

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Cartografía e identificación de targets para el incremento de reservas
en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata – Perú -
2021**

Para optar el título de profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

Bach. Estefany Rocio CORDOVA BALDEON

Asesor:

Mg. Luis Arturo LAZO PAGÁN

Cerro de Pasco - Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Cartografía e identificación de targets para el incremento de reservas
en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata – Perú -
2021**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. José Fermín HINOJOSA DE LA SOTA
PRESIDENTE

Mg Vidal Víctor CALSINA COLQUI
MIEMBRO

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 103-2023-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Cartografía e identificación de targets para el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata – Perú - 2021”.

Apellidos y nombres de la tesista

Bach. CORDOVA BALDEON, Estefany Rocío

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería Geológica

Apellidos y nombres del Asesor

MSc. LAZO PAGÁN, Luis Arturo

Indicio de Similitud
29 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 6 de octubre del 2023


UNDA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Vidal Reguis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios porque ha sido mi guía en cada paso que he dado, mi fortaleza, y hasta el día de hoy no me ha desamparado.

A mis padres Juan y Maritza porque desde pequeña me han enseñado valores que al día de hoy puedo sacar a relucir, por apoyarme y quedarse conmigo en los momentos buenos y malos, tenerme paciencia y alentarme para cumplir mis metas y nunca cortarme las alas.

A mi familia por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia por el amor brindado cada día y por todas sus oraciones, de verdad mil gracias.

A mi asesor que supo guiarme y aconsejarme durante el trascurso de mi tesis, que se tomó el tiempo de poder corregirme y alentarme para que no me rindiera.

A mis maestros y mentores, por su dedicación y pasión por la enseñanza y por guiarme en mi camino.

Y a mi querida Alma Mater y a todas las personas que la conforman les agradezco de todo corazón. No podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo.

AGRADECIMIENTO

El estudio titulado “Cartografía e Identificación de Targets para el Incremento de Reservas en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata – Perú - 2021”, no habría sido posible sin el apoyo de Minera Brexia Goldplata – Perú. Por ello mi mayor agradecimiento a los Ingenieros Carlos Alberto Velásquez - Elvis Manrique, pertenecientes al grupo de Geología de Exploración.

Al equipo que labora en el área de exploraciones, que en cada momento del estudio estuvieron siempre con su apoyo incondicional.

A mi alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y a mis docentes universitarios por sus enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.

A los Ingenieros Edgar Ahuate – José Labra por impartirme sus conocimientos y experiencias la cual me ayudó mucho para realizar el presente estudio.

RESUMEN

La presente tesis titulada: “Cartografía e Identificación de Targets para el Incremento de Reservas en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata – Perú – 2021” ubicada en el distrito de Suykutambo, provincia de Espinar, departamento de Cusco; el objetivo principal del proyecto es determinar como la cartografía e identificación de targets influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata, para ello se han trazado objetivos específicos de qué manera las características geológicas influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata y en qué grado las características estructurales determinarán su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata.

Las técnicas para la obtención de datos fueron: (1) Levantamiento de planos topográficos a escala 1/1000 (2) Mapeo geológico a escala 1/1000.

Los instrumentos fueron: Plano topográfico, plano geológico, libreta de apuntes, PETS de muestreo.

La metodología empleada comprendió en la ejecución y elaboración de estudios de geología, geología estructural, mineralogía, que nos servirá para determinar la calidad propuesta de exploración para el incremento de recursos minerales en el yacimiento. Técnicas analíticas e interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de trabajo y elaboración del proyecto de investigación

Llegando de esta manera a los resultados y discusiones siguientes:

La evaluación de las condiciones geológicas, el yacimiento está emplazado en la faja volcánica de la cordillera occidental de los Andes del sur del Perú, al borde noroeste de la caldera de Cailloma, donde afloran rocas sedimentarias y volcánicas desde el

Jurásico hasta el reciente. El depósito se caracteriza por un sistema de vetas de tendencia NE-SW, E-W y NW-SE intruyendo a rocas del Grupo Tacaza de edad Mioceno Inferior.

La zona de estudio se encuentra metalogenética y estructuralmente dentro del distrito de Caylloma, en el cual se emplazan yacimientos epitermales de baja e intermedia sulfuración en rocas volcánicas miocénicas, con valores económicos de Au y Ag; considerando solamente al proyecto Suykutambo se han encontrado anomalías de Au y Ag en brechas tectónicas y vetas de cuarzo adularia. En el área afloran rocas volcánicas terciarias representadas por andesitas, tobas y aglomerados que corresponden a las formaciones Orcopampa e Ichocollo, las cuales presenta desplazamiento por el tectonismo Incaico - Quechua, el cual facilitó la intrusión de hipoabisales y brechas intrusivas y con ello migración de fluido hidrotermal para la conformación de vetas. La roca andesita de color verde grisáceo es de gran importancia desde el punto de vista económico, ya que las vetas se han emplazado en dicha roca. Asociadas al fracturamiento de la zona, se presenta un sistema de vetas casi paralelas en dirección, las cuales han sido formada por tensión y cizallamiento, posiblemente durante la última etapa del levantamiento de los Andes, las cuales fueron rellenadas por soluciones mineralizantes. El afloramiento de la veta Santa Úrsula lleva un rumbo promedio N35W/85SW y una longitud promedio de 2300 m, con potencia variable entre 1.20 m a 14 metros en superficie. Esta veta ha sido explotada gradualmente desde la época colonial, del año de 1953 se tiene el primer informe describiendo los niveles +40, 0 y -40. En la veta Santa Úrsula se identificó varias zonas con potencial de mineralización adicional, las cuales pueden ser exploradas con labores que, de confirmar potencial, pueden dar tonelaje a corto plazo. El potencial de tonelaje adicional es 92,000 TM de mineral de Au y Ag.

Palabras clave: Cartografía, Tectonismo Incaico - Quechua, Intrusión hipoabisal, Soluciones mineralizantes, Yacimientos epitermales de baja e intermedia sulfuración.

ABSTRACT

This thesis entitled: "Cartography and Identification of Targets for the Increase of Reserves in the Suyckutambo Mining Unit of Brexia Goldplata - Peru - 2021" located in the district of Suyckutambo, province of Espinar, department of Cusco; The main objective of the project is to determine how the cartography and identification of targets will influence the increase in reserves in the Suyckutambo Mining Unit of Brexia Goldplata. For this purpose, specific objectives have been outlined in which way the geological characteristics will influence the increase in reserves in the Suyckutambo Mining Unit of Brexia Goldplata and to what degree the structural characteristics will determine its geological and economic potential in the Suyckutambo Mining Unit of Brexia Goldplata.

The techniques for obtaining data were: (1) Surveying of topographic plans at a scale of 1/1000 (2) Geological mapping at a scale of 1/1000.

The instruments were: Topographic plan, geological plan, notebook, sampling PETS.

The methodology used included in the execution and elaboration of studies of geology, structural geology, mineralogy, which will help us to determine the proposed quality of exploration for the increase of mineral resources in the deposit. Analytical techniques and interpretation of all the information obtained in the different stages of work and preparation of the research project Arriving in this way to the following results and discussions: The evaluation of the geological conditions, the deposit is located in the volcanic belt of the western mountain range of the Andes of southern Peru, on the northwest edge of the Cailloma caldera, where sedimentary and volcanic rocks from the Jurassic to the recent outcrop. The deposit is characterized by a NE-SW, E-W and NW-

SE trending vein system intruding rocks of the Tacaza Group of Lower Miocene age. The study area is metallogenetically and structurally within the Caylloma district, in which epithermal deposits of low and intermediate sulphidation are located in Miocene volcanic rocks, with economic values of Au and Ag; considering only the Suyckutambo project, Au and Ag anomalies have been found in tectonic breccias and adularia quartz veins. Tertiary volcanic rocks outcrop in the area represented by andesites, tuffs and agglomerates that correspond to the Orcopampa and Ichocollo formations, which present displacement due to Inca-Quechua tectonism, which facilitated the intrusion of hypobysals and intrusive breccias and with it fluid migration. hydrothermal for the formation of veins. The gray-green andesite rock is of great importance from an economic point of view, since the veins have been emplaced in this rock. Associated with the fracturing of the area, there is a system of veins almost parallel in direction, which have been formed by tension and shearing, possibly during the last stage of the uplift of the Andes, which were filled by mineralizing solutions. The outcrop of the Santa Úrsula vein has an average strike of N35W/85SW and an average length of 2,300 m, with variable strength between 1.20 m and 14 m on surface. This vein has been gradually exploited since colonial times, from the year 1953 there is the first report describing levels +40, 0 and -40. In the Santa Úrsula vein, several zones with additional mineralization potential were identified, which can be explored with works that, if potential is confirmed, can yield tonnage in the short term. The additional tonnage potential is 92,000 MT of Au and Ag ore.

Keywords: Cartography and identification of targets, Inca-Quechua tectonism, Hypoabyssal intrusion, Mineralizing solutions, Low and intermediate sulphidation epithermal deposits.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis presenta los resultados del trabajo de cartografía geológica y la identificación de targets con potencial económico, realizado en el proyecto de Suyckutambo entre 2014 y la presente fecha, con énfasis entre Abril a Julio de 2021. El proyecto de Suyckutambo comprende 15 concesiones mineras con un total de 3,308 Ha a nombre de la empresa Brexia Goldplata Perú, y están ubicados en la Cordillera de los Andes Occidental, Flanco Oriental del Sur del Perú; habido operaciones mineras de diversa naturaleza en años anteriores dentro del proyecto. Actualmente la empresa tiene dentro del proyecto de Suyckutambo una planta en funcionamiento con un campamento y diversas facilidades, más una operación minera de baja escala en la veta Santa Úrsula. Dentro de los títulos se ha hecho exploración en unas 1,216 Has, en las que se presentan formaciones volcánicas del Cenozoico instruidas por Pórfidos Dacíticos y Brechas Volcánicas del Neógeno, las cuales están siendo afectadas con fallamiento de dirección NNW-SSE, NW-SE, NNE-SSW. Este trabajo de investigación tiene como objetivo determinar como la cartografía e identificación de targets influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata, para ello se ha reconocido las unidades litológicas, alteraciones hidrotermales y lineamientos estructurales presentes en el área, que sirvieron para definir los sistemas metalogénicos locales y la mineralización de vetas, brechas y pórfidos en el proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del Problema.....	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problema Específicos	3
1.4. Formulación de Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación de la Investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	9
2.1.3. Antecedentes Regionales.....	12
2.2. Bases Teóricas – Científicas	17
2.2.1. Cartografía Geológica	17
2.2.2. Yacimientos hidrotermales.....	17
2.2.3. Identificación de targets en yacimientos epitermales.....	23
2.2.4. Fases Tectónicas.....	24

2.2.5. Vulcanismo del Cenozoico región sur del Perú	25
2.3. Definición de Términos conceptuales	28
2.3.1. Muestreo Geológico	28
2.3.2. Mapeo Geológico	28
2.3.3. Identificación de targets	29
2.3.4. Fases tectónicas	29
2.3.5. Caldera.....	30
2.3.6. Yacimientos epitermales	30
2.3.7. Intrusiones hipoabisales	31
2.3.8. Zonas anómalas	32
2.3.9. Exploración de sondajes diamantinos	32
2.3.10. Exploración geoquímica.....	32
2.3.11. Alteraciones hidrotermales.....	32
2.3.12. Yacimientos epitermales de baja sulfuración	34
2.3.13. Yacimientos epitermales de intermedia sulfuración	34
2.3.14. Control Estructural	35
2.3.15. Control litológico	35
2.3.16. Control Mineralógico	36
2.4. Enfoque filosófico – epistémico	36

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	37
3.2. Nivel de Investigación	38
3.3. Característica de la Investigación	38
3.4. Método de Investigación.....	38
3.5. Diseño de la Investigación.....	38
3.6. Procedimiento del muestreo	38
3.7. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	39
3.7.1. Técnicas.....	39
3.7.2. Instrumentos	39
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	39

3.9. Orientación Ética	40
------------------------------	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados	41
4.1.1. Descripción de área de estudio	41
4.1.2. Análisis de las principales estructuras identificadas	88
4.1.3. Mineralogía	102
4.2. Discusión de resultados	104
4.2.1. Descripción de la veta	104
4.2.1.1. Bandeamiento	105
4.2.2. Controles de la veta	108
4.2.3. Zonas potenciales para labores de exploración a corto plazo.....	109

