

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“PROSPECCIÓN GEOLÓGICA DEL PROYECTO
CUNUYO 2003, SINA - PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

FELIX GUILLERMO CHUI CCAMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

**“PROSPECCIÓN GEOLÓGICA DEL PROYECTO
CUNUYO 2003, SINA - PUNO”**

TESIS

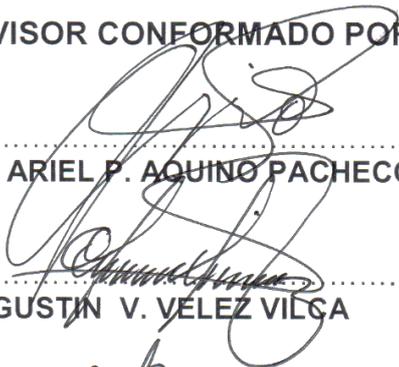
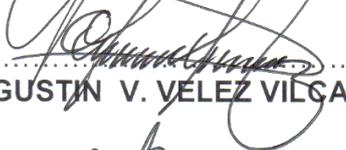
PRESENTADA POR:

FELIX GUILLERMO CHUI CCAMA

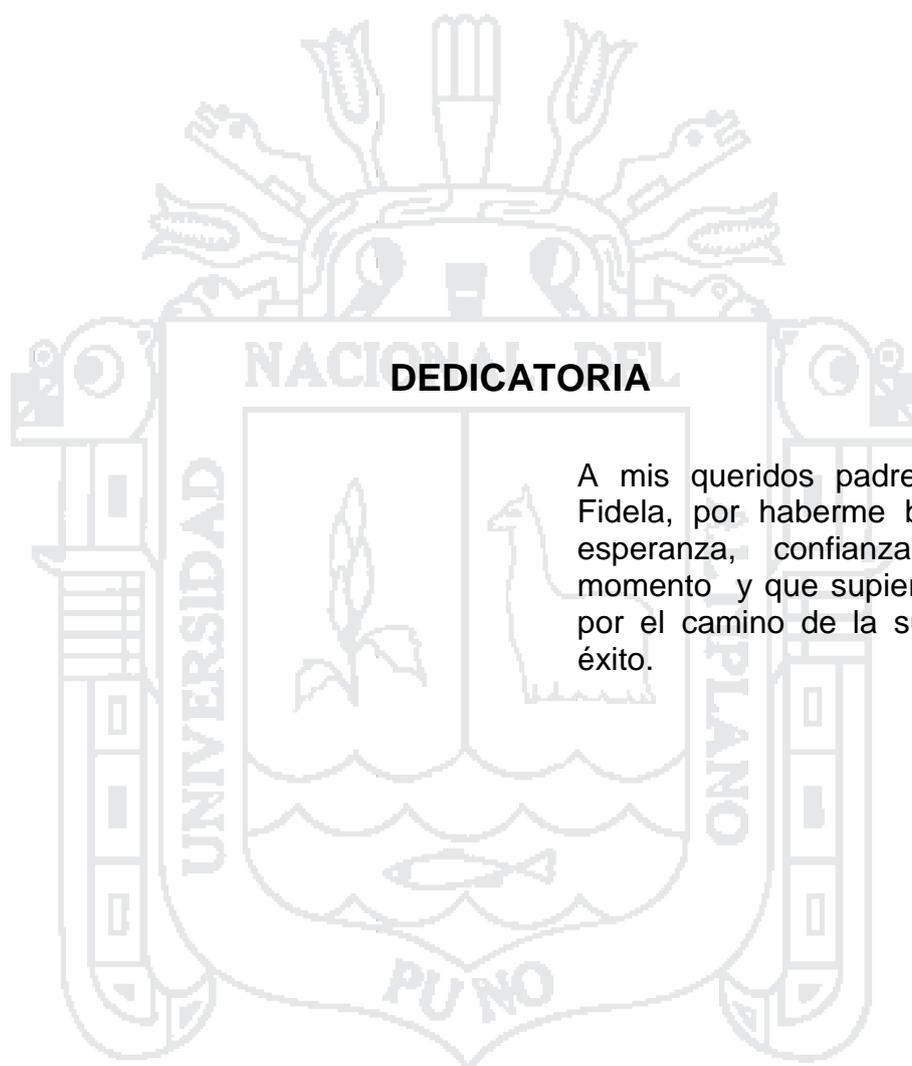
PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO GEÓLOGO

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO	:	 M.Sc. ARIEL P. AQUINO PACHECO
PRIMER MIEMBRO	:	 Ing. AGUSTIN V. VELEZ VILCA
SEGUNDO MIEMBRO	:	 Ing. RONALD QUIZA VILCA
DIRECTOR DE TESIS	:	 Ing. GEORGES F. LLERENA PEREDO
ASESOR DE TESIS	:	 M.Sc. JUAN F. CALLA FERNANDEZ
AREA	:	GEOLOGIA DE MINAS
TEMA	:	PROSPECCION GEOLOGICA

PUNO – PERU



DEDICATORIA

A mis queridos padres: Celso y Fidela, por haberme brindado su esperanza, confianza en todo momento y que supieron guiarme por el camino de la superación y éxito.

AGRADECIMIENTOS

Primero mi agradecimiento infinito a Dios por estar siempre conmigo, por no dejarme a pesar de mis equivocaciones y por cuidar siempre de mí y de mi familia y por todo lo que me ha dado.

En segundo lugar, expreso mi agradecimiento a los docentes de la de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, que verdaderamente aportaron sus conocimientos durante mi formación profesional, porque de ellos depende el desarrollo de nuestra sociedad y del estado Peruano.

En tercer lugar, mi profundo agradecimientos a la Empresa Minera CUNUYO 2003, en especial al Ing. JOSE CARLOS TORRES BENAVENTE Por haberme brindado su apoyo y permiso para la utilización de datos para el presente trabajo de investigación, para obtener el título profesional de ingeniero geólogo.

En cuarto lugar, deseo expresar mi gratitud a mis compañeros de trabajo por su aliento y apoyo incondicional, y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron de alguna manera para que este trabajo de investigación pudiera ser realizada.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE	IV
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE CUADROS.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
 CAPITULO I INTRODUCCION 	
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACION.....	4
1.4 HIPOTESIS.....	5
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
1.6 METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....	5
1.6.1 RECOPIACIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.6.2 TRABAJO DE CAMPO.....	6
1.6.3 TRABAJO DE GABINETE.....	7
1.6.4 REDACCION DEL INFORME FINAL.....	7

CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 MARCO GEOLOGICO REGIONAL.....	8
2.1.1 UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	8
2.1.1.1 Grupo San José (Oi-Sj)	8
2.1.1.2 Formación Sandia (Os-s)	9
2.1.1.3 Formación Ananea (SD-a).....	10
2.1.1.4 Depósitos Cuaternarios.....	11
2.1.2 GEOMORFOLOGIA	12
2.1.2.1 Erosión.....	13
2.1.2.2 Pre-Cordillera de Carabaya.....	13
2.1.2.3 Depresión Longitudinal del Crucero Ananea–Cojata	13
2.1.3 PETROLOGIA	15
2.1.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	16
2.1.4.1 Fallas Regionales	17
2.1.5 FRANJA I DE ORO EN ROCAS META-SEDIMENTARIAS DEL ORDOVÍCICO Y SILURICO-DEVÓNICO	18
2.1.5.1 Metalogénia	20
2.1.5.2 Tectónica en Yacimientos Mesotermales.....	20
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2.1 GEOLOGÍA.....	21
2.2.2. ESTRATIGRAFÍA	22
2.2.3 HIDROLOGIA	22
2.2.4 GEOLOGIA ECONOMICA	22
2.2.4.1 Fluidos Hidrotermales.....	23
2.2.4.2 Fluidos Mineralizantés.....	23
2.2.4.3 Mineralización.....	23
2.2.5 GEOQUÍMICA	24
2.2.5.1 Prospección Geoquímica	24
2.2.5.2 Muestreo Geoquímico	28
2.2.5.3 Anomalía Geoquímica	28

2.2.5.4 Determinación de Anomalías	29
2.2.5.5 Principios Básicos de la Geoquímica	30
2.2.5.6 Elemento Indicador, Elemento Explorador.....	33
2.2.6 ALTERACIONES HIDROTERMALES.....	34
2.2.6.1 Alteración Potásica.....	34
2.2.6.2 Alteración Filica: (Sericita).....	35
2.2.6.3 Alteración Argilica: (Arcillas-Sílice-Pirita.).....	35
2.2.6.4 Alteración Propilítica: (Clorita, Epidota, Calcita)	36

CAPITULO III

CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION

3.1 UBICACIÓN Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO	37
3.2 ACCESIBILIDAD.....	37
3.3 TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA	38
3.4 VEGETACION.....	39
3.5 HIDROGRAFÍA	39
3.5.1 RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA.....	39
3.6 CLIMA Y METEOROLOGÍA	40
3.6.1 CLIMA.....	40
3.6.2 PRECIPITACIÓN.....	40
3.6.3 EVAPORACIÓN	40
3.6.4 TEMPERATURA.....	41
3.7 GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	42
3.7.1 PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS:	42
3.7.2 UNIDADES GEOMORFOLOGICOS	43
3.8 GEOLOGIA LOCAL	45
3.8.1 FORMACION SANDIA (Os-s)	46
3.8.2 CUATERNARIOS.....	46
3.9 GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	47

3.9.1 MINERALIZACIÓN	47
3.10 DESCRIPCION DE MINERA CUNUYO 2003	47
3.10.1 MÉTODO DE MINADO	49
3.10.2 VOLADURA	51
3.10.3 SOSTENIMIENTO	51
3.10.4 VENTILACIÓN	52
3.11 MUESTREO DE ROCAS	53
3.11.1 MUESTREO POR PUNTOS O CHIP ROCK	53
3.11.2 MUESTREO POR CHIP ROCK CANAL	54
3.11.3 MUESTREO POR TRINCHERA	54
3.12 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE MUESTREO	54
3.13 IMPORTANCIA DEL MUESTREO	55
3.13.1 PREPARACIÓN PARA TOMA DE MUESTRAS	55
3.14 GEOLOGIA AMBIENTAL	55
3.14.1 MEDIDAS DE PROTECCION AMBIENTAL	56

CAPITULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PARÁMETROS A CONSIDERAR EN PROYECTO DE PROSPECCION .	57
4.1.1 PROGRAMACION DE PROSPECCION GEOQUIMICA	57
4.1.2 APLICACIÓN DEL MUESTREO	58
4.1.3 TIPOS DE MUESTREO QUE SE REALIZÓ EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	58
4.2 ANALISIS GEOQUIMICO DE LAS MUESTRAS	60
4.3 GEOLOGIA DEL YACIMIENTO	61
4.3.1 MINERALIZACION	61
4.3.2 CONTROL DE MINERALIZACION LOCAL	62
4.4 LITOLOGIA	62
4.4.1 ROCA ARENISCA CUARCÍTICA.....	62
4.4.2 ROCA PIZARRAS	63

4.4.3 DEPOSITOS CUATERNARIOS.....	64
4.5 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	65
4.5.1 CONTROL ESTRUCTURAL	65
4.5.2 FALLAMIENTO LOCAL.....	66
4.5.3 FRACTURAMIENTO	69
4.6 ALTERACIONES HIDROTERMALES.....	69
4.6.1 TIPOS DE ALTERACIONES.....	70
4.6.1.1 Alteración Supergena	70
4.6.1.2 Alteración Hipogena.....	71
4.7 ESTRUCTURAS MINERALIZADAS.....	72
4.7.1 MINERALOGIA.....	75
4.7.1.1 Minerales de Mena	75
4.7.1.2 Minerales de Ganga.....	75
4.8 PARAGENESIS	78
4.9 ZONEAMIENTO.....	79
4.10 CLASIFICACION DEL YACIMIENTO.....	79
4.10.1 YACIMIENTOS MESOTERMALES.....	80
4.10.2.1 Procesos de Formación de Yacimientos Mesotermales	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFIA.....	85
ANEXOS	87

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCION	Pág.
Figura N° 02:	Cuencas intracordilleranas (Labaucher G.1978).	15
Figura N° 03:	Fallas Regionales del Sur del Perú (INGEMMET.1996).....	17
Figura N° 04:	Desplazamiento de Fallas (www.geocaching.com)	18
Figura N° 05:	Plegamientos (www.geocaching.com).	18
Figura N° 06:	Franja I de Au en rocas Meta-Sedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico.....	19
Figura N° 07:	Tectónica de Yacimientos Mesotermales	21
Figura N° 08:	Unidades geomorfológicas.....	43
Figura N° 09:	Afloramiento de rocas pizarras negras y cuarcitas	45
Figura N° 10:	Campamento: Minera “CUNUYO 2003”	49
Figura N° 11:	Sostenimiento de labores mineras Subterráneas.....	52
Figura N° 12:	Muestreo de Rock chip (puntos).	59
Figura N° 13:	Muestreo de Rock chip (canales).....	59
Figura N° 14:	Muestreo por trincheras.....	60
Figura N° 15:	Muestra física de Roca pizarra.....	63
Figura N° 16:	Afloramiento litológico de roca pizarra y las cuarcitas de la formación Sandia correspondiente al ordovícico superior y depósitos aluviales ...	64
Figura N° 17:	Vista panorámica de la Minera Cunuyo 2003	66
Figura N° 18:	Micro fallas en la roca pizarra	67
Figura N° 19:	Fallas locales con dirección NW y buzamientos al NE	67
Figura N° 20:	Mapeo de fallas, micro fallas en labor minera Thania	68
Figura N° 21:	Craquelamiento de la caja techo.....	69
Figura N° 22:	Mapeo de las estructura mineralizada.	72
Figura N° 23:	Mapeo de las estructura mineralizada	73
Figura N° 24:	Fracturamiento y plegamiento de roca pizarra.....	74
Figura N° 25:	Muestra física Oro junto a óxidos	78
Figura N° 26:	Muestra de galena, cuarzo que son indicadores de Oro	78

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCION	Pág.
CUADRO N° 01:	La vida de una mina según Hartman (1987)	27
CUADRO N° 02:	Factor de enriquecimiento (intervalos y rangos)	31
CUADRO N° 03:	Abundancia normal de los elementos químicos de la corteza terrestre	32
CUADRO N° 04:	Elementos indicadores de algunos tipos de depósitos minerales	33
CUADRO N° 05:	Ubicación y extensión del área de estudio	37
CUADRO N° 06:	Accesibilidad al área del proyecto	38
CUADRO N° 07:	Temperatura media mensual y anual	41
CUADRO N° 08:	Unidades geomorfológicas	44
CUADRO N° 09:	Distribución de áreas del campamento	48
CUADRO N° 10:	Labores subterráneas proyectadas	50
CUADRO N° 11:	Minerales primarios y secundarios	78

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Ag:	Plata
Au:	Oro
BxH:	Brecha
C°:	Cerro (Montaña)
Cm:	Centímetros
Cp:	Calcopirita
Cr:	Cromo
Cu:	Cobre
Ep:	Epidota
EPIG:	Escuela Profesional de Ingeniería Geológica
Fe:	Fierro
FIGIM:	Facultad de Ingeniería Geológica y Metalúrgica
Goe:	Goethita
GPS:	Global Position System
Hm:	Hematita
INGEMMET:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
Jar:	Jarosita
Km:	Kilómetros
M.a:	Millones de años
m.s.n.m:	Metros sobre el nivel del mar
M:	Metros
Mg:	Magnesio
NE:	Nor-Este
Ni:	Níquel
NO(NW):	Nor-Oeste
Oi-sj:	Ordovícico Inferior San José
Os-s:	Ordovícico superior Sandia
OxFe:	Óxidos de hierro
Pág:	Página
Pb:	Plomo
Pot:	Potencia
Ppm:	Partes por millón
Q-al:	Depósitos Aluviales
Q-cl:	Depósitos Coluviales
Qz:	Cuarzo
Rb y Buz:	Rumbo y Buzamiento
SE:	Sur-Este
SO(SW):	Sur-Oeste
UNA:	Universidad Nacional del Altiplano
UTM:	Universal Transverse Mercator
Zn:	Zinc.

RESUMEN

LA EMPRESA MINERA CUNUYO 2003, decide realizar una “Prospección Geológica del Proyecto Cunuyo 2003, Sina - Puno” con una extensión de 300 Has. Y se encuentra políticamente ubicada en el departamento de puno, provincia de san Antonio de Putina, distrito de Sina, comunidad de Saqui paraje Mina Pata.

El objetivo del presente trabajo es determinar las características mineralógicas, litológicas, alteraciones hidrotermales y estructurales para definir el tipo de yacimiento de la concesión Minera Cunuyo 2003.

La prospección geológica tiene un carácter interpretativo del yacimiento mineral, y que permite la recopilación de datos e información de forma cualitativa y cuantitativa, finalmente alcanzando a un diseño y ensayo del proyecto de investigación la cual se desarrolló de acuerdo a las siguientes etapas. Mapeo geológico (estructuras mineralizadas, litológico), recolección de muestras de mineral de diferentes puntos (puntos, canales, trincheras). Y luego se procedió elaboración de planos. (Topográfico, Geológico, Estructural, Muestreo y Geomorfológico), utilizando el software ArcGIS 9.3, AutoCAD. Asimismo la codificación de muestras para su respectivo análisis en el laboratorio de Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L. Lima.

En base a las características litológicas estructurales, alteraciones, estudios mineralógicos, se llega a concluir que: La mineralización del área de estudio representa a un sistema hidrotermal de tipo mesotermal – orogénico de temperatura intermedia, con valores altos de Oro (Au) y también Plata (Ag), Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Cobre (Cu), desarrollando la geología estructural regional – régimen tectónico - podría estar relacionado a un yacimiento de oro orogénico.

Palabra clave: Prospección, Exploración, Mapeo Geológico, Mineralización.

ABSTRACT

THE MINING COMPANY: CUNUYO 2003, decides to carry out a "Geological Survey of the Cunuyo Project 2003, Sina - Puno" with an extension of 300 Has. And it is politically located in the department of Puno, province of San Antonio de Putina, district of Sina, community of Saqui paraje Mina Pata.

The aim of this study is to determine the mineralogical characteristics, lithological, structural and hydrothermal alterations to define the type of deposit granting Cunuyo Minera 2003.

Geological prospecting has an interpretative character of the mineral deposit, and allows the collection of data and information in a qualitative and quantitative way, finally reaching a design and test of the research project which was developed according to the following stages. Geological mapping (mineralized structures, lithological), collection of mineral samples from different points (points, channels, trenches). And then proceeded drawing plans. (Topographic, Geological, Structural, Sampling and Geomorphological) using ArcGIS 9.3 software, AutoCAD. Likewise the coding of samples for their respective analysis in the laboratory of Alex Stewart (Assayers), Del Perú S.R.L. Lima.

Based on the lithologic structural characteristics, alterations, mineralogical studies, we conclude that: The mineralization of the study area represents a mesothermal - orogenic type hydrothermal system of intermediate temperature, with high values of Gold (Au) and also Silver (Ag), Lead (Pb), Zinc (Zn) and Copper (Cu), developing the regional structural geology - tectonic regime - could be related to an orogenic gold deposit.

Keyword: Prospecting, Exploration, Geological Mapping, Mineralization.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La búsqueda de yacimientos minerales auríferos, ha incrementado la demanda de Trabajos Geológicos. Las Empresa Minera: CUNUYO 2003, decide realizar una prospección y exploración Geológica en su concesión, ubicada al norte de Puno (Región Puno), en los Andes Orientales, dicha Concesión se encuentra ubicada dentro de la franja Metalogenica I de Au en rocas meta-sedimentarias del Ordovícico y Silúrico- Devónico de la cordillera oriental. En estas áreas se encuentran importantes y numerosos yacimientos minerales de Oro.

En la provincia de Pataz en la región la Libertad y Huánuco con las minas Poderosa, Horizonte y Marsa; o el de cordillera de Carabaya en Puno, donde se encuentran las Minas de Ana María, Mina Rinconada, Untuca San Antonio de Poto y Ancocala. Otros yacimientos de oro se encuentran en la ceja de selva de Huánuco, Pasco, Junín, Cuzco, Huancavelica y Puno.

Bajo estas antecedentes la Empresa Minera Cunuyo 2003, realiza la prospección geológica del área de estudio con un detallado trabajo de recolección de muestras, datos geológicos , donde tuvo una duración de 10 meses, divididas en 2 campañas de campo; la primera campaña se realizó en los meses (Abril - Junio), la segunda se ha realizado en los meses de (Julio - Diciembre), que han sido netamente trabajos de campo, consta de un cartografiado en escala de 1:100.00, con su respectiva toma de muestras y recolección de datos geológicos Rock Chip (puntos, Canales) y trincheras. La elaboración de planos, mapeo de estructuras e informe, pertenecen a la etapa de gabinete, realizado en la Oficinas de la Empresa que implica las primeras semanas del mes de diciembre.

El propósito principal del presente trabajo, es determinar las posibles áreas anómalas con indicios de mineralización, para lo cual se realizaron trabajos de muestreos de afloramiento de rocas y cuerpos mineralizados en forma sistemática, con aplicación de criterios geológicos y geoquímicos.

1.1 ANTECEDENTES

En los años anteriores los pobladores de Saqui se dedicaban a la actividad agrícola, ganadería como fuente de supervivencia, pero frente al alza del precio del oro hace que cambien de actividad y al pasar el tiempo se incrementaron los trabajos mineros, pero sin el conocimiento de la preservación del medio ambiente y los efectos de una contaminación directa.

Entrando en materia de la realidad Nacional del sector Minero, se quiere mostrar la creciente importancia de este sector para el desarrollo del país, que se ha trabajado, que se está trabajando y que se quiere trabajar en pro de este Sector por parte de las instituciones gubernamentales; comenzando por la reglamentación en materia de leyes establecidas, continuando con una conceptualización del sector minero,

La concesión Cunuyo 2003 fue concesionado en el año 2003, una vez que la concesión fue declarado en abandono, es así que comienza la titularidad para realizar la prospección y exploración geológica por mineral de Oro (Au).

Al principio la población de Saqui no estaban de acuerdo, en la cual la empresa realizó distintas actividades de aplicar las relaciones comunitarias hasta obtener la autorización del terreno superficial para la realización del proyecto de prospección, exploración y finalmente la explotación.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería en Perú es una de las actividades más importantes que contribuye a la economía de nuestro país, siendo el primer productor de Oro (Au) y segundo de cobre (Cu) a Nivel Sudamérica. Desde 1992. las actividades mineras se han incrementado considerablemente, pese a algunas dificultades que puedan suscitarse en el sector minero, para alcanzar ese objetivo se requerirá de

dinamismo en el consumo, impulso fiscal e inversión privada, que sin duda es un factor preponderante en nuestras perspectivas de crecimiento para los próximos años.

En tal sentido la búsqueda de nuevos yacimientos mineros, más propiamente dicho la búsqueda de mineral aurífero ha incrementado la demanda de realizar prospección y exploración geológica, debido al incremento del precio en el mercado internacional, hace que las empresas mineras tomen la decisión de invertir en la prospección y exploración de nuevos yacimientos en todo el Perú, y por ende la Empresa Minera Cunuyo 2003, decide invertir en la prospección y explotación de la concesión Minera Cunuyo 2003, realizando una prospección Geológica de la concesión, ubicada en la comunidad de Saqui del distrito de Sina, provincia de San Antonio de Putina, Región Puno.

Para lo cual la Empresa plantea una alternativa en realizar una “Prospección Geológica denominado “Proyecto Cunuyo 2003”, con la finalidad de que esta actividad geológica realizada pueda dar frutos y llegar a encontrar nuevas perspectivas para localizar un nuevo yacimiento.

Para el conocimiento de “Proyecto Cunuyo 2003”, es necesario conocer la acción de los procesos geológicos que intervienen en el origen del presente yacimiento. En este aspecto analizaremos la incidencia de la actividad ígnea, alteraciones, fracturas, fisuras o fallas, geoformas, estratigrafía y la génesis de las concentraciones minerales.

Por otra parte, utilizaremos el estudio geológico, geoquímico como la herramienta importante que nos permiten esclarecer evidencias geológicas favorables de mineralización y alteraciones de un yacimiento, por lo cual nos permitiremos realizar el estudio de prospección geológica del “Proyecto Cunuyo 2003”

1.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1. ¿Qué condiciones geológicas estructurales, geoquímicas y tipo de yacimiento se determinará en el “Proyecto Cunuyo 2003”?
2. ¿Qué minerales serán los que se presenten en el “Proyecto Cunuyo 2003”?

Dar respuesta a estas interrogantes a través del presente estudio será el objetivo fundamental de la presente investigación, y que más adelante lo detallaremos.

1.3 JUSTIFICACION

Con la prospección geológica realizada en el “Proyecto Cunuyo 2003”, se observa varias estructuras con mineralización de Oro (Au), plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn), cobre (Cu) y óxidos de hierro. Con rumbo promedio de N30°W y buzamiento promedio de 30°NE. la mineralización se encuentra hospedada en rocas pizarras bituminosas con niveles de cuarcita silicificada con intercalaciones de lutitas grises de espesores variables en la secuencia. Siendo la alteración principal la silicificación y argilización acompañada con bandas de Óxidos de hierro (limonita, hematita, jarosita, goethita) Que lo conforman dicho yacimiento.

