo de EW.

Obtención de la data de campo y procesamiento

Los datos de campo y procesamiento, se han hecho según las reglas usuales; para ello se emplearon magnetómetros Overhauser para la adquisición de la data y la grabación de variación de tiempo, corrección de variación regional usando IGRF, para el control de calidad se utilizó una estación del control, asegurando así que los datos sean confiables.

Interpretación

Se encontraron 12 anomalías (M1 a M12) y las varias alineaciones magnéticas fueron definidas Real Eagle Exploration basada en el mapa de señal analítica 3-D (Anexo 3). Una primera interpretación basada en el mapa del campo magnético total realizado por el equipo de trabajo de Pacacorral ha definido

11 anomalías (A1 a A11). La correspondencia entre estas anomalías se describe a continuación:

Equipo Pacacorral Real Eagle

Cuadro N° 07. Anomalías Magnéticas

Anomalía Magnética	Anomalía señal analítica
A1	M1
A2	Varios alineamientos magnéticos
A3	M12
A4	M11
A5	M10
A6	M9
A7	M6
A8	M5
A9	M2
A10	M3
A11	No indicada
Ninguna	anomalía M8
Ninguna	anomalía M7
Ninguna	anomalía M4

Fuente: Elaboración propia.

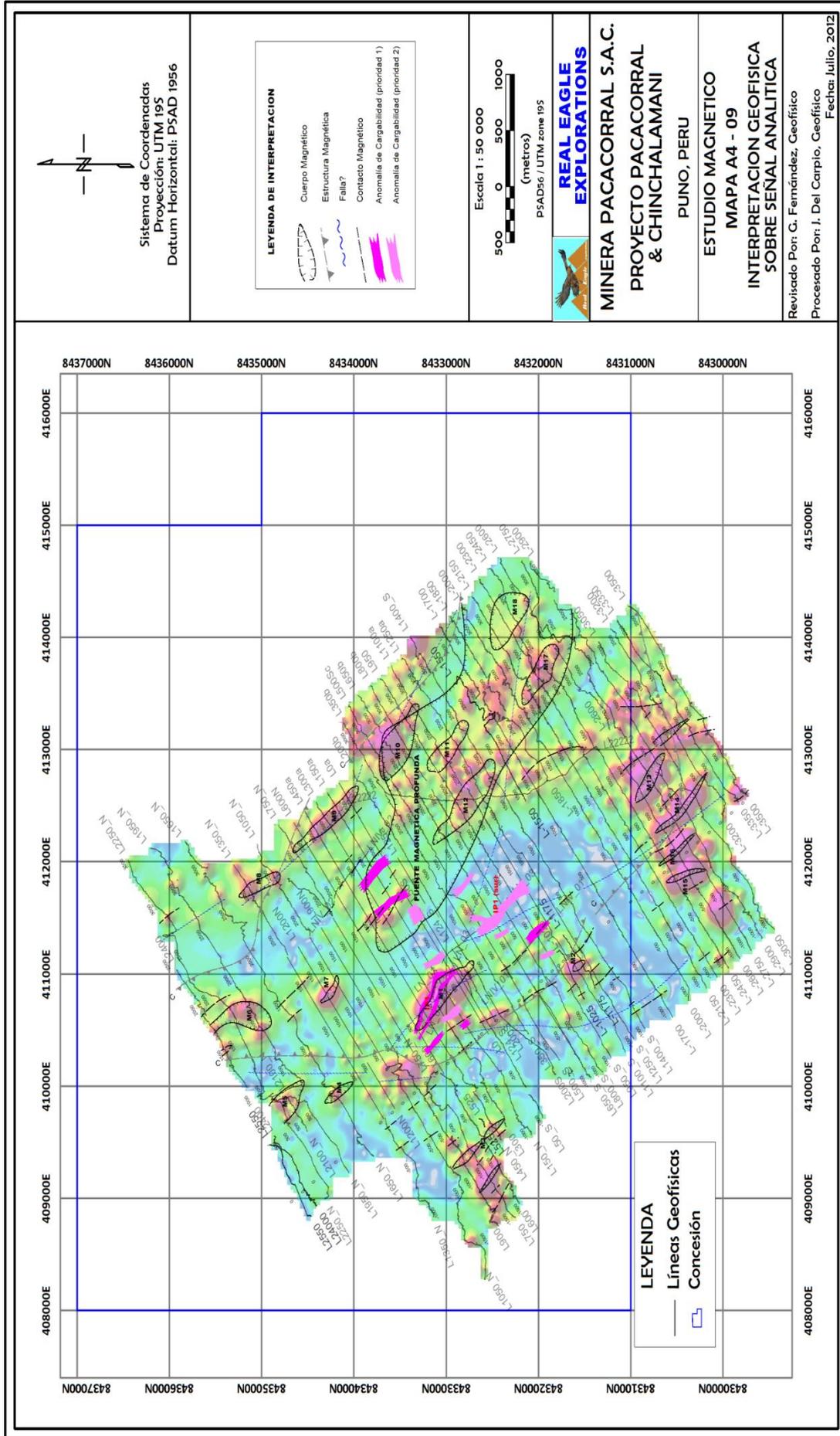


Figura N° 31. Mapa Magnetico Total

a) Anomalía A1

Esta anomalía corresponde al cuerpo Pacacorral, tiene las siguientes características:

- La respuesta es fuerte de alta frecuencia debido a fuentes magnéticas superficiales que probablemente corresponden a los afloramientos con mineralización de pirrotita y/o diques andesíticos.
- Los mapas de continuación ascendente nos muestran también que la anomalía tiene fuente magnética profunda.

La complejidad de esta anomalía muestra que es importante entender bien la respuesta magnética del cuerpo Pacacorral y es muy importante medir la susceptibilidad magnética de los testigos de perforación.

En las observaciones de superficie se encuentra una pizarra con, diseminación de Py-Po-Ap.

b) Anomalía A2

La anomalía A2 tiene una intensidad media y es interpretada por Real Eagle como una estructura magnética (Dique andesítico (?)). La anomalía A2 se sitúa en un trend estructural NW-SE, donde se alinea con la anomalía A3, es un área de muy baja resistividad debido al esquisto pizarroso carbonoso con diseminación de pirita y pirrotita cortada por fallas (Panizo y brechas) y diques andesíticos, como se confirmó con el sondaje DDH-12.

c) Anomalías A3 y A4

Estas anomalías no muestran respuesta superficial de alta frecuencia (Probablemente por la cobertura cuaternaria (?)); estas anomalías tienen respuesta de una fuente magnética profunda, como se observa en el mapa de continuación ascendente, donde corresponden a una sola anomalía grande. Esta anomalía podría explicarse por la ocurrencia de intrusivos máficos profundos que podrían ser de importancia metalogenética.

d) Anomalía A5

La anomalía A5 tiene una fuerte expresión superficial y podría unirse en el fondo a la misma fuente de las anomalías A3 y A4. Las fuentes magnéticas superficiales deben ser verificadas cuidadosamente por la geología superficial.

e) Anomalía A6

Esta anomalía es elongada y sigue la dirección estructural andina; no hay respuesta superficial (Probablemente por la cobertura cuaternaria (?)). Su posición cerca al contacto con el batolito de Limbani le da importancia.

f) Anomalía A7

Esta anomalía probablemente se explica por la ocurrencia de un dique andesítico cartografiado en campo.

g) Anomalía A8

La anomalía magnética tiene una respuesta superficial; los trabajos de campo describen una zona de contacto entre las formaciones Ambo y Ananea.

Las pizarras están cortadas por venillas de cuarzo sin mineralización, no se descarta la ocurrencia de diques andesíticos.

h) Anomalía A9

Esta anomalía tiene las fuentes superficiales y profundas. Probablemente se explica por la ocurrencia de un dique andesítico de rumbo N-S.

i) Anomalía A10

La anomalía A10 es una anomalía superficial fuerte, situada en el contacto entre la formación Ambo y el batolito de Aricoma; se ha observado vetas de cuarzo blanco y grisáceo en el intrusivo, no se observa mineralization. La respuesta magnética no se explica claramente, en todo caso se tienen que hacer trabajos geológicos de detalle.

j) Anomalía A11

Esta anomalía tiene una respuesta magnética superficial, está cubierta por material cuaternario; hacia el oeste afloran areniscas limolíticas con fina diseminación de pirita- pirrotita-arsenopirita. Las muestras de orientación han dado valores de 0.3 a 0.45 g/Au y valores de arsénico.

Ensuperficie se encuentra la pizarra mucho mas recristalizada con dicaminacion de Py, Po y venillas de Qz-Apy.

5.4.2. Polarización Inducida (IP)

En la campaña del 2003 (CEDIMIN) se realizaron estudios de polarización inducida (IP) con polo dipolo de 100-200 m., sobre la anomalía magnética A-1, 14 km fueron ejecutados por Val D'or.

En la campaña (2010), se han ejecutado 4 km por Real Eagle Explorations, sobre las anomalías magnéticas A-2, A-3, A-4, A-5 y A-6.

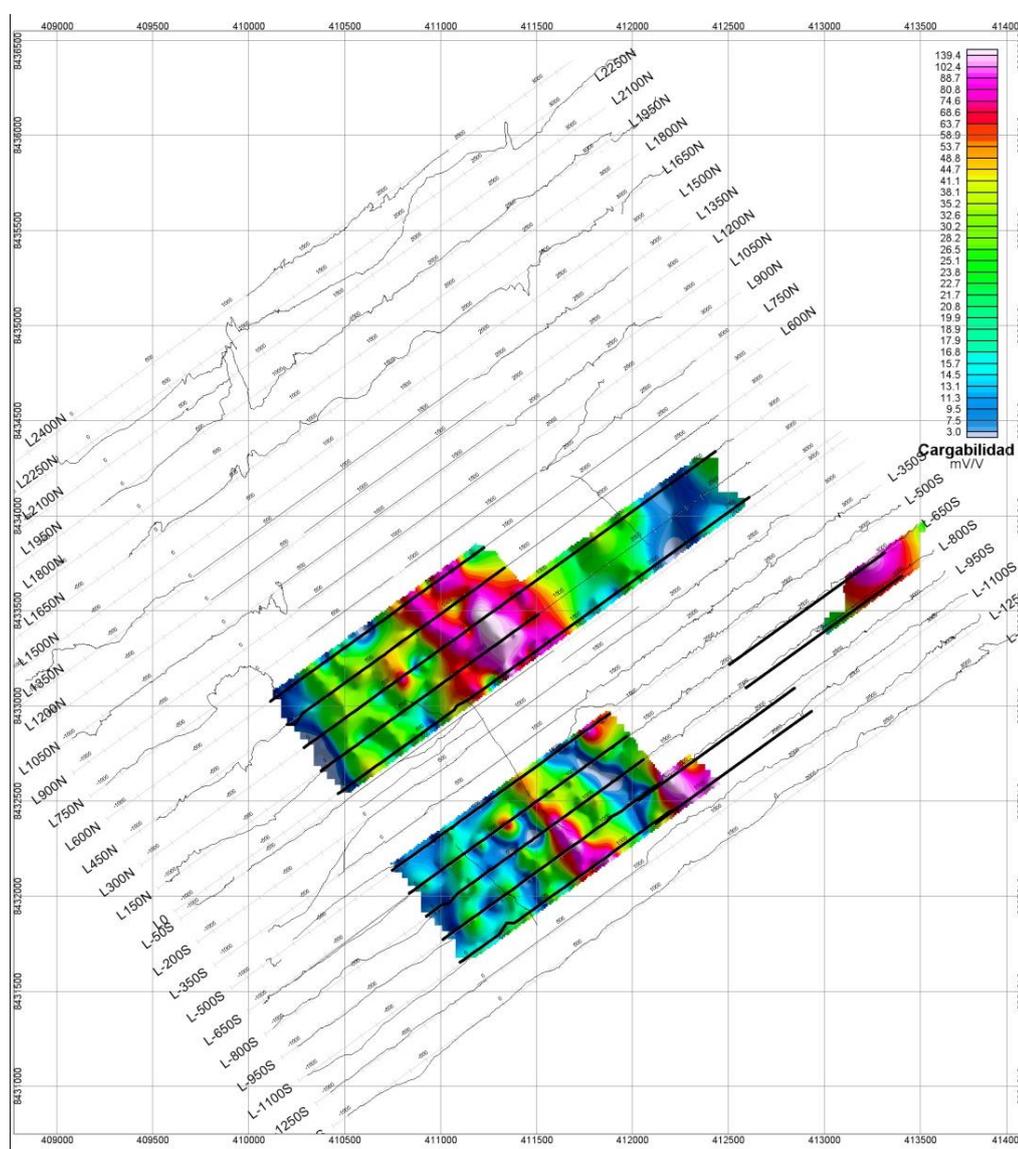


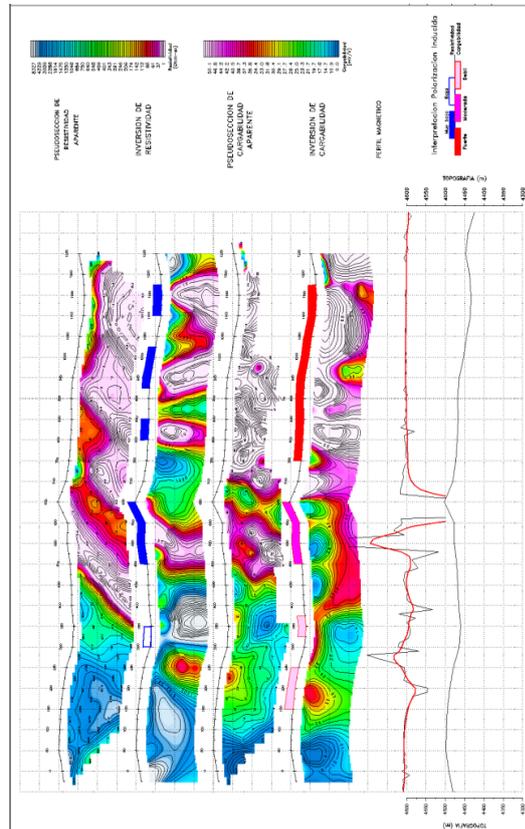
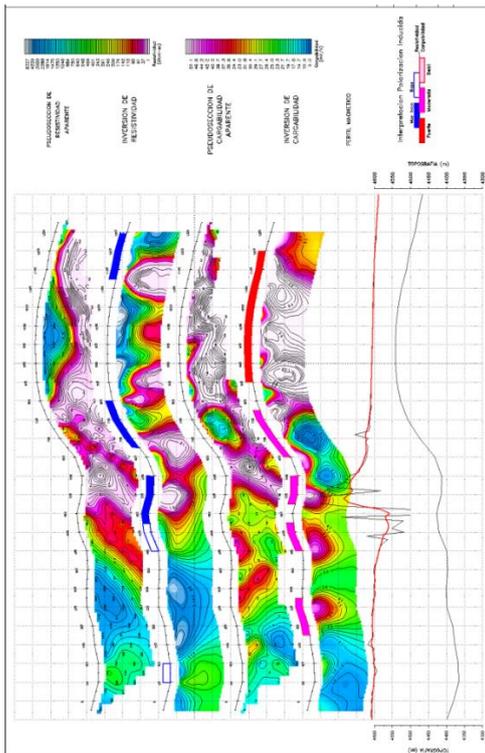
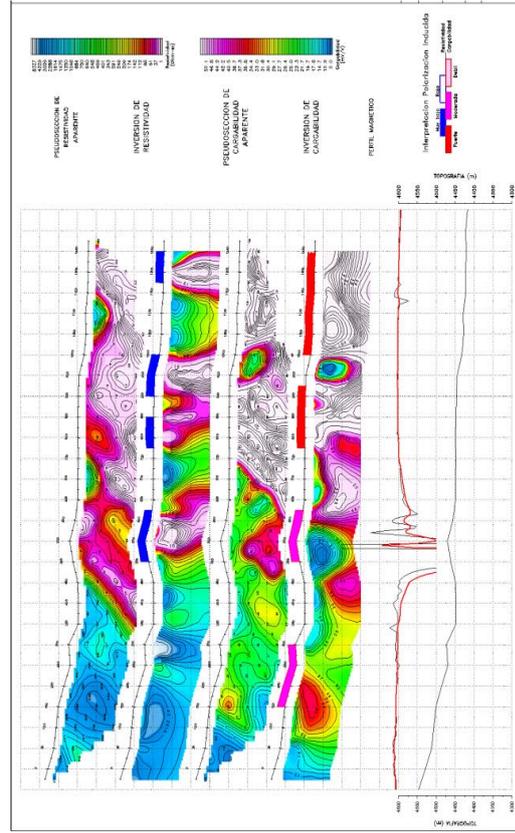
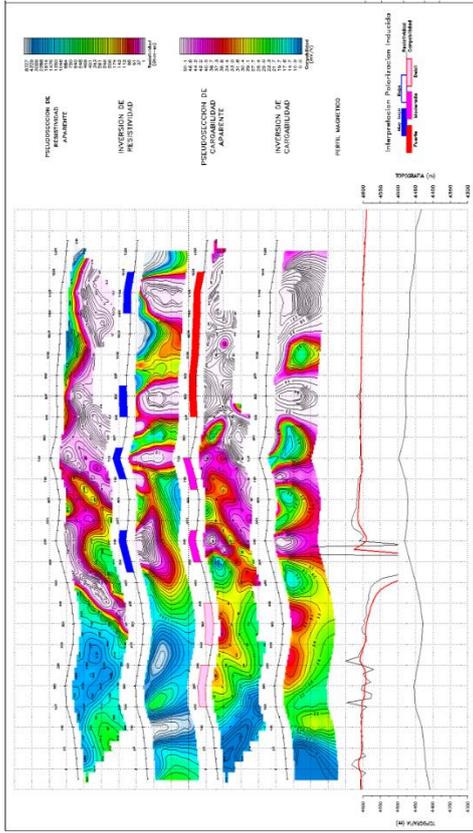
Figura N° 33. IP sobre el Proyecto Crucero

Cargabilidad

En el caso del Proyecto Crucero, la interpretación de los resultados del IP nos puede llevar a interpretaciones erróneas, debido a la presencia de pirita singenética y también la presencia de grafito ó esquistos carbonosos.