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Vías de acceso al proyecto Suyckutambo.</i>	42
Tabla 2 Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad)	112
Tabla 3 Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad): casi de 30,000 TM.	115
Tabla 4 <i>Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad): 7,500 TM.</i>	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Modelo Genético de los Sistemas Epitermales</i>	19
Figura 2 <i>Características de Yacimientos epitermales</i>	20
Figura 3 <i>Modelo de alteración de un yacimiento epitermal de baja a Intermedia sulfuración</i>	22
Figura 4 <i>Diagrama Simplificado de la Estratigrafía</i>	27
Figura 5 <i>Ubicación del Proyecto Suykutambo</i>	42
Figura 6 <i>Ejemplos de paisajes típicos en la región del proyecto</i>	44
Figura 7 <i>Columna estratigráfica regional</i>	47
Figura 8 <i>Mapa de la serie volcánica Cenozoica del sur del Perú</i>	53
Figura 9 <i>Mapa geológico regional</i>	57
Figura 10 <i>Columna estratigráfica regional</i>	58
Figura 11 <i>Columna estratigráfica local</i>	59
Figura 12 <i>Mirando al NW, afloramiento de la toba andesítica en el rio Cairahuri</i>	60
Figura 13 <i>Mirando al NW, afloramiento del aglomerado andesítico</i>	61
Figura 14 <i>Detalle de las brechas hidrotermales con alto contenido de limonitas</i>	62
Figura 15 <i>Afloramiento de la brecha Potosí</i>	63
Figura 16 <i>Afloramiento de toba andesítica</i>	64
Figura 17 <i>Detalle de la brecha volcánica andesítica</i>	65
Figura 18 <i>Mirando al SW, se muestra la brecha volcánica silicificada asociada a brechas</i>	65
Figura 19 <i>Mirando al N, se muestra el afloramiento del pórfido dacítico en superficie</i>	

.....	66
Figura 20 <i>Figura generalizada, posible forma del lacolito ubicado en el proyecto</i>	67
Figura 21 <i>Mirando al N, afloramiento de Microdiorita cortando la andesita</i>	68
Figura 22 <i>Dique andesítico de textura porfirítica con diseminación de Pirita 3%, brechamiento en las cajas con Silicificación moderada a fuerte</i>	69
Figura 23 <i>En la Figura se aprecia el detalle del dique andesítico y la alteración en las cajas</i>	70
Figura 24 <i>La Figura muestra el contacto litológico entre el Aglomerado andesítico tobáceo (Derecha) y la toba andesítica Argilizada (Izquierda) controlado por una falla de dirección N47W</i>	70
Figura 25 <i>Mapeo Geológico local del proyecto Suyckutambo</i>	72
Figura 26 <i>Tipo de depósito asociado a los yacimientos estudiados de BGP</i>	78
Figura 27 <i>Mapa de las propiedades de BGPP y los tipos de mineralización encontrados en zonas adyacentes a las propiedades</i>	79
Figura 28 <i>Mapa de lineamientos estructural del proyecto Suyckutambo</i>	82
Figura 29 <i>Lineamiento de falla Chila</i>	83
Figura 30 <i>Estructuras principales que afloran en Suyckutambo - sector de Santa Úrsula</i>	86
Figura 31 <i>Afloramiento de veta Santa Úrsula, vista desde el N</i>	87
Figura 32 <i>Veta Santa Úrsula en Nivel 120</i>	89
Figura 33 <i>Bocamina de ingreso al nivel 120 de la veta Santa Úrsula</i>	89
Figura 34 <i>Afloramiento de las vetas Potosí y San Mateo</i>	90

Figura 35 <i>Afloramiento de veta Esperanza</i>	92
Figura 36 <i>Se aprecia el detalle que tiene la zona anómala y el dique andesítico</i>	93
Figura 37 <i>Afloramiento superficial de Veta Carmen, Fátima y la Falla Chila</i>	94
Figura 38 <i>Lineamiento inferido de veta Blanca</i>	96
Figura 39 <i>Lineamiento de veta Blanca, se muestra la alteración de la zona</i>	96
Figura 40 <i>Traza de la Veta Roxana, esta tiene una caja silicificada y un sistema de fallamiento de N80E</i>	97
Figura 41 <i>Sección transversal en veta Santa Úrsula hacia la Chimenea 740, mostrando las diferentes bandas identificadas</i>	103
Figura 42 <i>Veta Santa Úrsula y ramales en superficie, con zonas anómalas identificadas (en naranja)</i>	105
Figura 43 <i>Ramales con potencial adicional cerca de labores de Santa Úrsula</i>	106
Figura 44 <i>Sector anómalo en la veta Santa Úrsula cerca de Veta Blanca</i>	109
Figura 45 <i>Afloramiento de ramal de veta Blanca, sobre el cual se haría el acceso para llegar a la zona mineralizada de Santa Úrsula</i>	109
Figura 46 <i>Afloramiento de ramal de veta Blanca, sobre el cual se haría el acceso para llegar a la zona mineralizada de Santa Úrsula más movimiento de tierra</i>	110
Figura 47 <i>Acceso propuesto a zona anómala de Santa Úrsula</i>	110
Figura 48 <i>Zonas anómalas hacia el SE de la veta Santa Úrsula</i>	112
Figura 49 <i>Posible zona potencial en Nivel 120</i>	113
Figura 50 <i>Posibles zonas potenciales en Nivel 80</i>	114
Figura 51 <i>Posibles zonas potenciales Nivel 40</i>	114

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Plateamiento del problema

La evaluación de los recursos minerales de un área requiere de una metodología y técnica consistente y sólida, de manera que no exista una eventual pérdida de la potencialidad de los mismos debido a un proceso inadecuado, y siempre de acuerdo con los códigos de reporte.

Debido a que por lo menos una década no se ha realizado exploraciones en la unidad minera, y que la producción ha disminuido en demasía, es por ello que se ha planteado realizar la cartografía con el objetivo de identificar los targets en las diferentes estructuras mineralizadas tomando especial énfasis en la veta Santa Úrsula, con la prioridad de ubicar nuevos targets o como extensiones u ampliaciones del depósito mineral conocido, tanto a niveles laterales o de profundización, el cual nos va permitir evaluar y/o manejar las incertidumbres, los riesgos y las oportunidades en forma sistemática. Corresponde a un análisis estructurado de los recursos potenciales (blancos de exploración o “targets”), en el cual se hacen estimaciones deterministas de los volúmenes potenciales y leyes

sobre una serie de supuestos de continuidad y extensión que sean consistentes con los datos disponibles y los modelos genéticos de estilo de mineralización que corresponda (pórfido cuprífero, epitermal, etc.), entregando un escenario probabilístico en la estimación de los recursos potenciales. Tritlla J. (2006).

El tamaño de los blancos de exploración (Targets), recursos potenciales, es de naturaleza conceptual, habido una exploración insuficiente para definir un recurso mineral y es incierto si una exploración adicional resultará en la determinación de un recurso mineral. No debe esperarse que la calidad de los targets de exploración sea equivalente a la del recurso mineral. (Luis Moreno Ibarra 2017)

En la unidad minera Suyckutambo de Brexia Goldplata Perú, distrito de Suyckutambo, provincia de Espinar, departamento de Cusco. El objetivo principal del proyecto es la búsqueda de estructuras mineralizadas y la determinación de su potencial geológico y económico, lo cual servirá para tener una mejor apreciación de la cantidad de recursos de mineral que existe en el yacimiento e incrementar las reservas minerales.x

1.2. Delimitación de la investigación

El estudio de investigación se delimita solo para la unidad Minera Suycktambo de Brexia Golplata Perú, compuesto de 15 concesiones y otras siete adyacentes del proyecto San Miguel ubicado en la Cordillera Occidental, flanco oriental del sur del Perú durante los años 2014 al 2021, definiendo unidades litológicas, alteraciones hidrotermales y lineamientos estructurales presentes en el área, que sirvieron para definir los sistemas metalogénicos locales y la mineralización de vetas, brechas y pórfidos. El alcance de este estudio pretende ser

referencia en el análisis de estructuras mineralizadas en zonas estructuralmente complejas de yacimientos tipo.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema general

¿Será factible generar una cartografía e identificación de Targets para el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata?

1.3.2. Problema Específicos

- a. ¿De qué manera las características geológicas influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata?
- b. ¿En qué grado las características estructurales determinarán su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar como la cartografía e identificación de targets influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Demostrar como las características geológicas influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.
- b. Establecer cómo las características estructurales determinarán su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.

1.5. Justificación de la Investigación

La presente investigación se justifica porque se planifica determinar la búsqueda de estructuras mineralizadas y demostrar su potencial geológico y económico, el cual servirá para tener una mejor apreciación de la cantidad de recursos de minerales que existe en el yacimiento minero, mediante el trabajo de cartografía e identificación de targets realizada en la Unidad minera Suyckutambo de Brexia Goldplata.

La importancia de la presente investigación se basa en resaltar las técnicas geológicas como mapeo geológico para poder reconocer las unidades litológicas, alteraciones hidrotermales y lineamientos estructurales presentes en el área, que sirvieron para definir los sistemas metalogénicos locales y la mineralización de vetas, brechas y pórfidos en el proyecto Suyckutambo, con la finalidad de identificar targets con potencial económico.

1.6. Limitaciones de la investigación

La limitante que se presenta en la realización del proyecto de investigación es que la identificación de targets no abarca a la totalidad del proyecto de Suycktambo, solo se ha priorizado las vetas que a continuación detallo: Veta Corona, Potosí, San Mateo, San José, San Pedro, San Pablo, Nueva Corona, Esperanza, Chila, Carmen, Fátima, Alexandra, Raquel, Claudia, Blanca y Roxana, en especial la veta Úrsula.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Pilatasg, M.L.F. y Vásquez G.M.A. (2017): “Cartografía geoquímica multi-elemental de sedimentos fluviales. Aplicación al análisis del potencial metalogénico de la zona de Macará (escala 1:100 000)”. En la presente investigación se determinó el umbral anómalo y valor de fondo geoquímico para cada elemento en ambos escenarios. Las anomalías obtenidas han sido correlacionadas con la litología, estructuras, indicios de mineralización y alteraciones, lo que permitió establecer el contexto metalogénico de la zona fronteriza sur del Ecuador y definir 16 áreas con potencial presencia de recursos minerales. La zona occidental del área, litológicamente constituida por rocas predominantemente volcánicas de afinidad toleítica, presenta tres áreas favorables para la ocurrencia de depósitos tipo VMS relacionadas a asociaciones de los elementos Pb-Zn-Ag-Ba-Hg y Cu-Pb-Ba, entre las cuales está Sabiango. Dentro de esta misma zona, se determinó cinco áreas prospectivas con afinidad a

mineralización epitermal por las asociaciones Cu-Zn-Sb, Cu-Ag; Au-Hg-Sb-W, Hg-As-Sb-W, Zn-Pb-Hg y Cu-Zn-Mo-Hg-As; y tres áreas con potencial para mineralización tipo pórfido de Cu y Cu-Mo por las asociaciones de Cu-Mo-Ag-Ba-As, Au-W y Ag-Mo; genéticamente podrían estar relacionadas a cuerpos intrusivos menores de composición diorítica y pórfido-andesítica. Dentro de la franja volcánica oriental se definieron asociaciones de Cu-Zn-Sb, Au-Pb-As y Au-Zn-Ba-W que delimitan cinco áreas prospectivas con predisposición a la ocurrencia de depósitos tipo epitermal y pórfido posiblemente hospedados en secuencias volcánicas y volcanoclásticas.

Bedoya, L.J.A. (2022) “Estudio conceptual con simulación geoestadística para valorar blancos de exploración de elementos de tierras raras (REE) en el departamento de Antioquia, Colombia” el objetivo principal de esta investigación es formular un estudio técnico y económico de la viabilidad potencial de los recursos minerales de elementos de tierras raras (Rare Earth Elements, REE) en el departamento de Antioquia mediante la simulación geoestadística por bandas rotantes del tenor de óxidos totales de tierras raras (Total Rare Earth Oxides, TREO) y el análisis de los factores modificadores, para valorar un programa de prospección detallada en los blancos o targets de exploración. Los datos del tenor de REE en Antioquia se construyeron durante el 2004-2007 en el proyecto “Mapa geoquímico del departamento de Antioquia”. El tenor de TREO se procesó mediante las herramientas computacionales Isatis, ArcMap, QGIS y geoportales de la Agencia Nacional de Minería (ANM) y del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Se obtuvo dos targets con potencial de prospectividad para desarrollar la cadena de valor de REE en las subregiones del Nordeste y Bajo Cauca, con una estimación de recursos inferidos de 5,444 millones de toneladas a un tenor de

0.09% de TREO, equivalentes a 4.9 millones de toneladas de TREO. Para materializar un negocio minero de REE en Antioquia se requiere inicialmente la inversión de un programa técnico de prospección detallada sobre un área de 2,150 km², presupuestado en 1.84 MUSD.