El presente proyecto en base a las características litológicas estructurales, alteraciones, estudios mineralógicos, se justifica debido a que los yacimientos hidrotermales de tipo Mesotermal-Orogénico en la actualidad se consideran de gran importancia por sus leyes altas de oro(Au) y también contiene plata(Ag), plomo(Pb), zinc(Zn), cobre(Cu) y óxidos de hierro, además van acompañado por otros elementos como piritita, calcopiritita, arsenopiritita y cuarzo etc.

Los resultados de la presente investigación permitirá obtener una nueva información teórica y práctica acerca de prospección geológica geoquímica, evaluadas in situ de manera práctica, y proporcionara aportes metodológicos: analítico, aproximado y simplificado que se realizaron para determinar el tipo de yacimiento su paragénesis, y finalmente el otro aporte corresponde al método que se aplicó en la presente investigación la cual puede ser utilizado en otros

estudios geológicos similares y consulta por los estudiantes y personas interesadas. Como también este trabajo sirve para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

1.4 HIPOTESIS

La identificación de las características geoquímicas, condiciones geológicas estructurales, unidades estratigráficas del tipo de roca, actuaron de manera importante en la clasificación del tipo de yacimiento, resultando una zona mineralizada de interés económico.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar mediante la prospección y exploración geológica, basado en el muestreo de minerales, el tipo de yacimiento del “Proyecto Cunuyo 2003”.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar e interpretar las características geológicas, estructurales, geoquímica, alteraciones hidrotermales mediante las técnicas de la prospección y exploración geológica.
- Analizar el comportamiento geoeconómico de la mineralización de los elementos Oro (Au), plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn), cobre (Cu) y hierro (Fe), entre otros.

1.6 METODOLOGIA DE INVESTIGACION

El presente trabajo de investigación tiene carácter descriptivo, analítico y propositiva, mediante el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos en la prospección geológica en distintas fases del estudio y da conocer el trabajo

realizado con un carácter interpretativo del yacimiento mineral de tipo Mesotermal-orogénico. Todo ello mediante la recopilación de datos e información de forma cualitativa y cuantitativa, finalmente alcanzando a un diseño y ensayo del proyecto de investigación que se desarrolló de acuerdo a las siguientes etapas.

1.6.1 RECOPIACIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta etapa se adquirió toda la información bibliográfica e trabajos anteriores realizados por geólogos de Empresa Minera Cunuyo 2003, así como trabajos realizados de mineros artesanales, etc. Sobre litología, informe de exploraciones, (Proyecto Minero GAU) planos geológicos regionales, topográficos y también se utilizó la carta nacional Rinconada 30 – y realizada por el INGEMMET.

1.6.2 TRABAJO DE CAMPO

Primeramente se realizó reconocimiento del área de trabajo, teniendo una vez conocimiento de la geomorfología, litología y geología estructural, del área de estudio, etc. se procedió a la etapa de Mapeo geológico (estructuras mineralizadas, litológico). De igual modo durante esta etapa se ha realizado la recolección de muestras informa ordenada y selecta previa determinación de los puntos elegidos, Las muestras fueron tomadas por puntos canales, así mismo se realizó la toma de datos estructurales, rumbos y buzamiento empleando una brújula tipo Brunton. Se obtuvieron datos acerca de fallas, estructuras mineralizadas (manto, veta) y Los equipos de muestreo: combo de 8 libras, puntal de acero, lentes, guantes, manta para recibir las muestras, bolsa polietileno, tarjetas de muestro, picota de geólogo.

También se realizo toma de fotografías, así mismo se realizó levantamiento topográfico superficial y subterráneo de las labores en el interior de la cortada.

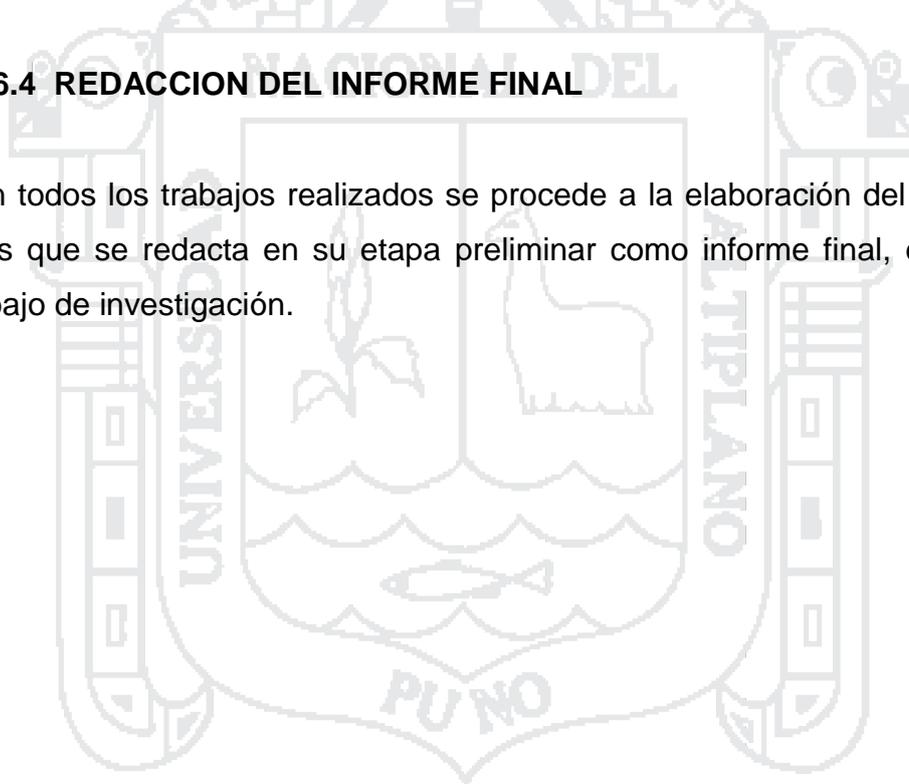
1.6.3 TRABAJO DE GABINETE

Con los trabajos realizados en el campo se desarrolló, el trabajo final del proyecto en base a los datos obtenidos y observaciones geológicas del campo.

Los datos de coordenadas de las estructuras, mapeo, muestreo y otros son almacenados en bases de datos del software Microsoft Excel. Luego se procedió a la elaboración de los planos topográfico, geológico, estructural, muestreo y geomorfológico utilizando el software ArcGIS 9.3, Global Mapper y AutoCAD. Asimismo, la codificación de muestras para su respectivo análisis de muestreo en el laboratorio de ALEX STEWART (ASSAYERS) del PERU S.R.L. en Lima.

1.6.4 REDACCION DEL INFORME FINAL

Con todos los trabajos realizados se procede a la elaboración del borrador de tesis que se redacta en su etapa preliminar como informe final, del presente trabajo de investigación.



CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 MARCO GEOLOGICO REGIONAL

En los cuadrángulos de Putina y la Rinconada afloran rocas cuyas edades van desde el Ordovícico Superior hasta el Cuaternario. Dentro de esta sucesión de rocas se pueden distinguir las siguientes etapas: El 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 y lodolitas por limos y arcillas incluyendo material acarreado (depósitos fluviales) como se muestra en el Figura. N° 01.

2.1.1 UNIDADES ESTRATIGRAFICAS

2.1.1.1 Grupo San José (Oi-Sj)

Definido en el valle de Sandia por (Laubacher, G. 1978) constituido por una gruesa sucesión de lutitas pizarrosas y algunas intercalaciones de areniscas finas.

Secuencia sedimentaria compuesta de pizarras con algo de cuarcitas que se encuentra extensamente distribuida en los ríos Quitari e Inambari, sector NW y SE de la región. El Grupo San José está integrado por las formaciones Iparo y Purumpata, litológicamente compuesto por sedimentos de facies pizarrosas, pelíticas y metalutitas, sobreyacen a ellas las formaciones Sandia y Ananea de secuencias flichoides y pizarras que en su conjunto están plegados y fallados.

2.1.1.2 Formación Sandía (Os-s)

La unidad litológica más antigua del Paleozoico en el cuadrángulo de La Rinconada, lo conforma la Formación Sandía. Fue definida inicialmente por (Laubacher, G. 1978) en el valle de Sandía, con un espesor aproximado de 3 000 m, constituida por una secuencia detrítica de cuarcitas, entrelazadas con niveles de pizarras negras.

Esta unidad aflora ampliamente en la parte Norte del cuadrángulo de La Rinconada. Por el lado Norte, continúa con el cuadrángulo de Sandía; por el lado Este, continua hasta la frontera con Bolivia; por el lado Sur, pasa por alrededores de Pantani, La Rinconada, laguna Comini, Pararani, nevado Chapi, nevado Jorge Chávez, llegando hasta el nevado Salluyo en la frontera con Bolivia.

Su contacto estratigráfico con la unidad infrayacente no se observa, mientras que el contacto con la Formación Ananea es anormal a través de un sobrecurrimiento.

La columna más importante está dentro de la quebrada Iscaycruz, que da un grosor aproximado de 1 600 m. En la base se presentan un conjunto de siltitas finas de 150 m. de espesor, con una foliación paralela denominada como de color gris oscuro a negro; inmediatamente después, vienen unos 700 m de una alternancia métrica o milimetrada de areniscas de grano fino, con cristales de moscovita y siltitas de grano fino, también con cristales de moscovita distribuidas subparalelamente a la esquistosidad, en bancos cuyos espesores varían entre 1 y 5 m, contiene textura de "Snoball" en cuarzo, que probablemente creció durante el aplanamiento de la foliación.

Sus estructuras sedimentarias internas son muy variadas, formando microdunas de 4 a 20 cm de longitud de onda; también "lenticular bedding", unas conectadas y otras sin conectar, presentan laminaciones paralelas, niveles de reactivación arcillosa dentro de los niveles de areniscas.

Hacia la parte superior, los bancos de areniscas de color gris plomo varían de 2 a 5 m de grosor, intercalándose siltitas negras que alcanzan entre 10 a 40 cm. En sección delgada, se observa que se trata de areniscas de grano fino, con microdunas cuyas longitudes de onda alcanzan los 10 cm, también con

laminaciones paralelas. La esquistosidad no las afecta, debido a su carácter refractario, mientras que las siltitas desarrollan una esquistosidad ligeramente subparalela a la foliación.

Por tratarse de una sedimentación impuesta por siltitas y lutitas, cuyas estructuras internas corresponden a “Flaser Bedding”, “Lenticular Bedding”, “ave Bedding” y otras, indicarían que la formación se habría sedimentado en un ambiente de llanura tidal.

2.1.1.3 Formación Ananea (SD-a)

Fue denominada así por (Laubacher, G.1978) en la cordillera oriental. Consiste en una gruesa serie de esquistos epimetamórficos. En el cuadrángulo de La Rinconada básicamente ocupa la parte central, constituye todas las estribaciones occidentales de la línea de las altas cumbres de los nevados que forman la Cordillera Oriental. Sus afloramientos principales están entre los cerros Ccalaccumu, Condorquiña, Cuncca, Choquechambi, las nacientes de la quebrada Iscaycruz, los nevados Riti Urmasca, Caballune y también sobre la carretera que va a Sina, entre Chocñocota y el abra de Iscaycruz; algunos afloramientos aislados se encuentran en los alrededores de Trapiche, cubierto de depósitos fluvioglaciares.

La litología de esta formación corresponde a una homogénea y monótona sucesión de pizarras negras en paquetes de 20 hasta 80 cm.

Una columna levantada entre las cabeceras de la quebrada Iscaycruz y el cerro Cunca, nos da un grosor aproximado de 500 m. El estudio al microscopio da una alternancia micrométrica de siltitas muy finas con minerales de moscovita, cuarzo, sericita, finamente cristalizada, que están afectadas por un metamorfismo regional leve de tipo epizonal. Se intercalan en esta formación algunos delgados bancos masivos de areniscas de grano fino con espesores de 20-40 cm.

Por su sedimentación esencialmente fina compuesta por siltitas y ocasionalmente bancos de areniscas, el ambiente de sedimentación podría corresponder a una plataforma externa con déficit de aporte detrítico.

Metalogenética y económicamente la característica más importante en esta Formación es la presencia de filones de cuarzo aurífero con sulfuros, los cuales son en su mayoría concordantes y se encuentran interestratificadas con la pizarra, constituyendo el basamento de la región y la roca base de los yacimientos auríferos actuales de la Rinconada.

Las pizarras de la formación Ananea se caracterizan por ser rocas oscuras con una estratificación fina y esquistosidad paralela a la estratificación. Para su génesis las pizarras corresponden a las facies de esquistos verdes, producto de un metamorfismo regional de meta sedimentos de grano fino. (Laubacher, G.1978)

Las cuarcitas se caracterizan por ser rocas de color gris oscuro.

2.1.1.4 Depósitos Cuaternarios

Los depósitos cuaternarios se encuentran distribuidos en el área de estudio en la depresión del Carabaya, la depresión de Ichupalla y valles como el de Putina, Trafide y Caylloma en el cuadrángulo de La Rinconada. (Chávez, et al. 1996).

a) Depósitos Aluviales (Q-al)

Los depósitos aluviales en el cuadrángulo de Putina y la Rinconada están ampliamente difundido en la cuenca del río Grande de Suches. Esencialmente está constituido por limos y arcillas retrabajadas del substrato pliocénico. El espesor está cubierto, por lo general es inferior a 1 m; en depresiones forman suelos pantanosos. Dentro de éste depósito se incluye al producto acarreado (depósitos fluviales) de los ríos principales como el río grande de Suches que tiene causes amplios que aflojan depósitos de grava y arena constituido por clastos de arenisca.

Por lo general en la desembocadura de los ríos y quebradas, de recorrido corto (afluencia de los ríos principales). Estos se encuentran a manera de abanicos aluviales en el flanco nororiental de la cuenca de Putina.

b) Depósitos Coluviales (Q-cl)

Los depósitos coluviales se encuentra en las laderas de cerros y quebradas, como producto de meteorización y erosión, están compuesto por arenas, gravas, guijarros y cantos rodados, los materiales están sueltos y aglutinados con matriz arenosa, limosa y limo arcilloso.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA					
UNIDADES ESTRATIGRAFICAS DE TIEMPO			UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS		
ERA	SISTEMA	SERIE	NOMBRE	SIMB.	LITOLOGIA
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos Aluviales	Qh-al	Grava, arena y finos
			Depósitos Fluviales	Qh-f	Grava y arena
	TERCIARIO	PLIOCENO	Deposito Glacial	Np-aj	Lutitas y conglomerados
			Formación Picotani	Np-pic	Tufos
PALEOZOICO	PERMICO	INFERIOR	Grupo Copacabana	Pi-c	Caliza y arenisca
	CARBONIFERO	PENSILVANIANO	Grupo Tarma	Cs-t	Arenisca cuarzosa
		MISIPIANO	Grupo Ambo	Ci-a	Conglomerado, arenisca y lutita
	SILUR- DEVON		Formación Ananea	SD-a	Pizarra negra
	ORDOVÍCICO	SUPERIOR	Formación Sandia	O _s -s	Pizarras, cuarcitas y lutitas
		INFERIOR	GRUPO SAN JOSE	O _i -s _j	Lutita pizarrosa

Figura N° 01: Columna Estratigráfica (Proyecto Minero Gau 2010).

2.1.2 GEOMORFOLOGIA

La zona del proyecto está ubicada en la unidad morfoestructural de la Cordillera Oriental. Esta unidad en la zona del proyecto, está manifestada por cuatro subunidades denominada de Oeste a Este, Pre-Cordillera de Carabaya, depresión longitudinal de Crucero-Ananea-Cojata, depresión Ancocala-Trapiche Cadena de Nevados y Vertiente Amazónica (Laubacher, G. 1978).

Los aspectos geomorfológicos corresponden a la unidad geomorfológica del tipo valle glaciar, caracterizados por las morrenas Pampa Blanca, Vizcachani y Pampa Oriental de depósitos glaciares. La unidad más resaltante es la Cordillera Oriental con sus nieves perpetuas de las últimas glaciaciones, de superficies bien escarpadas; los mismos que son afectados por grietas y deslizamientos, con transporte de sólidos en suspensión y materiales detríticos causados por movimientos y agrietamientos del hielo del Sistema Montañoso.

2.1.2.1 Erosión

Factor importante en la formación y moldeamiento del terreno, En la zona de estudio la erosión se presenta desde las partes más altas hacia las partes bajas; su agente ocasionador de la erosión es por los factores como depósitos de nevada, diferencia de clima, precipitación fluvial y variación de temperatura. La gravedad también juega un papel importante. La erosión en condiciones naturales es continua.

2.1.2.2 Pre-Cordillera de Carabaya

Esta sub-unidad está al Suroeste del valle del río Grande y sus límites se extienden fuera de la zona de estudio. La Pre-Cordillera se orienta de SE-NO y se caracteriza porque las colinas tienen perfiles redondeados, cuyas crestas están entre 4,400 y 4,800 m.s.n.m. y algunos superan los 5,000 m.s.n.m. (Cerro Yanaccacca llega a 5,143 m.s.n.m.) Esta cordillera está modelada sobre rocas del paleozoico y parcialmente sobre rocas cretáceas.

2.1.2.3 Depresión Longitudinal del Crucero Ananea-Cojata

Esta sub-unidad coincide con la cuenca superior del valle del río Grande. Este relieve está orientado de sureste a noroeste y por su parte central discurre el río con un cauce muy amplio.

El valle tiene una superficie suavemente inclinada a prácticamente plana, pudiendo considerarse una llanura aluvial. Dentro de esta unidad los relieves

planos son denominados pampas y entre las más importantes tenemos: Parinani, Baltimore, Lima pampa, Chaipitianapampa, Islapampa y Pampablanca. Esta depresión está ocupada por potentes depósitos glaciales y fluvioglaciares que yacen en forma de abanicos, procedentes de la precordillerana de Carabaya y los nevados ubicados al Noreste.

a) Cadena de Nevados

Estas geoformas se desarrollan entre 4,800 a 5,850 m.s.n.m. La sub – unidad se caracteriza por su topografía abrupta y perfiles angulosos y la presencia de potentes glaciares.

b) Vertiente Amazónica

Esta denominación le ha asignado al flanco Este de la Cordillera Oriental. Se caracteriza por presentar una topografía abrupta con laderas escarpadas, valles angostos y de fuertes pendientes. Se desarrolla entre las cumbres de la cordillera que está a 5,800 m.s.n.m. y los 1,000n m.s.n.m.

Los ríos principales drenan por un lecho de fuerte pendiente formando en algunos sectores rápidos y pequeñas cascadas, lo que hace que el río tenga un flujo excesivamente torrencioso. Estas características de los ríos van desapareciendo según van acercándose hacia el río Inambari. Los ríos de la cuenca del río Inambari drenan de Suroeste a Noreste y el río Inambari va de Sureste a Noreste, recogiendo todos los ríos que bajan de la Cadena de Nevados. Los ríos principales son: Huari Huari, Sandia, Patambuco y Limbani.

c) Orogénesis

Es el conjunto de fenómenos que en el ciclo geológico conducen a la formación de montañas o cadenas montañosas, producidas principalmente por el diastrófismo (plegamientos, fallamientos y combinaciones de ambos), por los procesos magmáticos (intrusiones, vulcanismo).

Las teorías que explican las orogenias son: Teoría de las contracciones, de las migraciones de los continentes, de las placas tectónicas.

La orogénesis es el proceso de los diversos aspectos que ejercen las fuerzas endógenas y por lo tanto dan las formas del relieve resultante las cuales son

posteriormente esculpidas por los agentes erosivos exógenos. Oro = montaña, génesis = origen.

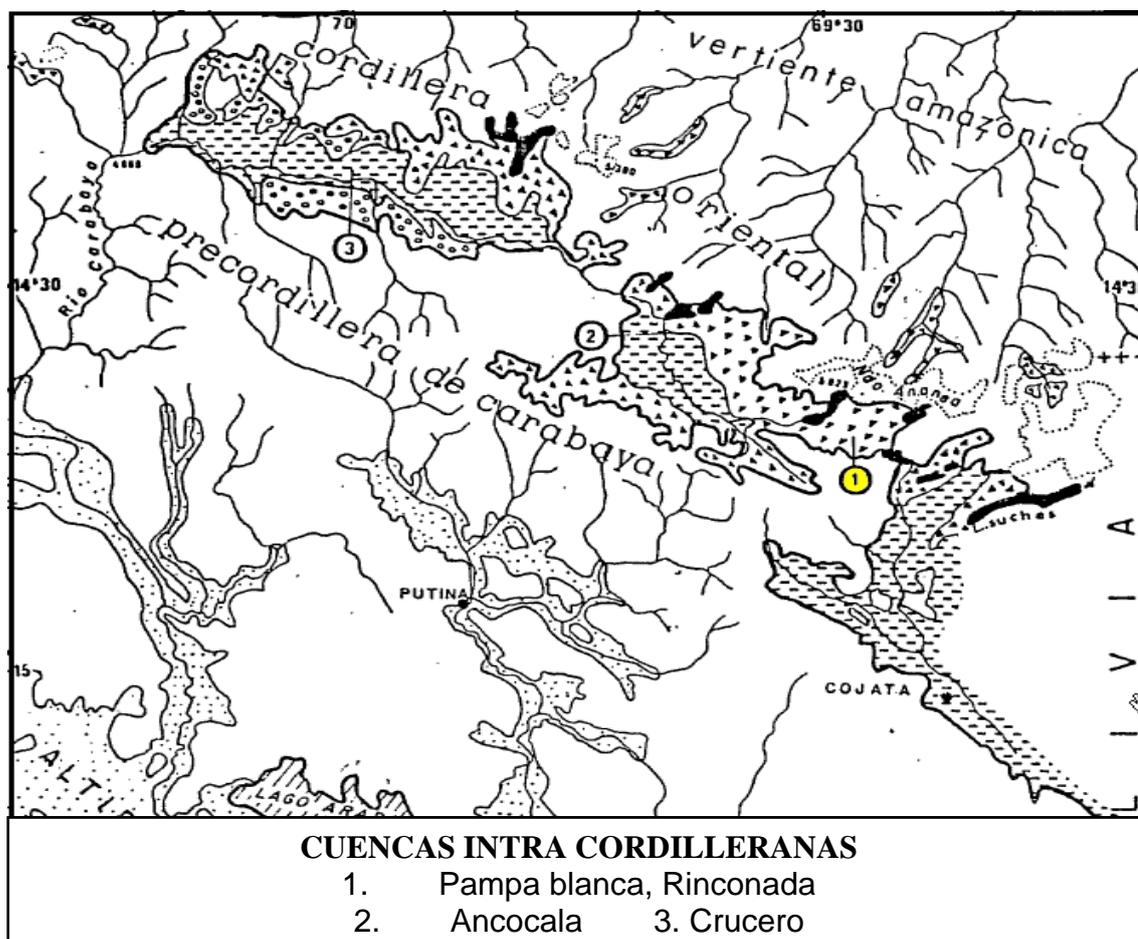


Figura N° 02: Cuencas intracordilleranas (Labaucher G.1978).

2.1.3 PETROLOGIA

Es la rama de la geología que se preocupa del estudio de las rocas desde el punto de vista genético y de sus relaciones con otras rocas. Es considerada una de las principales ramas de la geología. Consiste en el estudio de las propiedades, físicas, químicas, mineralógicas, espaciales y cronológica de las asociaciones rocosas y de los procesos responsables de su formación. El estudio de la petrología de sedimentos y de sus rocas sedimentarias se conoce como petrología sedimentaria.

La petrología se encarga de tres tipos de rocas específicamente la primera y más abundante de todas se basa en estudio de las rocas ígneas que deben su origen la magma o lava, dos tipos de rocas ígneas intrusivas formadas en el interior de

la tierra por consolidación de al magma, el segundo rocas extrusivas formadas por lava, erupciones volcánicas y por desprendimiento de lava al exterior, el segundo tipo sedimentaria el cual se origina por la erosión, desgaste de las rocas ígneas en morrenas glaciares, depósitos lacustres, el tercer tipo rocas metamórficas que se forman a elevadas presiones y temperatura se originan de las demás rocas anteriormente citadas. (Huang, Walter 1991).

La petrografía es una rama de la petrología, que se ocupa de la descripción de las rocas, de su contenido mineral y de su textura, de la clasificación de las rocas y las características de las rocas cristalinas determinadas por examen microscópico con luz polarizada. (Soto, M.2005).

La petrología y petrografía van siempre de la mano, con recolección de muestras y la realización de secciones delgadas.

2.1.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

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.

2.1.4.1 Fallas Regionales

Las estructuras que se han desarrolladas regionalmente en la unidad de Sandia. En su mayoría, son fallamientos inversos de alto y bajo ángulo con una dirección NW y SE. Los buzamientos de los flancos de las fallas se inclinan al SE, por su litología rígida, el fallamiento de la formación Sandia produce bloques estructurales en la que sus desplazamientos verticales no son fácilmente estimables debido a la escases de niveles estructurales guías.

Un segundo sistema de fallamiento NE – SW es común y de menor magnitud que los anteriores, Acompañan a las grandes falla micropliegues de arrastre con una dirección de sus ejes N152°E. En la formación Ananea ocurre lo mismo, las direcciones de sus fallas son NO y SE y también existe fallas transversales a este sistema. (Chávez, A.et al.1995).

Los pliegues son producto de las fuerzas tectónicas de la litosfera no solamente provocan una rotura de las masas rocosas, tal vez las rocas se deforman en una manera plástica (como plastilina o mantequilla). Las rocas muestran pliegues o plegamiento.