En el estudio de IP realizado sobre dichas anomalías magnéticas no ha sido posible obtener lecturas, se puede observar lo siguiente, Una área de resistividad muy bajo (Resistividad <50 ohm.m) y cargabilidad muy alto dónde Real Eagle no ha podido hacer algunas de las medidas, la recepción de la señal fué demasiado débil.

El área corresponde a la anomalía magnética A-2 y fue perforada por los sondajes DDH-12; el primero corresponde a una pizarra carbonosa con diseminación de pirita y pirrotita y los dos restantes a material cuaternario y pizarra gris con diseminación de pirita. - Un área anómala de cargabilidad media (Entre 30 y 50mv/V) con una resistividad media (Entre 100 y 250 ohm.m). Las características de esta área probablemente corresponden a un área con presencia de sulfuros diseminados (Probablemente pirita singenética).



5.5. PERFORACIÓN DIAMANTINA

Los sondajes fueron realizados con el objeto de reconocer en profundidad las características geológicas y mineralización de la anomalía superficial de Au.

Los trabajos de perforación fueron realizados por la compañía GEODRILL S.A.C. entre el 01 de mayo del 2010 a febrero del 2011. Se utilizaron dos máquinas de perforación LF7036 y LF718, sistema Wire line, con líneas HQ y NQ. La recuperación lineal promedio fue de 99%.

Cedimin S.A.C., el 2003 perforó 7 sondajes diamantinos: CR-1, CR-2, CR-3, CR-4, CR-5, CR-6 CR-7, un total de 1767.30m. Minera Pacacorral S.A.C., el 2009 perforó 12 sondajes diamantinos: DDH-01, DDH-02, DDH-03, DDH-04, DDH-05, DDH-06, DDH-07, DDH-08, DDH-09, DDH-10, DDH-11 y DDH-12, con un total de 3620.55m.

Minera Pacacorral S.A.C., el 2010 perforó 15 sondajes diamantinos: DDH-13, DDH-14, DDH-15, DDH-16, DDH-17, DDH-22, DDH-23, DDH-24, DDH-25, DDH-26, DDH-27, DDH-28, DDH-29, DDH-30, DDH-31, con un total de 4261.1 metros.

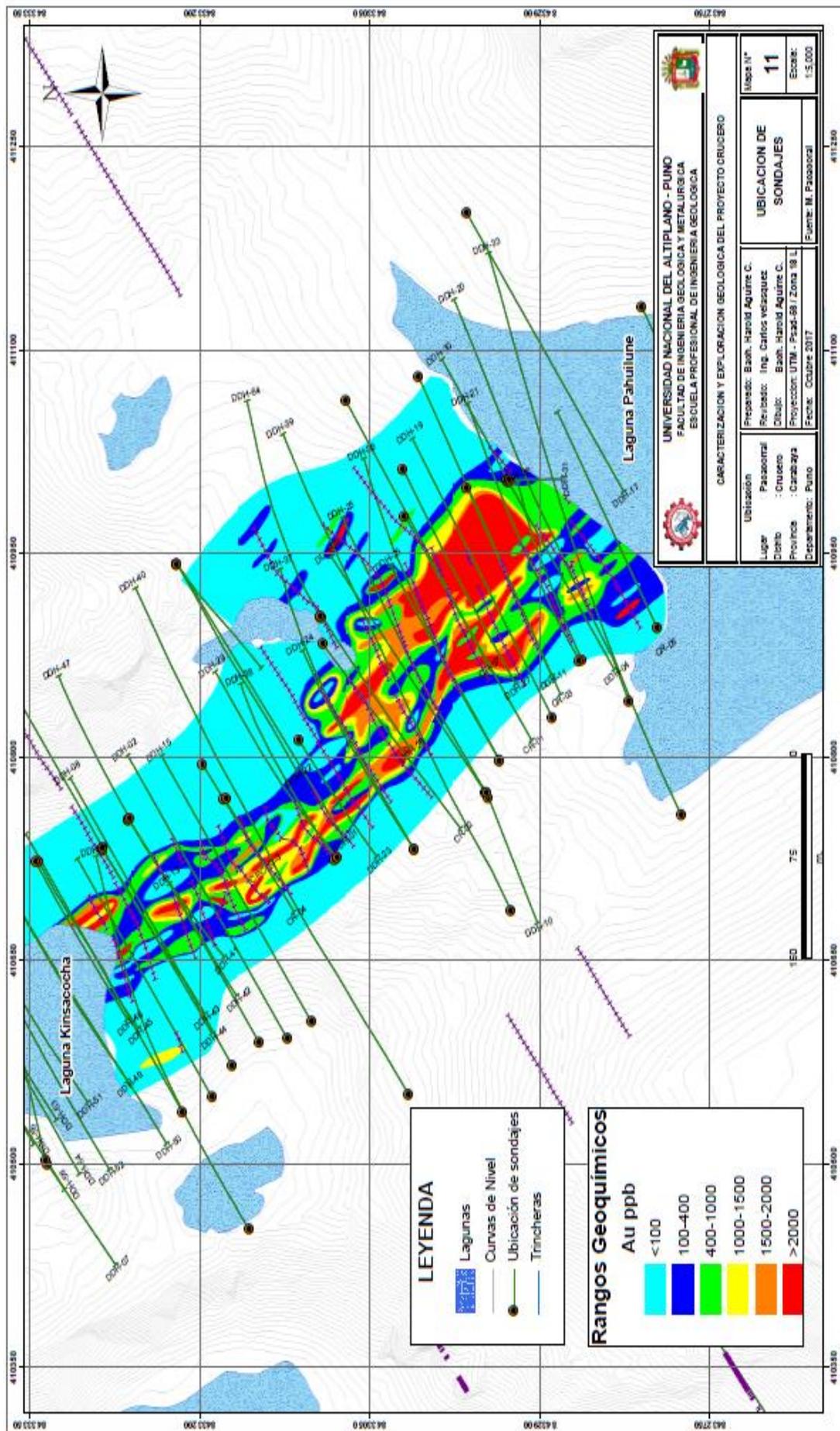


Figura N° 38. Ubicación de sondajes

Cuadro N° 08. Sondajes DDH Proyecto Crucero

Id	Hole	ESTE	NORTE	COTA	AZIMUTH	INCLINACION	LONGITUD	COMPAÑÍA
1	CR-01	410976.866	8433019.5	4475.535	236	45	280	Cedimin
2	CR-02	410883.196	8433091.057	4470.196	228	44	253.3	Cedimin
3	CR-03	410997.8	8432963.731	4461.771	242	45	242.5	Cedimin
4	CR-04	410769.003	8433178.008	4457.061	234	45	145	Cedimin
5	CR-05	410894.979	8432796.591	4449.572	61	43	250.5	Cedimin
6	CR-06	411131.046	8432809.686	4449.821	241	45	270	Cedimin
7	CR-07	411062.166	8433070.681	4457.908	237	45	325.5	Cedimin
8	DDH-01	410941.967	8433219.773	4487.296	234	45	350	Pacacorral
9	DDH-02	410592.327	8433122.743	4402.636	56	45	356	Pacacorral
10	DDH-03	410537.841	8433214.835	4401.83	56	45	350	Pacacorral
11	DDH-04	411002.69	8432927.506	4452.287	236	45	235.95	Pacacorral
12	DDH-05	410450.611	8433419.842	4417.852	56	45	359.15	Pacacorral
13	DDH-06	410499.53	8433333.928	4407.129	231	45	134.3	Pacacorral
14	DDH-07	410502.311	8433335.961	4407.1	75	45	315	Pacacorral
15	DDH-08	410572.331	8433171.098	4401.884	56	45	361.65	Pacacorral
16	DDH-09	410773.426	8432947.9	4468.462	52	45	312.4	Pacacorral
17	DDH-10	410769.664	8432944.962	4468.726	245	45	143.9	Pacacorral
18	DDH-11	411079.836	8433006.761	4449.147	242	45	352.4	Pacacorral
19	DDH-12	411569.584	8433741.96	4423.91	233	45	350	Pacacorral
20	DDH-13	410589.403	8433147.459	4402.543	56	45	199.8	Pacacorral
21	DDH-14	410549.295	8433189.193	4400.591	56	45	299.7	Pacacorral
22	DDH-15	410604.821	8433101.367	4406.93	56	45	334.1	Pacacorral
23	DDH-16	411219.871	8432500.349	4470.972	53	45	320	Pacacorral
24	DDH-17	411200.666	8432964.347	4456.102	236	45	350	Pacacorral
25	DDH-22	410941.967	8433219.773	4487.296	235	60	371.35	Pacacorral
26	DDH-23	410812.182	8433112.251	4487.239	235	45	155.3	Pacacorral
27	DDH-24	410731.724	8433010.891	4467.34	56	45	250	Pacacorral
28	DDH-25	410773.58	8432947.203	4468.465	53	60	470	Pacacorral
29	DDH-26	410871.126	8432862.829	4451	60	60	300	Pacacorral
30	DDH-27	411011.757	8433020.44	4465.289	240	45	260	Pacacorral
31	DDH-28	410902.677	8433091.561	4470.894	232	60	250	Pacacorral
32	DDH-29	410724.085	8433080.715	4459.295	50	45	266.5	Pacacorral
33	DDH-30	411004.011	8432928.4	4452.057	56	45	150	Pacacorral
34	DDH-31	411004.101	8432926.351	4451.616	180	60	92.1	Pacacorral

En el logueo de los testigos de perforación se utilizó un formato con nomenclaturas orientadas a características de un yacimiento diseminado tipo orogénico de Au, los términos y códigos se muestran en la tabla.

5.5.1. Resumen geológico de sondajes

A continuación, se describe en forma resumida las características geológicas de cada uno de los sondajes los cuales fueron proporcionados por Minera Pacacorral para el desarrollo de esta tesis.

Cuadro N° 09. SONDAJE DDH-01

GEOLOGIA Y LEYES DDH-1									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Pizarra gris oscura fresca	0.00	8.45	8.45	407					
Vetas de Qz lechoso esteril	8.45	14.40	5.95	20					
Pizarra gris oscura fresca	14.40	23.20	8.80	16					
Vnls de Qz-Py-Clt	23.20	30.90	7.70	33					
Pizarra gris oscura fresca, escasas Vnls de Py-Clt	30.90	45.06	14.16	31					
Pizarra gris oscura fresca, Vnls de Py-Clt/Py, Diss de Py	45.06	128.87	83.81	41					
Pizarra gris clara recristalizada	128.87	134.00	5.13	22					
Vnls de Clt-Po/Po, Diss de Py-Po debil	134.00	154.00	20.00	156	<0.2	52	6.17	371	39
Vnls de Po-Py / Py-Apy±Po/Po-Apy-St / Po-Apy, Bds de Po / Po-Apy	154.00	175.00	21.00	2197	<0.2	49	5.90	1320	554
Vnls Po-Apy/Po-St, Bds de Po-Apy	175.00	185.00	10	321	<0.2	39	5.39	1072	2792
Vnls Po-Apy/Po-Sf, Bds de Po-Apy muy debil, Diss de Po-Apy	185.00	190.00	5	654	<0.2	69	6.22	654	167
Vnls Po-Qz-Clt/ Po-Qz, Bds de Po muy escaso, Diss de Po-Apy mod.	190.00	202.00	12	222	<0.2	51	5.43	217	38
Vnls de Po-Apy/Py-Po, Diss Po-Py-Apy	202.00	208.00	6	1051	<0.2	51	5.22	341	21
Veta de Qz lechoso y Dique con Diss de Py debil	208.00	217.10	9.1	47	<0.2	10	1.88	50	7
Vnls de Qz lechoso esteril	217.10	223.05	5.95	215	<0.2	3	4.41	74	3
Dique con Diss de Py debil	223.05	224.15	1.1	101	<0.2	42	5.57	16	4
Vnls de Py/Py-Clt	224.15	227.00	2.85	112	<0.2	22	4.41	160	5
Vnls de Py-Qz/Py, Vtil de Py-Qz gris	227.00	233.00	6	1345	<0.2	49	3.28	725	25
Vnls de Py-Qz, Diss de Py mod.	233.00	243.00	10	87	<0.2	13	3.74	303	10
Vnls de Py-Po-Apy/Po-Apy-Qz gris Cpy Debil, Diss de PY-Po-Apy fuerte	243.00	273.00	30	1278	<0.2	65	4.05	1249	2301
Vnls de Po/Py-Clt escasas, Diss de Py debil.	273.00	284.73	11.73	64	<0.2	34	4.57	164	57
Dique con Diss de Py debil	284.73	287.30	2.57	5	<0.2	23	9.74	12	18
Pizarra gris oscura fresca, escasas Vnls de Py-Clt	287.30	290.00	2.7	11	<0.2	23	5.26	197	46
Pizarra gris oscura fresca, Frts con Po-Py Diss de Py-Po	290.00	311.35	21.35						
Vetas de Qz lechoso esteril	311.35	311.84	0.49						
Pizarra gris oscura fresca, diss de Po muy debil	311.84	350.00	38.16						

Cuadro N° 10. SONDAJE DDH-02

GEOLOGIA Y LEYES DDH-02									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Pizarra gris clara recristalizada, Vnlls de Qz-Py muy esporadico	0.00	67.10	67.10	13					
Pizarra gris clara recristalizada, Vnlls de Qz-Py-Po esporadico, Diss de Py-Po muy debil	67.10	90.00	22.90	9					
Pizarra gris clara recristalizada, Vnlls de Qz-Py-Po esporadico, Diss de Py-Po muy debil	90.00	110.78	20.78	48	<0.2	52	5.82	206	51
Veta de Qz lechoso espeteril con Py-Po-Cpy	110.78	111.30	0.52	32	<0.2	113	3.43	292	80
Pizarra gris clara recristalizada, Vnlls de Qz-Py-Po-Cpy esporadico, Diss de Py-Po muy debil	111.30	144.00	32.70	94	<0.2	52	5.36	142	49
Veta de St-Au, Vnlls de Po-Py-St, Fracts Po-St-Py	144.00	148.00	4.00	73440	<0.2	72	5.56	453	5944
Vnll de Py-Po, Diss de Py-Po	148.00	153.00	5.00	100	<0.2	85	5.32	112	414
Fallas, Vnlls de Qz-St-Po / Po, Diss de Po-Py	153.00	156.00	3.00	2083	<0.2	49	3.12	564	6880
Falla, Fracts St escaso, Diss de Po-Py	156.00	160.80	4.80	217	<0.2	51	3.49	75	146
Dique Andesitico con Diss de Py Debil	160.80	162.40	1.60	9	<0.2	48	8.96	8	43
Vnlls de Po-Clt / Po-Py-Cpy, Fracts St escaso, Diss de Po-Py	162.40	165.00	2.60	44	<0.2	78	5.39	457	513
Vnlls de Po-St-Apy / Po-Py-Cpy, Fracts St escaso, Diss de Po-Py mod.	165.00	167.00	2.00	799	<0.2	45	4.87	604	>10000
Vnlls de Po-Py, Diss de Po-Py	167.00	171.00	4.00	35	<0.2	44	4.91	286	154
Vnlls de Po-Py-St, Diss de Po-Py	171.00	172.00	1.00	2410	<0.2	41	4.68	1580	>10000
Vnlls de Po-Py, Diss de Po-Py	172.00	175.00	3.00	51	<0.2	41	5.32	377	106
Vnlls de Po-St/Po-Py-St, Diss de Po-St mod; Fracts Po-St, Parch de Po-Apy	175.00	191.00	16.00	1325	<0.2	51	5.77	1454	1501