Mateus M., Germán I. (2022) “Definición de targets de exploración a partir del análisis de imágenes multiespectrales (ASTER) y análisis geoquímico de sedimentos fluviales de la zona de Chaguarpamba (Loja)”, el objetivo de proponer posibles targets de exploración minera, mediante la correlación de información geológica, geoquímica y multiespectral. A partir de la información geoquímica del proyecto SENESCYT (muestreo de sedimentos fluviales) y aplicando el método de Kriging Ordinario se generaron resultados para elementos mayores (Au, Cu, Ag, Pb y V), pathfinders (Co, As, Sb, Mo y Zn) y otros elementos indicadores (Ni y Cr). Las anomalías obtenidas fueron correlacionadas entre sí, definiendo 6 zonas potencialmente prospectivas con características de depósitos tipo pórfido y epitermal. Así mismo, aplicando técnicas espectrales como combinación de bandas RGB, cocientes de bandas, índices litológicos y la técnica de mapeo espectral, se obtuvo como resultante tres áreas con posible presencia de alteraciones hidrotermales (argílica avanzada, argílica-fílica y propilítica). En base a lo reportado y aplicando el sistema de folios, se establecieron cuatro targets de exploración, coincidentes entre anomalías geoquímicas y técnicas espectrales, relacionados a depósitos epitermal y pórfidos. El contexto geológico indica que la mineralización en el área podría asociarse al emplazamiento de varios cuerpos intrusivos y al aporte de rocas asociadas al arco continental Sacapalca.

Güiza G.S. (2021) “Alcance de la Geoquímica en la Cordillera Oriental (Colombia, Suramérica) para el Potencial de Metales Estratégicos”, La Cordillera

Oriental registra evidencias geológicas y geoquímicas para asumir la presencia de ocurrencias minerales de metales estratégicos, también denominados elementos críticos como tierras raras, cobalto, selenio y otros, relacionados a las unidades sedimentarias cretácicas principalmente. Una evidencia son las tierras raras (ETR) catalogados como patrones geoquímicos que caracterizan los depósitos esmeraldíferos, donde han sido reportados minerales como la paracita –también llamada mucita, haciendo referencia a Muzo, su lugar de origen. Hay otras evidencias referenciadas como la presencia de la ocurrencia mineralógica de cobalto asociada al zinc reportada en Junín, y el selenio como un enriquecimiento anómalo en suelos en Utica, entre otros.

Hernández G.D., Arranz J.C., De la Vega R.P. (2014): “El análisis del potencial geológico de rocas industriales en proyectos de planificación territorial: una revisión”, Indudablemente, la extracción de recursos minerales entra en conflicto con otros usos del territorio. La planificación territorial puede evitar estos conflictos, minimizar los impactos acumulativos adversos de la minería y prevenir la disminución de recursos disponibles. Esto es especialmente cierto en lo referente a minerales industriales. El conocimiento de la distribución territorial de los recursos potenciales es la clave para alcanzar la integración efectiva de la minería en la planificación, y la mejor forma posible para salvaguardar los minerales frente a actividades que pueden comprometer su disponibilidad futura. Tanto en proyectos de ordenación minero-ambiental como en mapas de salvaguardia, los recursos minerales se han definido normalmente mediante el análisis de la información geológica cuando la escala no es detallada. Pero cuando se alcanzan escalas locales o municipales (mapas de gran escala), la planificación demanda más información para una mejor delimitación de los recursos. Esto puede requerir la

recolección de datos de campo, la búsqueda de informes y documentos publicados, el inventario y la caracterización de explotaciones, y la consulta con la industria.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Morales O. J. (2020):” Evaluación geológica del potencial de mineralización, zona Longreras Oeste, unidad minera El Porvenir”, en esta investigación se determinó zonas de exploración y verificar si es importante el blanco de exploración para continuar con una exploración a detalle que pueden constituir en el tiempo reservas de minerales económicos.

Mendoza P.T. (2019): “Comportamiento Geológico De La Veta Infalible, Mina Shalca”, Se requiere conocer el comportamiento de la mineralización de la veta Infalible, para determinar el incremento de las reservas de minerales de la Mina Shalca. Para establecer futuras exploraciones, es necesario determinar el comportamiento geológico en profundidad de la mineralización en la Veta Infalible. Una de las características esenciales para la identificación de la veta Infalible en la Mina Shalca son las rocas dacíticas a andesíticas emplazadas básicamente en un anticlinal de la Formación Chimu, zona favorable para la mineralización con 2 importantes leyes de Ag, Zn, Pb y Cu. Así mismo es importante el control estructural asociada con la mineralización. El entendimiento de las características geológicas de la Veta Infalible requiere de una exploración y análisis concienzudo. Es necesario resolver asimismo determinar los controles geológicos de mineralización de la Veta infalible y estudiar la relación que pueda tener con la génesis del yacimiento e incremento de recursos minerales.

Orbegozo F.C., Ríos C.A., Guerrero D.G. (2014): “Generación y evaluación de blancos de exploración minera en el Distrito Minero de Huandoval (Pallasca – Perú)”, La ubicación de blancos de exploración dentro del distrito

minero de Huandoval, ubicado en la provincia de Pallasca, región Ancash al noroeste del Perú, así como la determinación de distintos estilos de mineralización dentro de esta área, la cual está dominada por rocas del Batolito de la Cordillera Blanca y rocas sedimentarias de la formación Sapotal y del grupo Goyllarisquizga, son el resultado de la integración de diferentes herramientas de exploración y prospección cuya información ha sido acumulada a lo largo de los años. El uso de sensores remotos nos han ayudado a determinar lineamientos geológicos relacionados a zonas mineralizadas, los muestreos de sedimentos de quebrada realizados por INGEMMET sobre los cuales hemos realizado el cálculo estadístico que nos han definido valores geoquímicos de background y threshold para los elementos Au, Ag, Cu y Mo, además del cartografiado geológico regional y local con énfasis de éste último sobre litología, alteraciones y estilos de mineralización, nos han permitido definir 8 zonas de mineralización, los cuales se convierten en potenciales áreas para realizar trabajos de exploración más detallados que lleven a los futuros prospectos a la fase de proyectos. Se abre de esta forma nuevos blancos exploración y se impulsa al distrito minero de Huandoval como un área de interés para la prospección.

Moreno B.R. (2019): “Interpretación de alteraciones hidrotermales por análisis espectrométrico en los targets de exploración del yacimiento Pucamarca, Tacna”, El Yacimiento Pucamarca presenta potencial aurífero epitermal, se evidencia en los diferentes yacimientos ubicados cerca de la zona de estudio, tales como Ataspaca, Andamarca, Higuera y Minaspampa; ubicados dentro de la franja volcánica del sur del Perú y a su vez enmarcados en el arco magmático principal en los Andes Peruanos. Bajo tal contexto, se realizan exploraciones en los alrededores del yacimiento aurífero de Pucamarca, para localizar nuevas áreas de

potencial mineral. Se desarrollaron actividades que comprenden cartografiados geológicos, mapeo de alteraciones hidrotermales y labores de muestreo de rocas, en estructuras silicificadas. Seguidamente, análisis de espectrometría de reflectancia, mediante el uso de un equipo denominado “SpecTerra”; para proseguir con la interpretación de firmas espectrales. Estos trabajos nos permiten definir áreas de interés para desarrollar campañas exploratorias dentro de los cinco “Targets” de exploración, denominados, Caldero, Tolaviata, Casapaco, TK1 y Challampe. El “Target” Caldero se encuentra más próximo a las operaciones de la Unidad Minera Pucamarca. Mediante el uso del “SpecTerra”, se realizaron análisis en muestras de roca, asociación de ensambles mineralógicos y posteriormente correlaciones para las alteraciones hidrotermales presentes en los “targets” de Exploración; esto con el fin de identificar en primera instancia minerales asociados a etapas de mineralización epitermal y que sirvan como guía en las exploraciones en la zona de estudio. El estudio de la alteración hidrotermal, conjugada con evidencia física de un equipo como el “SpecTerra”, puede permitir que los posibles prospectos epitermales se pueden entender más rápida y completamente cuando se procesan, interpretan, y simplifican los datos mineralógicos en categorías adecuadas, por lo tanto, se consideró para el presente estudio dividir las alteraciones conocidas en los depósitos epitermales en categorías con sus respectivos ensambles mineralógicos, según el grado de temperatura, nivel de pH y el origen de formación que poseían. Con los espectros interpretados y alteraciones reconocidas, se pudo desarrollar planos de alteración interpretados para cada “target” de la zona de estudio. Los resultados indican que la zona de estudio presenta un ensamble de alteración típico de depósitos epitermales, demarcado por centros de silicificación de intensidad moderada a fuerte, con bordes en algunos

lugares de alteración argílica avanzada. La alteración argílica presente es principalmente de moderada temperatura.

Suárez S. J., (2018): “Influencia del estudio de exploración para la explotación minera del proyecto minero Caravelly, Apurímac, 2017”, La finalidad principal de esta investigación, es determinar las posibles áreas anómalas y/o blancos con indicios de mineralización, para lo cual se realizarán trabajos de muestreos de afloramiento de rocas y cuerpos mineralizados en forma sistemática, con aplicación de criterios geológicos y geoquímicos.

2.1.3. Antecedentes Regionales

Zuloaga G.A., Otero A.J., Mendoza, M., Gómez C.E., Yupa P.G., Flores J.R. Valencia M.C.,(2013): *“Prospección geológica minera del ANAP Suparaura”, Estudio de investigación realizado por INGEMMET, en el que detallaron el marco geológico regional del área investigada lo constituye unas secuencias de rocas sedimentarias marinas y continentales del Cretácico inferior a superior, cortadas por intrusivos paleógenos, los que muestran una serie de diques andesíticos (afaníticos y porfirítico) y dioríticos; depósitos recientes son observados en las laderas de los valles y fondos de quebradas. La geología local está constituida por areniscas de la Formación Muñani con sus dos miembros, en el inferior se tiene areniscas de grano medio a grueso, color marrón claro variando a tonalidades rojizas, presenta niveles conglomerádicos en la parte media a superior, al techo se observan tobas líticas que serían el límite con el miembro superior. El mismo que está conformado mayormente por areniscas arcósicas de grano fino, intercaladas con limoarcillas color marrón rojizo de tonalidades verdosas, este miembro es muy importante, por la presencia de niveles con materia orgánica (fósil de planta “carbón”) el cual está relacionado a*

mineralización del Cu. Es importante resaltar que la secuencia sedimentaria está cortada por un enjambre de diques (andesíticos a dioríticos) que en algunos casos alteran la roca caja (areniscas). La edad de las capas rojas de la Formación Muñani aún no ha sido datada. Sin embargo, por su posición estratigráfica sería correlacionable con el Grupo San Jerónimo, de 52 y 30 Ma, datación por trazas de fisión en apatitos (Carlotto, et al., 2006). Las rocas intrusivas, son parte del batolito Andahuaylas -Yauri, el cual se caracteriza por presentar un magmatismo calco-alcalino, con medio a alto contenido de potasio (Clark et al., 1990), también se ha caracterizado como un ambiente metaluminoso con magmatismo tipo I, relacionado a pórfidos de Cu – Au – Mo (Rivera et al., 2010). En las coordenadas N: 8455532 E: 702215 y altitud: 3204 m.s.n.m. Se ha tomado una muestra para datación del intrusivo en la zona. El Batolito Andahuaylas-Yauri corta una secuencia sedimentaria marina constituida por calizas de la Formación Arcurquina y limoarcillitas de la Formación Ausangate, asimismo capas rojas compuestas por areniscas de la Formación Muñani inferior y superior. El ANAP Suparaura está ubicado entre las comunidades de Supalla, Pampallacta y Chapimarca perteneciente al distrito de Chapimarca, provincia de Aymaraes, región de Apurímac, 700 km al sureste de Lima, y a 114 km al oeste de Abancay capital de la Apurímac. Se llega al ANAP desde Lima tomando la Panamericana Sur, Lima-Nasca, luego, se sigue el desvío Nasca-Abancay-Cusco. Fueron recolectadas 374 muestras de esquirla de roca (chips) y cuyos resultados analíticos reflejan valores anómalos de Cu en las unidades sedimentarias, destacando los sectores Suparaura, Supaccara, Huanchuylo y Supalla, los valores oscilan entre los 1000 ppm a 10,000ppm, valores significativos en una etapa de prospección. Los trabajos de campo y resultados nos permiten decir que: el estilo

de mineralización que se aprecia en el ANAP Suparaura, está relacionada a los depósitos del tipo "Sediment Hosted" (Estrato Ligado) alojado en las capas rojas de la Fm. Muñani. En la región se le diferencian dos miembros, superior e inferior. La mineralización observada está emplazada a los sedimentos del miembro superior, generalmente concordantes y/o levemente discordantes a la estratificación. La mineralogía en las areniscas consta de dos tipos y/o estilos; el primer caso, la calcopirita se presenta rellenando espacios intersticiales de la arenisca en venillas que cortan la roca receptora; en el segundo caso, se puede apreciar, malaquita asociada con materia orgánica, que actúa como un agente reductor y controlador de precipitación de cobre.