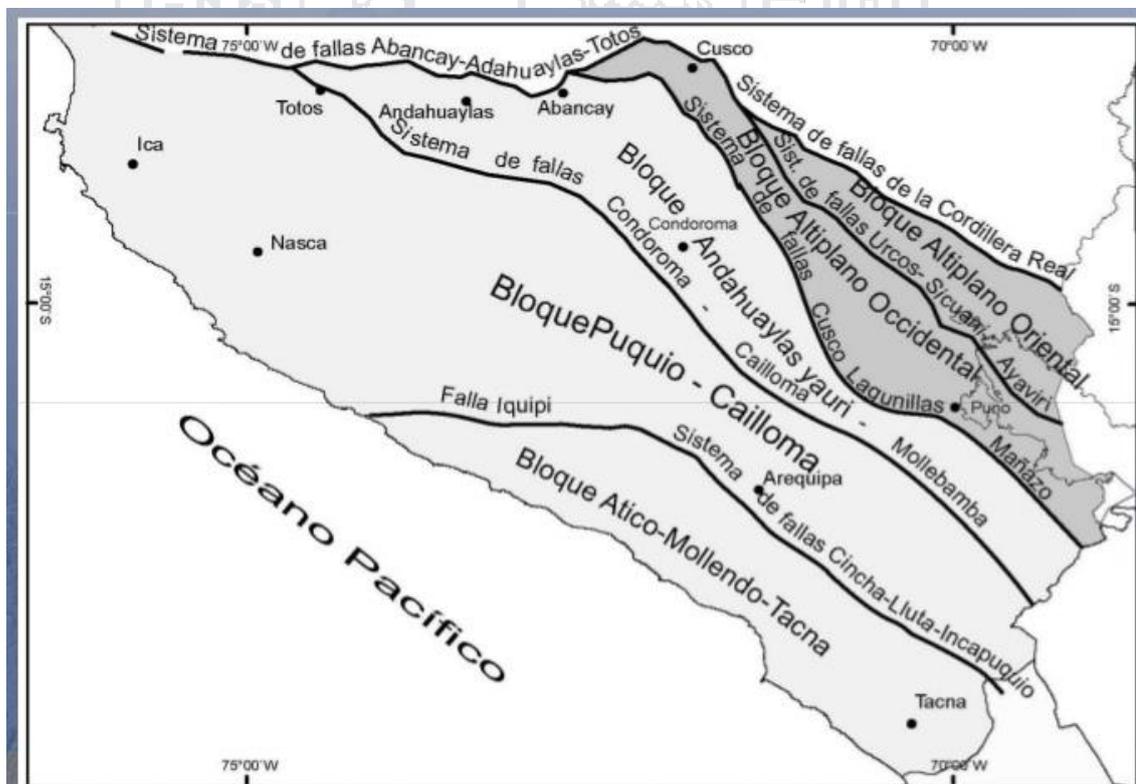


Figura N° 03: Fallas Regionales del Sur del Perú (INGEMMET.1996)

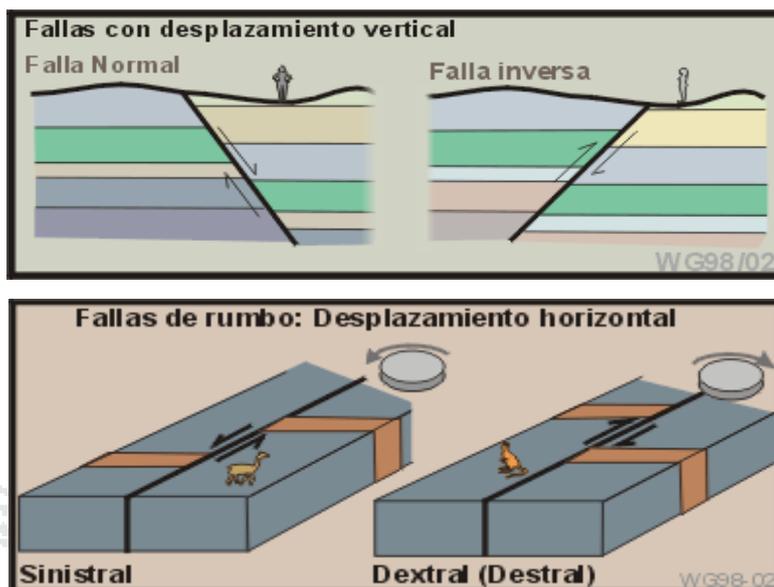


Figura N° 04: Desplazamiento de Fallas (www.geocaching.com)



Figura N° 05: Plegamientos (www.geocaching.com).

2.1.5...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 todos ellas, a excepción de la primera, explotadas artesanal y/o informalmente sin estadísticas de su producción.

(Acosta, J. R. et al. 2010).

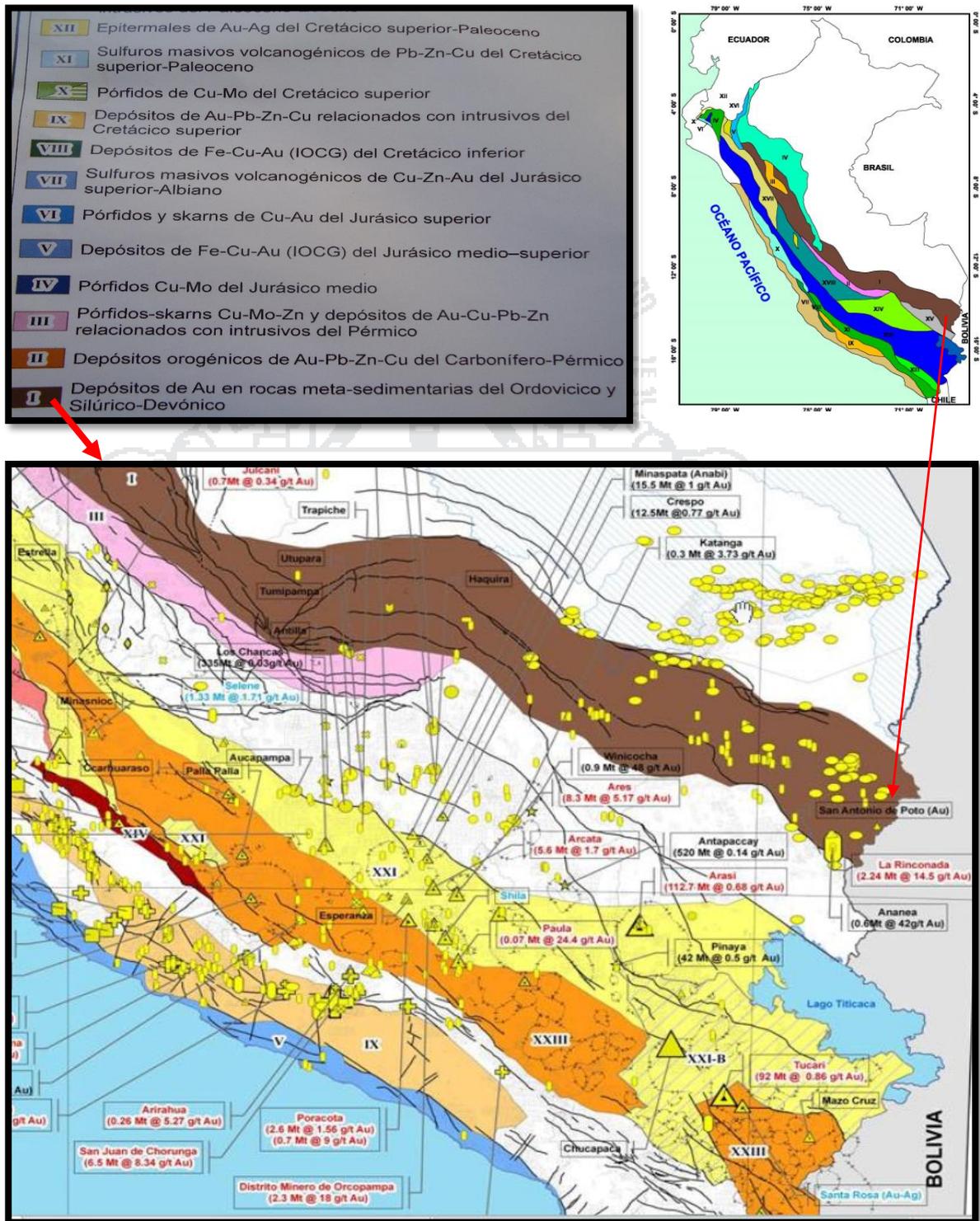


Figura N° 06: Franja I de Au en rocas Meta-Sedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico (Acosta, J. R. et al. 2010).

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, el sistema de fallas tienen orientaciones principales NO-SE y litologías que han favorecido la mineralización de depósitos minerales.

2.1.5.1 Metalogénia

Oro en meta-sedimentarios ordovícico y siluro-devoniano. 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 Sandia) 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 venillas 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. Ananea 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 superposición de eventos tectónicos donde no habría intervenido actividad ígnea significativa. (Carlotto, v. et al. 2009)

2.1.5.2 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 mesotermal y al magmatismo colisional (Greissen y Filones).

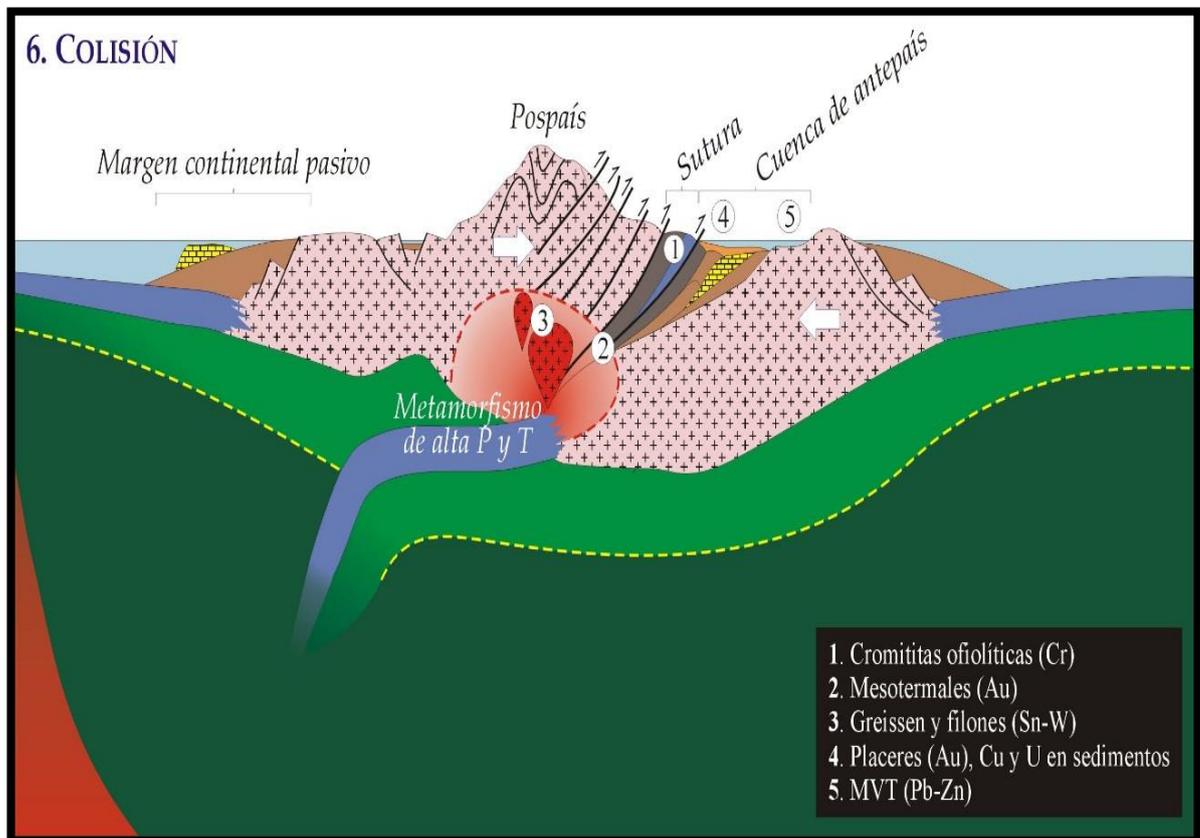


Figura N° 07: Tectónica de Yacimientos Mesotermal (www.geocaching.com).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 GEOLOGÍA

Geológicamente, la zona forma parte del conjunto estructural de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes del Sur, con alineamiento regional norte-sur, el cual tuvo largos periodos de formación afectados por eventos tectónicos epigénicos, durante el cual se formó y depositó gran cantidad de material, aflorando en la región formaciones tanto del Paleozoico como del Cenozoico.

2.2.2. ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía es la rama de geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias estratificadas, y de la identificación, descripción, composiciones litológicas, propiedades geofísicas y geoquímicas, relacionados de edad, secuencia tanto vertical como horizontal; cartografía y correlación de las unidades estratigráficas de rocas.

2.2.3 HIDROLOGIA

Ciencia o rama de las Ciencias de la Tierra que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

2.2.4 GEOLOGIA ECONOMICA

Es una parte de la geología que trata de los materiales del reino mineral, los yacimientos metálicos y no-metálicos que extrae el hombre de la tierra para satisfacer sus necesidades y para la comodidad de su vida, el porvenir de nuestra industria minera y petrolera es básico para la economía nacional y ésta depende en gran parte de la geología económica para asegurar el descubrimiento para la obtención de materia prima. (Dávila, B. J., 1995).

Algunos sectores de la corteza terrestre se caracterizan por un cierto enriquecimiento en elementos químicos, minerales o sustancias en general. Estos sectores o anomalías pueden tener un interés económico. El valor del sector, realmente la factibilidad de explotar un yacimiento depende de muchos factores: geología del sector, precio del producto, costos de purificación (planta de procesamiento del mineral), geografía, clima, infraestructura, política del país, confianza política hasta factores netamente económicos como tasa de interés, crecimiento industrial etc.

2.2.4.1 Fluidos Hidrotermales

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

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 precipitaciones de los minerales (Tumialan de la C. P. H. 2003 compendio de yacimientos minerales. INGEMMET-Lima-Perú).

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.

2.2.4.2 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.

2.2.4.3 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 A. 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 M. H 2011)

2.2.5 GEOQUÍMICA

Es la técnica que se encarga de realizar investigaciones geológicas minerales mediante la obtención de muestras de minerales, rocas, agua y la determinación de la abundancia (anomalía) de los elementos presentes en dichas muestras (Dávila, B.J., 1995)

2.2.5.1 Prospección Geoquímica

La prospección geoquímica es un método directo, que se desarrolla especialmente a partir de la química, la geología y mineralogía, junto a estos conocimientos, llega a construir una excelente herramienta en la etapa de exploración.

En la prospección geoquímica es de suma importancia considerar las técnicas de muestreo y el análisis químico que se emplea. También es importante analizar la abundancia y distribución de los elementos en las distintas secuencias litológicas a escala regional, con la finalidad de conocer los valores de contenido de fondo y poder establecer la posible existencia de anomalías geoquímicas las cuales tiene factores favorables para la localización de cuerpos mineralizados del área de estudio.(Chávez, H. 2001).

La exploración se refiere a la búsqueda de depósitos minerales metálicos o no metálicos, enfocada en un reconocimiento detallado del depósito mineral.

La prospección es el reconocimiento general de un yacimiento mineral, mientras que la exploración está enfocada en un reconocimiento detallado (Calcina, M. 2008).

Las etapas de trabajo en una mina se distinguen en cuatro fases:

a) La Exploración y la Prospección

Son fases estrechamente ligadas y a veces se las combinan, a menudo los geólogos se ocupan de ellas. El desarrollo y la explotación son las fases, que en general los ingenieros de minas realizan. Las fases están descritas en el Cuadro N° 01.

b) Desarrollo y Construcción

En esta fase se culmina la planificación y se ejecutan los trabajos de infraestructura necesaria para realizar la explotación. Es claro que los trabajos dependerán del método de extracción así como de la infraestructura para el transporte del mineral.

El estudio de factibilidad permitirá seleccionar el método de explotación (subterráneo o tajo abierto), de acuerdo a las características del yacimiento y su viabilidad. La técnica de extracción subterránea se emplea, generalmente, cuando el mineral se encuentra a mucha profundidad. Por el contrario, si el yacimiento está cerca de la superficie, su tamaño es muy grande o se encuentra diseminado (esparcido) se usa la técnica de extracción de tajo abierto. Todo se planifica antes de extraer el primer gramo de mineral. Producción (explotación) Luego de haber culminado las etapas antes mencionadas, recién se puede obtener el mineral. Los pasos previos son rigurosos, no obstante la explotación minera en sí misma es una etapa mucho más específica y particular.

c) Producción (explotación)

Los pasos previos son rigurosos, no obstante la explotación minera en sí misma es una etapa mucho más específica y particular. Sin embargo, vale la pena aclarar que el mineral extraído de por sí no es comerciable, porque

contiene gran cantidad de impurezas y está mezclado con rocas sin valor. Por ese motivo se lo sujeta a un tratamiento, para generar valor.

La “generación de valor” del mineral se hace mediante distintos procesos (físicos, químicos, y/o físicoquímicos, o hidrometalúrgicos). De estos procesos se obtiene las partes valiosas y se desecha las que no tienen valor comercial. Se puede señalar que los contenidos valiosos (metálicos) se obtienen por técnicas que van a depender del tipo de mineral que se está procesando.

Finalmente, la refinación y fundición permite “purificar” los metales obtenidos, y es en este momento que recién sirven para su transformación o uso industrial (lingotes, barras, etc.). La etapa de producción es la que más años de duración tienen, influenciada por los costos de operación, el precio de los minerales y el volumen de reservas

d) El Cierre y Postcierre de la Mina

El cierre de la mina es programado desde antes de su inicio y tiene como objetivo es rehabilitar las áreas utilizadas donde se desarrolló la actividad minera. Para lograrlo, se desmantelan los equipos e instalaciones que se usaron en el ciclo de vida de la mina y se recuperan todas las zonas afectadas.

- Estudio planificado y destinado a culminar toda operación minera de la manera ambiental más correcta.

- Garantizar al ser humano, al ambiente natural (suelo, agua, aire, flora, fauna) un uso futuro libre de contaminación

El postcierre, por su parte, es una etapa de monitoreo y mantenimiento de los alcances del cierre, con la finalidad de verificar que el cierre de mina haya sido efectivo.

CUADRO N° 01: La vida de una mina según Hartman (1987)

Fase	Procedimiento	Intervalo de Tiempo en años
1. prospección	búsqueda de menas Métodos de prospección directo - física, geología. Indirecto geofísica, geoquímica. localización de lugares favorables: mapas, Publicaciones, minas antiguas y presentes. Aire: fotos aéreas, imágenes de satélite, métodos Geofísicos. Superficie: métodos geofísicos y geológicos. Anomalía - análisis - evaluación.	1 -3
2. exploración	Dimensión y valor del depósito mineral. Muestreo: excavación, poza, sondeo. assay test - cálculo de grado. Evaluación: hoshold formula, discount method, estudio De factibilidad. valor actual = rendimiento – costos	2-5
3. desarrollo	deposito mineral abierto para la producción 1. derecho de minería 2. estudio del impacto de minería al medio ambiente 3. infraestructura 4. planta 5. explotación	2-5
4. explotación	producción de las menas Factores, que influyen la selección del método aplicado son geología, geografía, economía, medio Ambiente, aspectos sociales, seguridad. Métodos mineros son entre otro explotación a cielo abierto, open pit, open cast; explotación a grandes Cortes, a cortes con hundimiento.	10-30

2.2.5.2 Muestreo Geoquímico

Son estudiados detalladamente desde el punto de vista geológico, luego de la interpretación de minerales de interés para análisis químico y/o geoquímicas. El muestreo geoquímico se hace para evaluar grandes y pequeños depósitos desde superficie o interior mina (mantos, vetas, cuerpos mineralizados diseminados, etc.).

El muestreo geoquímico es la forma corriente de obtener muestras representativas de un determinado material natural, colectado de una manera estandarizada. La cantidad de material debe estar adecuada a la finalidad del muestreo, a los requerimientos analíticos y a la conservación del remanente en repositorios como material de referencia para futuras investigaciones. La metodología de muestreo condiciona el grado de certidumbre de los resultados y normalmente constituye un porcentaje muy significativo del costo total de un proyecto. En consecuencia, es conveniente establecerla previamente mediante protocolos cuidadosamente elaborados para distintos medios, fines y escalas.

2.2.5.3 Anomalía Geoquímica

Es una desviación con respecto al contenido normal de modo que una anomalía geoquímica es una desviación de los valores geoquímicos que son normales para una región o área. Un yacimiento de minerales es una anomalía geoquímica entonces también se puede clasificar cuantitativamente desde un punto de vista cualitativo.

Signo o señal de un patrón geoquímico mayor, mostrado por la presencia de elementos de interés en cantidades muy pequeñas. (Dávila, B. J., 1995).

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.

a) Anomalías Significativas

Pueden usarse como guías en prospección ya que tiene relación con mineralización con las cuales son determinados con medios estadísticos

b) Anomalías no Significativas

No representa relación con la mineralización ya que es importante la posición especial de una anomalía.

2.2.5.4 Determinación de Anomalías

En la determinación de anomalías, con indicios de mineralización en el área de estudio es imprescindible analizar los aspectos estructurales, por que la mineralización está relacionada al fracturamiento de las rocas (pizarras, cuarcitas) de distinta naturaleza de formación asimismo.

Para una determinación objetiva de las áreas, todos los detalles y especificaciones geológicas son muy importantes, por que con una interpretación podrían estar dando anomalías falsas la cual estaría provocando expectativas falsas.

Asimismo realizar un procesamiento de datos de los elementos es fundamental conocer el comportamiento físico químico de cada uno de ellos en el medio ambiente, a partir de las cuales se obtuvieron los resultados estadísticos.

La evaluación geoquímica se caracteriza por tener los rasgos las importantes son:

- La cantidad de datos
- La precisión con la cual debe tratarse los datos.

2.2.5.5 Principios Básicos de la Geoquímica

A) Ambiente Geoquímico

La prospección geoquímica se basa en el conocimiento, que generalmente una mineralización primaria constituye un depósito mineral y que una asociación secundaria de los elementos químicos se forma durante la meteorización y erosión del depósito mineral. La mineralización primaria y la asociación secundaria de los elementos químicos pueden formar anomalías geoquímicas y se pueden clasificar en los siguientes ambientes. (Goldschmidt, V.M. 1937)

1. Ambiente Geoquímico Primario

Está caracterizado por condiciones de confinamiento (profundidad), altas presiones y temperaturas, circulación restringida de fluidos y bajo contenido de oxígeno libre. Los productos de los patrones de dispersión primaria son los factores geoquímicos preservados en las rocas ígneas, metamórficas o de origen hidrotermal que ahora están expuestas a la superficie.

Este ambiente de acuerdo a su origen se subdivide:

a) Patrones Singenéticos

Son los que se forman al mismo tiempo que las rocas encajonantes y son debidos generalmente a los procesos petrogénicos, diferenciación magmática y metamorfismo. Ejemplos los halos asociados con las pegmatitas ultramáficas.

b) Patrones Epigenéticos

Son aquellos que se forman por el aporte posterior de un material nuevo a la roca encajonante y resulta de la introducción de soluciones mineralizantes a lo largo de las fracturas o fallas.

2. Ambiente Geoquímico Secundario

Es el ambiente de intemperismo, erosión, lixiviación supergénica, transporte, sedimentación, caracterizado por bajas temperaturas y presiones abundante, circulación libre de fluidos y abundante oxígeno, agua y bióxido de carbono. Aquí se da la meteorización erosión y sedimentación.

La presencia de rocas permite ubicar vetas, vetillas y estructuras mineralizadas para formar suelos y algunos volátiles son elevados a la atmosfera y mostrando mejor halo de dispersión. En base de la abundancia normal de los elementos de la corteza terrestre se puede calcular el factor de enriquecimiento, con que se debe multiplicar la abundancia normal de un elemento en la corteza terrestre para obtener una concentración económica explotable.

CUADRO N° 02: Factor de enriquecimiento intervalos y rangos
(Petersen, U. 1980)

Metal	Abundancia en la corteza terrestre en %	Cutoff grade en %	Factor de Enriquecimiento
Hg	0,0000089	0,2	22500
Pb	0,0013	4	3100
Sn	0,00017	0,5	2900
W	0,00011	0,2	1800
Au	0,00000035	0,0003	900
Mo	0,00013	0,1	800
U	0,00017	0,1	600
Zn	0,0094	3	300
Cu	0,0063	0,3	50
Ni	0,0089	0,3	35
Fe	5,8	30	5
Al	8,3	30	4

Factores de enriquecimiento de algunos elementos aun el Au es el elemento más escaso, no lleva el factor de enriquecimiento más alto. Al mercurio pertenece el factor de enriquecimiento máximo. El hierro y el aluminio están caracterizados por los factores de enriquecimiento menores.

CUADRO N° 03: Abundancia normal de los elementos químicos de la corteza terrestre (Rose et al., 1979) y www.geovirtual2.cl.