Vnls de Po-St/Po-Py-St, Diss de Po-St mod; Fracts Po-St, Parch de Po-Apy esporadico	191.00	199.00	8.00	363	<0.2	37	4.64	344	51
Vnls de Py-Cpy/Py/Po-St, Diss de Py-Apy-Po mod	199.00	210.00	11.00	1070	<0.2	310	4.74	214	353
Vnls de Po-Apy /Py, Diss de Apy-Po debil, Bds sinuosas de Po debil	210.00	217.00	7.00	87	<0.2	34	4.23	111	73
Diss de Po-St-Py, Pach de Po	217.00	218.00	1.00	4680	<0.2	55	5.45	443	10900
Vnls de Po-S, Diss de Po-Apy mod	218.00	222.00	4.00	218	<0.2	56	6.38	50	393
Fract Po, Parch Po-St	222.00	223.00	1.00	1960	<0.2	35	4.74	881	1850
Vnls de St-Apy esporadico, Diss de St fuerte	223.00	237.00	14.00	123	<0.2	50	4.83	713	3481
Vnls St-Po, Diss de Po-St-Apy	237.00	239.00	2.00	1192	<0.2	40	5.62	2865	3280
Vnls de Py/QZ-Py, Diss de Py-Po debil, Fracts Po-St debil	239.00	248.00	9.00	255	<0.2	49	5.59	578	1748
Vnls de Py/QZ-Py, Diss de Po-St,	248.00	251.00	3.00	1394	<0.2	44	5.11	223	448
Vnls de Py-Cpy/Qz-Py, Diss de Py debil	251.00	264.00	13.00	210	<0.2	35	4.91	90	16
Bds de Py-Po debil	264.00	268.15	4.15	830	<0.2	52	5.14	945	30
Veta de Qz lechoso esteril y dique Andesitico con Diss de Py debil	268.15	272.90	4.75	18	<0.2	33	6.95	54	27
Fallas, Diss de Po-Py muy debil	272.90	277.00	4.10	329	<0.2	19	2.33	165	18
Vnls de Py-Cpy/Qz-Py, Diss de Py-Po-Apy debil	277.00	283.00	6.00	1395	<0.2	43	4.63	180	46
Vnls de Po-Apy/Po-Apy-Cpy Debil, Diss de PY-Po-Apy mod, Bds de Po-Apy, diss de Po-Py-Apy debil	283.00	297.00	14.00	191	<0.2	56	5.63	529	385
Vtll de Qz-St, Vnls de Po-Apy mod, Diss Py-Po-Apy Fuerte, Bds de Po-Apy fuerte	297.00	300.00	3.00	971	<0.2	47	4.38	3753	1907
Vnls de Qz-Py esporadico, Bds de Py-Po mod, fracts Clt-Po	300.00	318.00	18.00	91	<0.2	50	4.07	72	95
Pizarra gris clara debil recristalizacion, Vlls de Py-Clt/Clt-Ser, Diss de Py-Po muy debil, Fracts Clt	318.00	356.00	38.00						

Cuadro N° 11. SONDAJE DDH-03

GEOLOGIA Y LEYES DDH-03									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario	0.00	0.30	0.30						
pizarra gris clara moderadamente recristalizada intercalada con pizarra gris pardusca fresca, Vnlls Qz-Py-Clt/Qz-Py±Po/Qz-Po-Ctl, Diss Po-Py muy débil, Fracts Qz-Clt/Clt-Ser	0.30	169.00	168.70	49					
Vnlls de Qz-Py-Po, Diss Po debil, fracts Po	169.00	182.00	13.00	96					
Diss de Po, Fracts Po-Clt, Parch de Po	182.00	186.10	4.10	39	<0.2	88	5.14	192	41
Dique con Diss de Py debil	186.10	188.22	2.12	29	<0.2	114	7.00	298	37
Vnlls de Qz-Py-Po, Diss Po-Apy-Py, Fracts Po-Clt	188.22	203.00	14.78	184	<0.2	45	4.95	185	113
Vtll de Qz-St-Po, Diss Po-Apy-Py fuerte, Bds de Po-Py	203.00	207.00	4.00	689	<0.2	54	4.77	485	1470
Diss Po-Apy-Py fuerte, Fracts Po /Po-St-Py	207.00	213.00	6.00	1385	<0.2	48	4.73	486	3064
Vnlls de Qz-Py-Po/Po esporadico, Diss Po-Apy-Py debil	213.00	219.00	6.00	156	<0.2	51	4.90	111	108
Vtll de Po, Vnlls de Qz-Py-Po/Po, Diss Po-Apy-Py, Parch de Po	219.00	224.00	5.00	2322	<0.2	54	5.63	448	2295
Vnlls de Py-Clt, Diss Po muy debil, Fracts Clt-Py/Clt-Py	224.00	255.00	31.00	79	<0.2	50	4.69	164	98
Vnlls de Py muy esporadico, Diss Po-Py muy debil, Fracts Py-St	255.00	260.00	5.00	1727	<0.2	29	3.08	3411	3759
Vnlls de Qz-Clt/Qz-Py, Diss Po-Py muy debil, Fracts Clt-Py	260.00	271.00	11.00	28	<0.2	45	3.69	156	50
Diques Andesiticos Intercalados con pizarra gris pardusca fresca, Vnlls de Qz-Py, Diss Po-Py muy debil, fracts Clt	271.00	306.25	35.25						
Pizarra gris pardusca fresca, Vnlls de Qz-Clt, Fracts Clt	306.25	350.00	43.75						

Cuadro N° 12. SONDAJE DDH-04

GEOLOGIA Y LEYES DDH-04									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario	0.00	4.00	4.00						
Pizarras gris verdusca recristalizada, Vnlls de Po-Py-Apy/Po-Py±Cpy, Diss Po-Apy-Py fuerte, Bds de Po-Apy fuerte, Fracts St-Po	4.00	58.00	54.00	2484	<0.2	80	5.73	1889	1216
Vnlls de Po-Apy esporadico, Diss Po-Apy-Py mod, Bds de Po-Apy debil	58.00	63.00	5.00	362	<0.2	70	5.24	1517	1083
Vnlls de Po-Apy-St, diss Po-Apy-Py fuerte, Bds de Po-Apy mod	63.00	68.00	5.00	1175	0.3	97	6.04	1952	3907
Vnlls de Po-Apy, Diss Po-Apy-Py fuerte, Bds de Po-Apy mod, Fracts St-Po muy esporadico	68.00	81.00	13.00	744	<0.2	151	6.15	3128	2839
Vnlls de Po-Apy/Po-Cpy, Diss Po-Apy-Py fuerte, Bds sinuosas de Po-Apy mod	81.00	99.00	18.00	1459	<0.2	63	5.38	720	99
Vnlls de Qz-Py, Diss de Po-Apy-Py debil, Bds sinuosas de Po-Apy mod	99.00	116.00	17.00	192	<0.2	47	4.97	244	59
Vnlls de Py-Po, Diss de Po-Apy-Py fuerte, Bds de Po-Apy, Fracts St-Po esporadico	116.00	123.00	7.00	1937	<0.2	55	5.14	1108	210
Vnlls de Py-Qz, Diss de Po-Apy-Py debil, Bds de Po-Apy esporadico, Fracts Py-Clt esporadico	123.00	127.00	4.00	124	<0.2	40	5.71	272	79
Vnlls de Py-Po, Diss de Po-Apy-Py fuerte, Bds de Po-Apy, Fracts St-Po esporadico	127.00	131.00	4.00	1038	<0.2	49	5.54	465	73
Vnlls de Py muy esporadico, Diss de Py-Po debil, Fracts Clt/ Clt-Py	131.00	156.00	25.00	196	<0.2	51	5.91	189	78
Vnlls de Py/Po-Cpy muy esporadico, Diss de Py-Po esporadico, Fracts Clt/ Clt-Py	156.00	172.10	16.10						
Diques Andesitico con Diss de Py muy debil	172.10	178.20	6.10						
Vnlls de Py/Po-Po esporadico, Diss de Py-Po debil, Fracts Clt/ Clt-Py	178.20	194.20	16.00						
Diques con Diss de Py muy debil	194.20	203.30	9.10						
Pizarras gris verdusca recristalizada, Diss de Py-Po muy debil, Fracts Clt/ Clt-Py	203.30	217.20	13.90						
Pizarra gris pardusca, Vnlls de Clt-Py, Diss de Po muy debil esporadico, Fracts Clt/ Clt-Py	217.20	235.95	18.75						

Cuadro N° 13. SONDAJE DDH-05

GEOLOGIA Y LEYES DDH-05									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario	0.00	4.10	4.10						
Pizarra gris debilmente recristalizada, Vnlls de Clt-Py, Clt-Po en tramos muy escasos	4.10	20.50	16.40	<5					
Vnlls Po / Po-Clt / Py, Diss en Bds muy fino de Po-Py/Po/Po-Py-Apy, en fract. de Py	20.50	48.00	27.50	<5					
Pizarra gris moderadamente recristalizada, Vnlls Po-Clt / Py / Py-Clt, diss solo en Bds muy debil de Po / Clt / Py, en fract. Py-Clt-Ser	48.00	86.30	38.30	<5					
Pizarra recristalizada, no hay diss, ausencia de Bds, esporádicamente Py-Ser-Clt.	86.30	104.70	18.40	9					
Dique Andesítico, Diss Py	104.70	112.25	7.55	65					
Vnlls de Py-Po / Po-Py, Micro Vnlls Ser-Clt-Py, Diss en tramos Po / Py	112.25	142.00	29.75	32					
Diss en Bds muy debil Po / Py, Fracts Clt-Ser / Clt-Py / Ser-Clt-Py	142.00	177.00	35.00	6					
Vnlls de Clt, Fracts. con Clt-Ser	177.00	203.00	26.00	6					
Vnlls de Clt-Py, Micro Vnlls Clt-Ser, Fracts con Clt-Ser / Clt-Ser-Py	203.00	244.00	41.00	14					
Vnlls de Clt-Po, Bds de Po, Parch de Po-Clt	244.00	248.00	4.00	17					
Fracts de Clt-Ser	248.00	257.00	9.00	19					
Vnlls de Qz-Py-Po, Veta de Qz-Py-Po	257.00	259.60	2.60	9					
Dique Andesítico con Diss de Py	259.60	260.70	1.10	<5					
Vnlls, Vt, Vtlls de Qz-Py / Qz-Po / Qz-Py-Po / Vlls de Clt / Silificacion en tramos / Fracts Clt-Ser-Py / Po	260.70	281.70	21.00	10					
Dique Andesítico con Diss de Py	281.70	284.90	3.20	7					
Vnlls Qz-Po / Qz-Py / Qz-Py-Po / Clt / Ser, Fracts con Ser	284.90	312.70	27.80	31					
Dique Andesítico con Diss de Py	312.70	313.80	1.10	8					
Vnlls de Clt-Ser / Qz, Fracts de Clt-Ser-Py-Po-Cpy	313.80	333.40	19.60	15					
Vnlls esporadicas de Qz-Po / Qz-Py, Fracts Py / Clt-Py / Clt-Py-Ser	333.40	353.95	20.55	21					
Pizarra debilmente recristalizada, Fracts con Clt-Ser	353.95	359.10	5.15	<5					

Cuadro N° 14. SONDAJE DDH-06

GEOLOGIA Y LEYES DDH-06									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario.	0.00	1.14	1.14						
Pizarra gris blanquecina mod. recristalizada, Vnls Qz-Po-Py/Clt-Py esporadico, Diss Py muy debil, Bds de Po-Py debil.	1.14	15.00	13.86	<5					
Vnls Clt-Py-Apy/Qz, Diss Py muy debil, Bds de Po-Py debil, Parch Po.	15.00	22.70	7.70	13	<0.2	36	7.07	80	73
Bds Po-Py, Fracts Py-Po-Cpy.	22.70	29.50	6.80	59	<0.2	48	6.90	90	85
Vnls Qz-Py-Po-St/Po-Py/Clt-Py-Po, Diss Po-Py mod., Parch Po-Py, Bds Po-Py/Po-Py-Apy esporadico.	29.50	52.00	22.50	66	<0.2	64	6.75	65	32
Vnls Po-Py, Bds Po-Py/Po-Py-Apy, Fracts Po-Py-St-Cpy/Po-Py-Cpy/Po-Py-Clt, Diss Po-Py.	52.00	58.00	6.00	1654	<0.2	123	6.73	364	376
Vnls Po-Py-Clt/Po-Py, Diss Po-Py debil, fracts Po-Py/Po-Py-Cpy-Sf-Ser.	58.00	69.00	11.00	17	<0.2	47	6.59	102	45
Vnls Ser-Clt-Po-Py/Clt-Po, Fracts Ser-Clt-Py-Po	69.00	73.00	4.00	14	<0.2	44	6.58	77	30
Vnls Qz-Po-Py-Apy-Cpy/Clt-Po-Py/Ser-Po-Py, Diss Py-Po muy debil, Fracts Po-Py-Ser-Clt/Po-Py-Cpy-Ser.	73.00	98.70	25.70	21					
Entramos Diss Py muy debil, Fracts Qz-Py-Po-Apy-Cpy/Ser-Py.	98.70	119.20	20.50	8					
Vnls Qz-Po-Py-Cpy, Diss Py debil.	119.20	127.10	7.90	7					
Vnls Qz-Py-Po-Ser/Ser-Py-Po/Po-Ser, Diss Py-Po mod.	127.10	134.30	7.20	10					

Cuadro N° 15. SONDAJE DDH-07

GEOLOGIA Y LEYES DDH-07									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario	0.00	0.70	0.70						
Pizarra gris pardusca debil recristalizacion, Vnlls de Qz-Py	0.70	30.00	29.30	17					
Pizarra gris pardusca debil recristalizada, Vnlls de Qz-Py, Diss de Po muy debil	30.00	49.00	19.00	175	<0.2	58	6.76	173	209
Veta de St-Apy, Fracts St	49.00	50.40	1.40	5182	<0.2	65	6.12	1212	2119
Vtll Qz-Po, Diss Po muy debil	50.40	61.00	10.60	258	<0.2	62	6.67	353	253
Diss Po muy debil	61.00	70.40	9.40	43					
Diss Po muy debil, Fracts St	70.40	77.20	6.80	7					
Pizarra gris pardusca debil recristalizacion	77.20	93.20	16.00	20					
Dique Andesitico con Diss de Py debil	93.20	102.50	9.30	64					
Pizarra gris pardusca debil recristalizacion, Parch Po muy esporadico	102.50	114.00	11.50	187					
Diss de Po muy esporadico, Fracts Po-St-Cpy	114.00	125.00	11.00	90	0.2	41	6.34	124	356
Vnll Po-St muy esporadico, Parchs Po	125.00	134.00	9.00	1726	<0.2	51	5.82	633	2787
Vnlls de Po, Diss de Po muy debil, Fracts St muy esporadico	134.00	154.00	20.00	349	<0.2	47	6.35	305	169
Vnlls de Po, Diss de Po muy debil	154.00	156.00	2.00	1593	<0.2	52	6.30	413	56
Vnlls de Po muy esporadico, Bnds de Po debil	156.00	202.00	46.00	132	<0.2	54	6.25	223	85
Diss de Po debil	202.00	203.00	1.00	1395	<0.2	50	6.83	745	965
Bds de Po muy debil, Fracts Po muy esporadico	203.00	225.00	22.00	27	<0.2	40	6.03	148	75
Diss de Po debil, Bds de Po, Fracts Py-Po	225.00	261.97	36.97	53					
Dique Andesitico con Diss de Py debil	261.97	262.30	0.33	454					
Diss de Po debil, Bds de Po, Fracts Py-Po	262.30	282.55	20.25	143					
Diques Andesiticos con Diss de Py debil	282.55	299.60	17.05	<5					
Pizarra gris recristalizada, Vnlls de Clt-Po muy esporadico	299.60	315.00	15.40	6					