Zeballos R. J. (2014): "Geología y aplicación geoquímica en la exploración del depósito Skarn Huacravilca", En su trabajo de investigación manifestó que el "Proyecto Huacravilca" se ubica en el paraje Willie, a 44 Km del distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac. Toda la información recopilada pertenece a la Compañía de Exploraciones, Fresnillo Perú S.A.C. y controla un área de 3200 Has Entre los trabajos realizados tenemos: cartografía geológica a escala regional y de detalle, perfiles geológicos; muestreos de rocas (referenciales, sistemáticas y selectivas), preparación y muestreo de trincheras. Metalogénicamente pertenece a la provincia de Cu-Fe Andahuaylas-Yauri el proyecto se encuentra ubicado en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, dentro de la deformación estructural conocida como la Deflexión de Abancay. La estratigrafía reconocida en el Proyecto de la base al tope es: La Formación Ferrobamba conformada por dos unidades, que consiste en lutitas, limolitas y calizas grises. Además, se reconocieron los volcánicos Tacaza y tres diferentes tipos de intrusivos clasificados como Granodiorita, Diorita,

Monzodiorita. Los cuerpos intrusivos se alinean en dirección, N-S y NW- SE. Desde el punto de vista Tectónico-Estructural el Proyecto Huacravilca se localiza dentro de una zona de debilidad formada por la intersección de tres sistemas de fracturamiento. El más impotante es el sistema N40°-60°W que controló el desarrollo de las brechas, la mineralización y la alteración, además dos sistemas menores que tienen como rumbo N-S y N35°E.

La etapa hidrotermal es controlada por estructuras tipo fractura, diques daciticoscuarcíferos y se caracteriza por el skarn de granate andradítico verdoso (actinolita-clorita) asociadas a sulfuros económicos. Dentro de la zona alterada se tienen abundantes canales de brecha tipo hidrotermal y crackle, la mineralización se presenta en depósito de Skarn, brechas mineralizadas, vetas con relleno Óxidos de hierro (limonitas). Los minerales de mena reconocidos son calcopirita, magnetita, el sulfuro más abundante en la zona de estudio es la pirita y subordinadamente aparece la calcopirita y sulfuros grises (Digenita). Se concluye que el Proyecto Huacravilca corresponde a un depósito tipo Skarn de Cu-Au, probablemente relacionado a un pórfido Cu-Mo, expuesto en niveles profundos lo cual representa un reto encontrarlo mediante programas de barrenación e interpretación geológica.

Gonzales S.J.E. (2013): “Controles estructurales del pórfido Trapiche Apurímac – Perú”, Esta investigación referida a la determinación del tipo de depósito Trapiche un sistema de estilo pórfido de Cu-Mo, se encuentra en el Cinturón Andahuaylas-Yauri del sur del Perú, una zona geológicamente anómala atribuida principalmente a la época de la orogénesis Incaica del Eoceno al Oligoceno. Sin embargo, las estructuras tectónicas presentes en el distrito, han sido producidas durante las fases tectónicas peruana e Inca, bajo esfuerzos compresivos

NE a ENE, respectivamente; estas estructuras consisten de plegamientos, fallamientos y fracturamientos a escala regional, distrital y local. El emplazamiento de una serie de pórfidos de composición monzonítica (PQM P y PQM 1) así como su posterior mineralización está controlada por un evento compresivo de orientación ENE a escala regional evidenciadas por plegamientos de orientación NNW y tres sistemas principales de fallas cuyas orientaciones son: WNW (sinistral), NE (dextral), E-W (sinistral normal). Los fluidos hidrotermales provenientes del PQM Principal e Intramineral, parecen haber tenido un control estructural regional ENE y NNW, formando venillasvenas de cuarzo-sulfuros y sulfuros, variaciones de los trends de estos sistemas de venillas estuvieron relacionadas en parte a la sobrepresión local de los fluidos. Este evento compresivo ENE es interpretado como de larga duración desarrollada durante la tectónica Incaica Tardía (Inca 111), con rotación del campo de esfuerzos hacia el NE a escala distrital, reactivando el sistema de fallas E-W $\pm 20^\circ$ evidenciado en la formación de la Brecha Pipe y el sistema de fallas NNE (dextral normal), desarrollado en el sector Millucucho. Los diques tardíos se alinean a lo largo de fallas ENE y fallas NNW. La topografía actual está representada por bloques de fallamiento NS a NNE post mineralización de edad Mioceno a reciente; por lo tanto, la exploración en los alrededores del depósito Trapiche debe estar orientada en el corredor estructural NW, en la búsqueda de estos aspectos estructurales tales como pliegues, zonas con fuerte deformación por intersección de fallas WNW y NE, fracturas y orientación de venillas.

2.2. Bases Teóricas – Científicas

2.2.1. Cartografía Geológica

La cartografía se ha mantenido, desde el desarrollo inicial de las Ciencias de la Tierra, como una de las herramientas fundamentales en la investigación y la exploración geológica. Esto se debe principalmente a su gran utilidad para visualizar de manera gráfica las relaciones espacio-temporales de los cuerpos de roca y de las estructuras tectónicas. Con base en estas representaciones gráficas se pueden afrontar muchos aspectos relativos al origen de las diferentes asociaciones petrológicas que constituyen la corteza, a la evolución paleogeográfica de los continentes en diferentes escalas y la evolución de los rasgos tectónicos del planeta. Su aplicación en problemas de exploración ha propiciado el desarrollo de una gran variedad de representaciones que tienen que ver con los rasgos asociados a los recursos acuíferos, minerales y petroleros. (Gilberto Silva Romo Claudia Cristina Mendoza Rosales Emiliano Campos Madrigal – 2010)

2.2.2. Yacimientos hidrotermales

Depósitos epitermales de baja a intermedia sulfuración

Marco genético:

El conocimiento del término “Epitermal” se remonta hasta los tiempos de Waldemar Leadgren, Geólogo Suizo, quien durante las primeras décadas del siglo pasado, investigo el origen de los depósitos minerales, plasmado en su libro Ore Deposits, llegando a la conclusión que, ello ocurría en función de los ensambles mineralógicos, que a su vez dependían del ambiente geológico donde se habían formado, y para el caso de los yacimientos de filiación hidrotermal, considero que estos estaban gobernados principalmente por factores térmicos, de acuerdo al

gradiente térmica, desde baja hasta muy alta temperatura en : Xenotermal, teletermal, epitermal, mesotermal e hipotermal.

Las conclusiones de Lindgren fueron resultados de su trabajo investigador, realizado directamente en muchos depósitos minerales de las montañas rocosas EEUU, Canadá, México, Australia y Sudamérica, incluyendo Perú (CPCC), donde observo, que un buen número de los depósitos que concentraban metales preciosos Au, Ag, estaban asociados principalmente a los depósitos de rango “Epitermal”.

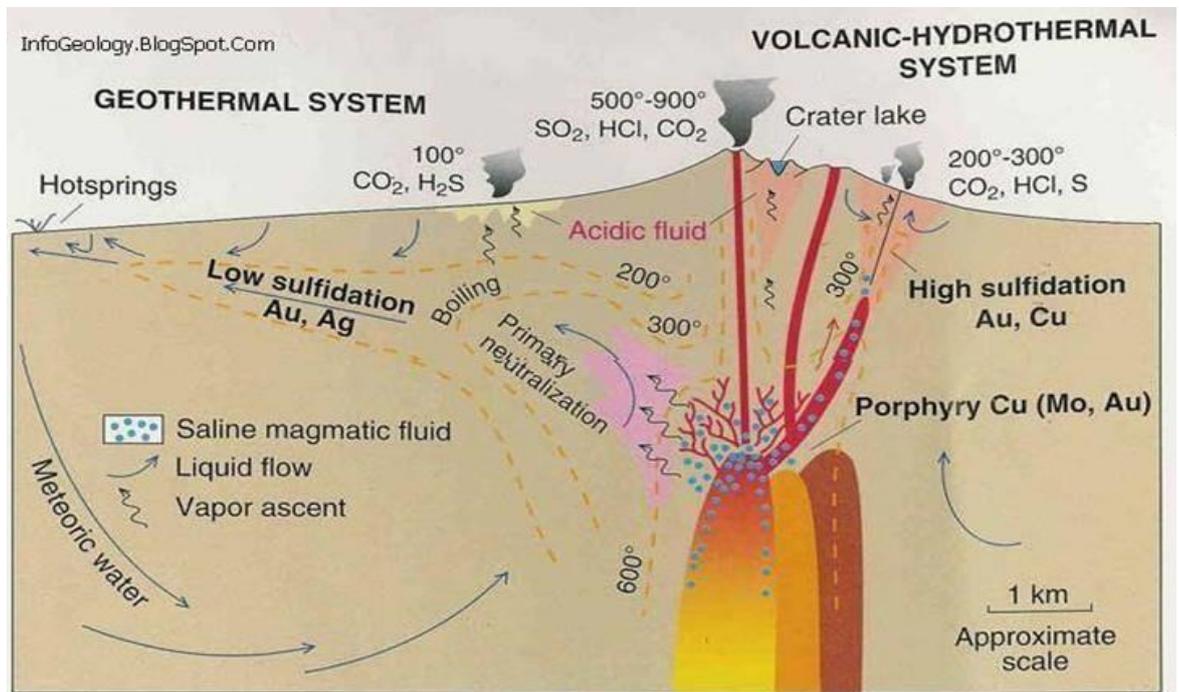
Con el avance del conocimiento geológico de los yacimientos, principalmente del estudio de la termodinámica y composición química mineralógica de los fluidos asociados, se introducen variables como estados de oxidación, acides, alcalinidad, sulfuración entre otros que ayudan a comprender y discriminar mejor los yacimientos asociados a los metales preciosos de Au y Ag.

En particular, para los yacimientos asociados con Au y Ag que se forman en ambientes superficiales (relativamente), la terminología ha sido diversa a lo largo del tiempo como Tipo GoldField. Vetiformes de cuarzo con Au, Te, entre otros, hasta la década de 70s-80s, donde se introduce las variables termodinámicas, químicas, de acides y alcalinidades observadas en los fluidos formadores de los depósitos, de acuerdo a la cercanía o recorrido distal de los fluidos hidrotermales.

Posteriormente se considera que una de la variables críticas para la clasificación de estos depósitos es el estado de sulfuración, y de acuerdo a ello se puede discriminar (clasificar) los depósitos superficiales de baja temperatura asociados a Au, Ag, y metales base en alguno casos en: Yacimientos de Alta, Intermedia y Baja Sulfuración (HS;LS;IS en inglés). EL termino sulfuración se refiere al estado de oxidación o reducción del elemento S, dependiendo la valencia.

Figura 1

Modelo Genético de los Sistemas Epitermales



Nota. Esta figura nos demuestra los elementos importantes que se genera en un sistema epitermal.

Marco Geológico:

Son sistemas hidrotermales de nivel alto, desde profundidades de ~1 Km a fuentes termales superficiales. Sistemas de fallas regionales relacionadas a grabens, calderas resurgentes, complejos de domos de flujo y raramente en sistemas de mar-diatremas.

Son estructuras comunes de extensión en campos volcánicos (fallas normales, ramificaciones de fallas, vetas en echelón, lazos cimoides, etc.); localmente se presentan en rellenos clásticos de graben o de calderas. En algunas áreas se presentan stocks subvolcánicos (de nivel alto) y/odiques de guijarros y diatremas. Localmente en estructuras de domos resurgentes se relacionan a cuerpos intrusivos subyacentes.