Elemento	Símbolo	Abundancia en ppm	Elemento	Símbolo	Abundancia en ppm
Bromo	Br	1,8	Mercurio	Hg	0,02
Cadmio	Cd	0,1	Molibdeno	Mo	1,5
Calcio	Ca	33000	Niobio	Nb	20
Carbono	C	230	Níquel	Ni	75
Cerio	Ce	81	Oro	Au	0,003
Cesio	Cs	3	Oxígeno	O	473000
Cinc	Zn	2	Paladio	Pd	0,01
Circonio	Zr	150	Plata	Ag	0,05
Cloro	Cl	130	Platino	Pt	0,0005
Cobalto	Co	25	Plomo	Pb	10
Cobre	Cu	50	Potasio	K	25000
Cromo	Cr	100	Renio	Re	0,0006
Escandio	Sc	13	Rubidio	Rb	150
Estaño	Sn	80	Selenio	Se	0,1
Estroncio	Sr	300	Silicio	Si	291000
Flúor	F	600	Sodio	Na	25000
Fósforo	P	900	Talio	Tl	0,45
Galio	Ga	26	Tantalio	Ta	2
Germanio	Ge	2	Telurio	Te	0,002
Hafnio	Hf	3	Titanio	Ti	4400
Hierro	Fe	46500	Torio	Th	10
Indio	In	0,1	Uranio	U	2,5
Lantano	La	25	Vanadio	V	150
Litio	Li	30	Volframio	W	1
Magnesio	Mg	17000	Yodo	I	0,15
Manganeso	Mn	1000			

En la tabla siguiente se da a conocer la abundancia normal en la corteza terrestre, los cutoff grades y factores de enriquecimiento para algunos elementos (de Petersen, U. 1980). La abundancia normal de algunos elementos difiere ligeramente de los valores dados.

2.2.5.6 Elemento Indicador, Elemento Explorador

Elemento indicador, indicador directo o elemento blanco (“target element”) se refiere a uno de los elementos principales del depósito mineral que se espera encontrar.

Elemento explorador o elemento pionero (‘pathfinder element’) se refiere a un elemento asociado con el depósito mineral, pero que puede ser detectado más fácilmente en comparación al elemento blanco, que puede ser dispersado en un área más extendida y que no está acompañado por tanto ruido de fondo en comparación al elemento blanco. La selección de un elemento explorador requiere un modelo del depósito mineral, que se espera descubrir. Arsénico (As) por ejemplo puede presentar un elemento explorador para la búsqueda de cobre (Cu) en un depósito macizo de sulfuros, pero no es un elemento explorador para cada tipo de depósito de cobre.

CUADRO N° 04: Elementos indicadores y exploradores de algunos tipos de depósitos minerales (<http://www.geovirtual2.cl>)

Asociación de menas	Elemento indicador	Elemento explorador
Pórfido cuprífero	Cu, Mo	Zn, Au, Re, Ag, As, F
Depósitos complejos de sulfuros	Zn, Cu, Ag, Au	Hg, As, S (en forma de SO ₄), Sb, Se, Cd, Ba, F, Bi
Vetas de metales preciosos	Au, Ag	As, Sb, Te, Mn, Hg, I, F, Bi, Co, Se, Tl
Depósitos del tipo ‘Skarn’	Mo, Zn, Cu	B, Au, Ag, Fe, Be
Uranio en areniscas	U	Se, Mo, V, Rn, He, Cu, Pb
Uranio en vetas	U	Cu, Bi, As, Co, Mo, Ni, Pb, F
Vetas de oro	As	Au, Ag
Vetas de fluorita	F	Y, Zn, Rb, Hg, Ba

2.2.6 ALTERACIONES HIDROTERMALES

La alteración hidrotermal es un proceso muy complejo que involucra cambios mineralógicos, químicos y texturales, resultado de la interacción de fluidos de aguas calientes con las rocas circundantes que les permite bajo ciertas condiciones físico - químicas. La alteración puede ocurrir en condiciones magmáticas subsolidas debido a la acción e infiltración de fluidos supercríticos al interior de la masa rocosa. Con una baja presión y temperatura.

Es un proceso de metamorfismo, mediante el cual los minerales de las rocas se alteran por acción de las soluciones hidrotermales a altas temperaturas. Las alteraciones hidrotermales son indicadores de la presencia de yacimientos minerales de origen hidrotermal. (Dávila, B. J., 1995).

Los principales tipos de alteración son las siguientes:

2.2.6.1 Alteración Potásica

Feldespato potásica (ortoclasa en podido cuprífero, adularia en epitermales), biotitas las asociaciones mineralógicas características que se encuentran en la zona de alteración potásica son: Ortoclasa, Biotita, Cuarzo (albita, sericita, anhidrita y apatito).

Se forman en condiciones de Alta temperatura $> 600^{\circ}\text{C}$ y condiciones de alta salinidad. La interacción con la fase de fluido residual desarrollado desde una masa ígnea casi consolidada resulta en una serie de cambios post magmáticos, o subsolidos, ya sea dentro de los cuerpos ígneos y en las rocas del basamento circundantes, estos son inicialmente fluidos de alta temperatura, los cuales son derivados desde un líquido en su última etapa de cristalización y ellos resultan en el crecimiento subsolidus de los nuevos minerales y las reacciones de intercambio.

Los procesos de subsolidus incluyen; (1) las reacciones de intercambio de base en los feldespatos, especialmente K por Na; (2) los cambios en el estado estructural de los feldespatos; (3) la microclinización; (4) crecimiento de las micas trioctaedrales.

2.2.6.2 Alteración Filica: (Sericita)

En este tipo de alteración se produce por una lixiviación intensa de: Ca, Mg, exceso de K. la mineralogía característica de esta alteración es: sericita, cuarzo y pirita. Se forma en condiciones de baja a moderada temperatura 300°C a 400°C, y en condiciones de baja salinidad. Las fases minerales usualmente asociadas con alteración filica son los feldespatos potásicos, caolinita, calcita, biotita, rutilo, anhidrita y apatita. Esta alteración gradúa hacia el tipo potásico mediante el incremento de cantidades de feldespato potásico y/o biotita, y hacia el tipo argílico mediante el incremento de minerales de arcilla, el incremento de las cantidades de topacio, turmalina, cuarzo y zunyita anuncian una transición hacia la alteración del tipo greisen. La sericita se refiere a las micas blancas dioctaedrales granular fino (moscovita, paragonita, phengita, fuchcita, roscoelita), a pesar de que las sericitas no son marcadamente diferentes de las moscovitas, ellas son reportadas en tener contenidos más altos de SiO₂, MgO, y agua y contenidos más bajos de K₂O. La alteración sericitica fundamentalmente es debida a la desestabilización de los feldespatos en presencia de H⁺, OH⁻, K, y azufre, para formar cuarzo, mica blanca, pirita y algo de calcopirita, en el proceso el sodio, magnesio, Ti, Fe, potasio son lixiviados hacia afuera. (Sillitoe, R. H. et al. 2010).

2.2.6.3 Alteración Argilica: (Arcillas-Sílice-Pirita.)

Esta alteración está caracterizada mediante la formación de los minerales de arcilla debido al intenso metasomatismo del H⁺ (lixiviamiento ácido), a temperaturas entre 100 y 300°C. Esta alteración interiormente gradúa hacia las zonas filicas, mientras exteriormente se une hacia campos propiliticos.

El lixiviamiento base de los aluminosilicatos puede resultar en el enriquecimiento de sílice, de manera que la alteración argilica puede graduar hacia las zonas de material rico en sílice. Los minerales de arcillas reemplazan principalmente a las plagioclasas y a los silicatos máficos (hornblenda, biotita). Las arcillas amorfas tales como la alófana están también presentes y reemplazan a las fases de los

aluminosilicatos. El feldespato potásico es reportado a ser una fase metaestable. (Sillitoe R.H. et al. 2010).

a) **Alteración Argílica Intermedia**

Ensamblajes mineralógicos son cuarzo-clorita-illita-smectita-magnetita-hematita.

Se forma en condiciones de baja temperatura 200°C a 300°C, de alteración hidrolítica comparado con la alteración Sericitica. Normalmente hay presencia de relictos de feldespato potásico en rocas ígneas silíceas; se dice que es la transición dentro la fase fílica y potásica. Se puede observar fenocristales de plagioclasas alterados a illita ó sericita, máficos alterados a una mixtura de illita, sericita y clorita más piritita, martitización de la magnetita, generalmente reemplazados por hematina. (Sillitoe R.H. et al. 2010).

b) **Alteración Argílica Avanzada**

Ensamblajes mineralógicos son caolinita, pirofilita y alunita

En este caso la lixiviación de cationes ha sido prácticamente transformándose los minerales en silicatos de aluminio.

Asociaciones: caolinita (sericita, alunita, pirofilita).

La sericita puede permanecer estable a las condiciones de Ph en las que forma la alteración argílica avanzada; la alunita se forma en condiciones especiales de Ph y alta oxidación

2.2.6.4 Alteración Propilítica: (Clorita, Epidota, Calcita)

Consiste en la formación de minerales de Ca y Mg preferentemente, por un reordenamiento de componentes de la roca. Es la alteración de más bajo grado de intensidad, localizada en el sistema hidrotermal y que grada hacia la roca inalterada, la asociación mineralógica característica de esta alteración es:

Clorita, epidota, calcita apatito, anhidrita, ankerita, hematina.

CAPITULO III

CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION

3.1 UBICACIÓN Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO

El “Proyecto Cunuyo 2003” Se encuentra, localizado en la concesión Minera “Cunuyo 2003” ubicada en el paraje Mina Pata, de la comunidad de Saqui, en el distrito de Sina, provincia de San Antonio de Putina, del departamento de Puno a una altitud de 4180 m.s.n.m. (ver Anexos –Plano de Ubicación). Cuyas coordenadas centrales de la concesión se encuentran en el cuadro N° 05

CUADRO N° 05: Ubicación y extensión del área de estudio

Coordenadas (UTM) de la Concesión “Cunuyo 2003” Zona 19 L			
VERTICE	ESTE	NORTE	AREA TOTAL
1	479000	8'393,000	300 Ha.
2	481000	8'393,000	
3	481000	8'391,000	
4	480000	8'391,000	
5	480000	8'392,000	
6	479000	8'392,000	
Altitud	4180	m.s.n.m.	

3.2 ACCESIBILIDAD

El acceso hacia la zona del Proyecto mencionado anteriormente se indica en el cuadro N° 06

CUADRO Nº 06: Accesibilidad al área del proyecto

TRAMOS (Puno –Mina)	MOVILIDAD	DISTANCIA (Km)	ESTADO	TIEMPO (Horas)
Lima - Juliaca	Avión	1286	Aérea	01h 00 min.
Juliaca - Huancané	Camioneta	52	Asfaltada	01h 15 min.
Huancané – Cojata	Camioneta	45	Afirmado	00h 45 min.
Cojata – Sina	Camioneta	65	Afirmada	01h 50 min.
Sina – Mina Pata	Camioneta	15	Trocha carrozable	01h 13 min.
TOTAL:		222		06h 03 min.

3.3 TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA

La topografía es irregular y abrupta, que varía bruscamente de lugar a lugar observándose fuertes elevaciones y depresiones también se presenta una secuencia de quebradas y riachuelos alargados poco profundos, rodeados por colinas y cumbres.

Ingresa a la Cordillera Oriental de los Andes proveniente de Bolivia, se extiende hacia el flanco nororiental de esta cordillera dirigiéndose hacia la selva. Por esta razón cuenta con áreas ubicadas en cordillera, puna y quebradas. Tiene una topografía accidentada.

Fisiográficamente la zona del “Proyecto Cunuyo 2003”, está comprendida en la parte sur meridional de los Andes, cerca de la Cordillera Oriental con rumbo NW-SE, caracterizado por ser zona de nevados, que son parte de la cordillera oriental, la zona se caracteriza por su relieve muy abrupta con crestas y aristas agudas.

El área del proyecto presenta pendientes abruptas; al Noreste se ubica el Cerro Chillcane, al Este los Cerros Yanacocha, Chamacane, al Sur Este el cerro Yagua Yagua, del cual desemboca el río Yagua Yagua, y por el Sur los Cerros Punta

Yavre y Pura, estas pendientes se mantienen fuertes al Norte y al Este conforme se acercan al río Yagua Yagua son más abruptas.

La zona colindante al proyecto está caracterizada por la discontinuidad del terreno, con numerosas crestas y aristas las cuales son más notorias al Sur.

3.4 VEGETACION

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.

Fauna: Se encuentra fauna salvaje y domestica tales como vizcacha, venado, zorro, puma, cóndor, huallata, llama, alpaca, vacuno y ovino; no todos estos se encuentran cerca de la zona del “Proyecto Cunuyo 2003”.

3.5 HIDROGRAFÍA

El Proyecto se encuentra ubicado en el sur de la cuenca del Río Tambopata, el río Yagua Yagua nace del cerro Yagua Yagua en la frontera con Bolivia, su cauce pasa por el NE de la zona del proyecto, el río ya mencionado avanza con rumbo NW-SE para unirse con el río Cunuyo con rumbo NE-SW que más adelante forman el río Saqui y éste posteriormente será parte del río Tambopata.

3.5.1 RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

En el área del proyecto no existe la presencia de acuíferos subterráneos; los nevados perpetuos (al sur del proyecto a más de 5,000 m.s.n.m.) son los cuales que proveen de agua al suelo en cantidades mínimas, debido a la poca capacidad de infiltración del suelo y las formaciones de rocas que se encuentran; a esto se agregan las lluvias que aportan en reducida proporción a estas aguas,

que dan origen a la formación de la laguna Mina Pata y otras fuera de la concesión minera.

3.6 CLIMA Y METEOROLOGÍA

Para la determinación de los datos meteorológicos se tomaron en consideración las estaciones de Ananea y CuyoCuyo, las cuales son las más cercanas al “Proyecto Cunuyo 2003”.

3.6.1 CLIMA

Se ha determinado en el área del proyecto el clima es frío glacial, seco entre abril y noviembre, así mismo precipitaciones fuertes entre diciembre y marzo. La presencia de la cordillera oriental y la disposición de glaciares perpetuos obstaculiza el paso de las nubes, ocasionando las precipitaciones pluviales y el derretimiento parcial de la nieve.

3.6.2 PRECIPITACIÓN

La precipitación en la zona presenta una variación estacional, de acuerdo al análisis de la información meteorológica de las Estaciones de Ananea y CuyoCuyo. En la Estación Ananea la precipitación media anual es 647.7mm. La precipitación mensual se distribuye en forma muy variable durante todo el año, siendo los meses de Enero, Febrero y Marzo de mayor precipitación, con un 50.3 % de la precipitación total anual, el resto del año las precipitaciones alcanzan el 49.7 % del total. El mes de más alta precipitación es Enero con 128.3mm y la precipitación más baja se presenta en el mes de Julio con 5.5 mm.

3.6.3 EVAPORACIÓN

En casi todas las formaciones geológicas existe una parte superficial cuyos poros no están saturados. Una buena parte del agua infiltrada nunca llega a la zona saturada sino que es interceptada en la zona no saturada. En la zona no saturada una parte de esta agua se evapora y vuelve a la atmósfera en forma de vapor, y

otra parte, mucho más importante cuantitativamente, se consume en la transpiración de las plantas. Los valores de Evaporación Promedio Mensual más baja se presenta en el mes de Julio con 1.6 mm, la más alta se presenta en el mes de Octubre con 2.9 mm y la evaporación promedio anual es de 2.3 mm.

3.6.4 TEMPERATURA

El régimen de temperaturas en esta zona resulta muy desfavorable, pues en los meses de otoño e invierno descienden a niveles por debajo de 0 °C. De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de Ananea, la temperatura media anual es 4.3°C, y la temperatura máxima media mensual se presenta en los meses de Abril y Mayo con 10.9°C y mínima media mensual se presenta en el mes de julio con -3.7 °C. En el área de estudio, la temperatura media anual estimada de acuerdo al gradiente de temperatura asumida a 0.55 de disminución por cada 100 metros de aumento de altura es 2.3 C°. Los datos de temperatura media mensual y anual, así como máximas y mínimas se presentan en el cuadro N° 11.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL °C, PERIODO (2008-2012)

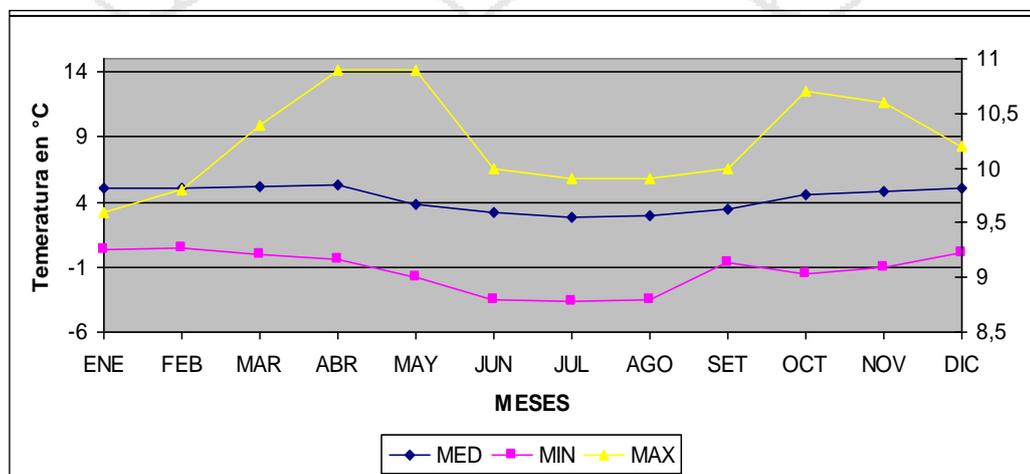
ESTACIÓN: ANANEA

Longitud: 14°40'36"W Longitud: 69°32'1.9"W

Altitud: 4714 m.s.n.m.

Distrito: Ananea, Provincia: San Antonio de Putina Región: Puno

CUADRO N° 07: Variación de la temperatura media mensual estación Ananea



TEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
MAX	9.6	9.8	10.4	10.9	10.9	10.0	9.9	9.9	10.0	10.7	10.6	10.2	10.2
MIN	0.3	0.4	0.0	-0.4	-1.8	-3.5	-3.7	-3.5	-0.6	-1.5	-1.0	0.1	-1.3
MED	5.0	5.1	5.2	5.3	3.8	3.2	2.8	3.0	3.4	4.6	4.8	5.1	4.3

Senamhi (2012).

3.7 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, rios y Depresiones; estos se basaron en cuatro aspectos fundamentales: origen de las geoformas, altura relativa, pendiente del terreno e influencia geológica.

3.7.1 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/ó 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.

3.7.2 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Las unidades geomorfológicas que más destacan en el área de estudio

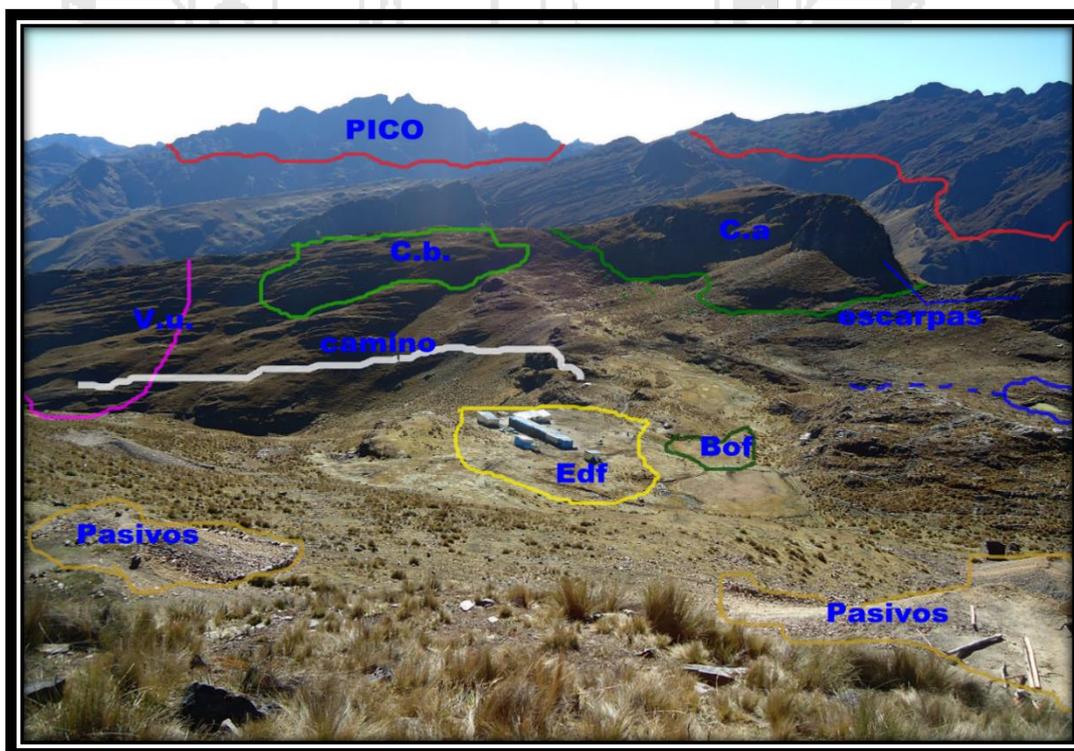


Figura N° 08: Fotografía tomada en dirección NE, el área de estudio presenta una imagen muy abrupta y accidentada con pendientes y elevaciones de 3700 m.s.n.m. a 4500msnm. De acuerdo al relieve y altitud en la zona Se observa las típicas características de unidades geomorfológicas de la cordillera oriental.

CUADRO N.º 06. Unidades geomorfológicas

Sistema	Unidades	Símbolo	DESCRIPCION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS
COLINAS YÓ LOMAS	COLINA ALTA	C. a.	Son de elevaciones de alturas elevadas.
	COLINA BAJA	C.b.	Son de elevaciones de alturas intermedias
	PICO (MONTAÑAS)	L	son elevaciones más altas de la cordillera con presencia de rocas de pizarras negras bastante intemperizadas
	ESCARPAS	Esc	son geformas de pendientes verticales, principalmente en zonas de erosión diferencial y valles que han sido erosionado por el retroceso glaciario
DEPRESION BAJA	BOFEDALES	Bof	Zona de vegetación intensa, debido a la saturación del suelo por agua. que se encuentra en las partes bajas
	VALLES EN U	Vu	Formados por acción erosiva, constituidos de pizarras, cuarcitas y material cuaternario, se ubica en la parte baja.
	RIOS	Rio	Son flujos de agua que descienden desde las partes altas y desembocan en las partes bajas.
ANTROPICO	CAMINOS	Cam	Estos caminos se encuentran en todas las partes circundantes del área del proyecto
	EDIFICACIONES	Edf	Se han construido viviendas (campamento), muros (canchón) para animales muy cerca a la bocamina del área de estudio, elaborados con roca
	PASIVOS	PSV.	Pasivos ambientales extraído del interior de la mina

3.8 GEOLOGIA LOCAL

El afloramiento principal de roca está constituida 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.

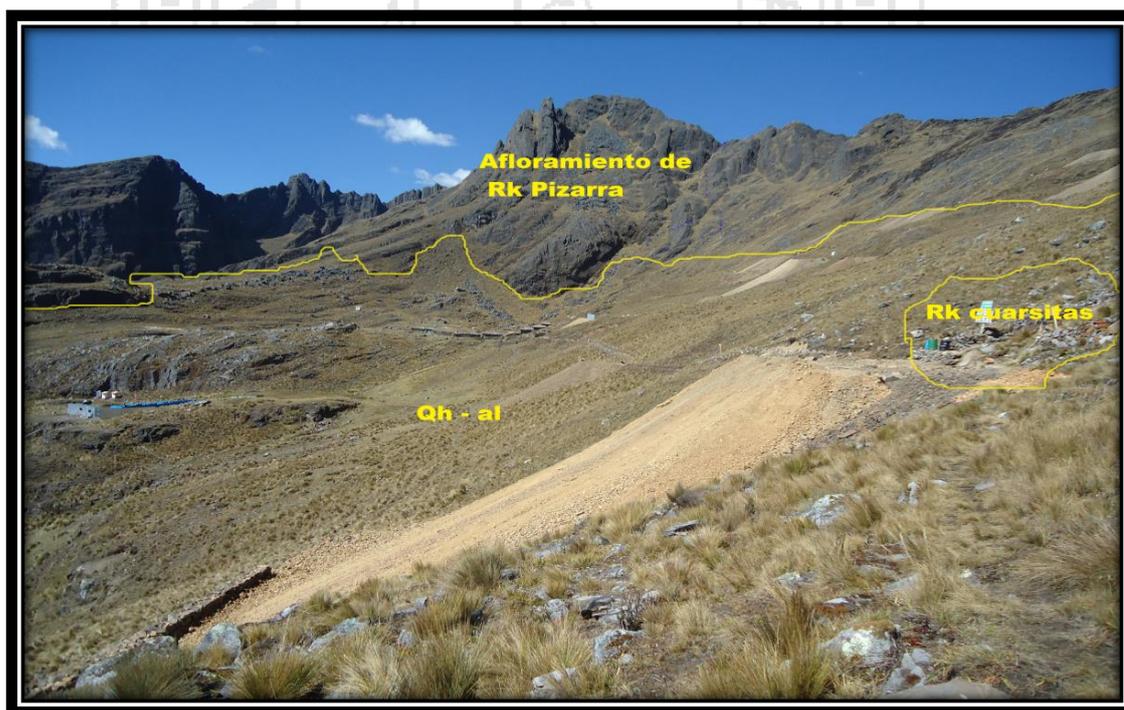


Figura N° 09: En la fotografía se observa afloramiento de rocas pizarras negras y cuarcitas de la Formación Sandia del Ordovícico Superior consiste en bancos y capas gruesas de pizarras y lutitas en lajas de color gris oscuro intercaladas con capas de areniscas de grano fino y color gris clara, se observan resistentes y mostrando una topografía escarpada dispuesta en una dirección N 40° E y un buzamiento de +- 40 SW. Y material cuaternario.