Cuadro N° 16. SONDAJE DDH-08

GEOLOGIA Y LEYES DDH-08									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario.	0.00	0.25	0.25						
Pizarra gris pardusca recristalizada, Vt Qz gris, Vtll Qz/Qz-Po-Cpy, Vnlls Qz-Py/Clt-Py-Cpy/Qz-Clt/Clt-Po/Clt-Py, fracta Po-Clt/Py/Clt.	0.25	60.00	59.75	11					
Vnll Clt-Po, Falla.	60.00	62.00	2.00	1220					
Vt Qz-Ser-Clt, Vnlls Clt-Po/Clt. Fracts Clt/Clt-Py/Clt-Po.	62.00	73.50	11.50	77					
Vnlls Qz gris/Po-Clt/Po-Py-Clt. Fracts Py/Py±Po/Po-Py, Falla.	73.50	92.00	18.50	158					
Diss Po-Py, Fracts Po/Py/Clt.	92.00	104.00	12.00	99					
Vt Qz-Cpy, Vnlls Qz-Po-Cpy/Po-Cpy/Clt-Po. Diss Po-Py debil, Bds Po, Parch Po-Apy, Fracts Py±Po/Clt/Py/Po-Py-Cpy/Po-Apy.	104.00	136.00	32.00	205	<0.2	128	49.63	6	58
Vnlls Po/Po-Py/Po-Apy, Diss Po/Po±Py/Po-Apy mod., Bds Po-Apy-Py Prach Po/Po-Apy-Cpy, Fracts Po±Py/Po-Cpy-Py.	136.00	149.00	13.00	6740	<0.2	349	49.31	5	50
Fracts Po.	149.00	151.40	2.40	379	<0.2	171	51.61	5	36
Dique Vnlls Qz-Cpy con Diss Py-Po debil.	151.40	155.40	4.00	74	<0.2	21	42.00	8	21
Pizarra gris clara recristalizada, Vtll Qz-Po. Fracts Po-Cpy.	155.40	162.00	6.60	188	<0.2	130	43.24	5	41
Vnlls Po-Ser/Po-Cpy/Po-Py, Diss Po-St Fracts Po/Po-Cpy-St.	162.00	168.00	6.00	764	<0.2	149	37.67	4	44
Vt. St-Po, Vnlls Po-Cpy/Po-Py, Diss Po-St.	168.00	177.30	9.30	301	<0.2	275	41.58	5	2332
Vnlls Cpy-Po/St-Po/Po-St, Diss Po-St/Po-Py-Apy, Bds Po-Apy/Po-St-Cpy, Parchs Po-St-Py/Po-St-Cpy, Fracts Po-St/Po, Fallas.	177.30	190.00	12.70	1646	0	1635	42.73	5	8346
Vt Py-Cpy, Vnlls Py-Cpy, Diss Po-Py/Po-St, Bds Po-Apy/Po-St-Cpy, Falla.	190.00	194.00	4.00	136	<0.2	480	53.25	6	206
Vnlls Po-Qz/Po-St/Py±Cpy/Cpy-Po/Cpy, Diss Po-St/Po-Apy/Po-Py, Fracts Po, Falla.	194.00	202.00	8.00	628	<0.2	148	94.38	5	168
Vt Qz-Po-Apy/Qz gris St-Po, Vnlls St-Po/Qz-Po-St/Qz-Sf-Po, Diss Po-Py, Fracts Po-Cpy.	202.00	214.00	12.00	94	<0.2	159	53.83	5	2224

Vnlls Qz-Po-St, Diss Po-St, Prachs Po-St.	214.00	216.00	2.00	1160	<0.2	70	44.00	6	482
Vtll Qz-St/Qz-Apy, Vnlls Po-Apy-Py/Py-Cpy, Diss Po-St/Po-Py/Py-Cpy-Apy, Parchs Po-St, Fracts Po/Py.	216.00	249.00	33.00	173	<0.2	774	42.55	5	3506
Veta Qz lechoso esteril, Diss Py.	249.00	251.80	2.80	580	<0.2	133	27.00	5	31
Falla con panizo.	251.80	253.60	1.80	10	<0.2	13	49.00	9	23
Vt Qz-Py-Sf/Vnllas Py-Cpy±Po/Qz-Clit-Py, Parchs Py-Cpy-Po.	253.60	262.00	8.40	700	<0.2	920	34.36	5	44
Veta Qz lechoso esteril, Vtll Qz-Po, Vnlls Qz.	262.00	267.80	5.80	199	<0.2	65	16.21	5	33
Veta Qz lechoso esteril	267.80	270.20	2.40	29	<0.2	157	11.00	4	12
Dique Andesitico con Diss Py debil.	270.20	273.15	2.95	18	<0.2	24	2.00	9	4
Vnlls Qz-Py/Qz-Py-Sf, Falla.	273.15	281.00	7.85	476	<0.2	372	38.14	4	42
Vtll Qz-Po, Vnlls Po-Py /Py/Po/Py-Cpy, Diss Po-Py.	281.00	289.00	8.00	875	<0.2	1035	51.50	5	134
Vnlls Po-Py, Diss Po mod.	289.00	293.00	4.00	358	<0.2	783	55.00	5	57
Vnlls Po/Py±Cpy, Diss Po debil.	293.00	297.00	4.00	674	<0.2	1070	54.00	5	53
Vt Qz-Po, Vnlls Po-Cpy-Py/Clit-Ser, Diss Po-Py muy debil, Fracts Clit-Ser/Py.	297.00	307.00	10.00	56	<0.2	171	40.20	4	43
Vtll Qz-Py, Vnll Qz-Clit, Fracts Py/Clit.	307.00	319.00	12.00	<5					
Pizarra gris oscuro fresca, Vnlls Qz-Ser/Qz-Po/Clit-Ser/Clit-Ser-Py, Diss Py±Po fina muy debil, fracts Clit/Po.	319.00	361.65	42.65	8					

Cuadro N° 17. SONDAJE DDH-09

GEOLOGIA Y LEYES DDH-09									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario	0.00	0.10	0.10						
Pizarra gris blanquesina recristalizada, Vnlls de Qz-Py, Fracts Clt-Ser	0.10	7.20	7.10	9					
Dique Andesítico con Diss de Py	7.20	10.10	2.90	<5					
Pizarra gris blanquesina recristalizada, Vnlls de Clt-Ser, Fracts con Ser-Clt	10.10	64.00	53.90	22					
Pizarra gris clara	64.00	66.00	2.00	843					
Diss de Po-Py, Fracts con Py-Clt	66.00	73.60	7.60	77					
Falla con panizo	73.60	75.00	1.40	174					
Pizarra gris pardusca bandeada, Diss Po-Py, Fracts con Py-Clt	75.00	86.00	11.00	46					
Fracts Py-Clt, falla a los 93.40 m.	86.00	96.00	10.00	130	<0.2	81	5.88	119	88
Pizarra gris moteada, Fracts Py/Po-Py/Po	96.00	99.00	3.00	1160	<0.2	81	5.61	973	46
Vnlls Py/Py-Clt, Diss Py-Po, Parch Po-Py, Fracts con Py-Clt	99.00	110.00	11.00	89	<0.2	37	5.51	128	54
Vnlls Py-Po/Py-Cpy, Bds de Po-Apy-Cpy/Po-Apy/Py-Cpy-Apy, Parch Py-Po, Fracts Py-Po	110.00	141.00	31.00	1581	<0.2	41	4.71	641	68
Bds disturbadas de Qz-Py	141.00	143.60	2.60	42	<0.2	3	4.22	57	19
Veta de Qz lechoso-Py y Dique Andesítico con Diss de Py	143.60	152.90	9.30	17	<0.2	12	6.39	45	10
Vnlls Qz-Py/Qz-Py-Po/Po-Py	152.90	158.00	5.10	444	<0.2	62	4.65	314	23
Vnlls Py-Po-Apy/Po-Apy-St/Po-Py-Cpy/Qz-St/St, Bds de Po-St, Parch St-Po/Po-Py-St/St-Po-Apy, Fracts con St	158.00	206.00	48.00	1519	<0.2	88	5.11	2469	5631
Vnlls de Po-Clt, Diss de Po, Bds de Po-Clt, Fracts Po-Clt/Py-Clt-Ser	206.00	218.00	12.00	35	0	49	5.19	126	68
Vnlls de Clt, Diss debil de Po, Bds de Po-Clt, Fracts Py-Clt/Py-Po-St/Py-St-Cpy	218.00	231.00	13.00						
Vnlls Clt-Py-Cpy/Po/Clt, debil Diss en Bds de Po, Fracts de Py/Py-St/Po-Py St/Py-Clt	231.00	312.40	81.40						

Cuadro N° 18. SONDAJE DDH-10

GEOLOGIA Y LEYES DDH-10									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Pizarra gris clara fresca, Vnlls de Qz-Py muy esporadico, Diss de Py muy debil	0.00	25.30	25.30	<5					
Diques Andesiticos con Diss de Py debil	25.30	26.20	0.90	<5					
Pizarra gris clara fresca, Vnlls de Qz-Py muy esporadico, Diss de Py muy debil	26.20	55.15	28.95	14					
Veta de Qz lechoso espeteril con Py	55.15	55.40	0.25	14					
Pizarra gris clara fresca, Vnlls de Qz-Py muy esporadico, Diss de Py muy debil	55.40	129.20	73.80	<5					
Pizarra gris clara fresca sin mineralizacion	129.20	143.90	14.70	13					

Cuadro N° 19. SONDAJE DDH-11

GEOLOGIA Y LEYES DDH-11									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario.	0.00	4.00	4.00	10					
Pizarra gris recristalizada intercalado con Bds gris claro, Vt Qz/Qz-Py, Vtll Qz-Py/Qz, Vnlls Qz-Py/Clt-Py/Clt-Ser, Fracts Py.	4.00	47.00	43.00	35					
Diss Py muy debil.	47.00	49.00	2.00	21					
Vtll Po-St-Apy.	49.00	49.20	0.20	2090					
Vt Qz-Py, Diss Py muy debil.	49.20	53.50	4.30	14					
Vt Qz-Py, Vnlls Py/Py-Clt, Bds Po.	53.50	59.00	5.50	128					
Vtll Py, Vnlls Py, Bds Po.	59.00	65.00	6.00	1620					
Vnlls Qz-Py/Py-Clt.	65.00	68.50	3.50	37					
Veta de Qz lechoso esteril, intercalado con Dique Andesítico.	68.50	79.00	10.50	15.619					
Veta Qz-Py, Vtll Qz-Py/Qz-Py-Clt, Fracts Cpy/Clt/Py.	79.00	124.00	45.00	11					
Vnlls Qz-Py/Qz-Po/Qz-Clt-Py/Qz-Py-Cpy/Py, Diss Apy en Bnds, Fracts Clt/Py/Clt-Py.	124.00	183.00	59.00	42	<0.2	46	6.13	142	90
Vnlls Qz-Po/Po-Py/PY-Po, Diss Apy, Parchs Po-Py, Falla.	183.00	192.00	9.00	118	<0.2	100	5.42	459	54
Diss Apy/Po muy Fuerte, Bds simuosas Po.	192.00	199.00	7.00	1858	<0.2	59	5.57	2021	1930
Diss Po debil, Bds simuosas de Po.	199.00	211.00	12.00	108	<0.2	51	5	279	90
Vnll Po-Py±Clt, Diss Po-Apy, Fracts Po-Apy-Py.	211.00	221.00	10.00	1989	<0.2	49	5	1026	1714
Vnlls Qz/Py/Py-Cpy, Diss Po-Apy, Parchs Py-Po.	221.00	228.00	7.00	430	<0.2	51	4	315	240
Vnlls Qz-Apy/Po-Py-Apy/Py-Po, Diss Po-Py fuerte, Parchs Po/Py, Falla.	228.00	242.00	14.00	1064	<0.2	53	5	810	677
Vtll Qz-Po, Diss Apy-Po, Parchs Po-Py.	242.00	246.00	4.00	302	<0.2	57	5	431	1663
Vnlls Py-Po/Qz-Py, Parchs Po.	246.00	252.00	6.00	1329	<0.2	46	5	2757	2146
Falla, Fracts.	252.00	255.90	3.90	334	<0.2	33	4	184	26
Veta Qz lechoso esteril, Dique andesítico Diss Py debil	255.90	261.20	5.30	54	0	22	7	33	7
Vnlls Qz-Py.	261.20	262.00	0.80	1030	<0.2	251	3.15	198	6
Veta Qz lechoso esteril con Py	262.00	267.00	5.00	240	<0.2	32	3	171	20
Veta Qz-Py Diss Py muy debil Parch Po.	267.00	272.00	5.00	836	<0.2	73	4	402	32
Vnlls Py, Diss Po debil, Bds Po.	272.00	285.00	13.00	99	<0.2	52	3	106	40
Vnlls Qz-Py/Py, Diss Apy debil, Fracts, Fallas.	285.00	292.00	7.00	1826	0	74	5	2576	204
Diss Py muy debil, Falla.	292.00	293.10	1.10	131	0.2	53	6.06	242	83
Dique andesítico, Diss Py debil.	293.10	293.80	0.70	113	<0.2	247	12.5	98	146
Vnlls Py, Diss Po-Apy, Parchs Po.	293.80	297.00	3.20	286	<0.2	50	5	560	282
Vnlls Qz-Po/Po-Po-Py, Diss Po/Apy muy debil, Parchs Po debil.	297.00	317.00	20.00	2120	<0.2	59	5	768	1286
Vnlls Qz-Po, Parchs Po debil, Bds Po.	317.00	327.00	10.00	1009	<0.2	67	4	549	150
Vnlls Qz-Po, Parchs Po, Bds Po muy debil.	327.00	339.00	12.00	143	<0.2	53	5	434	39
Pizarra gris recristalizada.	339.00	341.35	2.35						
Dique Andesítico Vnlls Py, Diss Py.	341.35	344.26	2.91						
Pizarra gris recristalizada, Vnll Po.	344.26	353.30	9.04						