Características de los yacimientos epitermales

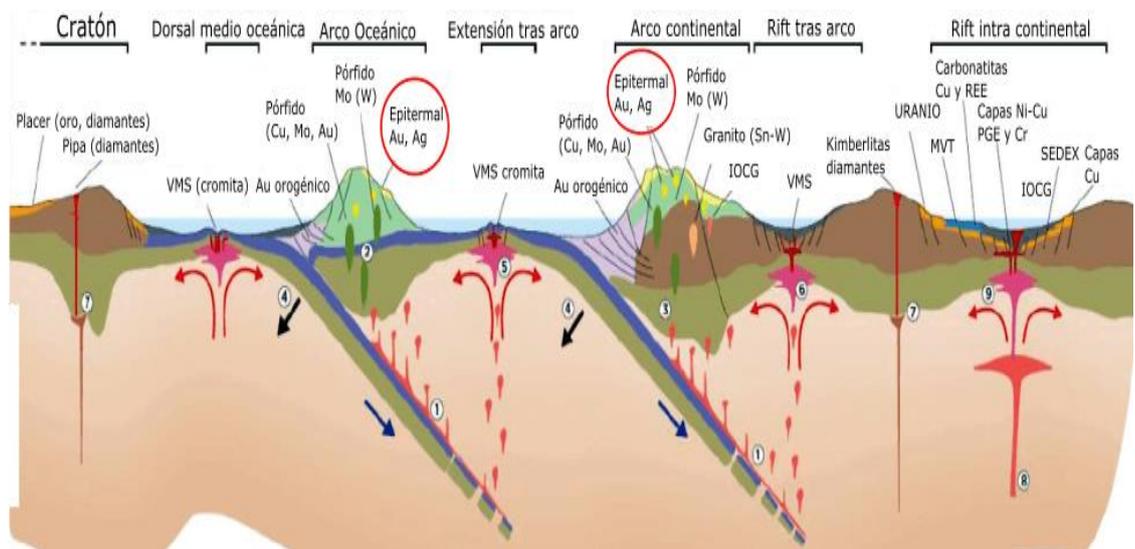
Los yacimientos epitermales se forman en condiciones de temperatura que se encuentra entre 150°C y 300°C (a veces mayores) y en profundidades bajo la corteza entre 1Km a 2Km, con presiones de varios centenares de bares.

Tal como se muestra en la imagen de abajo, los yacimientos epitermales se encuentran relacionados con ambientes geológicos y tectónicos activos (zonas de subducción), donde ocurre procesos volcánicos, es decir arcos de islas oceánicas y arcos volcánicos continentales.

Por lo tanto, es común encontrarlos en estructuras volcánicas, calderas volcánicas y complejos de domos que suelen también estar controlados por procesos tectónicos que generan fallas y fracturas, que permiten el emplazamiento de minerales.

Figura 2

Características de Yacimientos epitermales



Nota: Los yacimientos epitermales se encuentran relacionados a ambientes geológicos volcánicos continentales y volcánicos submarinos en zonas de subducción

Además, es común que los depósitos epitermales geológicamente se encuentren relacionados con vulcanismo subaéreo y subvolcanismo, donde los fluidos magmáticos tienen composición ácida o intermedia, pudiendo el basamento (roca caja) ser de cualquier tipo.

Finalmente, los depósitos epitermales, presentan enriquecimiento general, en agregados minerales que contienen Au, Ag, As, B, Hg, S, Sb, Se, Te, Tl y U.

Alteraciones hidrotermales:

La alteración de la roca huésped varía en función a la profundidad y lateralmente.

- **Sílice Sinter:**

Los depósitos de sinter silíceo son rocas formadas por la evaporación y enfriamiento de aguas termales alcalinas cloruradas, de pH cercano a neutro y ricas en sílice disuelta. Las texturas y morfología que muestran estos depósitos están fuertemente influenciadas por las condiciones ambientales de formación, y por las características hidrodinámicas del agua termal.

La ocurrencia en superficie de depósitos sinter revela la existencia de sistemas hidrotermales de alta temperatura en profundidad, y, por lo tanto, su estudio se relaciona a la exploración geotérmica y mineral.

- **Argílica Avanzada:**

Se reconoce principalmente en el techo del sistema, debajo de las zonas de precipitación de sílice sinter.

El proceso de formación de esta alteración formada principalmente por ensambles de cuarzo-caolinita y cuarzo-alunita (cúbica), asociado a un proceso supérgeno por acidificación de las soluciones hidrotermales, con el cual los feldespatos y plagioclasas de la roca pasan a caolinita y alunita.

- **Silicificación:**

A mayor profundidad y asociado a una mayor temperatura, se puede observar silicificación pervasiva de la roca huésped.

- **Argilización:**

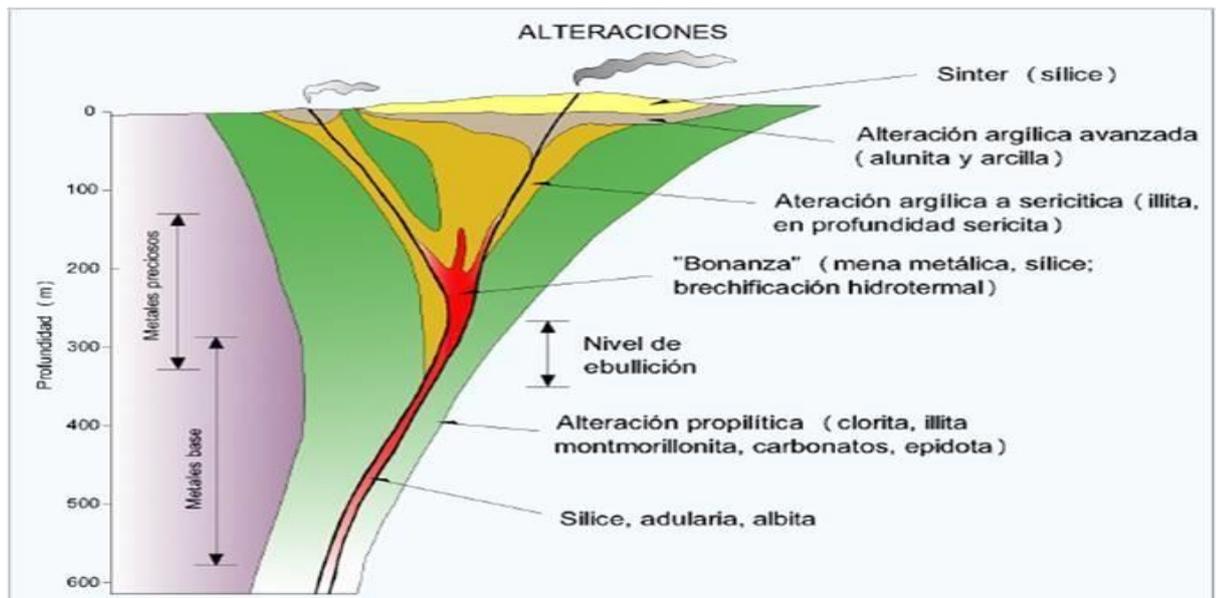
Se muestra como una envolvente de la sílice, tiene un ensamble de caolinita-illita-esmectita y a mayor profundidad grada a sericita-illita-caolinita.

- **Propilítica:**

La alteración propilítica domina en profundidad y en la periferia de las vetas, pudiendo ser extensa, el ensamble típico de clorita-calcita-epidota puede estar o no presente en la alteración.

Figura 3

Modelo de alteración de un yacimiento epitermal de baja a Intermedia sulfuración



Nota: Diferentes alteraciones que presenta de un yacimiento epitermal de baja a Intermedia sulfuración

2.2.3. Identificación de targets en yacimientos epitermales

Para la identificación de targets se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Mucho tiempo de observación de mapas geológicos y análisis de base de datos, pero más tiempo aún caminando, mirando rodados, rompiendo y observando trozos de roca con la lupa.
- Utilización de herramientas GIS y sensores remotos.
- Establecer el marco volcano-tectónico del blanco regional (neutro, extensional, compresional) y si es epitermal o no.
- Diferenciar entre sistemas de alta y baja sulfuración. Intermedia sulfuración puede requerir más tiempo de comprensión.
- Determinar cuál es el control principal: estructural, litológico y/o hidrotermal. Predecir geometría posible.
- Interpretar el mapeo resultante de alteraciones y litología, para observar zonamiento y vectorización de proximal y distal a la fuente, a través de los minerales termo-sensibles. Reconocer el evento mineralizante principal.
- Establecer elementos guías (pathfinders) que tienen buena correlación con los elementos económicos (Au, Ag) buscados.
- Identificar texturas de gangas que permitan establecer nivel de erosión del sistema, ayudados por el zonamiento vertical geoquímico.
- Identificar el contenido total de sulfuros, cuáles son y el porcentaje que ha sido oxidado supergénicamente.

- Métodos eléctricos ayudan predecir cuerpos resistivos ciegos (silicificación) ó conductivos (argílicos), y contactos entre ellos.
- Métodos magnéticos ayudan identificar grandes estructuras que pueden ser continuación de estructuras controlando mineralización conocida.
- Métodos radiométricos sugieren presencia de alteraciones con aumento de K (sericita, illita, alunita).

2.2.4. Fases Tectónicas

El relieve del territorio es el fruto de sucesivos ciclos orogénicos, comprendiendo en ellos varias etapas de sedimentación, de deformación, levantamientos y finalmente, de erosión y peneplanización.

Estas orogenias comienzan con la fragmentación de la Pangea en dos sub placas Gondwana y Laurasia, estas placas en otras placas más pequeñas, así como América del Sur se separó de África, esta separación se produjo entre el Jurásico – Cretácico. Posteriormente reubicándose las placas tectónicas en sus posiciones actuales, durante todo este proceso se dieron diferentes ciclos y fases tectónicas. En la zona del proyecto se ha tomado en cuenta las siguientes fases tectónicas.

- **Fase Inca**

Fuertemente compresiva, genera pliegues, fallas inversas, escurrimientos. Posterior a ella a se genera vulcanismo generalizado en la cordillera Occidental.

En el Eoceno medio a temprano, se producen perturbaciones locales que culminan en el Eoceno terminal con fuerte deformación compresional, evidenciadas por plegamientos que afectan a las capas rojas finicretácicas, así como por fallamiento inverso, siendo la región más afectada la zona norte y

central de la Cordillera Occidental; donde al ser desplazada la pila sedimentaria Mesozoica contra el Geoanticlinal del Marañón, se genera imbricamiento a lo largo de fallas inversas de alto ángulo (Dpto. de Cajamarca, La Libertad y Ancash); mientras que en el sur la deformación fue menos intensa, ya que se observa que las capas rojas de la formación Huanca (Arequipa) y Grupo Puno (Altiplano) fueron moderadamente deformadas.

Esta segunda deformación denominada “Fase Incaica” fue la más importante del ciclo Andino, tanto por su extensión como por sus efectos; habiendo continuado después una actividad erosiva intensa luego un vulcanismo activo (en el sur Grupo Tacaza).

- **Fase Quechua**

Es compresiva, acompañado de fallamiento, levantamiento y erosión que genera la superficie plana y luego vulcanismo explosivo.

Durante el Mioceno la actividad volcánica explosiva fue intensa en la Cordillera Occidental, desarrollándose una gruesa y variada secuencia de piroclásticos mezclados en muchos lugares con sedimentos lacustrinos.

En el Altiplano esta tectónica intra-Miocenica parece no manifestarse por pliegues, sino por una epirogenesis responsable de una fuerte erosión.

Posterior a esta erosión y durante el Mioceno superior, es cuando la actividad explosiva se hace intensa; las series volcánicas que resultan a la superficie Puna son mayormente tobáceas y se les observa rellenando valles y/o superficies pre-establecidas.

2.2.5. Vulcanismo del Cenozoico región sur del Perú

La era Cenozoica comienza con el Terciario hace 65 M.A., en esta etapa se da un intenso vulcanismo a lo largo de la Cordillera Occidental especialmente en

el Mioceno y Plioceno, manteniéndose activo en el sur del Perú hasta el Cuaternario, produciéndose plegamientos, fallamientos y levantamientos por etapas.

Las rocas volcánicas del Terciario que son post-fase tectónica Inca son tobas, aglomerados y cenizas volcánicas, así como lavas principalmente andesíticas.

El magmatismo del cenozoico está relacionado a la migración oeste a este del eje activo de la cordillera de los andes, por efectos de subducción, el vulcanismo de esta etapa es continental. Durante la fase Tectónica del Mioceno-Plioceno la cordillera de los andes queda definitivamente formada.

Se denomina vulcanismo del Cenozoico al conjunto de fenómenos efusivos que se han producido después de la primera tectónica andina del Cretáceo superior.

Se divide el vulcanismo cenozoico por tres grupos situados en el tiempo por relación de los grandes cortes tectónicos (Audebaud y Lefevre 1973).

- a. Vulcanismo del Cretáceo Terminal-Eoceno.
- b. Vulcanismo Oligo-Mioceno.
- c. Vulcanitas Pliocuaternarias.

Dentro del vulcanismo del sur del Perú, se encuentran los siguientes grupos y formaciones:

- a. Grupo Tacaza.
- b. Formación Quellaveco.
- c. Formación Huaylillas.
- d. Grupo Sillapaca.