3.8.1 FORMACION SANDIA (Os-s)

Litología.- constituida por una secuencia detrítica de cuarcitas, entrelazadas con niveles de pizarras negras. En la parte superior areniscas de color gris plomo.

Posición Estratigráfica sobreyacente sobre la "Formación San José". Esta unidad sobreyace en concordancia secuencial sobre las limolitas micácea de la Formación Purumpata, representando las facies siliciclásticas de Ordoviciano superior. Su mejor exposición se encuentra entre el caserío Huancaluque.

Espesor.- Esta formación presenta abundantes estructuras de corriente. El grosor de la Formación Sandia es de 1641 m. aproximadamente. En la región no se ha reportado microfósiles diagnósticos en ninguno de sus niveles cartografiados en diferentes localidades sin embargo, es factible en base a las secciones litológicas, posición estratigráfica y facies de aquellas, correlacionar estas areniscas con las secuencias encontradas en la mina de Santo Domingo (Laubacher, G.1978) donde se menciona esquistos debajo de los 150 a 200 m. de cuarcitas atribuidas a la formación Sandia. Estos "esquistos" presentan graptolites como: *Climarograptus scharenbergi*, *Glyptograptus* cf. *G. Teretusculas*, *Hallograptus* cf. *H. Mucrunatus*, *Leptograptus*, *Nemagraptus*, *Orthograptus*. Que inicialmente Berry las atribuyó al Caradociano inferior.

Sus estructuras sedimentarias internas son muy variadas formando micro dunas y también presentan laminaciones paralelas, niveles de reactivación arcillosa

Edad.- Formación Sandia se le asignó una edad Llandeiliano-Caradociano. Del Ordovícico

3.8.2 CUATERNARIOS

Durante el cuaternario el área de estudio estuvo sometido a diversos fenómenos de degradación y gradación que actúan como agentes modificadores de la superficie, los procesos meteóricos y fenómenos climáticos como: el intemperismo y el agua. Bajo el dominio de determinadas condiciones climáticas, el primero por la temperatura del medio ambiente y sus cambios abruptos entre

el calor y el frío que dan lugar a la meteorización de la roca y por consiguiente la formación de los detritos.

El cuaternario está representado por depósitos recientes formado por los agentes geológicos así como depósitos morrenicos que se encuentran a lo largo de los valles, fluvio-glaciares, coluviales y aluviales

3.9 GEOLOGÍA ECONÓMICA

Los depósitos de mineralización primaria que se tiene en la zona es principalmente de filones de cuarzo que están emplazados en la roca pizarra (roca encajonante) y esto se evidencia casi en toda la Concesión de Cunuyo y en los cerros, de Chocñacota y saywapata.

3.9.1 MINERALIZACIÓN

La mineralización en general está constituida principalmente por sulfuros (pirita, calcopirita y arsenopirita) y silicatos (variedades de cuarzo) y en menor proporción los óxidos como la magnetita.

En las labores Leidy sur, Leidy norte, Thania sur, Thania norte y en los de más labores presenta esencialmente, como mineral de mena, al Au y como minerales de ganga a la pirita, calcopirita y magnetita.

Se puede inferir que el responsable del emplazamiento de la mineralización primaria en esta zona, estaría relacionado a la roca intrusiva granítica ya que hay evidencia de rocas intrusivas en el distrito de Sina.

3.10 DESCRIPCION DE MINERA CUNUYO 2003

Cuenta con campamentos mineros construidos de material rústico de la zona (roca pizarra, barro, calamina y madera); ambientes que sirven para diversos usos de acuerdo a la siguiente distribución detallada en el cuadro N° 09.

CUADRO N° 09: Distribución de áreas del campamento

N°	DETALLE	LONG. (m.)	ÁREA TOTAL (m ²)	COORDENADAS	
				Norte	Este
01	Almacén	4x5	15.00	8 392 511.00	480 585.00
02	Dormitorio 01	3x3	9.00	8 392 503.00	480 592.00
	Dormitorio 02	3x3	9.00	8 392 503.00	480 595.00
	Dormitorio 03	4x4	16.00	8 392 507.00	480 585.00
03	Comedor	5x3	15.00	8 392 503.00	480 599.00
04	Cocina	3x3	9.00	8 392 506.00	480 600.00
05	S.S.H.H.	4x3	12.00	8 392 503.00	480 585.00
06	Pozo séptico	2x2	4.00	8 392 492.00	480 633.00
07	Letrinas	7x2	14.00	8 392 448.00	480 633.00
08	Tanque de agua	2x2	4.00	8 392 510.00	480 515.00
09	Oficinas				
	Gerencia	3x3	9.00	8 392 512.00	480 592.00
	Secretaria	3x2	6.00	8 392 510.00	480 592.00
	Dep.de Geología	3x3	9.00	8 392 512.00	480 595.00
	Plan. de Mina	3x3	9.00	8 392 509.00	480 600.00
	Sala de capacitación	5x3	15.00	8 392 512.00	480 599.00
	Polvorín	9x12	108.00	8 392 372.00	480 774.00
	Relleno sanitario artesanal	8x8	64.00	8 392 448.00	480 633.00
10	Área de molinos y quimbaletes	16x16	256.00	8 392 347.00	480 665.00
11	Poza relavera	19x14	266.00	8 392 361.00	480 679.00
11	Cancha de mineral	5x8	40.00	8 392 339.00	480 653.00
12	Cancha de desmonte:				
	Labor Leidy	5x8	40.00	8 392 399.00	480 540.00
	Labor 01	5x8	40.00	8 392 446.00	480 453.00
	Bocamina Antuco	5x8	40.00	8 392 285.00	480 486.00
	Labor Marcelino	5x8	40.00	8 392 504.00	480 398.00
	Labor Gloria	5x8	40.00	8 392 385.00	480 436.00
13	Bocaminas:				
	Labor Leidy	60x2	120.00	8 392 392.00	480 538.00
	Labor 01	40x2	80.00	8 392 440.00	480 449.00
	Bocamina Antuco	55x2	110.00	8 392 289.00	480 482.00
	Labor Marcelino	45x2	90.00	8 392 510.00	480 394.00
	Labor Gloria	35x2	70.00	8 392 387.00	480 432.00
AREA TOTAL			1519.00		



Figura N° 10: Campamento: Minera “CUNUYO 2003”

3.10.1 MÉTODO DE MINADO

El método de explotación que se realizó es: en la primera etapa, es de pequeña minería subterránea y en la siguiente etapa a minería convencional subterránea con el método de explotación por corte y relleno ascendente, en este método el mineral es cortado en tajadas horizontales, comenzando de parte baja y avanzando hacia arriba. El mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo, cuando toda la tajada ha sido disparado, el volumen extraído es relleno con un material estéril para el soporte de las cajas.

Muestreo geoquímico, mapeo de estructuras en labores subterráneas se desarrollaron en forma simultánea, con las actividades de perforación, voladura acarreo y sostenimiento. Las medidas de seguridad son, vigiladas y supervisadas por el profesional encargado.

El ciclo de minado es como sigue: perforación, voladura, ventilación, limpieza, acarreo, y sostenimiento.

En el plan de minado del proyecto Cunuyo 2003, se ha programado las siguientes actividades: preparación, desarrollo, explotación y extracción.

CUADRO N° 10: Labores subterráneas proyectadas

Labor	Nivel	Long. (m)	Rumbo	Sección (m)	Método tipo	Estructura
Labor Leidy	184	60	S 77° W	1.5 x 1.80	explotación	veta manto
Labor - 01	210	40	S 73° W	1.5 x 1.80	explotación	veta manto
Labor Antuco	230	55	S 77° W	1.5 x 1.80	exploración	veta
Labor Marcelino	230	45	S 84° W	1.5 x 1.80	exploración	veta manto
Labor Gloria	234	35	S 71° W	1.5 x 1.80	exploración	veta manto
Thania sur	182	60	S 60°W	1.5 x 1.80	exploración	manto
Thania norte	182	48	N 40°W	1.5 x 1.80	exploración	manto

Para esta primera etapa del trabajo las secciones de los frentes son los que figuran dentro de los parámetros de la Pequeña Minería Convencional, cuya distribución de taladros es cada 0.30m de distancia entre taladros, por la dureza de la roca caja que es pizarra silicificada con las siguientes características:

- Altura = 1.80 m
- Ancho = 1.50 m
- Profundidad = 70 m.

Estos trabajos se desarrollan utilizando las perforadoras eléctricas (Bosch); cuya función es preparar los taladros (en número de 20 taladros; 16 taladros cargados y 5 taladros vacíos); con una sección de 1.50 m de ancho por 1.80 m de altura siendo el avance de 0.50 m/día/labor; llegando un total de 2.50 m/día por las labores proyectadas; teniendo un avance mensual de 60.00 metros lineales.

Desarrollo y Preparación. Se efectúan en labores mineras horizontales y verticales como las cortadas, galerías y chimeneas, y otros de acuerdo al requerimiento cuyas secciones son menores dependiendo de la potencia de los mantos y vetas y el comportamiento de las cajas de las estructuras

Labores verticales (chimenea) se realizó con una sección de 1.5 x 1.5 m que son construidas siguiendo la veta con la finalidad de reconocer y cubicar el mineral a explotar.

3.10.2 VOLADURA

Para las voladuras, los explosivos que se utilizan son dinamita de 65%, fulminante común N° 8, mechas de seguridad, Anfo, Cordón de ignición (de disparo).

Se contara con un polvorín el cual detallara con las medidas del reglamento de seguridad e higiene minera.

Limpieza Una vez realizado el disparo de frente se procede con la ventilación, regado, desatado de rocas sueltas para luego comenzar a efectuar la limpieza una vez terminado se inicia con la separación del mineral económico con contenido de oro y finalmente el material estéril o desmonte, se acarrea hacia las canchas ubicadas en las partes bajas de las bocaminas (superficie) hasta dejar limpio para la siguiente perforación. El tiempo de limpieza aumentará a medida que el avance profundice más, e incluso el tiempo de perforación estará supeditado a esta actividad específica.

3.10.3 SOSTENIMIENTO

El sostenimiento en minería es muy importante, ya que por la naturaleza del trabajo toda labor que se hace en el interior de la mina se realiza en espacios vacíos, inestabilizados producto de la rotura de la roca o mineral extraído, para lograr que se mantenga nuevamente estable la zona, para ello es necesario apoyar inmediatamente con el refuerzo adecuado.

Antes de continuar con la siguiente perforación, se verifica la condición del terreno y la estabilidad de la galería y chimenea, si fuera necesario se procederá a reforzar con el sostenimiento utilizando puntales de eucalipto, maderas, para dar mayor seguridad al personal que trabaja en todas las labores.

El sostenimiento requerido para las labores mineras, es a través del colocado de cuadros de madera con todos sus elementos y en las chimeneas se colocan de

acuerdo al comportamiento del terreno. Estos permiten una fortificación de las labores.

Ventajas de la madera

- Es ligera y fácil de manipular
- Es económica
- Es versátil



Figura N° 11: Sostenimiento de labores mineras Subterráneas

3.10.4 VENTILACIÓN

Para un trabajo eficiente y por la salud del personal, se mantiene una circulación de aire, por medios artificiales, con la finalidad de satisfacer la necesidad del personal.

La ventilación se logra por medio de ventiladores que introducen aire fresco a través de mangas. Para las labores de minería subterránea, es obligatorio emplear este medio, pues el aire o la ventilación natural son muy restringidos. Además, las consecuencias de un mal control del aire pueden ser catastróficas: mal desempeño de los trabajadores, en el mejor de los casos; enfermedades,

como silicosis, siderosis, antracosis, etcétera; posibles explosiones que pueden llegar a cobrar vidas humanas, pérdida de equipos y paralización de actividades.

Velocidad del Aire. En las labores subterráneas en ningún caso la velocidad del aire será menor de 25m/min, ni superior ha 250m/min. Cuando se emplea explosivo Anfo. La velocidad del aire no será menor de 30m/min

3.11 MUESTREO DE ROCAS

La toma de muestras en roca y cuerpos mineralizados se realizó en afloramientos de rocas frescas y alteradas. Las muestras representativas fueron muestreados aplicando las técnicas de geoquímica chip rock (puntos, canal) y trincheras.

La exactitud del muestreo depende del número de muestras y de su distribución correcta en relación al volumen y forma del yacimiento o área estudiada.

Las muestras de roca recogidos con fines de prospección y exploración de minerales se dividen en diferentes categorías de exploración. Cada categoría se basa en el método de recolección y los métodos utilizados para el muestreo son:

3.11.1 MUESTREO POR PUNTOS O CHIP ROCK

Muestreo de chip rock se realizó en afloramientos de roca con evidencias de mineralización. Estas muestras han sido tomadas con cincel punta de acero, combo obteniendo esquirlas en pequeñas porciones, se realizó el muestreo en diferentes áreas del proyecto.

Se recogieron de forma sistemática para proporcionar un valor representativo para cada intervalo. Las muestras Chip se recogen generalmente en un afloramiento de la roca matriz. Método es útil porque si la mineralización está presente, la anchura de la zona mineralizada se puede determinar.

3.11.2 MUESTREO POR CHIP ROCK CANAL

Este Método de Muestreo se usa prácticamente en la mayoría de las minas del Perú, cuando se trata de vetas u otras estructuras tabulares como mantos, crestones alargados y cuerpos alargados y también irregulares con o sin orientación de la mineralización.

Son también las que más se utilizaron en la prospección y exploración geológica. Esta técnica se realizó en la superficie del afloramiento, y en labores mineras subterráneas estructuras mineralizadas manto y vetas. Se recogieron la muestra en pequeños fragmentos en una longitud determinada. Generalmente en la sucesión a lo largo de una línea perpendicular a la veta.

3.11.3 MUESTREO POR TRINCHERA

Normalmente lo realizamos en estructuras grandes y mucho dependiendo de la zona donde estemos y las trincheras se realizan queriendo obtener mayor información por lo que se tiene que ser tomada de una zona estratégica. Dependiendo mucho del criterio del geólogo que lo tome.

3.12 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE MUESTREO

- Lentes de protección
- Guantes de cuero
- Tarjetas de muestreo
- Martillo geológico.
- GPS Y Brújula,
- Lupa de geólogo
- Cincel con puntas de acero
- Comba. 8 Lb
- Bolsas polietileno 8*12 x 0.8 codificadas.
- Manta para recibir muestras

3.13 IMPORTANCIA DEL MUESTREO

Una de las operaciones más importantes, en la prospección geológica como en las exploraciones de los yacimientos minerales, es el muestreo. El muestreo es el único método para determinar elementos químicos que son indicadores de mineralización de la calidad de las menas. Por intermedio del muestreo se estudia las propiedades físicas y las características técnicas de los minerales y las rocas encajonantes.

Proceso del Muestreo es un conjunto de trabajos encaminado a determinar la composición (cuantitativa y cualitativa) de los componentes útiles e impurezas del mineral. Este proceso comprende:

- Selección y recojo de las muestras
- Tratamiento de las muestras
- Ensayo de las muestras.

3.13.1 PREPARACIÓN PARA TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestra de mineral y roca se realizó con mucho cuidado por las astillas de roca que salen al momento de golpear la muestra.

- Se coloca en la bolsa de muestreo debidamente codificado.
- Se realizó los apuntes necesarios de la muestra, tales como la litología, su composición, las alteraciones, composición de la mineralización.

3.14 GEOLOGIA AMBIENTAL.

En exploraciones mineras es importante alcanzar un alto estándar de cuidado ambiental, en este aspecto se busca continuamente mejorar el funcionamiento de las exploraciones frente al medio ambiente, teniendo en cuenta la evolución de los conocimientos científicos y las expectativas de las comunidades.

La importancia del impacto ambiental relacionada a depósitos minerales, se considera por el impacto que puede causar sobre la vida humana, animal y

vegetal. Algunas actividades humanas pueden perturbar o alterar los ciclos naturales de los metales en el ambiente, contribuyendo a la incidencia de algunas enfermedades.

Para el campo de la minería es necesario cumplir con todas las leyes, reglamentos y normas que minimicen cualquier impacto ambiental que resulte de sus operaciones y actividades, así como comunicarse abiertamente con el gobierno y la comunidad acerca de cómo cuidar el medio ambiente por medio de charlas. Es importante tener sistemas de administración para controlar y monitorear los riesgos ambientales que se puedan presentar, para esto se debe minimizar los desechos causados en el proyecto para de esta manera proteger el medio ambiente con más eficacia.

3.14.1 MEDIDAS DE PROTECCION AMBIENTAL

La contaminación ambiental que afecta esta zona es debido a la actividad minera, artesanal que hace un daño y modificación al ambiente para lo cual el estado persigue el equilibrio entre los derechos y obligaciones de los mineros artesanales enfatizando el tema ambiental de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental.

Prácticamente pocas de las actividades involucradas en esta etapa de prospección y exploración poseen factores de riesgo para causar gran impacto al medio ambiente, ya sea de agentes mecánicos, humanos u otros, al realizar trabajos de muestreo por puntos, canales y trincheras con mucha responsabilidad

Algo muy importante en las medidas de protección del medio ambiente es el ámbito socio cultural, ya que la prospección y exploración que se viene realizando produce un impacto positivo sobre el ámbito socio cultural y en especial sobre la población, en virtud de que aporta y aportara puestos de trabajo, se educa a la gente que opera en el terreno, desarrollando una motivación efectiva y positiva de los temas ambientales y de seguridad aplicadas durante la campaña, además de proteger sus vidas dándoles implementos de seguridad para sus labores diarias así como; cascos, guantes, lentes, botas, overoles, protectores de audición, etc.

CAPITULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PARÁMETROS A CONSIDERAR EN PROYECTO DE PROSPECCION

Como en cualquier actividad minera uno de los parámetros principales a considerar en un estudio de prospección geológica, geoquímica es el análisis de costo económico.

También los análisis a tomar son muy importantes y aportan información muy significativa, pero ya hemos visto la amplia gama de técnicas existentes y todas tiene un solo factor común: el costo económico. Es por tanto necesario establecer un sistema de que nos permita tomar decisiones correspondientes sobre el tipo de muestra a tomar y su distribución de forma que resulte representativo del área de proyecto.

Los resultados de un muestreo geoquímico dependen de una gran manera de la metodología de obtención de la muestra que se ha aplicado, en consecuencia la elección del sistema de muestras que se ha aplicado sea adecuado para un logro fundamental en la interpretación de los resultados que se ajustan lo más exacta posible a la realidad dentro de un contexto geológico del área designado

4.1.1 PROGRAMACION DE PROSPECCION GEOQUIMICA

1. Conocimiento de la geología regional y local
2. Observación geológica (ayuda de imagen satelital, mapa geológico del cuadrángulo y plano topográfico)

3. Estudio piloto del área de interés (mejor tipo de muestreo)
4. Recolección de muestra geoquímica y descripción geológica de muestra
5. Análisis cuantitativo y semicuantitativo en el campo
6. Análisis cuantitativo en el laboratorio de acuerdo al menor costo análisis
7. Determinar estadística de valores background (regional y local llamadas anomalías)
8. Representación de los resultados en plano
9. Interpretación de datos obtenidos en el área de proyecto
10. Evaluación del proyecto

4.1.2 APLICACIÓN DEL MUESTREO

Las técnicas de muestreo utilizado en el área de trabajo consistió primordialmente en recolectar muestra de rocas en las zonas mineralizadas, alteraciones hidrotermales, afloramiento de brecha y rocas caja. La metodología de muestreo de campo se aplicó dependiendo de las condiciones del tipo de roca fresca y/o alteradas con óxido y sulfuros.

Durante el programa de muestreo en el campo se recolectaron buena cantidad de muestras con un tamaño de < 2 pulgadas con un peso de 1 a 3 kilogramos por cada muestra. Debidamente codificada y embolsado en bolsa de polietileno y luego sellado con un sujetador especial con la finalidad de evitar la contaminación de la muestras.

Para la ubicación de la muestras se hizo uso del sistema posesionamiento global (GPS) las lecturas dadas fueron en coordenadas UTM así mismo para los puntos de interés en los afloramientos de rocas.

4.1.3 TIPOS DE MUESTREO QUE SE REALIZÓ EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Cada muestra es única, además de proporcionar la información geoquímica de la zona, es fácil de coleccionar, transportarla y preparar la muestra que sea más representativa para su análisis en el laboratorio.



Figura N° 12: Fotografía tomada en dirección NW, desde las coordenadas UTM 479525E Y 8392450N. Se observa roca pizarra con estructura mineralizada con una Potencia: +/- 0.20cm contiene cuarzo blanco gris azucarado junto con óxido de hierro y sulfuro.

ROCK CHIP (CANALES)

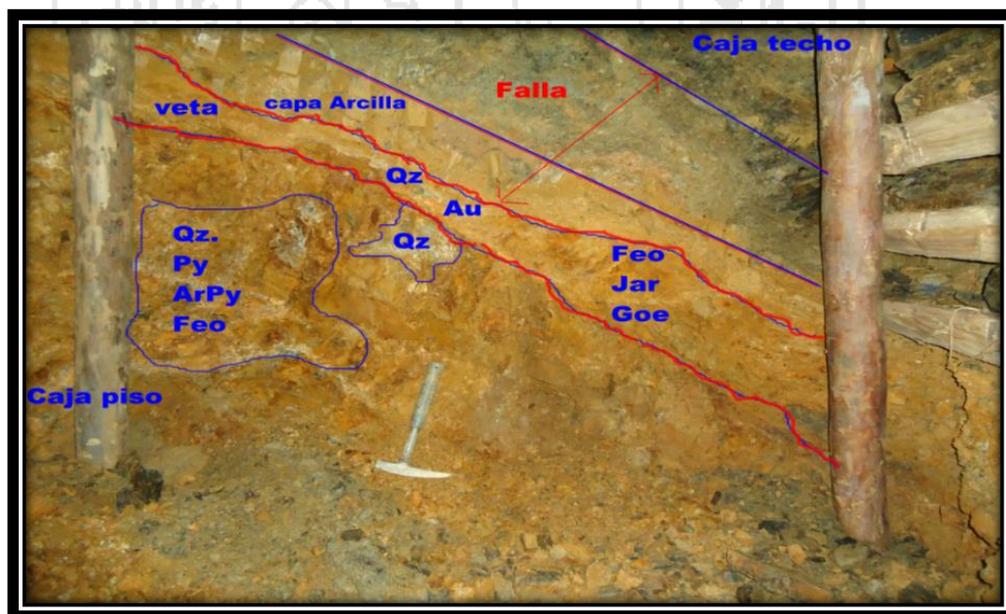


Figura N° 13: Fotografía tomada en el interior de la galería Thania. Con Rumbo: N20W y Buzamiento: 25NE. Con Potencia: +/-0.20cm. con. Se observa en la estructura mineral (manto) y brecha hidrotermal ambos con minerales de cuarzo gris, Goethita, Jarosita, con matriz ferroso. Caja techo roca pizarra bastante alterada y caja piso también roca pizarra moderadamente alterada.

TRINCHERAS

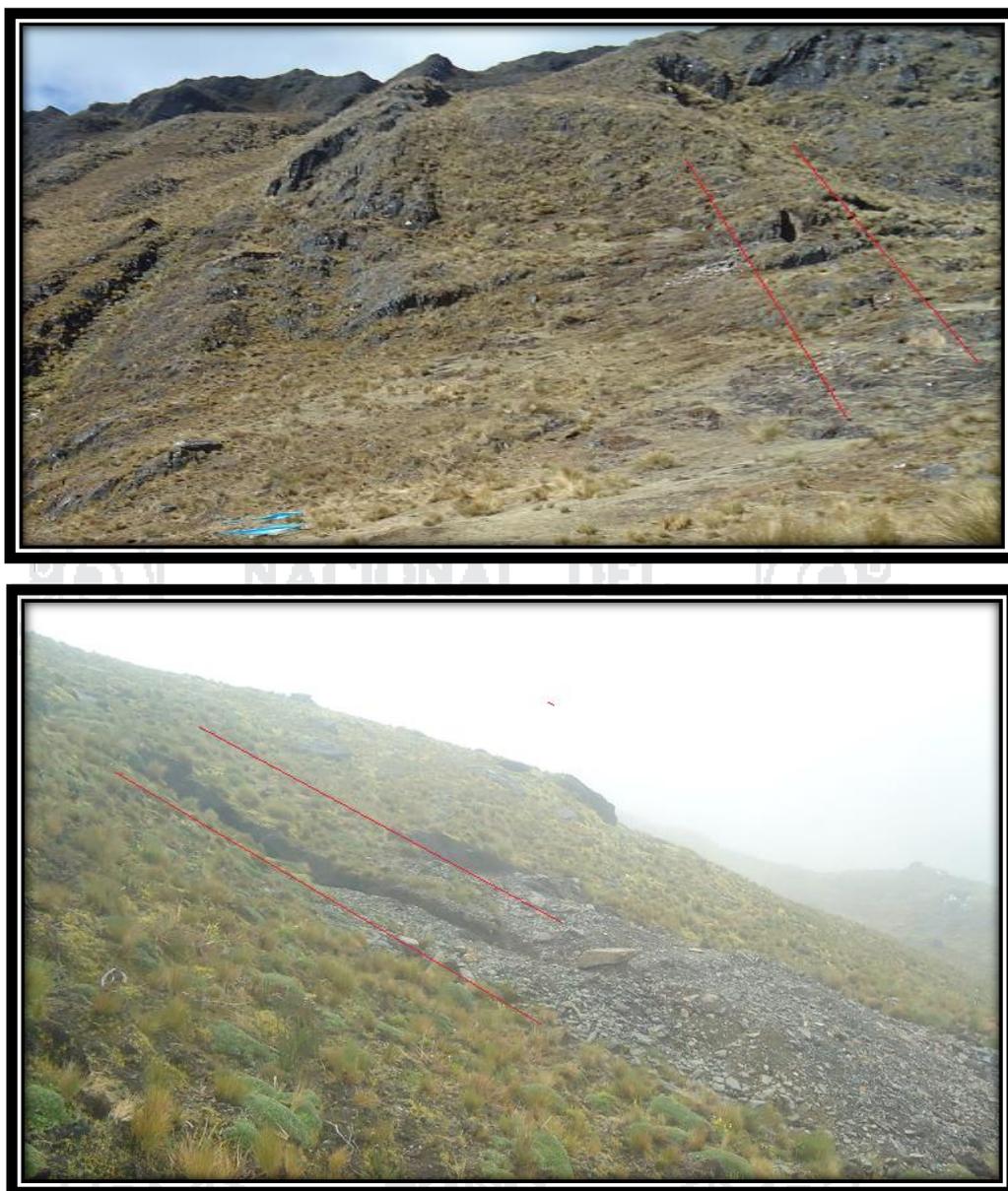


Figura N° 14: Se han realizado trincheras en lugares donde la cobertura del suelo no nos permite obtener muestras de roca, donde existen evidencias de mineralización de cuarzo blanco, pirita, Arsenopirita y óxido de hierro. Una vez terminado el muestreo, están serán tapadas y reforestadas con especies nativas.