Cuadro N° 20. SONDAJE DDH-12

GEOLOGIA Y LEYES DDH-12									
GEOLOGIA	PROFUNDIDAD (m.)		Inter. (m.)	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Fe %	As ppm	Sb ppm
	DESDE	HASTA							
Cuaternario	0.00	9.80	9.80						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnlls de Py/Py-Cpy, Diss de Po reemplazamineto	9.80	43.00	33.20						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnlls de Po/Po-Py, Diss de Po reemplazamineto	43.00	78.40	35.40						
Diques andesiticos con Diss Py Intercalados con pizarra gris oscura esquistosa	78.40	107.80	29.40						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnlls de Po/Po-Py, esporadico, Diss de Po reemplazamineto	107.80	132.70	24.90						
Dique andesitico con Diss de Py y brecha de falla, clastos angulosos	132.70	140.60	7.90						
Brecha de falla, clastos angulosos	140.60	142.10	1.50	6	<0.2	57	6.50	6	2
Pizarra gris oscura esquistosa, Diss de Po reemplazamineto	142.10	156.00	13.90						
Pizarra gris oscura esquistosa, Diss de Po reemplazamineto, Parch de Po	156.00	161.00	5.00	6	0	55	5.80	2	2
Pizarra gris oscura esquistosa, Diss de Po reemplazamineto, Parch de Po	161.00	164.00	3.00						
Pizarra gris oscura esquistosa, Diss de Po reemplazamineto, Parch de Po	164.00	166.00	2.00	7	<0.2	55	5.04	4	3
Brecha de falla, clastos angulosos	166.00	168.00	2.00						
Falla con panizo	168.00	170.18	2.18	8	0	47	4.26	5	2
Pizarra gris oscura esquistosa y falla con panizo	170.18	176.30	6.12						
Brecha de falla, clastos angulosos	176.30	179.35	3.05	<5	<0.2	52	5.21	34	<2
Pizarra gris oscura esquistosa, Diss de Po reemplazamineto	179.35	181.00	1.65						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vlls de Py-Cpy, Diss de Po reemplazamineto, Parch de Po	181.00	187.00	6.00	<5	0	53	5.25	9	<2
Pizarra gris oscura esquistosa, Vlls de Po-Py, Diss de Po reemplazamineto	187.00	193.00	6.00						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vlls de Po-Py, Diss de Po reemplazamineto	193.00	194.00	1.00	<5	<0.2	51	5.17	4	2
Pizarra gris oscura esquistosa, Vlls de Po-Py, Diss de Po reemplazamineto	194.00	215.20	21.20						
Dique andesitico con Diss de Py	215.20	216.20	1.00						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vlls de Po-Py, Diss de Po reemplazamineto	216.20	226.00	9.80						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vlls de Po-Py, Diss de Po reemplazamineto	226.00	230.00	4.00	<5	<0.2	52	5.16	8	2
Pizarra gris oscura esquistosa, Bds de Po, Dissde Po reemplazamineto	230.00	250.10	20.10						
Dique andesitico con Diss de Py	250.10	253.30	3.20						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnll de Po, Diss de Po reemplazamineto	253.30	255.00	1.70						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnll de Po-Py, Diss de Po reemplazamineto	255.00	257.00	2.00	<5	<0.2	59	5.33	4	2
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnll de Po-Py, Diss de Po reemplazamineto, Parch de Po	257.00	276.00	19.00						
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnll de Py/Py-Cpy, Diss de Po reemplazamineto debil	276.00	315.00	39.00	<5	0	56	5.36	36	3
Pizarra gris oscura esquistosa, Vnll de Py/Py-Cpy, Diss de Po reemplazamineto debil	315.00	350.00	35.00						

Cuadro N° 21. SONDAJE DDH-13

GEOLOGIA Y LEYES DDH-13									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTER VAL)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra, Py-OxFe en fract., Po-Py en venillas; Po>Py en bandas y parches	0.00	96.00	96.00	0.065	241.8	170.3	11.2	146.5	113.0
Po en venillas, diss y parches	96.00	99.00	3.00	0.464	119.3	121.7	5.3	29.7	26.7
Po en fracturas y bandas	99.00	112.00	13.00	0.128	60.9	47.0	6.0	44.4	69.5
Po>Py en venillas	112.00	115.00	3.00	0.488	76.3	66.0	5.8	39.0	80.0
Po en bandas y fracturas, Po>Py en finas venillas, Po>Apy en parches escaso	115.00	129.00	14.00	0.200	108.0	84.0	10.3	82.5	187.0
Venillas Qz-Po>St; Po >St en fractura	129.00	131.00	2.00	3.095	278.0	54.0	5.3	669.0	60.5
Po>Py en bandas; Py>Po en fracturas	131.00	148.00	17.00	0.147	50.1	40.6	5.8	38.5	90.3
Po>Py en bandas; Po>St en venillas	148.00	159.00	11.00	0.981	243.3	40.1	4.8	387.9	87.5
Qz-Po>St en venillas; Po>ApySt en parches	159.00	162.00	3.00	0.164	397.0	38.7	4.1	641.3	549.3
Po diss, Qz-Po>St, Po>St, Qz-Po en venillas y parches; Po>St en bandas	162.00	173.00	11.00	1.392	1173.9	40.4	4.8	1540.8	134.0
Qz-Po>St en venillas; Po>St en parch	173.00	176.00	3.00	1.178	930.3	38.0	4.0	1984.7	110.7
Po diss; qz-Po>St; Qz-St>Po en venillas. Veta Qz-St>Po>Apy (20 cm ancho); ;Po>St en parches	176.00	180.00	4.00	4.703	3127.0	43.0	5.2	31130.0	484.1
Po, Po>St en bandas y diss; Po>St, Qz-Po>St>Py en venillas; Po, Po>Py en parches	180.00	186.00	6.00	0.966	791.3	40.7	4.9	2770.3	113.0
Po>Py diss; Po>Py en bandas	186.00	190.00	4.00	0.114	219.8	44.8	3.9	752.5	32.5
Po>Py en fracturas y diss; Qz-St>Po; Qz-Py>Po>Cpy en venillas	190.00	193.00	3.00	0.844	454.3	48.3	3.7	13180.7	29.3
Po>Py diss débil; Py>Po en fracturas	193.00	196.00	3.00	0.254	232.7	88.0	4.5	406.7	49.0
Py>Po en bandas; Qz-Po-St en venillas	196.00	199.80	3.80	0.662	305.6	72.7	4.8	378.5	49.4
AVERAGE	0.00	199.80	199.80	0.416	342.5	109.5	8.4	1168.4	119.8

Cuadro N° 22. SONDAJE DDH-14

GEOLOGIA Y LEYES DDH-14									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTER V)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra gris clara; Py diss; Py>Po en fracturas; Qz-Py en venillas; Po>Py diss y en venillas	0.00	91.00	91.00	0.025	192.6	40.6	6.3	47.0	97.4
Po en bandas y fracturas; Po>Apy en venillas; Po>Py diss	91.00	93.00	2.00	14.200	405.5	77.0	5.9	286.5	85.5
Po>Py diss y en bandas; Qz-Py>Po en venillas; dique Andesit	93.00	202.00	109.00	0.025	435.2	165.0	17.6	227.6	244.7
Po>St>Py, Po>Apy>Cpy en venillas; Po en bandas.	202.00	209.00	7.00	0.637	846.7	55.0	5.1	2265.7	90.6
Po diss y en venillas; parches de Qz-Po>St>Apy>Py	209.00	215.00	6.00	0.164	60.2	48.0	5.2	418.3	89.5
Po diss fuerte; Qz-Po>St>Cpy, Po>Py>Cpy en venillas.	215.00	221.00	6.00	0.840	271.7	61.8	6.1	437.7	94.2
Po>Py diss; Po, Po>Py en bandas	221.00	253.00	32.00	0.256	143.4	46.4	4.4	47.8	61.2
Diques andesíticos; Py>Py en bandas; Po-Py diss débil.	253.00	299.70	46.70	0.027					
AVERAGE	0.00	299.70	299.70	0.178	309.4	96.3	10.9	206.3	155.7

Cuadro N° 23. SONDAJE DDH-15

GEOLOGIA Y LEYES DDH-15									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTERV)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra gris blanquecía; Py>Po diss; Qz-Py, Po-Py en venillas	0.00	162.00	162.00	0.017	853.0	199.3	11.5	134.0	121.0
Venillas de Qz-Po>St, Qz-Po>Py	162.00	165.00	3.00	0.433	199.0	82.7	4.4	240.0	45.0
Vetas de Qz-Po>Py>St, Qz-St>Apy; venillas de St>Apy	165.00	176.00	11.00	0.186	261.5	55.7	5.2	6903.1	82.7
Po diss en venillas y parches; Vetillas de Qz-St>Po>Apy, venilla Qz-Po>Apy	176.00	182.00	6.00	0.757	537.2	42.5	4.4	9328.0	112.3
Bandas de Po; parches Po>St>Apy	182.00	184.00	2.00	2.500	1185.0	42.0	6.1	9480.0	44.0
Po diss y en parches; Apy en venillas finas	184.00	187.00	3.00	0.095	701.0	57.7	6.2	411.3	76.7
Bandas de Po, Po>Apy; venillas de Po>Apy, Po>Py, Qz-St, Py; parches de Po>Apy>St	187.00	199.00	12.00	1.709	1142.7	55.3	5.2	3957.4	70.9
Po diss, venillas, parches y bandas; venillas Po>Apy, Po>Py; Po>Apy>St en parches	199.00	203.00	4.00	0.478	283.8	43.0	4.9	40.3	57.0
Po>Py diss débil; venillas de Py, Qz-Py; Po en parches	203.00	213.00	10.00	0.175	448.5	46.0	4.9	94.5	88.0
Bandas y parches de Po; bandas y parches de Po	213.00	221.00	8.00	0.483					
Po diss débil; bandas de Po; parches de Po>Cpy; fracturas con St	221.00	228.00	7.00	0.270					
Po; St>Apy diss; vetilla St>Po, venillas Po>St, Po>Py; bandas Po	228.00	235.00	7.00	0.856	993.9	45.3	4.9	12229.1	159.7
Po>apy diss; vetillas St>Py>Apy; venillas de Po>St>Apy, St>Po, Qz-St, bandas de Po>Apy	235.00	245.00	10.00	0.696	2374.1	44.4	5.6	3846.3	171.3
venillas de Po>St, Po>Apy, St>Apy muy débil	245.00	252.00	7.00	0.087	1097.9	43.7	4.5	4608.6	84.9
Parches de Py>Po; venillas de Qz-Py>Po, Qz-Po>Py>Apy	252.00	267.00	15.00	0.500	1300	57	3.6	19400	48
Diss de Po-Py débil; bandas sinuosas de Po>Py	267.00	289.00	22.00	0.099					
Po>Py, Qz-St>Apy, Qz-Po>Py>St, Py>Po venillas; bandas Po-Py>St	289.00	293.00	4.00	0.611					
Po>Py diss débil; venillas St>Py	293.00	299.00	6.00	0.171					
Po>Py diss; Bandas de Po, St>Apy ; venillas de St>Py, St>Apy>Cpy, Py>Po	299.00	305.00	6.00	1.980					
Diss po, bandas de Cl-Ser	305.00	334.10	29.10	0.061					
AVERAGE	0.00	334.10	334.10	0.258	2276.1	213.4	14.5	12517.4	217.1

Cuadro N° 24. SONDAJE DDH-16

GEOLOGIA Y LEYES DDH-16									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTERV)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra gris clara; venillas de Qz, Clt-Py, Py, Py>Po-Clt, Clt-Ser	0.00	256.00	256.00	0.019					
Diss de Po>Py; venillas Po>Py, Py-Clt, Clt-Po, Po>Apy	256.00	264.00	8.00	0.336					
Panizo con esquirlas de Qz-Py	264.00	267.00	3.00	0.038					
Venillas de Qz-Po>Py;	267.00	269.00	2.00	0.726	128.5	4.5	4.5	17.0	9.5
Diss de Po>Py, vetas de Qz-Py; dique andesítico	269.00	320.00	51.00	0.032	71.9	12.6	4.9	8.8	14.0
AVERAGE	0.00	320.00	320.00	0.033	74.1	12.3	4.9	9.1	13.9

Cuadro N° 25. SONDAJE DDH-17

GEOLOGIA Y LEYES DDH-17									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTERV)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Vetas de Qz-Py>Cpy, Qz-Py>Po	7.30	57.90	50.60	0.011	170.8	49.5	10.5	33.7	67.1
Venillas de Qz-Py-Clt, Clt-Ser en tramos;	57.90	178.00	120.10	0.029					
Venillas de Qz-Po, Qz-Po>Py; parches de Po, Qz-Po>Py	178.00	184.00	6.00	0.316	52.5	5.8	4.7	16.8	20.5
Bandas con Py>Po, Py muy fina; venillas de Qz-Py, Clt	184.00	227.00	43.00	0.032	414.1	78.4	9.8	101.3	129.8
Diss débil de Po>Py; venillas esporádicas de Po-Clt, Py-Clt	227.00	235.00	8.00	0.615	577.3	54.3	5.7	50.7	80.2
Bandas de Py-Clt, venillas de Clt-Py; Clt-Po muy débil	235.00	246.50	11.50	0.245	109	33	4.2	38	75
Bandas de Po, Po>Py; venillas esporádicas de Clt, Clt-Py	246.50	319.00	72.50	0.044					
Diss Po; Parches de Po>Py	319.00	331.00	12.00	0.631					
Bandas y parches de Po,	331.00	350.00	19.00	0.043					
AVERAGE	7.30	350.00	342.70	0.078	521.1	111.2	18.4	111.1	172.4

Cuadro N° 26. SONDAJE DDH-22

GEOLOGIA Y LEYES DDH-22									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTERV)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra fresca gris verdusca; venillas de Cl-Py, Py-Cl, Qz-Py, Py, Po	0.00	101.00	101.00	0.052					
Venillas de Qz-Py, Py>Po; vetillas de Qz-Po>Py	101.00	119.00	18.00	0.136	1279	60.7	5.3	121.5	51
Venillas Po>Apy, Po>Py>Apy; parches de Po>Py	119.00	122.00	3.00	1.464	1463	83.3	5.6	1724	45
Venillas de Qz-Po>Py, Po>Py	122.00	140.00	18.00	0.072	680.7	41.6	4.8	80	58
Venillas de Po>Py>Apy, bandas y parches Po>Py	140.00	143.00	3.00	1.456	1282	73	7.3	199.3	45
Venillas de Po>Py; Po>Py diss	143.00	146.00	3.00	0.237	2849	55.7	6.3	72.33	27
Bandas Po, Po>Py, Po>St>Apy	146.00	201.00	55.00	1.258	950.1	50.9	5.5	807.8	74
Bandas de Po, venillas de Qz-Po	201.00	203.00	2.00	0.269	109	46	5.4	139.5	39
Bandas de Po, Po>Apy; venillas Qz-Po, Po, Po>St	203.00	217.00	14.00	1.967	826.5	55.4	6.3	235.1	85
Diseminación de Po en bandas, venillas de Py>Po	217.00	219.00	2.00	0.163	939.5	60	6.6	208	42
Venillas de Po>St>Apy, Po>Py>St, Qz-Py	219.00	245.00	26.00	2.096	1684	53.4	5.7	3839	58
Diques andesita y vetas Qz blanco	245.00	255.30	10.30	0.034	129.1	23.4	5.7	10.86	18
Diseminación de Py, parches de Po>Py	255.30	257.00	1.70	0.847	2394	10.8	3.7	59.29	6.2
Bandas y parches de Py, diseminación de Py	257.00	260.00	3.00	0.239	600	16.7	3.4	31.33	6
Bandas con Po>Apy>St, Po>Py; veta de Qz-Po>Apy>St; venillas de Po, Po>Apy>St, Apy>Po>Py	260.00	313.00	53.00	1.585	1100	53.9	5.1	2014	43
Bandas de Po>Py, Py>Po; parches de Po>Py, Po>Apy	313.00	356.00	43.00	0.279	175.1	51.4	4.7	51.14	82
Diseminación de Po>Py débil	356.00	371.35	15.35	0.037					
AVERAGE	0.00	371.35	371.35	0.726	920.6	51.1	5.3	1047.3	59.9

Cuadro N° 27. SONDAJE DDH-23

GEOLOGIA Y LEYES DDH-23									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTERV)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra de color gris pardusco; venillas de Qz, Qz-Cl, Qz-Py	0.00	49.00	49.00	0.039	121.6	41.6	4.7	15.4	13.6
Parches de Py, venillas de Qz-Py; panizo	49.00	51.00	2.00	0.560	516.5	50.5	5.2	47.5	34.5
Diseminación muy débil de Po en bandas; parches de Po	51.00	58.00	7.00	0.267	315.7	45.9	5.3	75.3	77.0
Diseminación moderada de Po en bandas; venillas de Qz-Py, Qz-Py>Po; Qz- Py>St>Apy; Qz-Py>St>Apy	58.00	85.00	27.00	1.345	670.3	72.0	5.9	479.5	76.3
Diss Py, Po; venillas de Qz-Cl	85.00	150.00	65.00	0.048	184.5	47.3	6.4	49.8	118.8
AVERAGE	0.00	150.00	150.00	0.296	262.0	49.8	5.7	117.0	73.7