- e. Formación Toroya.
- f. Formación Lava Horno.
- g. Formación Cardane.
- h. Formación Huenque.
- i. Grupo Maure.
- j. Formación Sencca.
- k. Formación Capillune.
- l. Grupo Barroso.

Figura 4

Diagrama Simplificado de la Estratigrafía

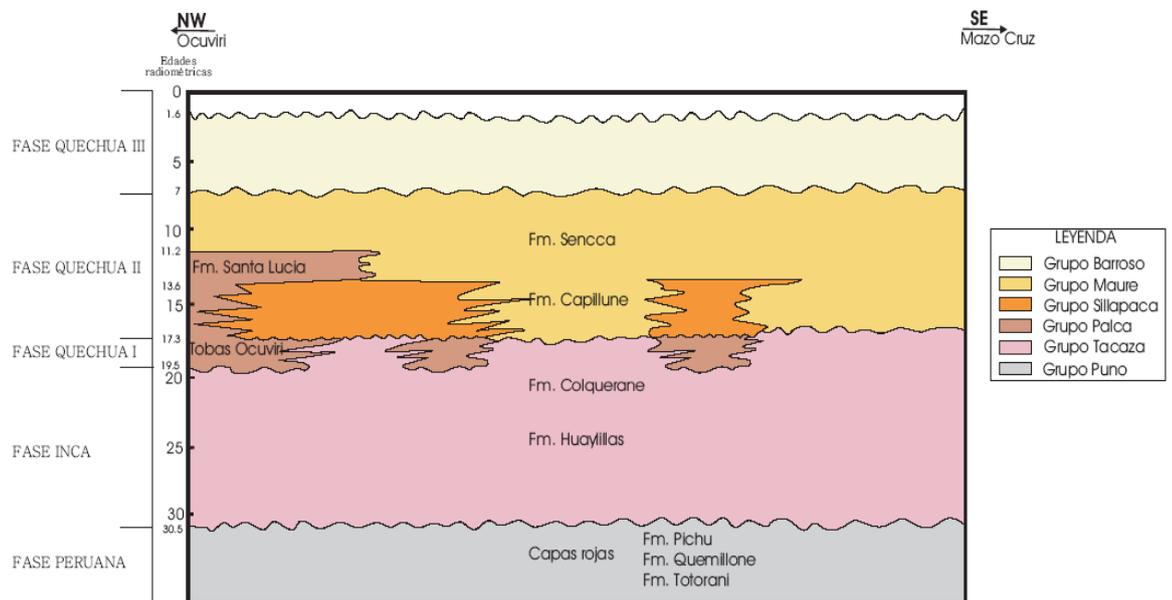


Figura No. 3: Diagrama simplificado de la Estratigrafía de los volcánicos neógenos existentes entre Ocuvi y Mazo Cruz, en base al trabajo del INGEMMET (Boletín N° 42 de la Carta Geológica Nacional, 1993).

Nota: Diagrama publicado por INGEMMET – Boletín N° 42 de la Carta Geológica Nacional

2.3. Definición de Términos conceptuales

2.3.1. Muestreo Geológico

Es una de las operaciones más importantes, en los trabajos de prospección como en los de exploración de los yacimientos minerales. El muestreo geológico, es el único método para determinar la calidad de las menas.

Por intermedio del muestreo se estudian las propiedades físicas, contenido de elementos químicos presentes, además de las características técnicas de los minerales y las rocas encajonantes.

El proceso del muestreo es un conjunto de trabajos encaminados a determinar la composición (cuantitativa y cualitativa) de los componentes útiles e impurezas del mineral.

Este proceso comprende:

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

2.3.2. Mapeo Geológico

Es la representación de la distribución, naturaleza y geometría de los materiales que componen la capa más externa de la Tierra. También, el mapa Geológico es una forma de adquisición y representación de conocimiento. Por todo ello, es un requisito fundamental para la investigación geológica. Es imprescindible en minería, obras públicas, ordenación territorial, aguas subterráneas, previsión de riesgos, etc.

Se realiza estudiando sobre el terreno las formaciones rocosas y analizando en el laboratorio las muestras de rocas tomadas en el campo. También tiene un

proceso de elaboración científicamente sofisticado. Es un instrumento único transferencia de conocimiento.

2.3.3. Identificación de targets

Target es un término de la lengua inglesa que no forma parte del diccionario de la Real Academia Española (RAE). Sin embargo, suele usarse en nuestro idioma con referencia a un objetivo, una meta o un blanco. La noción se emplea con frecuencia en el marketing y la publicidad.

El target es muy intuitivo y fácil de usar, pero la clave reside en lo bien que integra los datos de superficie y de perforación. Gracias a las funciones incorporadas de creación de esquemas, también es capaz de cumplir nuestros requisitos en geología 3D. (Jim Royall)

El target nos permite hacer recopilaciones muy completas vinculando los datos históricos con la geofísica aérea y terrestre, y nuestros datos geoquímicos y de perforación más recientes. Representa información importante de manera gráfica tanto para los inversionistas como para los geólogos. (Garrett Ainsworth)

2.3.4. Fases tectónicas

Es una megamorfo estructura que se extiende paralela al borde Oeste de la placa Sudamericana con una extensión de 7000 km. Y con alturas de hasta 6000 msnm.

El origen de los Andes es una consecuencia de la actividad tectónica, producto de la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa Continental de Sudamérica. La subducción de placas no es más que el producto de la convergencia de dos placas una con mayor densidad y una con menor densidad, por lo general se asocia el límite convergente de placas a una zona de compresión.

La cordillera de los Andes constituye una de las cadenas de montañas más impresionantes del planeta. Se encuentran situados sobre una zona de convergencia entre las placas oceánicas Nazca y Cocos las cuales subductan debajo de la placa continental de América de Sur.

2.3.5. Caldera

Es un gran hueco similar a un caldero que se forma poco después del vaciado de una cámara de magma en una erupción volcánica. Cuando grandes volúmenes de magma entran en erupción en un corto período de tiempo, se pierde el soporte estructural de la roca sobre la cámara de magma. La superficie del suelo luego colapsa en la cámara de magma vacía o parcialmente vacía, dejando una gran depresión en la superficie (de uno a docenas de kilómetros de diámetro). Aunque a veces se describe como un cráter, la característica es en realidad un tipo de sumidero, ya que se forma a través del hundimiento y el colapso en lugar de una explosión o impacto. En comparación con los miles de erupciones volcánicas que ocurren cada siglo, la formación de una caldera es un evento raro, que ocurre solo unas pocas veces por siglo. Solo se sabe que ocurrieron siete colapsos formadores de calderas entre 1911 y 2016. Más recientemente, se produjo un colapso de caldera en Kilauea, Hawai en 2018.

2.3.6. Yacimientos epitermales

Los yacimientos epitermales se encuentran relacionados a ambientes geológicos volcánicos continentales y volcánicos submarinos en zonas de subducción. Se los considera muchas veces como la parte superior de un sistema de mineralización mucho más grande y complejo que empieza con la formación de los depósitos tipo pórfidos de cobre.

2.3.7. Intrusiones hipoabisales

Son cuerpos hipoabisales o subvolcánicas son intrusiones de relativamente pequeñas dimensiones, ubicados en profundidades bajas - algo entre el batolito y de la superficie. Los cuerpos hipoabisales / subvolcánicas muestran algunas particularidades:

- a) Velocidad del enfriamiento mediana.
- b) Heterogéneo, los contactos a la roca de caja tienen otro desarrollo.
- c) Probable contacto con aguas subterráneas, movilizaciones hacia y desde de la roca de caja.
- d) Contenidos altos en volátiles y fase acuosa en el magma. Probables fenómenos de auto- metasomáticos.
- e) Relación (directa o indirecta) con depósitos minerales.

Cuerpos generales:

Estructura hipoabisales o subvolcánicas macizas se llama: Lacolito, Lopolito o Stock.

- a) Lopolito: Pequeño cuerpo hipoabisal curvado hacia abajo.
- b) Lacolito: Pequeño cuerpo hipoabisal curvado hacia arriba.
- c) Stock: Cuerpo hipoabisal menor de 100 km²; conectado con el Plutón.
- d) Sill: Cuerpo hipoabisal paralelo de los estratos.
- e) Dique: Cuerpo tabular - subvertical a vertical entre 1 m hasta 200 metros de ancho.

2.3.8. Zonas anómalas

Distribución de mineralización a partir de un centro principal y donde se pueden distinguir halos o aureolas con paragénesis características y diferentes entre sí. Esto obedece a que las solubilidades de los componentes que conforman los fluidos mineralizantes son diferentes, por esto la deposición o cristalización de los variados minerales ocurre bajo diferentes regímenes de temperatura y presión. Esto significa que los elementos menos solubles se depositarán primero y los más solubles se depositarán después.

2.3.9. Exploración de sondajes diamantinos

La perforación Diamantina es uno de los métodos de sondaje más usados por excelencia en la actividad minera, debido a la mayor información que es capaz de brindar para el descubrimiento, constatación, estudio y cubicación de los yacimientos minerales; El principio de la perforación diamantina se basa en la erosión o el desgaste de las formaciones geológicas o rocas por fricción, como efecto inmediato de la rotación y presión de empuje a la que es sometida la broca o corona diamantada contra la roca.

2.3.10. Exploración geoquímica

La exploración geoquímica está enfocada en el descubrimiento de distribuciones anómalas de elementos. Se distingue los estudios geoquímicos enfocados en un reconocimiento general y los estudios geoquímicos más detallados aplicados en un área prometedora para un depósito mineral. Además, se puede clasificarlos con base en el material analizado.

2.3.11. Alteraciones hidrotermales

La alteración hidrotermal es la reorganización de la roca encajonante, producto de un cambio químico – mineralógico y textural, dando como producto

cambios físicos y químicos, originados por un agente hidrotermal principalmente (agua caliente, vapor o gas). La alteración hidrotermal ocurre a través de la transformación de fases minerales, crecimiento de nuevos minerales, disolución de minerales y/o precipitación, y reacciones de intercambio iónico entre los minerales constituyentes de una roca y el fluido caliente que circuló por la misma.

La temperatura del fluido y el pH del mismo son los factores más relevantes en la asociación mineralógica resultante de los procesos de alteración hidrotermal, más que la litología.

Factores que controlan a la alteración hidrotermal de las rocas

- a) Temperatura y la diferencia de temperatura (Δt°) entre la roca y el fluido que la invade: mientras más caliente el fluido mayor será el efecto sobre la mineralogía original.
- b) Composición del fluido; sobre todo el pH del fluido hidrotermal: mientras más bajo el pH (fluido más ácido) mayor será el efecto sobre los minerales originales.
- c) Permeabilidad de la roca: Una roca compacta y sin permeabilidad no podrá ser invadida por fluidos hidrotermales para causar efectos de alteración. Sin embargo, los fluidos pueden producir fracturamiento hidráulico de las rocas o disolución de minerales generando permeabilidad secundaria en ellas.
- d) Duración de la interacción agua/roca y variaciones de la razón agua/roca. Mientras mayor volumen de aguas calientes circulen por las rocas y por mayor tiempo, las modificaciones mineralógicas serán más completas.
- e) Composición de la roca; la proporción de minerales: es relevante para grados menos intensos de alteración, dado que los distintos minerales tienen distinta

susceptibilidad a ser alterados, pero en alteraciones intensas la mineralogía resultante es esencialmente independiente del tipo de roca original.

- f) Presión: este es un efecto indirecto, pero controla procesos secundarios como la profundidad de ebullición de fluidos, fracturamiento hidráulico (generación de brechas hidrotermales) y erupción o explosiones hidrotermales. Los dos factores iniciales temperatura y composición del fluido hidrotermal son los más importantes para la mineralogía hidrotermal resultante de un proceso de alteración.

2.3.12. Yacimientos epitermales de baja sulfuración

Los depósitos epitermales de baja sulfuración ocurren a manera de vetas polimetálicas que se forman hasta 1.5 kilómetros de profundidad y a una temperatura entre 200°C a 280°C, además, ocurren afines con centros volcánicos en el continente y se consideran importantes para la extracción de oro (Au) y plata (Ag).

También varios de estos depósitos suelen tener concentraciones importantes de plomo (Pb), zinc (Zn) y a veces cobre (Cu) como minerales de sulfuro.