4.2 ANALISIS GEOQUIMICO DE LAS MUESTRAS

La recolección y selección de las muestras recolectadas en las diferentes campañas de prospección y exploración en la zona de estudio los resultados de

análisis y pruebas se realizaron en laboratorio de ALEX STEWART (ASSAYERS) Del PERU S.R.L. en Lima.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede apreciar que alguna de estas muestras reportan valores de Oro (Au) g/TM = 1.33, Oro (Au) g/TM = 5.99, Oro (Au) g/TM = 10.99 son anomalías significativas que nos dan buenos indicios de mineral de Oro (Au) en dicho yacimiento

Los Resultados de Análisis de Laboratorio (Ver en Anexos)

4.3 GEOLOGIA DEL YACIMIENTO

El área de estudio se encuentra en la franja metalogénica de depósitos de Au en rocas meta-sedimentarias del ordovícico y silúrico-devónico, que sigue la orientación NW-SE, entre la provincia metalogénica de Au y polimetálicos de la cordillera oriental, con un predominio de yacimientos de oro y algo de polimetálicos. Se caracteriza por una mineralización de Au, cuarzo y óxidos de hierro de tipo hidrotermal.

La litología que se muestra desde el contexto regional está conformada por secuencia de pizarras oscuras a negras intercaladas con cuarcitas y areniscas cuarcíticas blanquecinas (ortocuarcitas), estas secuencias se encuentran plegadas y falladas que le dan un aspecto estructural complejo. Esta litología corresponde a la formación Sandia correspondiente al Ordovícico superior (edad: Carodocience) del paleozoico inferior a medio.

4.3.1 MINERALIZACION

La mineralización en el área de estudio, se presenta en una estructura flexionada y en falla concordante con la estratificación, por la que se denomina manto-falla, (vetas, vetillas), cuya orientación en superficie varía de N19°W a N45°W y buzamiento de 26° al NE a 54°NE. Y en interior mina su rumbo varía entre N30°W y N12°W y un buzamiento que varía entre 35° a 30° al NE.

Existen criterios mineralógicos como la presencia de óxidos de hierro (FeO) (hematita, limonita, jarosita, goethita), cuarzo, y sulfuros pirita, calcopirita,

arsenopirita unidos a mineralización de oro, en criterios litológicos la presencia de rocas, pizarras bituminosas con niveles de cuarcita bien silicificadas con intercalaciones de lutitas grises de espesores variables de la formación sandia.

La constante erosión superficial en el área del proyecto, principalmente en las quebradas ha puesto al descubierto la mineralización, evidenciando la continuidad de las estructuras.

4.3.2 CONTROL DE MINERALIZACION LOCAL

Los factores geológicos principales que controlan la mineralización son dos, aunque no de manera categórica, pero si intervienen en la depositación de las soluciones minerales, como son el control estructural y el control litológico. La mineralización de relleno de fracturas exige la presencia combinada de:

- Formación de cavidades apropiadas, por las cuales puedan fluir las soluciones Minerales.
- Condiciones de presión y temperatura, apropiadas para la precipitación de la mineralización.

4.4 LITOLOGIA

4.4.1 ROCA ARENISCA CUARCÍTICA

Su afloramiento se encuentra adyacente al afloramiento de las pizarras. Su mineralogía consiste principalmente de cuarzo (95%), óxidos y sulfuros (5%). Se presentan con una coloración blanquecina a blanco grisáceo (por la presencia de óxidos), en muestras de mano se puede observar la textura fina de los granos de cuarzo cementados por sílice.

A medida que se acerca a las pizarras, se convierte ya en cuarcitas grisáceas, esto se aprecia porque sus granos están soldados

4.4.2 ROCA PIZARRAS

Su afloramiento se encuentra al lado sur del Cerro Saywapata y/o Minera Cunuyo y en su mayoría el afloramiento en la zona es de pizarra. Son pizarras bituminosas con niveles de cuarcita bien silicificada con intercalaciones de lutitas grises de espesores variables en la secuencia.

Estas pizarras se caracterizan por ser rocas oscuras (casi negras), con una estratificación fina y esquistosidad paralela a la estratificación.

Para su génesis las pizarras corresponden a las facies de esquistos verdes, producto de un metamorfismo regional de meta-sedimentos de grano fino.



Figura N° 15: Roca pizarra con composición mineralógica afánitico y con foliación bien desarrollada, sus principales componentes minerales que se determinan en el microscopio son biotita, clorita, calcita, sericita, arcillas, limos, fragmentos de cuarzo, materia orgánica y otros muy pequeños soldados entre sí.

4.4.3 DEPOSITOS CUATERNARIOS

Los depósitos de materiales no consolidados que se observa dentro del área de estudio del Proyecto, son principalmente acumulaciones de morrenas, materiales aluviales y coluviales.

Los depósitos morrénicos se han formado y depositado durante las glaciaciones y/o desglaciaciones del pleistoceno, se observan estas acumulaciones a los alrededores de la mina, principalmente en las quebradas, consisten de fragmentos angulosos a sub-angulosos poli-líticos dentro de una matriz arcillosa.

Los depósitos aluviales son acumulaciones de sedimentos no consolidados en las quebradas, producto del transporte por corrientes de aguas. Consisten principalmente de acumulaciones de grava y arena. Mientras que los depósitos coluviales se encuentran acumulados en las laderas de los cerros.

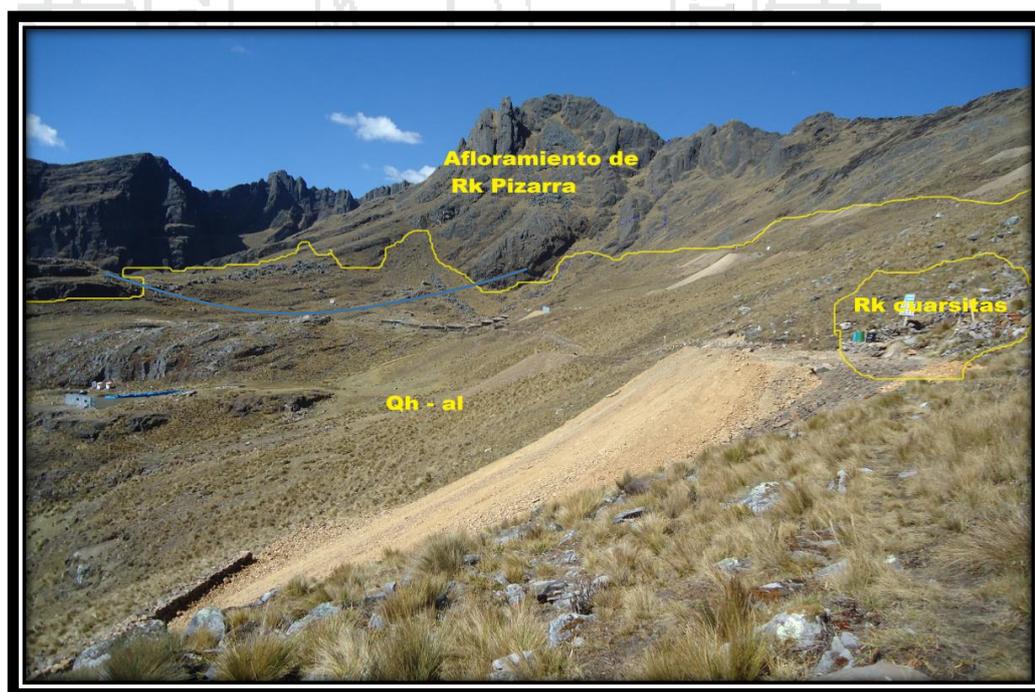


Figura N° 16: Afloramiento litológico de roca pizarra y las cuarcitas de la formación Sandia correspondiente al ordovícico superior y depósitos aluviales

4.5 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El sistema estructural de la zona está controlado por lineamientos regionales (de orientación a determinar, posiblemente de rumbo andino) que controla el alineamiento de las estructuras locales.

El sistema de fracturamientos correspondería a fallas tensionales, tal vez relacionado también a un tectonismo a lo largo de márgenes convergentes (de orogenias colisionales y acresionales – régimen tectónico de transgresión) y si fuera así, además de un yacimiento hidrotermal y de un yacimiento de oro orogénico.

4.5.1 CONTROL ESTRUCTURAL

A una escala local hay un fuerte control estructural y litológico en la geología y estilos de las estructuras mineralizadas, la mineralización en mantos y vetas ocurre en forma continua con el orden de aproximadamente de 500 metros de longitud, frecuentemente acompañados de vetillas tipo stockwork en litologías muy frágiles.

La estructura mineralizada principal en la zona está emplazada en un alineamiento NW-SE con buzamientos de bajo ángulo al NE, los cuales fueron los conductos principales de los fluidos mineralizantes y que estas sufrieron diversas etapas de dilatación durante la etapa de mineralización.

También cabe indicar que hubo varios sistemas de fracturamientos con reactivaciones, que deben ser definidos con un estudio de geología estructural detallado de la zona.

De acuerdo a la teoría de fracturamientos de Riedel, estos sistemas podrían corresponder a fracturas tipo “T”, o también llamadas fracturas tipo Tensionales, ya que es el sistema donde está emplazada la mayor parte de las estructuras mineralizadas principales.

Se puede determinar que esta zona (Cerro Saywapata) y regionalmente están estrechamente relacionadas a una zona de cizallamiento frágil, en un contexto transtensivo.

4.5.2 FALLAMIENTO LOCAL

Las fallas locales en el área de estudio se han cartografiado en base de obtención e información realizada en el campo que se observa un sistema principal de fallas con dirección NW y buzamientos al NE.

La estructura principal objeto de explotación, se encuentra flexionado y en falla concordante con la estratificación, por lo que se denominaría manto-falla, cuyo rumbo en superficie varía de $N19^{\circ}W$ a $N45^{\circ}W$ y un buzamiento de 26° al NE a 54° al NE. En interior mina su rumbo varía entre $N30^{\circ}W$ y $N12^{\circ}W$ y un buzamiento que varía entre 35° a 30° al NE.

Existe un sistema posterior de fallas que en promedio tiene un rumbo de $N65^{\circ}W$ y un buzamiento de 65° al SW. Otro sistema sería fallas con un promedio de rumbo $N60^{\circ}E$ y un buzamiento de $65^{\circ}NW$. Todos estos datos son relativos y que se confirmarán con un estudio de geología estructural detallado (también análisis estructural).

En interior mina (Cortada Leidy) se muestran muchas fallas pequeñas con relleno de cuarzo, limonita y jarosita que cortan a la estratificación de las pizarras, éstas fallas son principalmente de tipo normal.

Fracturamientos menores son observados en cajas de la estructura principal y posiblemente con rellenos de mineral económico.

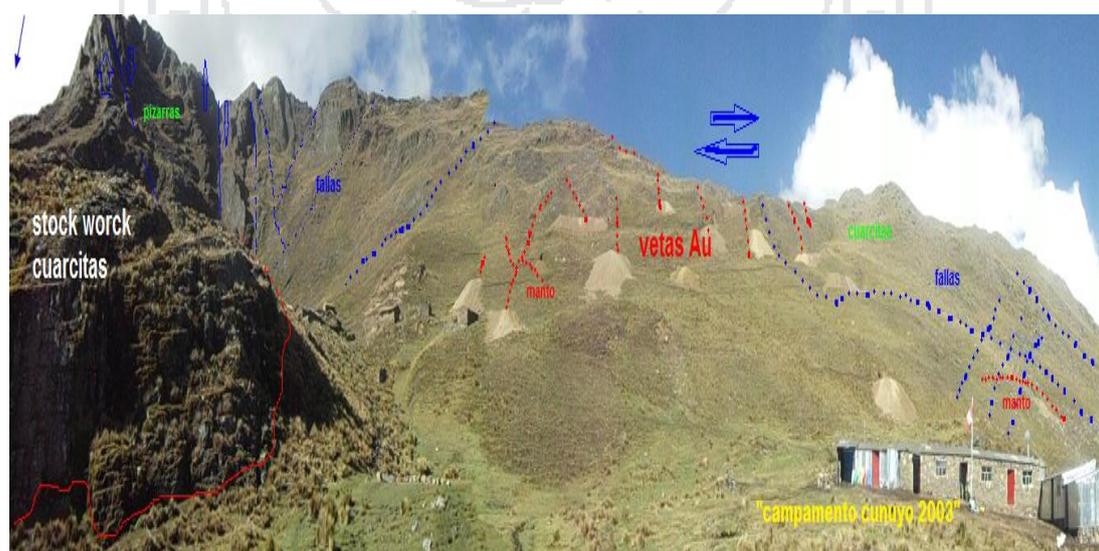


Figura N° 17: Vista panorámica de la Minera Cunuyo 2003



Figura N° 18: En la fotografía se observa micro fallas en la roca pizarra fracturada en láminas con relleno de arcilla, cuarzo y limonita



Figura N° 19: Fallas locales, se observa un sistema principal de fallas con dirección NW y buzamientos al NE

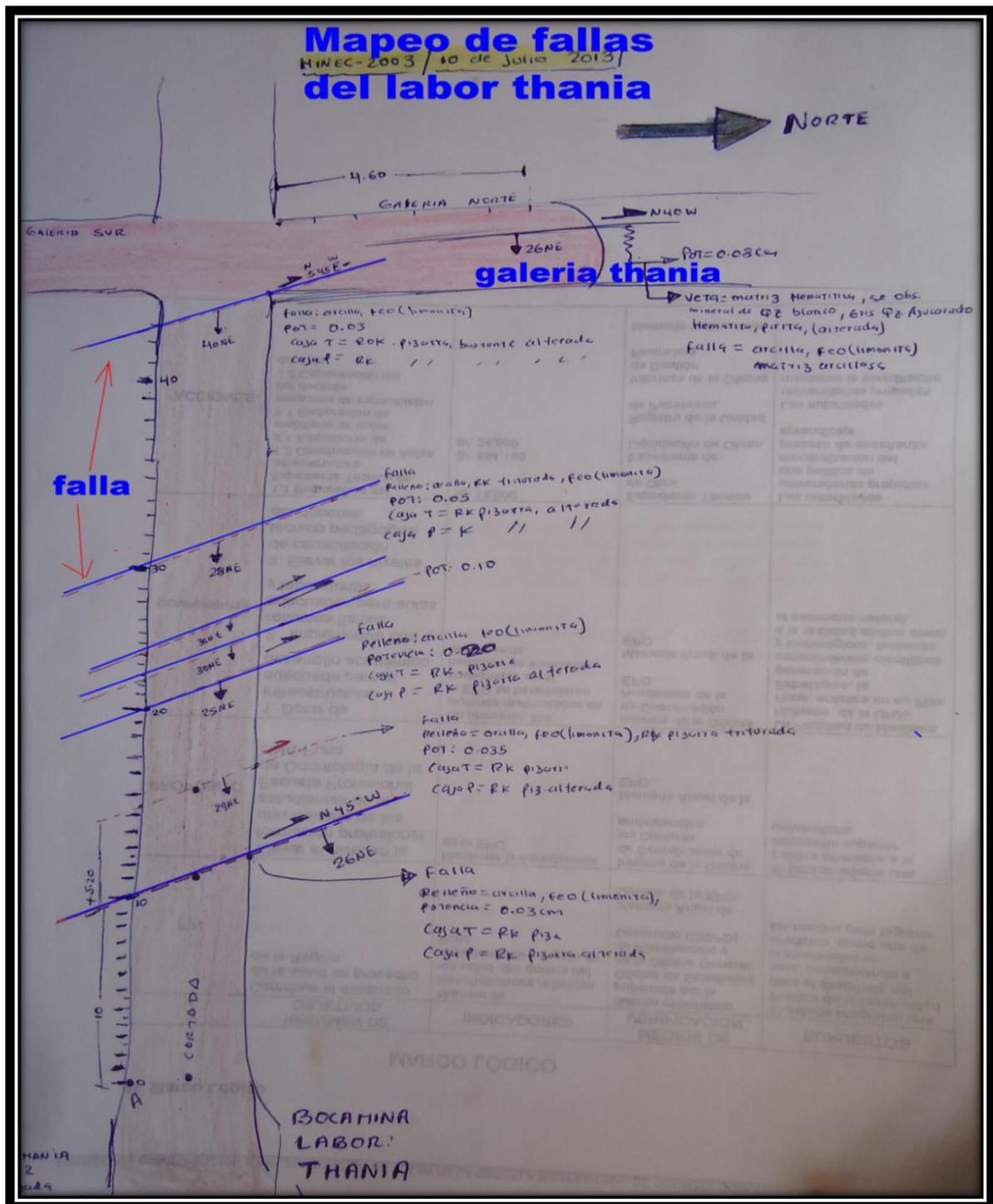


Figura N° 20: Mapeo de fallas, micro fallas en labor minera Thania, donde la roca se encuentra muy fracturada y alterada debido al contacto brusco que ha sufrido, el macizo rocoso y el contenido de cantidad arcilla, cuarzo en granos, nos indica un fuerte contacto litológico (ver en anexos mapeo digital de fallas de labor Thania)

4.5.3 FRACTURAMIENTO

Se ha producido por efecto del fallamiento (reactivaciones y varios eventos), generando diaclasas como se observa en las cajas de la estructura, se aprecia además, un craquelamiento y posterior alteración por lo que la roca se muestra bastante incompetente. Estas fracturas se han producido en un proceso de post mineralización. Todas estas fracturas se encuentran rellenadas de material arcilloso con contenido de óxidos de hierro por lixiviación probablemente de sulfuros como la pirita.



Figura N° 21: Craquelamiento y posterior alteración por lo que la roca se muestra bastante incompetente

4.6 ALTERACIONES HIDROTERMALES

Los yacimientos hidrotermales, conocidos como filonianos se clasifican según su temperatura de formación (que suele estar entre los 400° y los 100°), y en función de la mayor o menor proximidad a la roca ígnea de la que derivan. No es una clasificación rigurosa, ya que no siempre es posible determinar con exactitud la temperatura a la que se han formado, ni la distancia a la roca ígnea de la que derivan, que puede no reconocerse, o puede ser difícil de establecer con precisión entre varias próximas una clasificación más conveniente se basaría en

su mineralogía, pero esta puede ser variada que invalida cualquier intento de clasificación sistemática en este sentido.

La característica esencial de la alteración hidrotermal es un proceso muy complejo que involucra cambios mineralógicos de un conjunto mineral inicial en una nueva asociación de minerales más estables bajo las condiciones hidrotermales de temperatura, presión y sobre todo de composición de fluidos. La textura original de la roca puede ser modificada ligeramente o completamente por la alteración hidrotermal.

4.6.1 TIPOS DE ALTERACIONES

En el área de estudio las alteraciones hidrotermales que se muestra es la oxidación principalmente de óxido de hierro (hematita, goethita, limonita y jarosita), se presenta generalmente en las estructuras mineralizadas, luego tenemos zonas silicificadas que se observa en toda el área.

Después de una resurgencia de fracturamientos y desarrollo de fallamientos, los materiales han sufrido la circulación de fluidos hidrotermales y una secuencia de procesos que han cambiado la textura original.

En el área del proyecto, se ha determinado la presencia de dos tipos de alteraciones: Supérgena e hipógena, las cuales se detallan a continuación:

4.6.1.1 Alteración Supérgena

Es causado por el proceso de lixiviación y oxidación de minerales en superficie. La presencia de limonita, jarosita, goethita y hematita esta profundiza hasta el nivel 4186 (cortada Leidy) y posiblemente a más, por percolación de aguas meteóricas en fracturas y estructuras mineralizadas (estructura principal), con leyes interesantes de Au en esta zona de oxidación (alrededor de 6 g/TM).

En esta alteración participa mucho lo que es la meteorización. La meteorización física desintegra a la matriz rocosa, cambia de volumen por humedad o variación de temperatura, mientras que la meteorización química produce la disolución de minerales solubles y la formación de nuevos minerales por procesos de oxidación, reducción, hidratación, etc.

4.6.1.2 Alteración Hipogena

Se tiene esta alteración como resultado de la interacción de fluido hidrotermal-roca en su propio medio. Se ha distinguido los siguientes tipos de alteración predominantes:

a) Silicificación

Esta alteración involucra aumento de sílice en las rocas; sílice provenientes de las soluciones mineralizantes y soluciones residuales de la misma roca, por lo que la resistencia de la roca es muy alta y se presenta con una coloración débilmente blanquecina. Se ha detectado esta alteración principalmente en la caja piso de la estructura principal, que además se muestra en partes como una brecha silicificada.

b) Argilización

Esta alteración se presenta en la caja de la estructura mineralizada. Esta alteración presenta un ensamble de caolinita-illita-esmectita y el rango de temperatura de esta alteración típicamente es de 150-200°C (por teoría).

La mineralización se encuentra en la zona argílica con valores de Au que están asociado a los cuerpos de sílice, brechas sílices y óxidos de hierro como hematita, limonita, jarosita. La hematita se encuentra en forma dispersa, menos común en oquedades.

c) Oxidación (zonas de oxidación)

Las zonas de oxidación están relacionados a la zona de alteración argílica con presencia de óxidos supergena, se presenta en las zonas de mineralización y en las quebradas de la de la zona de yanaurco y saywapata.

4.7 ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

En el ambiente hidrotermal (orogénico - mesotermal) los conductos principales de los fluidos mineralizantes se asocian a fallas laterales, oblicuas y normales de fuerte inclinación con desplazamientos desde algunos centímetros hasta menores de un kilómetro, donde la mineralización está confinada a zonas de fallas extensionales o transtensionales, con saltos de falla por dilatación, lo que genera sitios favorables para la depositación.

En el área del estudio se tiene varias estructuras, dentro de ellas una principal – objeto de explotación actual - que corresponden a mantos y vetas de relleno en fallas tipo tensionales (dependiendo de un análisis posterior) de orientación NE-SW, con leyes de Oro (Au), plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn) y cobre (Cu). En superficie se observa que entre las cajas de estas estructuras se presentan venillas tipo stockwork con fuerte oxidación y leyes de Oro (Au).

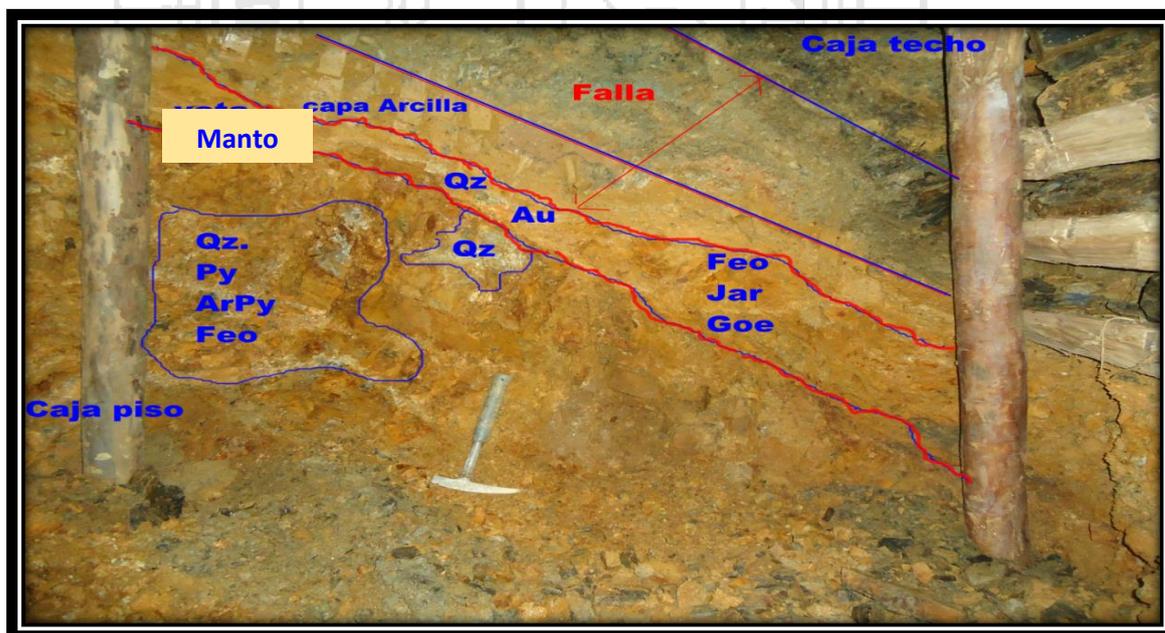


Figura N° 22: a diario se realizó el muestreo, mapeo de las estructura mineralizada en los topes de las labores mineras donde las mantos de Thania sur, Thania norte están orientada con un rumbo de N 15° W, y un buzamiento de 28° NE. así mismo se verifico el afloramiento en superficie el cuál se orienta con la misma dirección.