Cuadro N° 28. SONDAJE DDH-24

GEOLOGIA Y LEYES DDH-24									
GEOLOGIA	FROM	TO	INTERV	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra fresca de color gris pardusco; venillas Clt-Py, Qz-Py	3.00	108.00	105.00	0.015	120.3	40.8	5.5	49.3	84.5
Bandas con diss Po, Po>Apy, Po>Py; venillas Po, Po-Clt, Qz-Po>St, Qz - St>Po, Py, Qz-Py venillas de Qz-St, St>Py; Po, Py, Po>St en parches	108.00	142.00	34.00	1.848	1400.6	57.0	5.7	3382.0	54.5
Bandas con diss Py>Po, Py>Apy;	142.00	150.00	8.00	0.202	1163.0	76.5	3.8	100.0	13.0
Venillas de Py, Qz-Py; Py>Po en parches;	150.00	154.00	4.00	0.668					
Intercalación de diques andesíticos y vetas de qz blanco lechoso con py.	154.00	167.10	13.10	0.228					
Bandas con diss Py-Apy>Po; Po>Apy, Po>Py en parches	167.10	184.00	16.90	3.282	2783.8	63.2	5.5	1037.2	25.9
Bandas con diss Po>Apy>St; Veta Qz-Po>Apy>St; Po>APy en parches	184.00	217.00	33.00	0.871	4049.8	197.1	5.5	6160.9	37.1
Py>Po, Py diss; Qz-Py en venillas	217.00	250.00	33.00	0.024	247.3	61.0	4.8	42.3	32.7
AVERAGE	3.00	250.00	247.00	0.634	2751.2	162.1	10.6	3503.6	106.7

Cuadro N° 29. SONDAJE DDH-25

GEOLOGIA Y LEYES DDH-25									
GEOLOGIA	FROM	TO	INTERV	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra fresca de color gris pardusco ; venillas Qz-Clt, Cl-Ser, Qz-Py	0.00	65.00	65.00	0.025					
Venillas de Py>Po	65.00	69.00	4.00	1.335					
Diseminación muy débil de Py, Po	69.00	98.20	29.20	0.113					
Parches de Po; venillas de Po	98.20	102.00	3.80	0.745	601.5	51.0	6.1	80.5	77.5
Po diseminado y en parches	102.00	104.00	2.00	0.251	334	45	6	73	89
Po en parches, diss y venillas	104.00	108.00	4.00	1.258	575.8	66.8	6.6	364.3	93.0
Po en parches, diss y venillas	108.00	111.00	3.00	0.130	228.3	52.0	6.1	37.3	95.3
Bandas de Po>Apy; venillas de Po>Apy; parches Po	111.00	117.00	6.00	2.806	2029.3	50.0	5.1	667.7	87.8
Po diss y en bandas débil	117.00	177.00	60.00	0.076					
Po en bandas; venillas esporádicas de Py, Qz-Po	177.00	185.00	8.00	0.543	203.7	56.5	4.5	44.5	42.2
Po diss; venillas Py; Py en parches	185.00	187.00	2.00	0.256	171.5	31.0	4.9	32.0	23.0
venillas de Qz-Py, Py; Py en parches	187.00	196.00	9.00	1.038	1313.3	93.0	5.2	81.3	24.0
Diques andesíticos; vetillas de Qz-Py, Qz-Cl	196.00	211.40	15.40	0.305					
Venillas de Py-Apy, Qz-Py, Qz-Po; bandas de Po>Apy, Po>Py>Apy	211.40	228.00	16.60	0.849	2915.8	218.6	4.7	539.7	18.1
Bandas de Po>Py>Apy	228.00	230.00	2.00	0.159	912.0	75.0	6.3	114.0	12.5
Bandas de Po>Apy; venillas de Po	230.00	235.00	5.00	1.362	779.2	40.2	4.8	74.0	12.4
Bandas de Po>Apy; venillas Po	235.00	238.00	3.00	0.228	287.3	43.3	5.1	57.0	17.0
V enillas de Po, Po>Py, Py>Apy; bandas de Po, Po>Apy, Po>St	238.00	248.00	10.00	2.438	2388.0	60.2	5.3	985.2	12.9
Bandas de Po>Py, Py>Po, Po>Apy; venillas de Qz-Py, Py-Qz	248.00	259.00	11.00	0.642	735.6	56.6	4.6	118.7	15.8
Débiles bandas de Po>Py	259.00	313.00	54.00	0.179	340.5	53.0	5.0	427.9	58.2
Bandas de Py>Po, venillas de Py	313.00	315.00	2.00	0.794	154.0	21.0	2.8	24.5	36.0
Po en bandas y parches	315.00	323.00	8.00	0.127	267.0	45.4	4.1	44.9	92.1
Bandas de Po>Apy; venillas Po>Apy	323.00	325.00	2.00	1.520	1388.5	40.5	4.5	38.0	72.5
Po, Po>Apy; Parches de Qz-Po, Po	325.00	369.00	44.00	0.237	420.8	52.8	5.2	47.3	47.1
Bandas de Po>Apy; parches de Po	369.00	376.00	7.00	0.580	2134.4	62.6	5.4	210.6	26.0
Bandas de Po>Apy; Po, Qz-Po>Apy	376.00	396.00	20.00	0.249	874.7	53.0	5.9	221.7	62.6
Diseminación de Po>Apy; Po, Po>Apy, Qz-Po>Apy en parches	396.00	424.00	28.00	0.994	1175.0	50.3	5.4	634.1	52.1
Bandas de Po>Apy; venillas de Po,	424.00	430.00	6.00	0.443	1153.7	77.5	6.9	99.0	87.0
Bandas de Po>Apy>St; parches con Po>St-Cl; veta de Qz-Po>Cpy	430.00	434.00	4.00	1.220	2327.5	81.3	5.0	1052.5	44.5
Débiles venillas de Qz-St>Apy, Qz	434.00	446.00	12.00	0.085	898.6	122.8	4.4	13988.8	217.4
Bandas de Po>Apy, Py>Po	446.00	451.00	5.00	0.864	686.4	54.8	4.8	54.4	40.6
Bandas de Po>Py muy débil	451.00	465.00	14.00	0.289					
Bandas muy débiles Py>Po	465.00	468.50	3.50	0.594					
Bandas muy débiles Py>Po	468.50	470.00	1.50	0.19					
AVERAGE	0.00	470.00	470.00	0.414	2628.1	193.3	15.8	1396.0	175.3

Cuadro N° 30. SONDAJE DDH-26

GEOLOGIA Y LEYES DDH-26									
GEOLOGIA	FROM	TO	INTERV	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra recristalizada con venillas Cl	0.90	41.00	40.10	0.021					
Diseminación muy débil de Py OxFe en fracturas	41.00	46.70	5.70	0.710					
Venillas esporádicas Cl-Py	46.70	65.00	18.30	0.031					
Venillas de Qz-Po	65.00	83.00	18.00	0.123					
Diseminación muy débil de Py en bandas	83.00	107.00	24.00	0.020	85	46	6	40	58
Diseminación de Py; parches de Po	107.00	113.00	6.00	0.749	367.0	44.2	5.8	28.3	82.7
Parches de Py, Po>Py; venillas de Py	113.00	122.00	9.00	0.144	293.6	47.0	5.3	93.6	93.1
Venillas de Po>Py, Po>Apy>Py, Po>St, Po>St>Apy	122.00	127.00	5.00	2.287	1156.6	60.8	5.6	560.6	43.2
Venillas de Po, Po>St, o>Apy>St; parches con Po, Po>St	127.00	132.00	5.00	0.382	1215.8	129.0	4.6	1327.2	17.4
Po>Py, Py>Po>Apy en venillas	132.00	135.00	3.00	0.936	4346.7	120.3	4.0	1666.3	17.7
Py, Apy diss; venillas de Py, Py>Po	135.00	137.00	2.00	0.349	1732.5	70.5	4.4	128.0	15.5
Venillas de Py, Py>Po, Py>St>Po, Py>Po>St, Qz-St	137.00	142.00	5.00	0.075	1219.0	81.6	5.2	4215.8	13.0
Venillas de Qz-Py, Py, Po, parches de Py	142.00	159.00	17.00	3.098	857.3	77.3	4.7	105.8	16.9
Banda de Py, venillas de Py	159.00	161.00	2.00	0.189	166.5	71.5	4.1	22.5	22.5
Bandas con diseminación muy débil de Py	161.00	172.00	11.00	0.062	180.7	37.3	3.9	37.8	39.5
Ppanizo, banda de Py; venillas de Qz-Py	172.00	174.00	2.00	0.769	356.5	52.0	4.1	52.0	49.5
Bandas de Py, Po; parches de Po	174.00	178.00	4.00	0.334	131.0	41.3	3.6	34.5	35.8
Parches de Po, Py	178.00	185.00	7.00	0.042	340.7	50.9	4.0	44.9	46.4
Bandas de Po, Po>Py>Apy	185.00	188.00	3.00	0.289	384.7	43.3	4.4	67.3	59.7
Bandas de Po, Po>Py, Po>St, Po>Cpy>Apy, Po>Apy	188.00	205.00	17.00	1.423	1086.6	45.5	4.1	52.9	44.8
Bandas de Po, Po>Py;	205.00	224.00	19.00	0.236	303.1	41.7	3.9	73.8	71.6
Parches de Po, escasas venillas de Qz-Po	224.00	236.00	12.00	0.039	122.9	39.4	4.9	90.7	106.7
Bandas Po, Po>Py>Apy; vetilla de Qz-Py	236.00	240.00	4.00	0.135	260.3	43.3	5.3	59.8	90.0
Bandas de Po, Po>Py; parches esporádicos de Po>Py	240.00	252.00	12.00	0.102					
Bandas de Po, Po>Apy, Po>Py	252.00	256.00	4.00	1.482					
Bandas de Po, Po>Py; venillas de Qz-Po	256.00	264.00	8.00	0.091					
Bandas de Po, Po>Py; Po en parches ; venillas de Qz	264.00	282.00	18.00	0.043					
Bandas de Po, Po>Py	282.00	290.00	8.00	0.498					
Po diss; esporádicos parches de Po	290.00	300.00	10.00	0.050					
AVERAGE	0.90	300.00	299.10	0.440	571.7	54.0	4.7	282.8	53.9

Cuadro N° 31. SONDAJE DDH-27

GEOLOGIA Y LEYES DDH-27									
GEOLOGIA	FROM	TO	INTER V	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	Gr/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra recristalizada gris;dique andesítico,veta Qz blanco	4.00	123.00	119.00	0.019					
Bandas discontinuas de Po; Po, Po>Py, Po>Py>Apy en venillas	123.00	127.00	4.00	1.236	791.8	67.0	5.6	102.0	47.8
Venillas de Po; pequeños parches de Po.	127.00	134.00	7.00	0.092	309.1	119.6	5.7	50.7	69.6
Venillas de Po, Po>Py>Apy>St, Po>Apy>St; parches de Po, Po>Apy>St	134.00	139.00	5.00	1.060	1382.0	76.2	5.3	1356.2	31.8
Venillas de Po, Po>St>Apy, Po>Apy>St; parches de Po, Po>St>Apy; Po>St en fracturas	139.00	144.00	5.00	1.970	2333.0	109.4	5.7	15507.8	20.0
Venillas Po>St>Apy>Py; diseminación de Po	144.00	146.00	2.00	0.754	960.5	117.5	6.3	495.0	16.5
Bandas St>Po>Apy>Py, Po>St>Apy; parches de Po>St>Apy	146.00	159.00	13.00	2.001	2117.5	63.4	6.0	13215.4	22.0
Bandas de Po, Po>St>Apy; venillas de Po, Po>St>Apy; Venillas Qz-Apy>St>Apy; parches de Po>St	159.00	167.00	8.00	4.745	2328.0	48.0	6.0	3730.5	48.3
Bandas de Po>Apy>St muy débiles	167.00	169.00	2.00	0.330	2105.0	48.5	5.7	596.0	22.5
Diss Po> Apy>St; venillas de Po>Py>St>Apy, Po>Py	169.00	189.00	20.00	1.693	2395.2	105.9	5.4	1114.8	25.3
Venillas de Qz-Py, Qz, Py>Po	189.00	204.00	15.00	0.077	125.3	31.2	4.6	32.5	25.1
Venillas de Py, Qz-Py>Po, Po>St>Apy	204.00	210.00	6.00	1.202	1361.3	34.5	3.9	66.3	13.5
Diseminación de Py; venillas de Py	210.00	212.00	2.00	0.016	19.0	2.5	9.0	18.5	59.5
Diseminación de Py; bandas con Po; venillas de Po>Py esporádicas	212.00	218.00	6.00	1.863	791.7	51.8	4.6	66.7	21.3
Banadas Py>Po; venillas de Qz-Po, Qz-Py>Po	218.00	226.00	8.00	1.050	618.9	51.8	4.1	55.0	45.0
Diseminación débil de Po>Py	226.00	231.00	5.00	0.170	451.2	54.2	4.7	56.8	88.4
Parches de Po; venillas Qz-Py	231.00	234.00	3.00	0.613	463.7	39.3	4.3	49.0	48.3
V enillas de Py>Po>Apy, Py>Po, Po; Po>Py diseminada	234.00	236.00	2.00	2.750	929.0	57.5	4.9	146.0	64.0
Diseminación muy débil de Po>Py	236.00	260.00	24.00	0.043	74.8	51.0	4.2	45.5	87.3
AVERAGE	4.00	260.00	256.00	0.626	1103.5	64.4	5.1	2297.7	44.3

Cuadro N° 32. SONDAJE DDH-28

GEOLOGIA Y LEYES DDH-28									
GEOLOGIA	FROM	TO	INTERV	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	g/t	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra recristalizada gris oscuro; venillas de Qz-Py	0.7	10	9.30	0.026	420.8	31.0	6.8	39.8	53.3
Bandas con Po>Apy>Py; venillas de Py, Qz-Py-CI	10.00	13.00	3.00	0.144	4118.3	50.0	6.7	65.3	83.0
Bandas con Po>Apy>St; venillas de Qz-Po-CI, Po>Apy	13.00	15.30	2.30	0.086	10233.3	62.4	6.7	308.8	76.1
Veta de 30cm ancho de Apy>St>Po; venillas de Po>St>Apy; bandas de Po>Apy>St	15.30	16.70	1.40	8.264	1011.4	83.3	9.3	115500.0	58.0
Bandas con Po>Apy>St; vnlls de Po	16.70	19.00	2.30	0.271	1345.7	68.3	7.1	1533.0	62.7
Bandas con Po>Apy muy débil;	19.00	30.00	11.00	0.040	2585.5	37.1	5.7	92.8	45.6
Bandas de Po>Apy; Po>Apy>St	30.00	40.00	10.00	0.211	343.4	47.5	5.9	46.3	48.9
Bandas de Po>Apy, Po>Apy>St; venillas de Po>Apy>St	40.00	47.00	7.00	1.182	593.1	59.0	6.4	106.4	205.4
Diseminación de Po>Apy>St; venillas de Po, Qz-Po>Apy	47.00	51.00	4.00	0.266	414.8	51.5	6.1	76.5	102.5
Bandas de Po>Apy>St; parches de Po>Apy	51.00	55.45	4.45	5.362	1227.1	62.1	7.2	2706.5	53.8
Bandas de Po>Apy; venillas de Qz-Po>Apy; panizo	55.45	59.00	3.55	0.914	490.4	42.4	5.3	81.8	33.5
Bandas con Po>Apy, Po>Apy>St; parches de Po>Apy>St-Qz	59.00	71.00	12.00	3.039	1801.9	54.6	6.0	4305.0	153.9
Bandas con diseminación de Po>Apy, Po>Apy>St; parches Po>Apy>St	71.00	75.00	4.00	0.877	1174.5	44.8	5.3	8592.8	73.0
Bandas con diseminación de Po>Apy>St; Po-Qz, Po en venillas	75.00	79.00	4.00	0.473	371.8	51.5	5.9	108.5	31.0
Parches de Po>Apy>St, Po>Apy; venillas de Po-Qz-Apy	79.00	83.00	4.00	1.278	262.5	53.0	6.0	115.0	86.0
Diseminación de Po>Apy>St; venillas de Po>Apy>St	83.00	93.00	10.00	0.772	98.2	49.6	5.9	833.5	72.0
Bandas de Po; Po en parches; venillas de Po>Py-Qz	93.00	97.00	4.00	1.829	1222.0	51.3	6.2	183.5	63.5
Venillas de Po>Py-Qz, Po>Apy>St; vetilla de Qz-Po>Apy	97.00	100.00	3.00	1.273	754.3	42.0	5.7	53.0	60.7
Venillas de Po, Py>Po-Qz, Po>St>Apy	100.00	108.00	8.00	2.354	760.3	43.9	5.3	76.5	43.8
panizo y brecha de falla; Po>Apy en bandas	108.00	114.05	6.05	1.234	1487.7	54.2	5.9	437.4	30.5
Panizo; pizarra con bandas; Po diss	114.05	118.10	4.05	0.197	797.3	54.2	5.8	195.1	24.0
Venillas de Po esporádicas; vetillas de Qz-Po>Apy>St; parches de Po	118.10	124.00	5.90	0.932	1114.5	69.0	6.6	2621.0	208.4
Diseminación de Po, Po>Apy; parches con Py>Po>St>Apy	124.00	138.00	14.00	1.748	1420.4	53.9	5.8	2062.2	35.7
Bandeamiento débil de Po>Py	138.00	140.00	2.00	0.204	1104.5	50.0	5.6	94.0	28.5
Venillas de Py, Qz-Py; pequeños parches de Py; panizo	140.00	158.40	18.40	2.844	994.5	40.7	4.7	306.9	15.1
Diques andesíticos, vetas Qz blanco	158.40	167.00	8.60	0.119	132.4	14.6	6.3	30.2	26.3
Venillas de Qz-Py; pequeños parches de Py; dique con veta de Qz-Py	167.00	170.00	3.00	0.406	152.8	23.2	4.8	35.6	13.5
Venillas de Py-Qz; veta Qz-Py, parches de Py	170.00	180.00	10.00	2.874	1839.6	62.0	4.6	128.3	14.5
Py-Qz-Po muy débil; Py en fracturas	180.00	194.00	14.00	0.785	793.1	127.6	4.0	117.3	25.3
Diseminación de Py, Po>Py; venillas de Qz-Py>Po	194.00	207.00	13.00	0.146	438.2	42.8	4.4	88.6	44.8
Bandas de Po>Py, Po>Apy; parches de Po>Apy; venillas de Py>Po	207.00	213.00	6.00	2.006	1153.7	46.2	3.9	40.2	35.8
Bandas con Po diseminada	213.00	250.00	37.00	0.065	181.0	40.5	4.9	156.2	84.5
AVERAGE	0.7	250.00	249.30	1.147	970.3	51.0	5.5	1372.7	62.1