2.3.13. Yacimientos epitermales de intermedia sulfuración

Según Sillitoe 1995, los depósitos de sulfuración intermedia son estructuralmente muy similares a los de baja sulfuración (epitermales alcalinos), aunque las características geoquímicas de los fluidos mineralizantes asociados y de las mineralizaciones metálicas suele guardar una mayor afinidad con los depósitos de alta sulfuración. Así según la terminología más reciente, el término de estado de sulfuración, de forma análoga al estado de oxidación se ha establecido un marco de referencia para el estado de sulfuración en función de la temperatura y la

fugacidad de S₂ gas. Los límites entre condiciones de sulfuración muy baja, baja, intermedia, alta y muy alta; vienen determinadas factualmente por los campos de estabilidad de diversas especies de sulfuros. Por lo tanto, como su nombre indica, los depósitos de sulfuración intermedia poseen los estados de sulfuración entre los tipos de alta y baja, típicamente con la estabilidad de calcopirita, tetraedrita-tenantita y esfalerita pobre en FeS, pero carente de arsenopirita apreciable y pirrotita.

2.3.14. Control Estructural

Los controles estructurales en los depósitos epitermales se extienden desde el arco magmático hasta el trasarco, estos controles favorecen a la circulación de los fluidos mineralizantes, en especial las estructuras extensionales, como fallas normales que favorecen a la deposición mineral, y las estructuras de intersección que generan la mezcla de fluidos.

2.3.15. Control litológico

Entre las unidades litológicas más representativas por su relación aurífera, sea como receptáculo o como generador, se pueden mencionar de la más antigua a la más reciente: Proterozoico, Complejos del Marañón, Olmos y Arequipa. Paleozoico, volcánicos-sedimentarios Lavasén, en el norte, Grupo Excélsior, en el centro y el Grupo Cabanillas en el sur. Mesozoico, los volcánicos-sedimentarios Oyotún, La Formación Chicama, el Grupo Goyllarisquisga (Formaciones Chimú y Santa) y la Formación Chulec, en el norte. El Grupo Pucará en el centro y los Volcánicos-sedimentarios Chocolate, Guaneros, Quilmana y Copar, el Complejo Bella Unión y las Calizas Ferrobamba, en el sur. Cenozoico, el Grupo Calipuy en el norte, el Grupo Tacaza, los volcánicos Santo Tomás y el Grupo Barroso en el sur. Las rocas intrusivas están representadas desde el Paleozoico por el Batolito de

Pataz, los plutones de Querobamba y de la cordillera Oriental, hasta el Cretáceo-Terciario, por el Paleozoico por el Batolito de Tabacones, en el norte y el Batolito de la Costa, superunidades Tiabaya, Incahuasi, Linga, entre otros, en el sur. (Torres & Enríquez, 1996).

2.3.16. Control Mineralógico

De Montreuil (1996) ha realizado diversos estudios minerográficos de minas distribuidas en el Perú, en los cuales menciona especies mineralógicas, ocurrencias, guías mineralógicas, granulometría, distribución según sus asociaciones mineralógicas, paragénesis, zonamiento y otras características mineralógicas frecuentes en los depósitos auríferos orientado a que sirvan como guía para la exploración de nuevos yacimientos de oro y apoyo para el tratamiento metalúrgico. Son 8 las fajas identificadas, las que se mencionan a continuación:

- Faja Nazca – Ocoña: El Oro Nativo > Eléctrum.
- Faja del Callejón de Conchucos: Arsenopiritas auríferas.
- Faja de Yacimientos Epitermales: Eléctrum > Oro Nativo.
- Faja Pataz – Tayabamba: Oro Nativo~Eléctrum.
- Área de Ulcumayo: Oro Nativo > Eléctrum.
- Área de Vilcabamba: El mineral aurífero es el oro nativo.
- Faja de Marcapata – Sandia: Mineral aurífero el oro nativo.
- Faja Aurífera no delimitada. (Huánuco)

2.4. Enfoque filosófico – epistémico

La cartografía e identificación de targets influyen en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata, las características geológicas y estructurales determinan su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suykutambo de Brexia Goldplata.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La investigación de tipo exploratorio, descriptivo y aplicativo.

Será explorativo porque mediante la cartografía e identificación de targets se determinará zonas de interés económico. Así mismo se describirá las características geológicas, estructurales de la litología y la mineralización en la zona del proyecto. Será aplicada por que los datos recolectados en campo, el análisis y la interpretación de los resultados servirán para determinar el tipo de yacimiento y el origen de la mineralización de las vetas de la zona del proyecto. Para tomar en cuenta el tipo de investigación tenemos la teoría de Hernández, et al. (2014, p.92) donde formula en forma literal “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”. De la misma forma tomamos en cuenta la teoría formulada por Lozada que a la letra dice que “La investigación Aplicada se centra en la resolución de problemas en un contexto determinado, es decir, busca la aplicación o utilización de conocimientos,

desde una o varias áreas especializadas, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo”. (Lozada, 2014, p. 35).

3.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación utilizado es de tipo exploratorio, porque a través del mapeo e identificación de targets, se identificarán áreas de interés económico. De igual forma, se describirá la litología y características estructurales geológicas mineralizadas del área del proyecto.

3.3. Característica de la Investigación

La característica de la investigación será aplicativa.

3.4. Método de Investigación

Se realiza un enfoque Cualitativo, describiendo y explicando la caracterización geológica de las zonas de estudio, mediante la descripción e interpretación de las características litológicas, alteraciones, mineralógicas y estructurales. El desarrollo del presente tema de investigación se realiza en tres etapas; Recopilación de información, trabajo de campo y trabajo analítico.

3.5. Diseño de la Investigación

El diseño está basado en un análisis de datos geológicos y estructurales como una sola variable, que nos permite realizar una evaluación para solucionar el problema de determinar zonas de interés económico y el origen de las estructuras mineralizadas, determinándose por ello una investigación de diseño pre-experimental.

3.6. Procedimiento del muestreo

El procedimiento de muestreo se realizó sobre todas las estructuras mineralizadas como vetas, fallas, brechas y pórfidos que se presentan en el área del

proyecto. El tipo de muestreo es sistemático pues se aprovecha los puntos de afloramientos de las estructuras.

3.7. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnicas

La técnica utilizada para la recolección de datos son los siguientes:

- Observaciones de campo: Levantamiento de planos topográficos a escala 1/1000, Mapeo geológico a escala 1/1000, Toma de datos estructurales.
- Análisis documental: Revisión y recopilación de estudios geológicos existentes en el distrito Minero.

3.7.2. Instrumentos

- Plano topográfico
- Plano geológico
- Libreta de apuntes
- PETS de muestreo.
- Equipo de geólogo para la toma de datos.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Ejecución y elaboración de estudios de geología, geología estructural, mineralogía, que nos servirá para determinar la calidad propuesta de exploración para el incremento de recursos minerales en el yacimiento. Técnicas analíticas e interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de trabajo y elaboración del proyecto de investigación.

3.9. Orientación Ética

La investigación se realiza sin crear ningún proceso que afecte o que cause impacto negativo en el ambiente donde se realiza el presente proyecto.

El proyecto se enmarca en el compromiso de no realizar actividades que involucran impactos negativos en el ambiente en la zona del proyecto

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Descripción de área de estudio

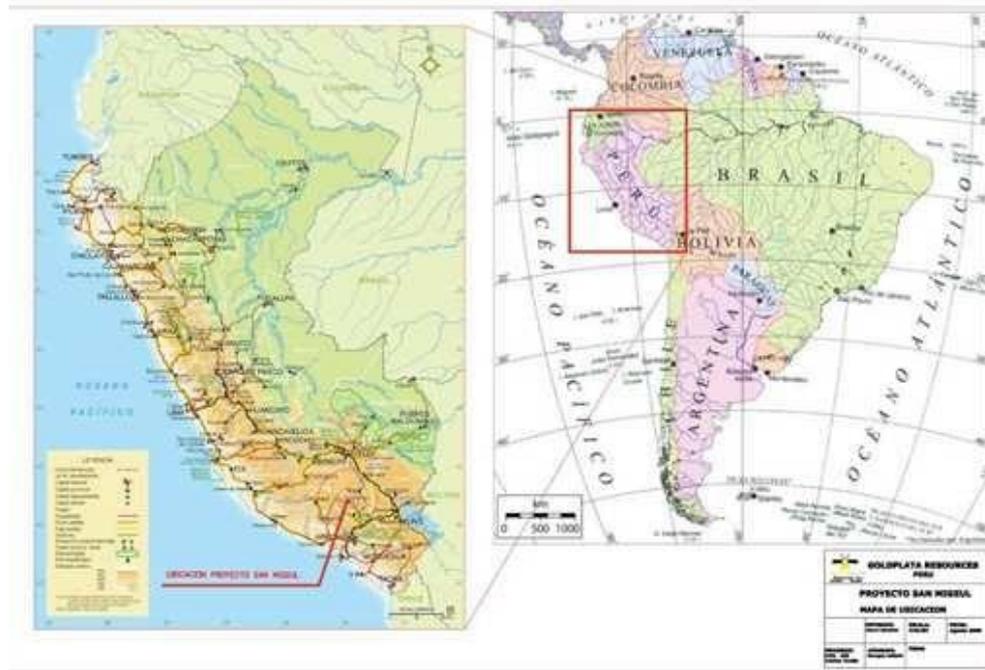
4.1.1.1. Ubicación

La zona de estudio se encuentra al sur de Perú, al norte de la ciudad de Arequipa, en el límite de los departamentos de Arequipa y Cusco. Políticamente pertenece al departamento de Cusco, provincia de Espinar, distrito de Suyckutambo.

La unidad minera Suyckutambo se encuentra ubicado en la franja de epitermales de baja sulfuración, la roca encajante corresponde al grupo Tacaza y la edad posible de mineralización en este distrito minero data a 12 a 16 M.a. Fig. N° 05

Figura 5

Ubicación del Proyecto Suyckutambo



Nota: Ubicación del proyecto en la zona sur del Perú

4.1.1.2. Accesibilidad

El acceso al área del proyecto se realiza a través de la carretera que viene desde la ciudad de Arequipa hasta el cruce Chivay- La Pulpera- Sibayo, de allí se continua por un acceso de trocha hasta el distrito de Caylloma, y se prosigue hasta la unidad de Suyckutambo.

Tabla 1

Vías de acceso al proyecto Suyckutambo.

Acceso a la Zona del Proyecto			
RUTA	Km.	Vía	Horas (Vehículo)
Lima - Arequipa	1005	Asfaltada	16 h.
Arequipa - Yura - La Pulpera	104	Asfaltada	2 h.
La Pulpera – Sibayo – Caylloma	121	Trocha carrozable	2h. 30m.
Caylloma – Unidad Suyckutambo	26	Trocha carrozable	0 h. 40m
Total	1256		21 h. 10m.

Nota: Diferentes vías de acceso al proyecto

4.1.1.3. Clima y vegetación

Se diferencian dos estaciones bien marcadas:

Una húmeda durante los meses de noviembre a abril, con abundantes precipitaciones pluviales por lo general en forma de nieve y granizo; y la otra el resto del año con ausencia de precipitaciones pluviales y la ocurrencia de fuertes heladas. En los meses de agosto y octubre se da la ocurrencia de fuertes vientos.

El periodo más caliente ocurre en el mes de diciembre con temperaturas de hasta 8,5°C y el más frío en junio y julio con temperaturas de -7°C. Los meses más cálidos son: noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, con un promedio de 7,5 °C. Los meses más fríos son en junio, julio y agosto, con un promedio de 2,5 °C.

El clima es típico en la región comprendida entre la Puna y Cordillera, con dos estaciones bienmarcadas: una frígida – helada va desde mayo a octubre, y la segunda frígida y húmeda entrenoviembre y abril.

En estas zonas altas las precipitaciones pluviales son abundantes y tiene lugar entre diciembre y abril de cada año, generalmente están acompañadas por fuertes tempestades eléctricas también con granizo y nieve.

La flora está limitada a plantas como Ichu, pastos, yareta, musgo, pinco pinco, paja de puna.

La fauna está conformada por vicuña, llamas, alpacas, vizcachas, huallatas, zorros cordilleranos y venados.

4.1.1.4. Fisiografía

La fisiografía de la zona está formada por laderas empinadas y cumbres, así como valles glaciares, morrenas y lagunas. Todo ello como consecuencia de la acción glaciaria que está actuando tanto en rocas volcánicas como en sedimentarias que afloran en la región. Los desniveles de esta región corresponden a los valles glaciares y depresiones lagunarias; estos desniveles al sur son más pronunciados, alcanzando 500 m. de profundidad, mientras que al N se hacen cada vez menos pronunciados. Las pampas no son continuas y ocupan un área mínima en la zona de estudio, pero fuera de ella ocupan una gran extensión. Sus altitudes fluctúan entre 4950 y 4700 m.s.n.m.

Las lomadas están representadas por una sucesión de pequeñas colinas bajas y alargadas con flancos de inclinación suave, y en conjunto dan un aspecto ondulado al paisaje cortado por numerosas quebradas, estas están localizadas entre las altitudes de 4700 a 4950.