La estructura mineralizada (manto) se presentan alineadas en su mayoría en direcciones NW - SE, están controladas por la presencia de fracturas y fallas, es decir, los fluidos mineralizantes se introdujeron dentro de las Estructuras. Contiene variedades de minerales de óxido de hierro como hematita, goethita, limonita, jarosita, cuarzo y sulfuros.

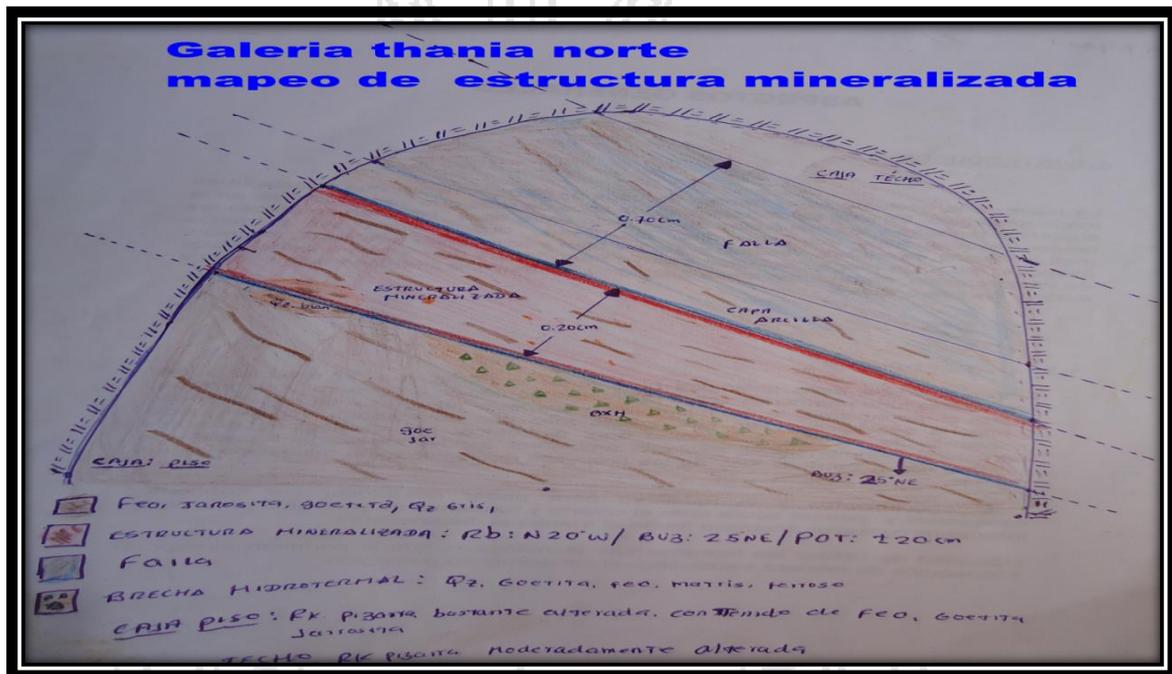


Figura N° 23: Mapeo de las estructura mineralizada (manto) labor Thania

El manto principal que se viene explotando es una de las estructuras mineralizadas principales en el flanco NE del cerro Saywapata, se presenta con un rumbo promedio de N30°W y buzamiento promedio de 30° al NE, con una longitud aproximada de 500 metros y una potencia promedio de 4-5 centímetros según afloramiento en superficie y labores en interior mina.

Se presenta con una textura brechoide y terrosa (arcillosa), producto de un fallamiento posiblemente normal durante la etapa de pre-mineralización y por reactivación en la etapa sin mineralización y post-mineralización, dando la apariencia de ser un material molido en el espacio del salto de falla. Ha sido rellenada por los fluidos mineralizantes formando manto principal bien formado con altas leyes de Au y posibles mantos paralelos hacia el piso.

Su mineralogía de ganga está conformado por cuarzo lechoso y cuarzo hialino, óxidos de Fierro hidratado (limonita, jarosita), óxidos de Manganeso, pirita (bien oxidada) y arsenopirita, como minerales de mena se presenta el oro libre muy fina. En superficie se observa que esta estructura se encuentra con una textura porosa producto de una lixiviación y oxidación supérgena.

Existen evidencias de que esta estructura principal tiene otras estructuras secundarias paralelas hacia la profundidad, en consecuencia se necesita hacer un estudio detallado para caracterizarlo.

Al lado oeste de la estructura se presenta un cuerpo o stock de cuarzo polimetálico con un área aproximado de 200 m², Tiene una mineralogía de galena argentífera, esfalerita, pirita, arsenopirita y algo de calcopirita que evidencian menas de plata, plomo, zinc, Cobre y otros materia de investigación. Esta estructura probablemente se formó posterior a la mineralización del manto.

Hacia el oeste de la concesión se presentan unas estructuras en paralelo. Son vetas con una dirección promedio de N33°W y un buzamiento 60° al NE, con un ancho de aproximadamente 0.10m constituido por cuarzo lechoso, pirita oxidada, arsenopirita, óxidos hidratados de fierro (jarosita, limonita, goethita). En esta zona trabajan los integrantes de la Comunidad de Saqui. En esta zona la ley de oro aumenta hasta 11 g/TM, como también los otros metales (informe de ensayo en anexos).

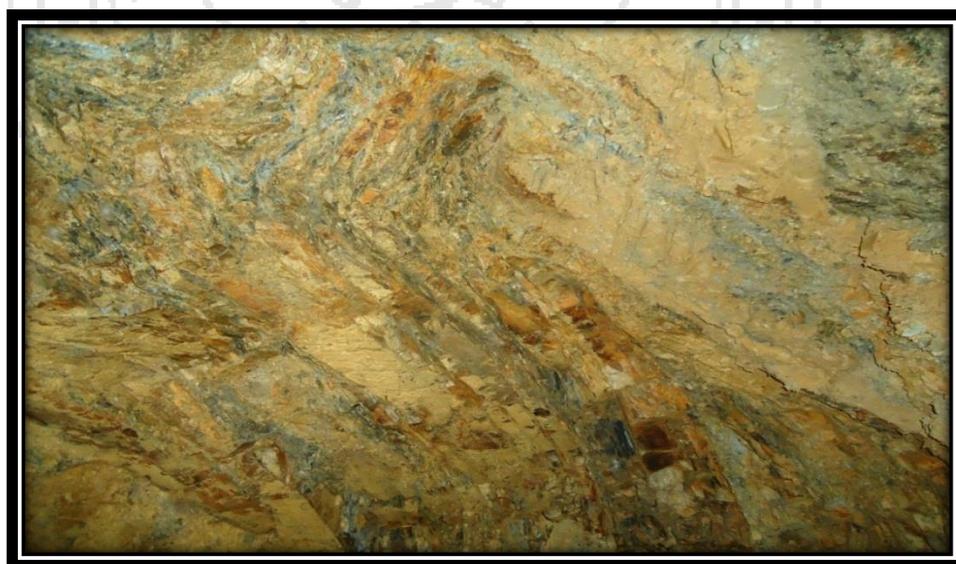


Figura N° 24: Se observa en interior mina fracturamiento y plegamiento de roca pizarra. Debido al tectonismo y movimiento de márgenes continentales

4.7.1 MINERALOGIA

La mineralogía está constituida principalmente por oro, y otros minerales que no se explotan por el momento tenemos: galena con contenido de Ag, esfalerita, entre minerales de óxidos se tiene goethita, limonita, jarosita y hematita; estos minerales mencionados se encuentran asociados a minerales de ganga conformados por cuarzo principalmente, y algo de pirita (oxidada), calcopirita y arsenopirita, entre otros. La rentabilidad de una mina depende de su riqueza en el metal esperado así como de la forma en que se presente. Si la mena y la ganga se encuentran mezclados, y los procesos físicos y químicos de separación y preparación son demasiado costosos, la mena puede no ser rentable. Tampoco lo es la mena cuyo volumen es exiguo, o aquella cuya situación impide una explotación accesible.

4.7.1.1 Minerales de Mena

Son minerales de interés económico y valores comerciales asociados a los yacimientos y la explotación minera está supeditada a estos minerales útiles, cuyas características macroscópicas principales se han podido observar en la concesión de Cunuyo.

ORO (Au).- Es el mineral principal del yacimiento, se encuentra asociado a minerales de óxidos de Hierro como limonita, jarosita y goethita, cuarzo principalmente en la zona de oxidación, se encuentra en forma libre a manera de pequeños granos o pepitas del tamaño de micrones incrustados en cavidades de cuarzo y envueltos por especularita (por determinar) que a simple vista no son observables, o libre y fino dentro de las arcillas productos de la alteración. Pasando posiblemente a la zona de sulfuros secundarios y ésta se encontraría asociada a la arsenopirita, polibasita, pirita y posiblemente especularita.

4.7.1.2 Minerales de Ganga

La ganga es el mineral sin rendimiento económico asociado con las minerales de mena, que se descarta al extraer la mena de un yacimiento de mineral por

carecer de valor económico o ser demasiado costoso su aprovechamiento. Es posible que un mineral que se considere ganga en un yacimiento sea de interés en otro.

GALENA (PbS).- mineral de plomo, generalmente asociado a la plata. Es mena principal de plomo se encuentra principalmente en vetas, formadas esencialmente por el relleno de fracturas, fisuras y fallas. En el área de estudio se observa a simple vista en el yacimiento – cuerpo al oeste de la estructura principal se presenta en cristales euhedrales y subhedrales con tamaños hasta aproximadamente de 5mm. Según estudios petrográficos este mineral reemplaza a la esfalerita y calcopirita, con quienes se encuentra muy asociada; además, contendría plata por la textura y color del mineral.

ESFALERITA (ZnS).- Se presenta con cristales subhedrales y anhedrales, observables a simple vista, pero en menor cantidad. Se encuentra asociado a galena y calcopirita. Los estudios petrográficos deben mostrar que este mineral se encuentra en forma diseminada y como diminutas inclusiones en la calcopirita y galena. También se encuentra en el cuerpo polimetálico.

CALCOPIRITA ((Cu, Fe)S₂).- Mineral con una coloración amarilla verdosa en superficie del cuerpo polimetálico, se encuentra en venillas delgadas dentro de cristales de cuarzo en poca cantidad y asociada a los demás sulfuros. Se presenta en cristales anhedrales. Por petrografía, este mineral debe reemplazar a la esfalerita y es reemplazada por la galena. Asociados a valores de Ag.

PIRITA (FeS₂).- Es un mineral de FeO que generalmente va asociado al cuarzo y calcopirita de sistema de cristalización cubica. Se distingue de la calcopirita por su dureza y color más pálido y por la forma de los cristales que presenta, también se diferencia por su fractura concoide, cristaliza en el sistema cubico y tiene un color amarillo latón con huella color verdosa a pardo negra, con brillo metálico y dureza 6-6.5, los cristales se presentan en forma de cubos cuando están cristalizados. La pirita es el sulfuro más común en la naturaleza, se forma tanto en altas como en bajas temperaturas.

GOETHITA (FeO(OH)).- Este mineral es observada principalmente en la zona de oxidación junto a los demás óxidos de Fierro (Limonita-Jarosita-Hematita), con una coloración negra a marrón amarillenta, formando parches y patinas sobre limonitas e impregnaciones en fracturas.

LIMONITA (Fe₂O₃ .H₂O).- Se presenta con claridad en superficie, entre las zonas de lixiviación y oxidación, y entre estructuras mineralizadas y posible zona de alteración argílica. Este mineral se presenta en forma de masas terrosas de color amarillento y parduzco, como producto de la oxidación de sulfuros de Fierro, principalmente de la Pirita.

JAROSITA (KFe₃(SO₄)₂(OH)₆).- La coloración de este mineral es más clara al de la limonita se encuentra presente a manera de patinas de color amarillento, con mayor frecuencia en las posibles zonas de alteración argílica y zonas con presencia de Pirita, Limonita y Goethita. Se observa en las cajas de la estructura, en la zona de oxidación.

CUARZO (SiO₂).- Mineral de ganga distribuido ampliamente en el yacimiento, se presenta con texturas bandeadas, crustiformes, enrejadas, brechadas y craqueladas. En el cerro Saywapata la mineralización se encuentra en la estructura principal con leyes de Au en cuarzo hialino de textura brechada y bandeada. El color del cuarzo varía a blanco lechoso en vetillas delgadas de últimos eventos en stock work en cuarcita.

HEMATITA (Fe₂O₃).- La coloración rojiza es típica de este mineral. En las canchas de mineral es muy fácil de reconocer su presencia por su coloración. En las estructuras mineralizadas se presenta asociada a la goethita y limonita, a manera de patinas y franjas paralelas.

POLIBASITA. (Cu(Ag,Cu)₆Ag₉As₂S₁₁), Este sulfuro de varios metales se encuentra en forma masiva y terrosa de color oscuro, consiste en un sulfuro antimoniuero de cobre y plata. Este mineral se habría formado por alteración hidrotermal de baja y media temperatura, corroborando de esta forma la hipótesis del presente informe. Por teoría debe estar asociado a otros sulfosales de plata y oro. (Dana, E. (1976).

CUADRO N° 11: Minerales primarios y secundarios

MINERAL	COMPOSICION	PRIMARIO	SECUNDARIO
Oro	Au	x	
Galena	PbS	x	
Magnetita	Fe ₃ O ₄	x	
Esfalerita	ZnS	x	
Calcopirita	CuFeS ₂	x	
Perita	FeS ₂	x	
Goethita	FeO(OH)		x
Limonita	Fe ₂ O ₃ .H ₂ O		x
Jarosita	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆		x
Cuarzo	SiO ₂	x	
Hematita	Fe ₂ O ₃		x
Arsenopirita	FeAsS	X	
Polibasita	(Cu(Ag,Cu) ₆ Ag ₉ As ₂ S ₁₁)		x



Figura N° 25: En la fotografía lado izquierda se encuentra Oro (Au), junto con óxidos de Hierro como limonita, jarosita y cuarzo granulado en las fracturas de rocas pizarra, cuarcitas

Figura N° 26: En la fotografía lado derecha se observa una muestra de galena junto a esfalerita y cuarzo que son indicadores de Oro (Au).

4.8 PARAGENESIS

La paragénesis es la secuencia deposicional de los minerales en el tiempo (orden de cristalización de los minerales) y nos da a conocer los eventos de mineralización que se ha dado en el yacimiento. Es así que para su

determinación se ha tomado en cuenta el análisis de muestra en laboratorio y las descripciones macroscópicas de muestras de superficie e interior mina.

El orden de deposición de los minerales de mena en el tiempo sería la siguiente:
Pirita — Calcopirita – Galena-- Esfalerita

De acuerdo a las texturas y estructuras observadas en muestras de superficie gran parte de los minerales en vetas y vetillas se presentan en formas tabulares, bandeadas y brechadas, lo que ha permitido definir las etapas o fases paragenéticas de mineralización. Para definir las asociaciones mineralógicas (ensamble mineralógico) y en general una paragénesis detallada se necesita un estudio geológico detallado.

4.9 ZONEAMIENTO

El zoneamiento o zonación es la distribución espacial de los minerales según las condiciones de temperatura y presión y rasgos geológicos durante la deposición de minerales. Este zoneamiento se observa a diferentes escalas

En el área se presenta una asociación metálica invariable de Oro (Au), plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn), cobre (Cu) y hierro (Fe), Mn, \pm As, \pm Sb en el cuerpo mineralizado de polimetálico (falta definirlo detalladamente en todo el área de la concesión), donde su distribución y abundancia está en función al ambiente de deposición, zoneamiento vertical y horizontal.

El zoneamiento horizontal y vertical está controlado por el sistema estructural, la litología y la temperatura de los fluidos mineralizantes; parámetros que han intervenido en la secuencia deposicional de los minerales en el espacio.

4.10 CLASIFICACION DEL YACIMIENTO

En base a las características litológicas estructurales, alteraciones, estudios mineralógicos, se llega a concluir que: La mineralización en área de trabajo (labor minera Thania, labor Leidy, cuerpo polimetálico de Esperanza vetas de Cerro Yanaurcco, y Saywapata), representa a un sistema hidrotermal de tipo mesotermal de intermedia temperatura, con valores altos de Oro y también (en

el stock) plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn) y cobre (Cu) (desarrollando la geología estructural regional – régimen tectónico - podría estar relacionado a un yacimiento de oro orogénico).

El modelo de mineralización muestra la alteración, paragénesis, zoneamiento vertical y mineralización presente según la temperatura y profundidad en la cual fueron depositados. Toda la zona de óxidos y mixtos, parte superior del yacimiento explotado actualmente presenta un potencial con leyes altas de Au, y también contiene (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn) y cobre (Cu). Se interpreta que hacia abajo del yacimiento la zona debe ser de sulfuros primarios, con mineralización económica de Au y Ag; por tanto el yacimiento debe profundizar.

Destacando la presencia de oro primario y detrítico, este último es producto de la degradación de yacimientos auríferos primarios que están genéticamente relacionados a los ciclos paleozoicos correspondientes a las formaciones Sandia. Los depósitos de mineralización primaria que se tiene en la zona es principalmente de filones de cuarzo que están emplazados en la roca pizarra (roca encajonante) y esto se evidencia casi en toda el área de Cunuyo y en los cerros Chocñacota y Cerro Palomani.

4.10.1 YACIMIENTOS MESOTERMALES

- Los depósitos Mesotermales son yacimientos en los que la mineralización ocurrió en la etapa intermedia de un proceso hidrotermal, a partir de fluidos hidrotermales calientes. Formados a profundidades medianas, a altas presiones, y a temperaturas de 200°C a 300°C aproximadamente.
- Estos depósitos de acuerdo a esta clasificación se encuentran entre la zona hipotermal y epitermal.
- La presencia y/o ausencia de ensamblajes mineralógicos en la etapa hipotermal y epitermal determinan a este tipo de yacimiento como mesotermal.
- Las principales menas son de pirita, calcopirita, arsenopirita, argentita, marmatita, galena, blenda, tetraedrita y oro nativo.

- Los principales metales que se obtienen de estos depósitos son Oro (Au), plata (Ag), plomo (Pb), zinc (Zn) y cobre (Cu).
- Los yacimientos mesotermales están relacionados especialmente y genéticamente a los filones intrusivos.

Las zonas hipotermal y mesotermal se definen y se distinguen por criterios arbitrarios, los minerales de Mena, ganga y de alteración de las dos muestran alguna repetición, especialmente en el medio de transición a lo largo de los bordes más fríos de los yacimientos hipotermales.

Las gradaciones entre las dos se encuentran en los distritos mineros individuales; algunos minerales de Mena son comunes en ambas, siendo los más notables la calcopirita, esfalerita, galena, pirrotina, y uraninita. Los minerales de alteración generalmente van desde variedades de alta temperatura a especies mesotermales típicas.

4.10.2.1 Procesos de Formación de Yacimientos Mesotermales

- Los sistemas del tipo mesotermal son sin ninguna duda de origen netamente magmática – hidrotermal, asociados al emplazamiento multifase de rocas intrusivas de composición intermedia.
- En muchos casos puede existir un control estructural tanto del emplazamiento de rocas ígneas como de la circulación de fluidos hidrotermales y mineralización.
- Teniendo en cuenta esta relación, es conveniente entender los procesos genéticos desde el momento en que se parte la fase hidrotermal de la fase magmática, en adelante.

Los agentes que han producido la mineralización en los yacimientos mesotermales en orden de importancia son:

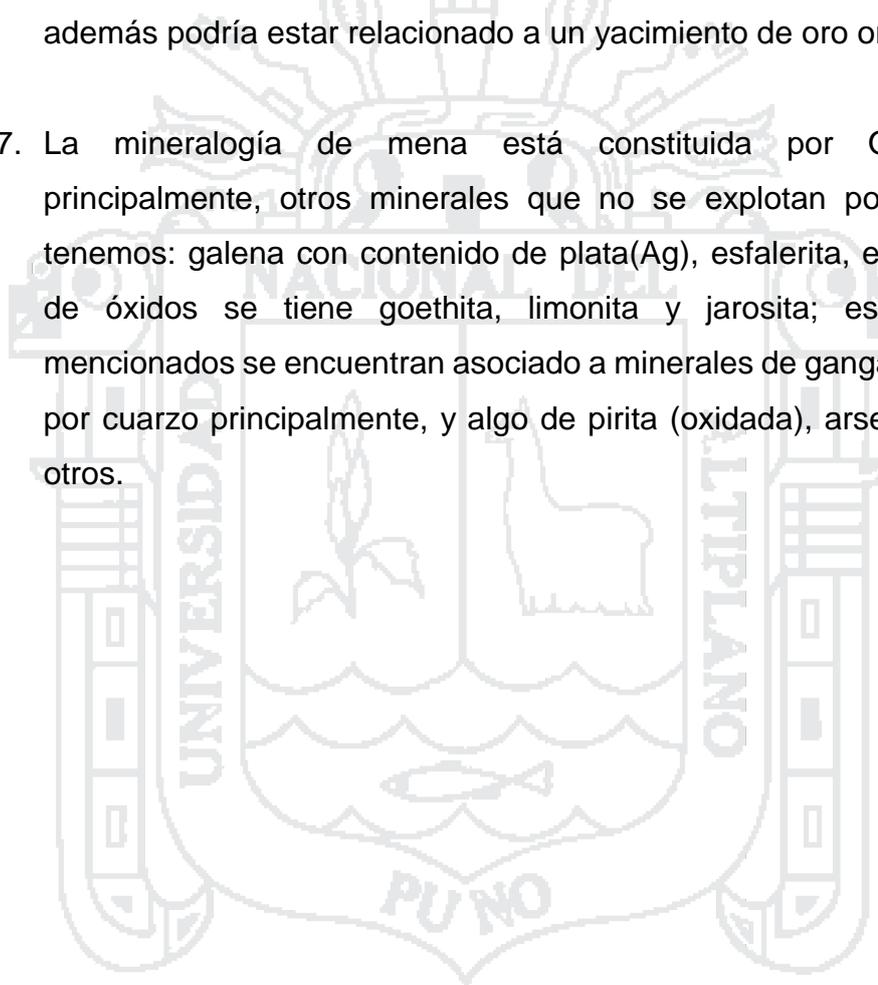
- Los fluidos hidrotermales
- El agua de mar
- Las aguas meteóricas
- Las aguas de origen metamórfico
- El magma

CONCLUSIONES

1. La estructura mineralizada principal consiste en un manto de textura brechoide y terrosa (arcillosa), producto de un fallamiento posiblemente normal durante la etapa de pre-mineralización y por reactivación en la etapa sin mineralización y post-mineralización, dando la apariencia de ser un material molido en el espacio del salto de falla. En superficie se observa que esta estructura se encuentra con una textura porosa producto de una lixiviación y oxidación supérgena. Contiene leyes de Oro (Au) y posibles mantos (secundarios) paralelos hacia el piso que necesita hacer un estudio detallado para caracterizarlo.
2. Con estudio de prospección geológica y análisis geoquímica en el área se ha determinado tres zonas de anomalías geoquímicas (Esperanza, Yanaorcco y labor Thania sur) de interés para la empresa para futuros trabajos de exploración.
3. La estructura principal objeto de explotación, se encuentra flexionado y en falla concordante con la estratificación, por lo que se denominaría manto-falla, cuyo rumbo en superficie varía de N19°W a N45°W y un buzamiento de 26° al NE a 54° al NE. En interior mina su rumbo varía entre N30°W y N12°W y un buzamiento que varía entre 35° a 30° al NE.
4. a alteración hidrotermal más importante y extendida es la oxidación, principalmente de óxidos de hierro la que se da generalmente alrededor de la estructura mineralizada, luego existen zonas silicificadas principalmente en la caja piso de la estructura principal, que además se muestra en partes como una brecha silicificada.
5. En las labores de interior mina se observa en las cajas de la estructura diaclasas (craquelamiento) y posterior alteración por lo que la roca se muestra bastante incompetente. Se ha producido por efecto del fallamiento (reactivaciones y varios eventos), por lo que se debe tener

mucho cuidado para la extracción del mineral, usando un sistema de sostenimiento adecuado.