Cuadro N° 33. SONDAJE DDH-29

GEOLOGIA Y LEYES DDH-29									
GEOLOGIA	FROM	TO	INTERV	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	ppb	ppm	ppm	%	ppm	ppm
ppizarra recristalizada gris verdusco; dissil de Py; venillas de Qz-Py	0.60	10.45	9.85	0.298	252.5	55.5	6.2	43.7	94.1
Venillas de Qz-Po>Apy, Qz-Po>-St; veta de Apy>St; parches Po	10.45	17.00	6.55	3.167	675.8	53.9	5.9	15028.2	72.1
Diseminación y bandas de Po; venillas de Po	17.00	20.00	3.00	0.016	93.0	62.7	6.3	272.0	79.3
Diseminación, bandas y venillas de Po	20.00	28.00	8.00	0.498	443.9	51.6	6.2	837.9	109.4
Diseminación de Po débil; Po en fracturas	28.00	34.00	6.00	0.260	285.8	46.3	6.2	79.2	116.7
Venillas Po>St, Qz-Po>St; vetilla de Qz-Po>St; Po, St en fracturas.	34.00	43.00	9.00	1.836	586.9	50.0	6.0	77.8	95.0
Venillas de Po, parches de Po	43.00	49.00	6.00	0.327	222.7	50.5	5.7	34.3	85.0
Venillas de Po>-Apy, Po-Qz-Apy>St, Po>Py>Apy; Parches de Po>Apy	49.00	61.00	12.00	1.222	931.0	49.6	5.9	289.0	81.9
Fracturas con Po>St>Apy	61.00	63.65	2.65	0.153	179.7	54.4	5.8	2351.5	39.0
Venillas de Po>Apy, Po>Apy>St, Po>Py; Veta Qz-Po>Apy>St	63.65	71.00	7.35	1.526	1330.3	61.6	5.8	3512.0	45.0
Pequeños parches de Po>Apy; falla con fragmentos con Po>Py	71.00	74.00	3.00	0.133	215.0	63.7	6.2	58.7	49.0
Venillas de Py>Po, Py>Po-Qz-Apy	74.00	80.00	6.00	1.005	972.7	57.0	6.5	659.7	41.3
Diseminación de Po>Apy	80.00	87.00	7.00	0.179	119.7	64.3	4.6	49.3	44.0
Parches Po>Apy; venillas de Py>Po	87.00	98.00	11.00	1.516	715.2	60.8	5.0	57.8	34.4
Diseminación moderada de Po>Py	98.00	100.00	2.00	0.219	212.5	48.5	5.3	62.5	26.0
Diseminación moderada Py>Po, Py>Po>Apy; parches de Po>Apy	100.00	113.00	13.00	1.856	1026.2	38.0	4.5	49.0	11.0
Venillas de Qz-Py, Qz-CI-Py, Qz-Py	113.00	126.00	13.00	0.088	203	15	3.3	21	5
Venillas de Py, Qz-Py, vetilla de Qz-Py	126.00	136.00	10.00	0.974					
Dique andesítico con vetas de Qz lechoso	136.00	156.00	20.00	0.139	61.0	57.5	5.7	17.5	23.5
Venillas de Po Qz-Po, Py>Po	156.00	159.00	3.00	1.147	419.3	50.0	6.1	49.0	26.7
Pequeños parches de Po	159.00	165.00	6.00	0.069	233.0	70.2	5.7	149.3	38.0
Diseminación de Po>Py, Po>Apy; venillas de Po>St-Qz, Po>Apy, St-Qz-Po, Po-Qz	165.00	176.00	11.00	2.303	2368.8	50.7	5.9	7427.6	134.3
Venillas de Po-Qz, Po>St, Po>Cpy cortando bandas	176.00	187.00	11.00	0.656	246.2	49.1	5.5	240.0	70.5
Bandeamiento de Po débil; venillas de Qz-Po	187.00	189.00	2.00	0.315	255.5	49.0	5.6	21.5	42.0
Venillas de Po>St, Po>Apy>St; parches de Po>St, Po>Apy>St	189.00	200.00	11.00	1.490	604.3	54.7	6.1	431.1	135.9
Parches de Po-Apy-St; fractura con Po	200.00	202.00	2.00	0.275	1607.5	53.0	5.5	2365.0	28.0
Bandas de Po>St>Apy, Po>Apy; parches de Po, Po>Apy, Po>St	202.00	219.00	17.00	1.903	2854.1	61.4	6.1	13354.4	59.8
Venillas de Py-Qz-CI, Qz-Po, Po>Py	219.00	266.50	47.50	0.051	394.5	63.6	7.0	76.7	54.3
AVERAGE	0.60	266.50	265.90	0.848	1419.9	108.1	11.7	3689.1	121.8

Cuadro N° 34. SONDAJE DDH-30

GEOLOGIA Y LEYES DDH-30									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTER V)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	ppb	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Pizarra recristalizada de color gris claro; bandas Po>Py	3.40	12.00	8.60	0.060	12620.3	71.6	7.0	138.0	31.1
Fracturas con Po>St, Po>Apy; venillas de Po>St	12.00	14.00	2.00	3.940					
Diseminación muy débil de Po>Py	14.00	24.00	10.00	0.222					
Parches de Po>Apy; venillas Po>Py	24.00	30.00	6.00	1.385					
Diseminación muy débil de Py	30.00	150.00	120.00	0.022					
AVERAGE	3.40	150.00	146.60	0.147	12620.3	71.6	7.0	138.0	31.1

Cuadro N° 35. SONDAJE DDH-31

GEOLOGIA Y LEYES DDH-31									
GEOLOGIA	FROM	TO	(INTE RV)	Au	As	Cu	Fe	Sb	Zn
	(m)	(m)	(m)	ppb	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Bandas con diseminación de Po-Apy, Po-Apy-St; venillas y parches de Po-Apy-St	3.55	10.00	6.45	1.074	4733.1	249.8	6.5	2512.0	20.9
Diseminación de Po-Apy, parches grandes de Po>Apy>St	10.00	12.00	2.00	4.775	2865.0	353.5	7.1	11290.0	34.0
Diseminación de Po>Apy; venillas Po>Apy>St>Cpy	12.00	15.00	3.00	1.338	3583.3	224.7	7.2	7500.0	20.7
diseminación de Po>Apy; venillas con parches de Po>Apy>St	15.00	17.00	2.00	4.350	5560.0	206.5	6.3	1507.5	19.0
Parches de Po>Apy>St, Po>Apy, Py>Po, St>Apy>Po>Py	17.00	40.00	23.00	1.221	13684.9	389.5	18.3	4186.0	64.8
Venillas de Po>Py, Py-Qz-CI	40.00	43.00	3.00	0.131	236	370	5	49	47
Diseminación débil de Po; venilla de Qz-Po-Py	43.00	48.00	5.00	0.486	2142.5	339.5	10.8	193.0	149.5
Diseminación de Po>Py, Po>Py>Apy; venillas de Po>Apy	48.00	60.00	12.00	1.403	1135.0	75.5	6.0	105.0	158.8
Diseminación de Po>Py, Py>Po; parches de Po, Py-Qz	60.00	70.00	10.00	1.072	1045.3	55.3	6.1	165.3	87.3
Ppizarra fresca de color gris oscuro	70.00	92.10	22.10	0.011					
AVERAGE	3.55	92.10	88.55	0.993	6145.6	250.3	10.7	2477.0	82.2

5.6. EVALUACIÓN DEL YACIMIENTO Y CALCULO DE RECURSOS

5.6.1. CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA

En los primeros tramos de perforación se puede observar una pizarra fresca bituminosa con bandas finas y diseminación de Py, Po muy débil; micro venillas de Py-Qz, Py-Clt, en fracturas Oxfe esporádicamente.

A más profundidad la pizarra empieza a cambiar de color gris oscuro a gris claro ya con una textura Porfidoblástica, constituida por porfidoblastos de silimanita con relictos de andalucita, rodeada por una matriz constituida por agregados hojosos finos de sericita II asociada con biotita, con bandeamiento de limos con diseminación de Py-Po muy débil, la foliación se encuentra ya más deformada.

Ya en el cuerpo mineralizado la pizarra es de color gris a gris blanquecina con una textura Granoblástica, constituida por cuarzo asociado con cristales hojosos de muscovita pobremente alineados, y playas alargadas de cloritas y materia orgánica. El cuarzo también constituye, algunas veces, playas alargadas. Ocasionalmente se observan porfidoclastos de feldespatos K y, menos frecuentemente, de biotita (“ojos relícticos”).

Diques andesíticos interdigitados en diferentes tramos los diques presentan una débil diseminación de Py.



Figura N° 39. DDH-22, MUESTRA 6241 (277.00 m a 278 m) Microplegues con Po>Apy>Py. Leyes de 5.7 g/t Au, 0.563 % As, 2.85% Sb



Figura N° 40. DDH-27, MUESTRA 6425 (164.00 m a 165.00 m) Venillas discontinuas y parches de Qz- Po>Apy>St>Py. Leyes de 9.45 g/t Au, 0.319 % As, 0.429 % Sb

5.6.2. ALTERACIÓN HIDROTERMALES

En superficie solo se observa Cloritización y muy puntalmente cuarzo - sericita. Sin embargo, en los sondajes de perforación se hizo delimitación de cuerpo a la intensidad y predominancia de los ensambles mineralógicos característicos que definen una alteración hidrotermal.

5.6.2.1. Clorificación

Caracterizada principalmente por ensamble clorita-pirita-cuarzo es la alteración que predomina en todos los taladros en mayor o menor grado de intensidad; manifestándose con biotitas preservadas, en proceso de alteración, esporádicamente presenta epidota muy débil. Esta alteración también se encuentra en diques andesíticos.

5.6.2.2. Alteración Cuarzo-sericita

En ensamble característico de cuarzo-sericita-pirita se presenta con intensidad moderada a débil, como producto de la alteración de las plagioclasas y biotita teniendo un comportamiento selectivo a semipervasivo se presenta pequeños tramos y en algunas fracturas y oquedades.

5.6.3. MINERALOGÍA

La constitución mineralógica de las estructuras mineralizadas que rellenan las fracturas abiertas paralelas a la foliación lo constituyen los minerales de mena y ganga que se ha observado macroscópicamente en el Proyecto Crucero en la cual se tiene:

5.6.3.1. Minerales de Mena

Son minerales de valores comerciales asociado a los yacimientos y la explotación minera está supeditada a estos minerales útiles. En este caso del proyecto Ollachea se tomó detalles solo del oro.

- a) **ORO (Au).**- Este mineral se le ve asociado generalmente a Apy y Sb con diseminación de pirrotita, pirita en casos tb se encontró en bandas de

Po-Py y Po-Apy. masiva algunas veces se le encuentra sola en la pizarra como un grano o pepita y como filoncillos microplegados producto de la removilización durante la fase Finihercínica.

5.6.3.2. Minerales de Ganga

Asociado con el oro, se encuentran constituyendo el cuerpo mismo de la mena en zonas de enriquecimiento; y sus características macroscópicas son las siguientes:

- a) **ARSENOPIRITA (FeAsS).**- Se presenta en Forma diseminada en partes asociadas a venillas de Pirita y Cuarzo también en fracturas. En el estudio mineragrafico de muestra de rocas se presenta como cristales anhedrales a subhedrales de hábito prismático y sección rómbica, fracturados, con tamaños menores a 0.65 mm. Se encuentra reemplazado débilmente por pirrotita desde los bordes.
- b) **PIRROTITA (FeX-1S).**- Se presenta diseminada con mayor concentración en las bandas de limos, también en forma de parches y venillas de asociadas a Pirita, Cuarzo, en el estudio mineragrafico La pirrotita ocurre a manera de cristales anhedrales a subhedrales, con tamaños menores a 0.49 mm. Se encuentra relleno de cavidades en la roca, dispuestos a manera de venillas, que cortan la muestra aleatoriamente.
- c) **PIRITA (FeS₂).**- Se presenta en forma diseminada tambien en venillas Cuarzo y clorita en el estudio mineragrafico La pirita se observa a manera de pequeños cristales anhedrales, mostrando formas irregulares y en agregados coliformes. Reemplaza parcialmente a la pirrotita.

- d) **LA ESTIBINA (Sb).**- Se presenta en vetillas juntamente con la Arsenopirita en algunos tramos en parches y en zonas mineralizadas rellenando fracturas, en el estudio mineragráfico La estibina se aprecia a manera de cristales anhedrales, con tamaños de hasta 0.52 mm. Se encuentra reemplazando a la berthierita y pirrotita, rellenando fracturas.
- e) **CALCOPIRITA (CuFeS₂).**- Se muestra en forma muy escasa junto con la Pirita en venillas y fracturas en el estudio mineragráfico La calcopirita ocurre a manera de cristales anhedrales subredondeados con un tamaño menor a 0.1 mm. Se encuentra rellenando una pequeña cavidad en la roca y reemplazando a la pirrotita.
- f) **GOETHITA (FeO(OH)).**- Este mineral es el producto de la alteración de algunas piritas, en las zonas de óxido. Ocurre como cristales botroidales en geodas de vetas y de forma terrosa conjuntamente con la hematita y limonita.
- g) **LIMONITA (FeO(OH),nH₂O).**- Mineral secundario, reconocido en las zonas de óxidos, producto de la oxidación de minerales de Fe (pirita y pirrotita), alguna veces se encuentra como patinas en fracturas recientes de pizarra.

5.6.4. MINERALIZACIÓN

La base de datos superficial, se ha configurado el yacimiento forma elongada con rumbo N 35-45° W, con una longitud de 550 m; en general tiene forma tabular con ligera inclinación al NE.

El cuerpo Pacacorral en su segmento sur presenta la mineralización más homogénea que el segmento norte, las dimensiones del cuerpo ≥ 0.4 g/T Au son de 250 m de longitud, ancho de 90 – 120 m. La ley promedio en superficie es de 1.79 g/T Au, ocurren varios lentes ó núcleos con valores ≥ 2.0 g/T Au. En el segmento norte la mineralización se ramalea y el cuerpo se adelgaza; con dimensiones de 270 m de largo x 20 – 40 m. de ancho; ley promedio en superficie de 1.94 g/T Au; ocurren 3 lentes angostos con valores ≥ 2.0 g/T Au, que tienen 190 m de largo x 5.0 m de ancho. Los sondajes DDH-02, DDH-07, DDH-08, DDH-13 y DDH-14, ha cortado una estructura de estibina con interceptos de 1075,000 gr/t Au, 14,900 g/t Au, 34,500 g/t Au, 3,540 g/t Au y 26,500 g/tAu, respectivamente; en la primera el oro es visible al ojo; las cajas también tienen contenidos importantes de Au.