6. La mineralización representa a un sistema de yacimiento hidrotermal de tipo mesotermal de intermedia temperatura, con leyes altas de Oro(Au) y también leyes interesantes de plata(Ag), plomo(Pb), zinc(Zn) y cobre(Cu), desarrollando la geología estructural regional – régimen tectónico – además podría estar relacionado a un yacimiento de oro orogénico).
7. La mineralogía de mena está constituida por Oro(Au), libre principalmente, otros minerales que no se explotan por el momento tenemos: galena con contenido de plata(Ag), esfalerita, entre minerales de óxidos se tiene goethita, limonita y jarosita; estos minerales mencionados se encuentran asociado a minerales de ganga conformados por cuarzo principalmente, y algo de pirita (oxidada), arsenopirita, entre otros.



RECOMENDACIONES

Para la clasificación precisa del yacimiento, además de las sugerencias indicadas, se debe realizar un estudio geológico, geoquímico y muestreo sistemático a mayor detalle de toda la concesión minera Cunuyo 2003.

Hacer campañas de exploración más detalladas en que figure el mapeo lito-estructural, como también realizar trabajos de prospección geoquímica en toda la concesión. Luego planificar la toma de muestras de manera sistemática en el cuerpo polimetálico.

Realizar rock chip (canales) en la galería y trincheras en afloramiento de vetas en forma sistemática y perpendicular a la estructura mineralizada a fin de conocer la amplitud de la mineralización en los halos de alteración.

Para la mejor interpretación de las fallas se debe hacer un estudio de geología estructural con mayor precisión (también análisis estructural).

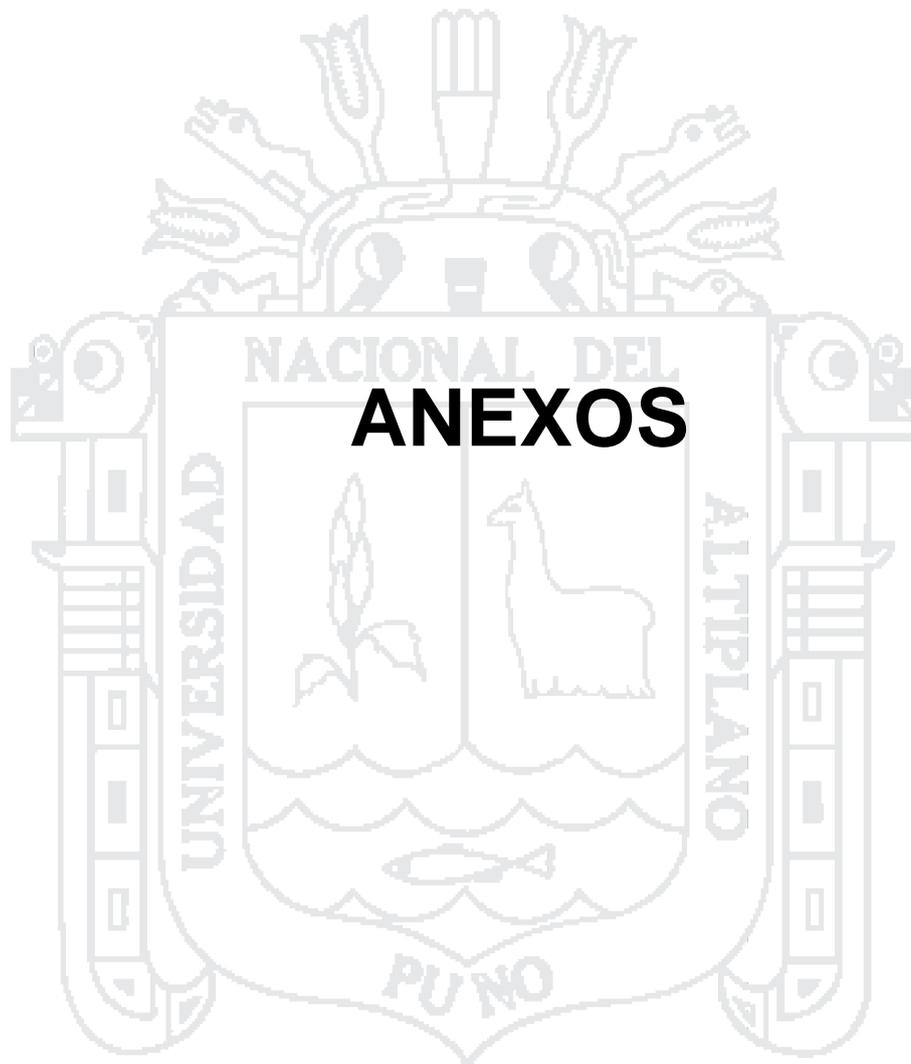
BIBLIOGRAFIA

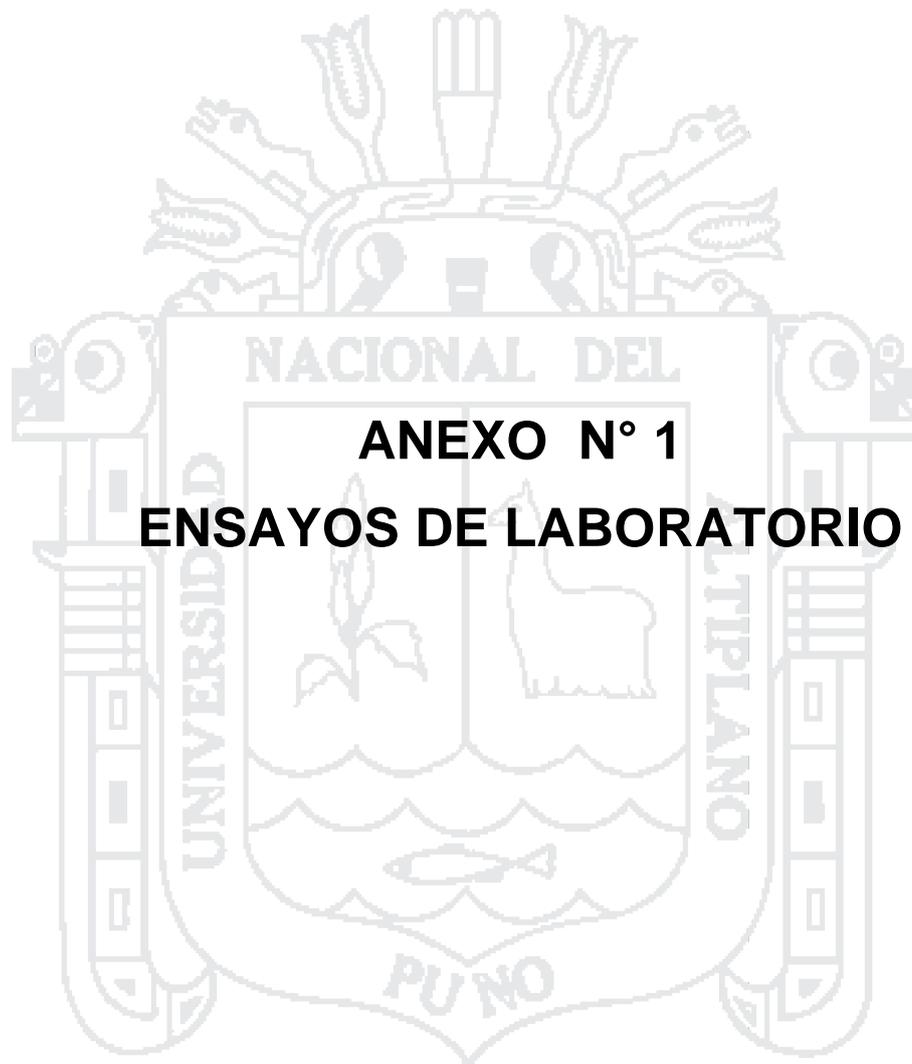
- **Acosta, J. R. Rivera, M. Valencia, H. Chirif, D. Huanacuni, I. Rodrigues, E. Villareal, D. Paico, A. Santisteban, A. Neyra. (2010).** Potencial Minero del Perú, Producción y Recursos de Oro, Plata y Cobre en las Franjas Metalogenéticas del Perú”.
- **Betejtin, A. (1975):** Curso de Mineralogía. 2da. Edición. Editorial “ MIR”, Moscú, Rusia. 739 pág.
- **Boletín N°55 (1995).** Geología del Perú. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico sector energía y minas, Serie A: Carta Geológica Nacional., 55, 177 pág.
- **Calcina, M. (2008),** Prospección geoquímica, Texto Universitario, Oficina Universitaria de Investigación, EPIG. FIGIM. UNA - Puno, Perú. Pág. 212
- **Carlotto, V. Quispe, J. acosta, H. Rodríguez, R. Romero, D. Cerpa, L. Navarro, P. (2009),** Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú. Lima – Perú. Sociedad Geológica del Perú, Vol. 103. 1- 89. Pág.
- **Castillo, N.; Inche, H; Rivera, A. (2001).-** Geología Preliminar de las Propiedades Mineras de Corporación Minera Ananea. Departamento de Puno. Informe interno.
- **Chávez, A., Salas, G., Cuadros, J., Gutiérrez, S. E. (1996)** Geología de los Cuadrángulos de Putina y la Rinconada, hojas: 30-X y 30-Y. INGEMMET. Boletín 66. Serie A: Carta Geológica Nacional UNSA-Arequipa. Perú N° 66, 170p.
- **Chávez, H. (2001).** Prospección Geoquímica de Sedimentos de Quebradas y Rocas de Zonas de Anomalías Espectrales. Yauyos – Lima – Tesis EPIG. FIGIM. UNAP. Perú.
- **Davila B. J. (1992)** Diccionario Geológico. 2da edicion. Editado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico Lima-Perú. 1006 pág.
- **Goldschmidt, V. M. (1937)** Clasificación Geoquímica de los Elementos de las Fases Principales que Componen la Tierra. J. Chem. Soc. 673 pág.
- **Hartman, H. L. (1987)** Estudio Geoquímico de Procesos de Prospección. **Jonh wiley. New Jersey.**
- **Huang, W. (1991):** Petrología. .Editorial Uteha México, 1ra. Edición en español 564 pág.

- **Laubacher, G. (1978)**, Estudio Geológico de la Región Norte del Lago Titicaca En: Instituto Geológico Minería (Perú). Boletín .5, 120 pág.
- **Palacios M. O., de la Cruz W., JS., de la Cruz B.N.S (2002)** Estudio Geológico detallado de la Región Sur Oeste del Perú. INGEMMET. Lima, Perú.
- **Petersen, U. (1980)** Factores de Enriquecimiento de Algunos Elementos, de Yacimientos Peruanos. Seminario: Paragénesis, Zoneamiento y Explotación. Universidad. Católica. Lima, Perú. 27 pág.
- **Proyecto Minero Gau 2010**. Informe Interna de Minera Cunuyo 2003.
- **Rivera M. H. (2011)**. Geología General, 2da Edición Editorial Megabyte. Impreso en Lima, Perú. 419 pág.
- **Rivera, M. H. (2007)**, Introducción a la Geoquímica General y aplicada. Editorial Grafica Retai S.A.C: 2da .edición. Lima, Perú. 475 pág.
- **Rose A. W. y Burt, (1979)**, Alteración hidrotermal, en Barnes, H.L.,Ed., Geoquímica de Depósitos Minerales hidrotermales: Nueva York- Interscience. Pág. 1173- 235
- **Sillitoe, R. H. 2010**. Einaudi, M., 2005; Barton, M.; Seedorff, E., 2007) Alteraciones Hidrotermales y Independent Consultat, Iron Oxide- Copper- Gold Deposits:and Andean View. Mineralium Deposita 38:pag. 787- 812
- **Soto G. M. (2005)** Manual Geología de Perú. EPIG. FIGIM. UNAP - Puno Perú.
- **Tumialan, de la C. P. H. (2003)**, Compendio de Yacimientos Minerales del Perú. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geología, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Lima, Perú.

WEDGRAFIA

- **INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO.**
<http://www.ingemmet.gob.pe/>
- **SOCIETY OF ECONOMIC GEOLOGISTS.**
<http://www.segweb.org/>
- **SOCIEDAD GEOLÓGICA DEL PERÚ.**
<http://www.sgp.gob.pe/>
- **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL FALLAS Y FLIEGUE**
www.geocaching.com
- http://es.wikipedia.org/wiki/Alteraci%C3%B3n_hidrotermal







Alex Stewart
(Assayers) Del Perú S.R.L.

INFORME DE ENSAYO
N° 8443/LI-12

Pág. 1 de 1

Cliente : MINERA CUNUYO 2003 E.I.R.L.
Dirección : Jr. Salvador Allende N° 246 Urb. La Rinconada-Puno
San Román- Juliaca
Producto descrito por el cliente : Mineral
Identificación de la muestra : M-01
Cantidad de muestras : 01 Muestra, 1000g. Aprox.
Envase : Bolsa Plástica
Características de la muestra : Grueso, Aparentemente Seco
Instrucción de análisis : Tipo Lote
Fecha de recepción : 28.11.2012
Inicio de análisis : 28.11.2012
Termino de análisis : 11.12.2012
Referencia : Orden de Análisis N° 001428

RESULTADOS:

N° ASA	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm
12740	1.3	1.12	448	31	<5	0.25	<1	21	107	58

N° ASA	Fe %	Ga ppm	Hg ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm
12740	>2.00	12	20	<1	0.14	22	14	0.07	641	<1

N° ASA	Na %	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Te ppm
12740	0.047	30	596	161	0.12	11	<1	<2	27	5

N° ASA	Ti %	Il ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	Zr ppm
12740	0.006	<5	12	3	118	<1

N° ASA	12740
Plata (Ag) g/TM	< 4
Oro (Au) g/TM	1.33

MÉTODOS:
ASAPÉ Método Multi-elementos: KCP
ASAAUK 75 Determinación de Plata y Oro (Fusión/Copelación)

Lima, 12 de Diciembre del 2012

Gerencia de Calidad
Lic. Karyn Loo P.
CQP 651

ANG

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ASA-P-T-09

Form 15 - Rev.05-Agos.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADAS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERU S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXIME A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI/ENAC.

THIS DOCUMENT HAS BEEN ISSUED BASED ON THE ANALYSIS AND TESTS PERFORMED IN OUR LABORATORY, CONSCIENTIOUSLY AND WITH THE BEST OF OUR ABILITY. THE RESPONSIBILITY OF ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERU S.R.L. BY ISSUING THIS DOCUMENT IS LIMITED TO THE CONDITIONS OF OUR SERVICE ACCEPTED BY THE CUSTOMER. THIS DOCUMENT DOES NOT RELIEVE TO THE PARTIES OF THEIR CONTRACTUAL OBLIGATIONS NEITHER LIMIT THE EXERCISE OF THEIR RIGHTS. THE NOTES DOES NOT BELONG TO THE INDECOPI/ENAC ACREDITATION.



Alex Stewart
(Assayers) Del Perú S.R.L.

INFORME DE ENSAYO

N° 8444/LI-12

Pág. 1 de 1

Cliente : MINERA CUNUYO 2003 E.I.R.L
Dirección : Jr. Salvador Allende N° 246 Urb. La Rinconada-Puno
 San Román- Juliaca
Producto descrito por el cliente : **Mincral**
Identificación de la muestra : M-02
Cantidad de muestras : 01 Muestra, 1000g. Aprox.
Envase : Bolsa Plástica
Características de la muestra : Grueso, Aparentemente Seco
Instrucción de análisis : Tipo Lote
Fecha de recepción : 28.11.2012
Inicio de análisis : 28.11.2012
Termino de análisis : 11.12.2012
Referencia : Orden de Análisis N° 001428

RESULTADOS:

N° ASA	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm
12741	1.3	1.42	67	32	<5	0.29	<1	17	35	95

N° ASA	Fe %	Ga ppm	Hg ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm
12741	>2.00	7	3	<1	0.15	39	34	0.28	641	<1

N° ASA	Na %	Ni ppm	P ppm	Ph ppm	S %	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Te ppm
12741	0.047	30	596	161	0.12	11	<1	<2	27	5

N° ASA	Ti %	II ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	Zr ppm
12741	0.006	<5	12	3	118	<1

N° ASA	12741
Plata (Ag) g/TM	< 4
Oro (Au) g/TM	5.99

MÉTODOS:

ASAPE Método Multielementos ICP
 ASAUK 75 Determinación de Plata y Oro (Fusión/Copelación)

Gerencia de Calidad
Lic. Karyn Lou P.
CQP 651



Lima, 12 de Diciembre del 2012

ANG

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ASA-P-T-09

Form.15.-Rev.05-Agos.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL EMITIR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTA LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXIME A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI-SNA.

THIS DOCUMENT HAS BEEN ISSUED BASED ON THE ANALYSIS AND TESTS PERFORMED IN OUR LABORATORY, CONSCIENTIOUSLY AND WITH THE BEST OF OUR ABILITY. THE RESPONSIBILITY OF ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. BY ISSUING THIS DOCUMENT IS LIMITED TO THE CONDITIONS OF OUR SERVICE, ACCEPTED BY THE CUSTOMER. THIS DOCUMENT DOES NOT RELIEVE TO THE PARTIES OF THEIR CONTRACTUAL OBLIGATIONS NEITHER LIMIT THE EXERCISE OF THEIR RIGHTS. THE NOTES DOES NOT BELONG TO THE INDECOPI-SNA ACREDITATION.



Alex Stewart
(Assayers) Del Perú S.R.L.

INFORME DE ENSAYO
N° 8445/LI-12

Pág. 1 de 1

Cliente : MINERA CUNUYO 2003 E.I.R.L.
Dirección : Jr. Salvador Allende N° 246 Urb. La Rinconada-Puno
San Román- Juliaca
Producto descrito por el cliente : Mineral
Identificación de la muestra : M-04
Cantidad de muestras : 01 Muestra, 1000g. Aprox.
Envase : Bolsa Plástica
Características de la muestra : Grueso, Aparentemente Seco
Instrucción de análisis : Tipo Lote
Fecha de recepción : 28.11.2012
Inicio de análisis : 28.11.2012
Termino de análisis : 11.12.2012
Referencia : Orden de Análisis N° 001428

RESULTADOS:

N° ASA	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm
12742	4.5	0.31	2691	16	<5	0.31	<1	20	196	258

N° ASA	Fe %	Ga ppm	Hg ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm
12742	>2.00	8	35	<1	0.07	2	7	0.07	177	<1

N° ASA	Na %	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Te ppm
12742	0.035	65	544	272	>5.00	46	<1	<2	23	10

N° ASA	Ti %	Tl ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	Zr ppm
12742	0.003	<5	4	4	273	<1

N° ASA	12742
Plata (Ag) g/TM	5
Oro (Au) g/TM	10.99

MÉTODOS:

ASAPE Método Multielementos ICP
ASATK 75 Determinación de Plata y Oro (Fusión/Copelación)

Lima, 12 de Diciembre del 2012

[Firma]
Gerencia de Calidad
Lic. Karyn Loo P.
CQP 651

ANG

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.

ASA-P-T-09

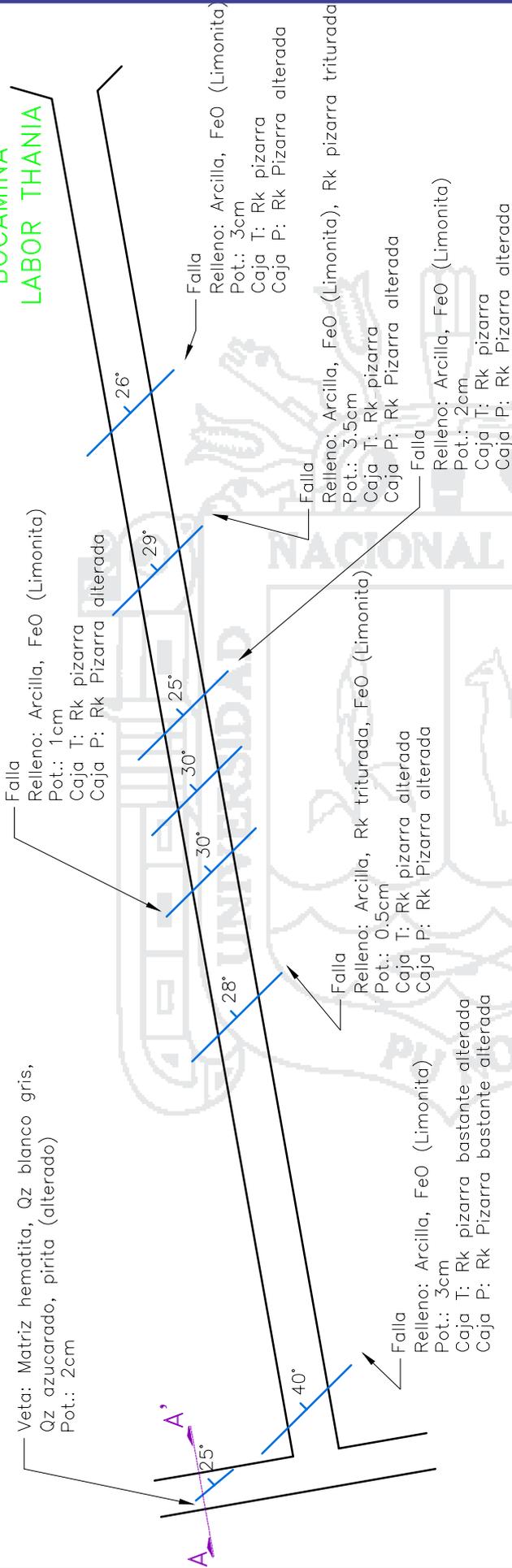
Form.15 - Rev.05-Agus.09

ESTE DOCUMENTO HA SIDO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS Y PRUEBAS EFECTUADOS EN NUESTRO LABORATORIO CON LA MAYOR HABILIDAD, CONOCIMIENTOS Y BUENA FE. LA RESPONSABILIDAD DE ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. AL ENTREGAR EL PRESENTE DOCUMENTO ESTÁ LIMITADA A LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS ACEPTADAS POR EL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO NO EXIME A LAS PARTES CONTRATANTES DE SUS OBLIGACIONES NI LIMITA EL EJERCICIO DE SUS DERECHOS. LAS OBSERVACIONES NO FORMAN PARTE DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN POR INDECOPI SNA.

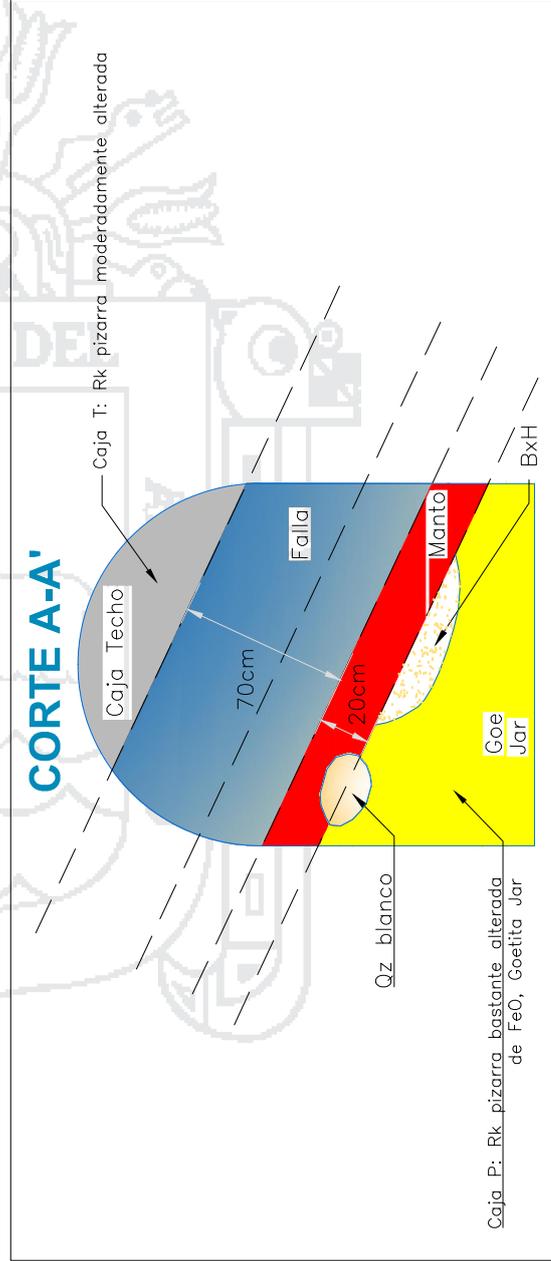
THIS DOCUMENT HAS BEEN ISSUED BASED ON THE ANALYSIS AND TESTS PERFORMED IN OUR LABORATORY. CONSCIENTIALLY AND WITH THE BEST OF OUR ABILITY, THE RESPONSIBILITY OF ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ S.R.L. BY ISSUING THIS DOCUMENT IS LIMITED TO THE CONDITIONS OF OUR SERVICE, ACCEPTED BY THE CUSTOMER. THIS DOCUMENT DOES NOT RELIEVE TO THE PARTIES OF THEIR CONTRACTUAL OBLIGATIONS NEITHER LIMIT THE EXERCISE OF THEIR RIGHTS. THE NOTICE DOES NOT BELONG TO THE INDECOPI SNA ACREDITATION.

ESQUEMA DE LABOR THANIA

BOCAMINA LABOR THANIA



CORTE A-A'





ANEXO N° 2 PLANOS

Plano N° C-01: Ubicación y Accesibilidad

Plano N° C-02: Topográfico

Plano N° C-03: Concesión e Hidrológico

Plano N° C-04: Geológico regional

Plano N° C-05: Geológico Local

Plano N° C-06: Geomorfológico

Plano N° C-07: Puntos de Muestreo