5.6.4. PARAGÉNESIS

La posible paragénesis del proyecto Crucero se determinó, por estudio, Petromineragráficos y Electrónica De Barrido en muestras de testigos de perforación diamantina y de forma macroscópica se observó las texturas de las estructuras mineralizadas en los taladros logueados, como son: DDH-01 al DDH31. En base a lo observado, se definió II etapas de formación de minerales.

I ETAPA

- Pirita, Pirrotita, Arsenopirita, Calcopirita y trazas de estibina.
- Oro nativo libre en granos de 20 – 180 micrones.
- Oro en inclusiones de Arsenopirita 5 – 10 micrones.

II ETAPA

- Pirita, Marcasita, Berthierita, Estibina y Antimonio nativo.

5.6.5. ZONEAMIENTO

De acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes análisis de campo y con las secciones transversales realizados sobre las estructuras mineralizadas observamos que el zoneamiento es tanto horizontal como vertical con ligeros cambios mineralógicos en los diferentes niveles del yacimiento.

Zonamiento mesozonal que de acuerdo a los sondeos realizados en el yacimiento se extiende desde la superficie hasta la cota 4200; es decir 300 m. verticales, donde la mineralogía de mena es oro (1.4 gr/t en promedio) y los de ganga: pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita, esfalerita, y cuarzo. Se ha tomado muestras para ser analizadas por Au + ICP por 32 elementos, dando resultado muy bajo para otros elementos (0.005 % de Cu, 0.002 % de Pb y 0.01 % de Zn).

5.6.6. CLASIFICACIÓN DE YACIMIENTO

El Proyecto Crucero, se encuentra dentro del tipo de yacimientos oro orogénico emplazado en rocas antiguas paleozoicas. Groves *et al.*, (1998).

Las mineralizaciones de la Cordillera Oriental forman una provincia que se extiende más de 300 Km² de largo desde los alrededores de Cuzco (Cordilleras de Vilcabamba) en el Perú hasta el Este de La Paz en Bolivia y la sierra de la Rinconada en Argentina.

El depósito corresponde vetas en zona de charnela (saddle reef) y oro diseminado en sedimentos con pirita y arsenopirita. La mineralización hidrotermal, en general simple, consiste esencialmente en cuarzo con cantidades subordinadas de carbonatos, feldspatos, micas, pirita, arsenopirita, oro nativo, y sulfuros de Sb, Cu, Pb y Zn (Boyle, 1986).

El proyecto Crucero tiene un depósito de relleno de fractura paralelas a la foliación y con mineralización de oro, y sulfuros de fierro y Apy y Sb trazas de Cpy, Sph. Generalmente las estructuras mineralizadas tienen un comportamiento tipo como entrampado en un anticlinal, emplumadas y de estructuras escalonadas. El área mineralizada comprende de una parte en principal como es en la Formación Ananea.

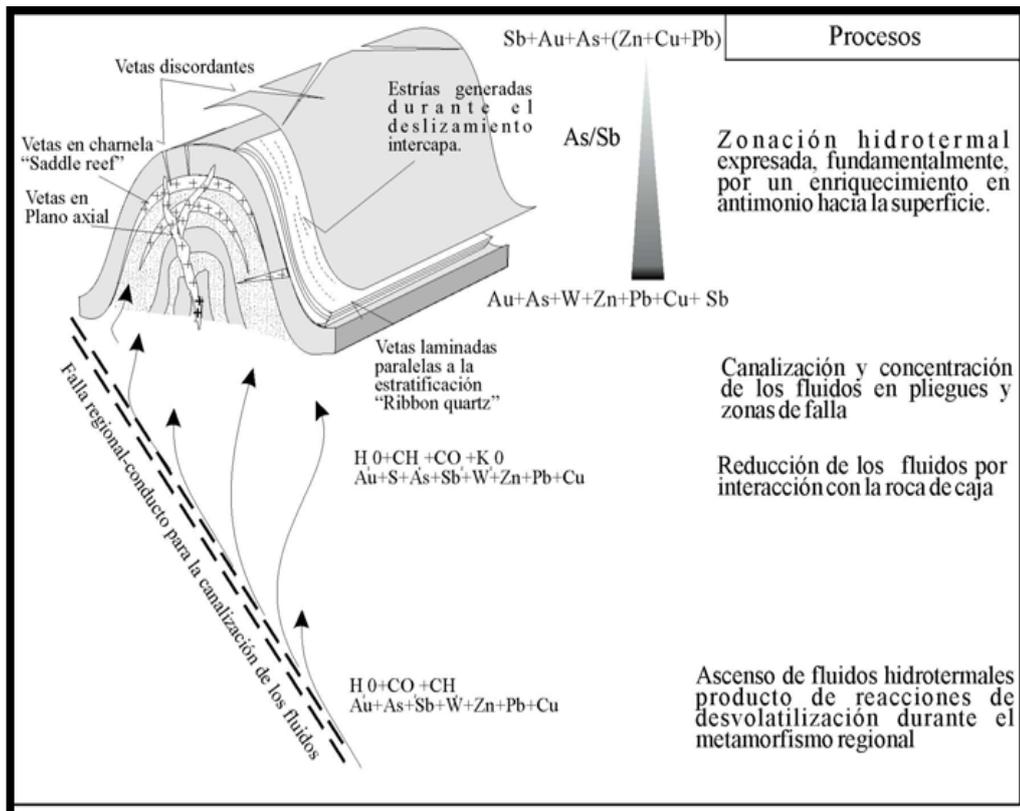


Figura N° 41. (Stüwe *et al.*, 1993). En la se presenta un esquema simplificado del modelo conceptual para mineralizaciones del tipo 'fajas de pizarras auríferas en cinturones orogénicos

5.6.7. RECURSOS

La presente estimación de Recursos se realiza en base a datos de muestreo y leyes de Au de afloramientos y sondajes diamantinos. Los recursos corresponden a sulfuros primarios con contenido de Oro, donde predomina pirita, pirrotita, arsenopirita y estibina.

5.6.7.1. Metodología del cálculo

Se ha utilizado el método de secciones (Lámina) por ser el más adecuado para esta fase inicial de perforaciones con separaciones de 25 – 60 m; el método consiste en:

Preparación de secciones transversales con geología y leyes de Au. a escala 1/1000 (Láminas).

Configuración del yacimiento tomando como limite mínimo la ley de corte ≥ 0.4 g/T Au de afloramientos y sondajes.

Se ha calculado las áreas en secciones transversales dando una inferencia lateral de 25 - 50 m.

El volumen se determino para cada sección tomando el punto medio entre sección y sección, dando una influencia de +/- 20 a 60 m. tanto al sur y norte de cada sección; para el calculo se utilizo la formula siguiente.

$$V \text{ (volumen)} = \text{Area} \times \text{intervalo.}$$

El tonelaje se calcula multiplicando el volumen por la gravedad específica de 2.85 gr/cm³.

5.6.7.2. Estimación de recursos

Para los cálculos de los recursos indicados por sondajes se ha considerado los promedios del cuerpo Pacacorral propiamente dicho; también se ha considerado la estructura interceptada por los sondajes DDH-02, DDH-06, DDH-08, DDH-13 Y DDH-14; en el DDH-02 la estructura tiene un valor 1075 g/T Au, para efectos de la estimación de recursos se castigó dicho valor a 80 g/T Au.

Los Recursos indicados + inferidos ascienden a 26'880,205.99 TM, con una ley de 1.467 g/TAu que equivale a 1'267,417.227 onzas Finas Au. Cuyo detalle según tipo de Recurso se muestra en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 36. Recursos indicados con sondajes

RECURSOS	TM	LEY	Onz Au
CUERPO PACACORRAL (ANOMALIA A-1)	22,446,779.9 4	1.433	1,034,080.74 8
VETAS (EN CUERPO PACACORRAL)	141,987.17	7.186	32,802.569
TOTAL	22,588,767.1 1	1.469	1,066,883.31 8

Cuadro N° 37. Recursos inferidos

RECURSOS	TM	LEY	Onz Au
CUERPO PACACORRAL (ANOMALIA A-1)	4,220,620.81	1.358	184,314.796
VETAS (EN CUERPO PACACORRAL)	70,818.07	7.124	16,219.312
TOTAL	4,291,438.88	1.453	200,534.109

Cuadro N° 38. Total recursos indicados + inferidos

RECURSOS	TM	LEY	Onz Au
RECURSOS INDICADOS	22,588,767.11	1.469	1,066,883.318
RECURSOS INFERIDOS	4,291,438.88	1.453	200,534.109
TOTAL	26,880,205.99	1.467	1,267,417.427

Fuente: Minera Pacacorral.

CONCLUSIONES

PRIMERA. De acuerdo a las características geológicas el proyecto Crucero correspondería a un yacimiento tipo oro orogénico. Fue mineralizado por fluidos hidrotermales (mesotermiales) que al removilizarse rellenaron la esquistosidad, fractura con mineralización de, Au y sulfuros de Fe, As, Sb; los valores más altos no están relacionados a vetas de cuarzo, están más relacionados al As y Sb, esta zona de estudios fue denominada A1.

SEGUNDA. Estructuralmente la zona A1 se encuentra dentro de un anticlinal con fallas transversales y zonas de cizallas de tipo frágil paralelas a las fallas Pacacorral y Canihuancani que controlan la mineralización en Proyecto Crucero.

TERCERA. La caracterización Geoquímica delimita una zona con valores de Au, As, Sb. Llamada zona A1. El mineral se encuentra diseminado o rellenando fracturas con poca alteración (Cl), la presencia de As o Sb no determina la existencia de oro más si son posibles indicadores dentro del Proyecto Crucero.

CUARTO. Los estudios geofísicos nos ayudaron a delimitar 11 anomalías magnéticas, pero con valores magnéticos altos en la zona A1 donde se encuentra el Proyecto Crucero, que dan 10 anomalías por estudiar. Los estudios con IP (Polaridad Inducida) no son recomendables para este tipo de roca (pizarra) por la cantidad de grafito que tiene la roca pierde carga no llegando a profundidad el Proyecto Crucero,

QUINTO. La perforación diamantina confirma que las anomalías geoquímicas continúan a profundidad, dando a conocer la existencia de un depósito de oro tipo orogénico, con mineralización en profundidad. El zonamiento

mesozonal que de acuerdo a los sondeos realizados en el yacimiento se extiende desde la superficie hasta la cota 4200; es decir 300 m. verticales, donde la mineralogía de mena es oro (1.4 gr/t en promedio) y los de ganga: pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita, esfalerita, y cuarzo.

SEXTO. El comportamiento mineralógico nos indica que se tiene un yacimiento orogénico disseminado de Au con sulfuros de Fe, As, Sb. Y una cubicación de recursos indicados + inferidos ascienden a 26'880,205.99 TM, con una ley de 1.467 g/TAu que equivale a 1'267,417.227 onzas Finas Au.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. Con la evidencia que se tiene dentro de Proyecto Crucero extender la exploración y hacer un nuevo programa de muestreo geoquímico y estudios geofísicos complementarios para descubrir posibles yacimientos minerales dentro del Proyecto Crucero.

SEGUNDA. Explorar la continuidad de Las fallas Pacacorral y Canihuancani posible mineralización, estas se emplazan dentro del sistema estructural NNW-SSE ó sistemas paralelos a este del cuerpo Pacacorral (A-1)

TERCERO. Realizar estudios petrográficos y minerográficos con muestras de superficie y en perforaciones diamantinas, con el fin de determinar con mayor certeza los estilos de mineralización existentes y aumentar la confiabilidad de tipos de rocas encontrados en el depósito.

CUARTO. Explorar las anomalías magnéticas A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10 y A-11, aparentemente podrían constituir cuerpos similares a Pacacorral constituyendo un interesante potencial de recursos en la región.

QUINTO. Hacer un nuevo programa de perforación Diamantina entre sondajes ya realizados para la obtención de datos reales para una buena estimación de recursos.

SEXTO. Realizar nuevas pruebas metalúrgicas para mejorar la recuperación del Au en sulfuros.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahlfeld, F. (1948). *Estudios geológicos de yacimientos minerales de la provincia de Jujuy*. Boletín del Instituto de Geología y Minería de Jujuy, No 455, Parte 1, 85 p.
- Arce, O. y Guzmán, J. (2000). *Exploración en la 'faja de pizarras' ('slate belt')*. Congreso Geológico de Bolivia, No. 14, Actas, Vol. 1, p. 332 a 336. La Paz, Bolivia.
- Bahlburg, H. (1990). *The Ordovician basin in the Puna of NW Argentina and N Chile: geodynamic evolution from back arc to foreland basin*. Geotektonische Forschungen, Vol. 75, p. 1-107.
- Bateman, A. (1982). *Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico*. Editorial Omega. Barcelona. España. 5ta Edición. 987 Pág.
- Belousov, V. V. (1974). *Geología Estructural*. Editorial MIR. Moscú 305 Pág.
- Betejtin, A. (1975). *Curso de Mineralogía*. Segunda Edición. Editorial "MIR", Moscú, Rusia. 739 Pág.
- Bustillo, M. y Lopez, C. (1998). *Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras*. Madrid-España. 704 Pág.
- Bustillo, M. y Lopez, C. (1999). *Recursos Minerales*. Madrid-España. 372 Pág.
- Chavez, A., Salas, G., Gutierrez, E. y Cuadros, J. (1997). *Geología de los cuadrángulos de Corani y Ayapata* (Boletín N° 90 Serie A INGEMMET). 136 Pág.

- Dalmayrac, B., Laubacher, G. y Marocco, R. (1988). *Caracteres generales de la evolución de los andes peruanos* (Boletín N°12 Serie D INGEMMET). 314 Pág.
- Dana, E. (1976). *Tratado de Mineralogía*. Editorial Continental. S.A. 564 Pág.
- David, I., Groves *et al.*, (2000). *Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit*. Editorial El sevier. 21 Pág.
- Davila, J. (1992). *Principios de Fotogeología*. Impreso en la UNMSM. Lima, 125 Pág.
- Davila, J. (1995). *Diccionario Geológico*. Talleres Gráficos Full Graphic. Lima. 846 Pág.
- Gonzales, F. (1972). *Introducción a la Geoquímica*. 141 Pág.
- Gorshkov – Yaku Shova (1970). *Geología General*. Editorial MIR. Moscú. 624 pág.
- Orche, E. (2001). *Manual de Geología y prospección de yacimientos Minerales*. Madrid-España. 762 Pág.
- Tumialan, P. H. (2003). *Compendio de Yacimientos Minerales del Perú*. INGEMMET, Boletín N 10 serie B, 619 Pág.

WEBGRAFÍA

<http://www.ingemmet.com.pe> (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú)

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_55-56/010021831.pdf

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19217/Capitulo8.pdf>

<http://www.geovirtual.cl/EXPLORAC/TEXT/01000i~1.htm>

<http://geologiaminera.jimdo.com/geoestadistica-minera/>

<http://www.libro-s.com/yacimientos-minerales-de-rendimiento-economico/1/>

http://www.minas.upm.es/fundacion/jgs/images/pdf/prospeccion_web.pdf

<http://www.libroos.es/libros-de-ciencia/geografia/geologia/>

<http://repositorio.unap.edu.pe/>

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

Mapa geológico regional

Mapa geología local

Mapa estructural

Geoquímica de rocas Au ppb

Geoquímica de rocas As ppm

Geoquímica de rocas Sb ppm

Estudio magnético isovalores y campo magnético total

Ubicación de sondajes

Geología del sondaje Cr-1 / Cr-7

Ensayos de Au Cr-1 / Cr-7

Geología del sondaje DDH-28 / Cr-2

Ensayos de Au DDH-28 / Cr-2

Geología del sondaje Cr-3 / DDH-11

Ensayos de Au Cr-3 / DDH-11

Geología del sondaje Cr-6

Ensayos de Au Cr-6

Geología del sondaje DDH-1-22-23

Ensayos de Au DDH-1-22-23

Geología del sondaje DDH-03

Ensayos de Au DDH-03