Por la actividad glaciaria las partes más altas han sido afectadas fuertemente por la acción denudatoria del hielo, mientras que las partes bajas adyacentes están cubiertas por morrenas y depósitos fluvio-glaciares, que a su vez se hallan parcialmente cubiertos por material aluvial.

Figura 6

Ejemplos de paisajes típicos en la región del proyecto



4.1.1.5. Marco Geológico

El yacimiento está emplazado en la faja volcánica de la cordillera occidental de los Andes del sur del Perú, al borde noroeste de la caldera de Cailloma, donde afloran rocas sedimentarias y volcánicas desde el Jurásico hasta el reciente. El depósito se caracteriza por un sistema de vetas de tendencia NE-SW, E-W y NW-SE intruyendo a rocas del Grupo Tacaza de edad Mioceno Inferior.

En la zona de Caylloma estos depósitos volcánicos y algunos afloramientos sedimentarios conforman parte de la Cordillera Occidental de los Andes del Sur del Perú. Estos son el resultado del emplazamiento, migración y superposición de varios arcos magmáticos entre 24y 0.01 Ma. (OLADE, 1980; Kaneoka, 1982; Noble et al., 2002 y 2003; Echavarría et al., 2006), es decir durante el Mioceno al Pleistoceno. De esta manera se distinguen varios centros eruptivos: estrato volcanes, probables calderas, domos y conos de escorias; los cuales dieron lugar a numerosas secuencias

volcánicas y volcanoclásticas generadas por intensas e intermitentes actividades efusivas, explosivas y extrusivas.

a) Geología Regional

El substrato del volcanismo Cenozoico en la región sur del Perú, consiste en secuencias sedimentarias silicoclásticas y carbonatadas erosionadas y deformadas, comprendidas entre el Jurásico al Cretáceo superior (Coniaciano). Estas secuencias sedimentarias rellenaron la cuenca sedimentaria Arequipa, que se encuentra localizada en el Suroeste Peruano. La columna estratigráfica presenta a la base depósitos turbidíticos depositados en la cuenca (Fm. Puente, Caloviano-Oxfordiano), seguidos por depósitos de talud (Fm. Cachíos, Kimmeridgiano) y por depósitos silicoclásticos de plataforma (Fm. Labra, Kimmeridgiano-Titoniano), a continuación, se depositaron calizas arrecifales (Fm. Gramadal, Titoniano), cubiertas por depósitos de playa (Fm. Hualhuani, Berriasiano); estos depósitos son conocidos como Grupo Yura. Hacia arriba se tienen depósitos deltaicos y de llanura de inundación (Fm. Murco, Valanginiano), cubiertos por depósitos de plataforma carbonatada y evaporitas con facies tipo Sabhka (Fm. Arcurquina, Aptiano-Coniaciano). Finalmente, los depósitos del volcanismo Cenozoico sobreyacen en discordancia angular a las secuencias sedimentarias del Cretácico.

El Grupo Yura es la formación más antigua y constituye el basamento local. En él se han diferenciado las formaciones Labra y Hualhuani; sobre esta última formación yace en forma concordante la formación

Murco, en la que se han diferenciado cuatro miembros: A, B, C y D, terminando la secuencia sedimentaria mesozoica con la presencia de la formación Arcurquina.

El grupo Tacaza está conformado por una potente secuencia de rocas volcánicas, en general de composición andesítica y en menor medida dacítica y riolítica. En la zona se reconocen las formaciones Orcopampa e Ichoccollo, de fundamental importancia por constituir la roca huésped para la mineralización. Sobreyace discordantemente al grupo Yura y a las tobas y tufos dacíticos y riolíticos de la formación Sencca, en discordancia erosional. Sobreyaciendo a la formación Sencca se encuentra en discordancia la formación Pusa, con sedimentos lacustres.

En el Cuaternario se emplazaron las rocas volcánicas del grupo Barroso, a los que le siguió una intensa actividad glacial originando depósitos pleistocénicos con predominancia de morrenas y fluvioglaciares y recientes, de pequeñas morrenas y depósitos aluviales y residuales. Finalmente, como rezagos de la intensa actividad volcánica se emplazaron los conos de escorias del grupo Andagua.

Figura 7

Columna estratigráfica regional

ERA		UNIDAD	LITOLOGÍA	ESPESOR (M)	DESCRIPCIÓN	
MESOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		?	Gravas, arenas y limos inconsolidados, conos de deyección, aluviales, horizontes fluvioaluviales, suelos residuales.	
		PLEISTOCENO	Depositos Pleistocénicos		±100	Gravas, arenas y limos, en forma de aluviales, fluvioaluviales y horizontes
			Grupo Borrroso		±150	Calizas limas, arenista gris oscura porfirítica, desarrollo en bloques. Muelas, lavas, arenista gris oscura afanítica, desarrollo en bloques.
		PLIOCENO	Discar. Erosional			
	Formación Puso			±100	Intercalación delgada de areniscas tabeares finas con lías de colores crema y amarillentas.	
	MIOCENO	Discar. Erosional				
		Volcánico Seneca		±100	Caldera Baylona depósitos andesíticos porfiríticos Tobos y tufos ácidos y ríolíticos, compactos y brechosos. Blanqueados. Desarrollo cono cónico, con niveles arena tabeares.	
	TERCIARIO	GRUPO TACAHA	Discar. Erosional			
			Formación Ichocollo		±800	Caldera Chorro conos ácidos por talpa Dijonnes andesíticos, afánicos y porfiríticos, gris oscuro, con niveles de brechas y areniscas volcánicas.
			Formación Orcopompo		±1000	Lavas y aglomerados basálticos, verdosos, violáceos. Muelas con niveles de brechas. Secuencia lacustre retrotilada de Tobos, detritos areniscos, conglomerados, areniscas finas, lías verdes o violáceas con clastos volcánicos.
	SUPERIOR	GRUPO YURA	Discar. Erosional			
			Formación Hualluani		±250	Areniscas cuarcíticas, blancas, con bancos de 2 a 3 metros, con estratificación cruzada.
			Formación Granadal		±200	Calizas grises a negras, afánicas, bancos delgados, con niveles de pelitas oscuras.
Formación Labro				±1200	Intercalación de areniscas gris oscuras y lías oscuras.	
		Formación Cochis		±400	Lías gris oscuras o negras, con algunas intercalaciones de areniscas grises.	

b) Estratigrafía Volcánica

Se han distinguido tres periodos eruptivos: Mioceno, Plioceno y Pleistoceno.

Mioceno (23.0 M.a) – (5.3 M.a)

- **Centro Volcánico Sonco-Chonta:** Se encuentra ubicado a 14 Km. al NO de Caylloma. Este centro volcánico ha originado numerosos y espesos depósitos lávicos y piroclásticos, como resultado de seis eventos eruptivos. El centro volcánico Sonco-Chonta reporta edades Ar/Ar de 20.3 ± 0.11 M.a. (Echevarría et al, 2006) y K/Ar de 11.4 ± 0.4 M.a. (Peterson et al., 1983). Esta estructura volcánica fue reconocida por Peterson et al. (1983) y Noble et al. (1989) como una caldera volcánica, sin embargo, luego del trabajo realizado no se han reunido los suficientes argumentos geológicos para confirmar y definirla como tal.
- **Centro Volcánico Kerhuanta:** Se encuentra localizado a 15 Km. al SO del poblado de Caylloma, siendo constituido luego de tres eventos eruptivos: 1) Corresponde a depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos. 2) Está constituido por depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris verdosos; cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas gris claros a gris violáceos 3) Consiste en depósitos de flujos de lava porfirítica, gris verdosa; y por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris verdosos; siendo intruidos por varios domos andesíticos

porfiríticos.

- **Complejo Volcánico Caylloma:** Ubicado a 10 Km. al Sureste de Caylloma. Este complejo volcánico está constituido por un centro eruptivo inicial de edad Miocénica, edificado por diversos depósitos volcánicos, los cuales fueron posteriormente erosionados y cubiertos por otros productos que son el resultado del colapso gravitacional del edificio volcánico inicial y que ha generado una estructura volcánica denominada como Caldera Caylloma (Noble, 1979; Dávila, 1981) de edad Pliocénica.

El centro volcánico inicial está constituido por tres eventos eruptivos:

- 1) Consiste en secuencias volcanoclásticas, gris blanquecinas, que representan un hiato volcánico producido antes de la formación del centro eruptivo inicial
 - 2) Conformado por depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris oscuros
 - 3) Muestra una dinámica predominantemente explosiva, sus productos consisten en flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos
- **Complejo Volcánico Culluncuya:** Se localiza a 28 Km. al Sur de Caylloma. Está constituido por dos estructuras: un edificio volcánico inicial emplazado en el Mioceno, posteriormente cubierto por un nuevo centro volcánico emplazado probablemente en el Plioceno. Conformando cuatro eventos eruptivos:

- 1) Consiste intercalaciones de depósitos de flujos de lava, porfírica, gris verdosa; flujos piroclásticos de bloques y cenizas, porfíricos, gris violáceos.
- 2) Corresponde a una dinámica netamente explosiva que originó depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos.
- 3) Constituido por depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris verdosos.
- 4) Conformado por depósitos de flujos de lava andesítica, gris azulina, textura afírica.

Plioceno (5.3 M. A) – (1.8 M. A)

- **Complejo Volcánico Caylloma (Caldera Caylloma):** Como se señaló anteriormente, el centro eruptivo inicial de probable edad Miocénica, es destruido por un aparente colapso gravitacional del edificio volcánico generado por la emisión de voluminosos depósitos de flujos piroclásticos, resultando una estructura circular tipo caldera (Noble, 1979; Dávila, 1981; Peterson et al., 1983; Noble et al., 1989; Noble et al., 2002). Posteriormente al colapso gravitacional, probablemente parte del resto de magma de la cámara fue emitido súbitamente depositando un nuevo flujo piroclástico de cenizas, con cristales muy finos. La depresión formada fue rellenada por sedimentos volcanoclásticos, característicos de las facies intracaldera. Estos depósitos han sido agrupados conformando tres eventos eruptivos:

- 1) Consiste en depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos, soldados
- 2) Conformado por depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, soldados, gris oscuros a parduscos, textura eutaxítica y lapilli acrecional.
- 3) Una vez formada la caldera volcánica resulta una depresión topográfica, en la cual se emplazó probablemente una laguna, la cual fue rellenada por sedimentos volcanoclásticos y limolitas de coloraciones gris blanquecinas a amarillentas, en capas centimétricas y laminación paralela.

Se ha reportado una edad Ar/Ar de 4.4 ± 0.1 Ma, tomado en el camino de Yauri a Tintaya (Noble et al., 2002), asignándole una edad Pliocénica.

- **Centro Volcánico Cosana:** Se localiza a 8 Km. al SE de Caylloma. Este centro volcánico se encuentra emplazado en la parte central de la Caldera Caylloma, sin embargo, no representa alguna resurgencia de esta estructura volcánica (Noble et al., 2002). Sus depósitos conformantes eventos eruptivos: 1) depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris blanquecinos 2) Está constituido por depósitos de flujos de lava, afanítica, gris verdosa. 3) Constituido a la base por depósitos de flujos de lava, color gris azulinos

Se le asigna al Plioceno debido a la edad K/Ar realizado en roca total que reporta 3.77 ± 0.14 Ma (Kaneoka, 1982).

- **Centro Volcánico Culluncuya:** Como se indicó anteriormente, el nuevo centro volcánico cubre un edificio de edad Miocénica, siendo el resultado de cinco eventos eruptivos: 1) Está conformado a la base por secuencias volcanoclásticas, gris blanquecinas 2) Consiste en intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris verdosos; depósitos de flujos de pómez y cenizas, gris verdosos y gris blanquecinos, soldados. 3) Hacia la base consisten depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, de color gris; sobreyacen flujos piroclásticos de pómez y cenizas, de color gris, soldados. 4) Constituidos por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris claros; cubiertos por depósitos de flujos de lava, gris verdosa.
- **Centro Volcánico Chila:** Se encuentra ubicado aproximadamente a 14 Km. al Oeste de Caylloma, habiendo sido constituido por tres eventos eruptivos: 1) Consiste en depósitos de flujos de lava, gris azulinos gris verdosos, afíricos 2) Constituido a la base por depósitos de flujos de lava, gris verdosa, textura afírica; cubiertos por flujos piroclásticos de pómez y cenizas, color gris 3) Consiste en depósitos de flujos de lava gris verdosa, textura afanítica; sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris verdosos

Se ha reportado una edad K/Ar en roca total de 1.02 ± 0.02 Ma (OLADE, 1980), sin embargo, se presume que esta edad es muy joven para estos depósitos, debido probablemente a la pérdida de

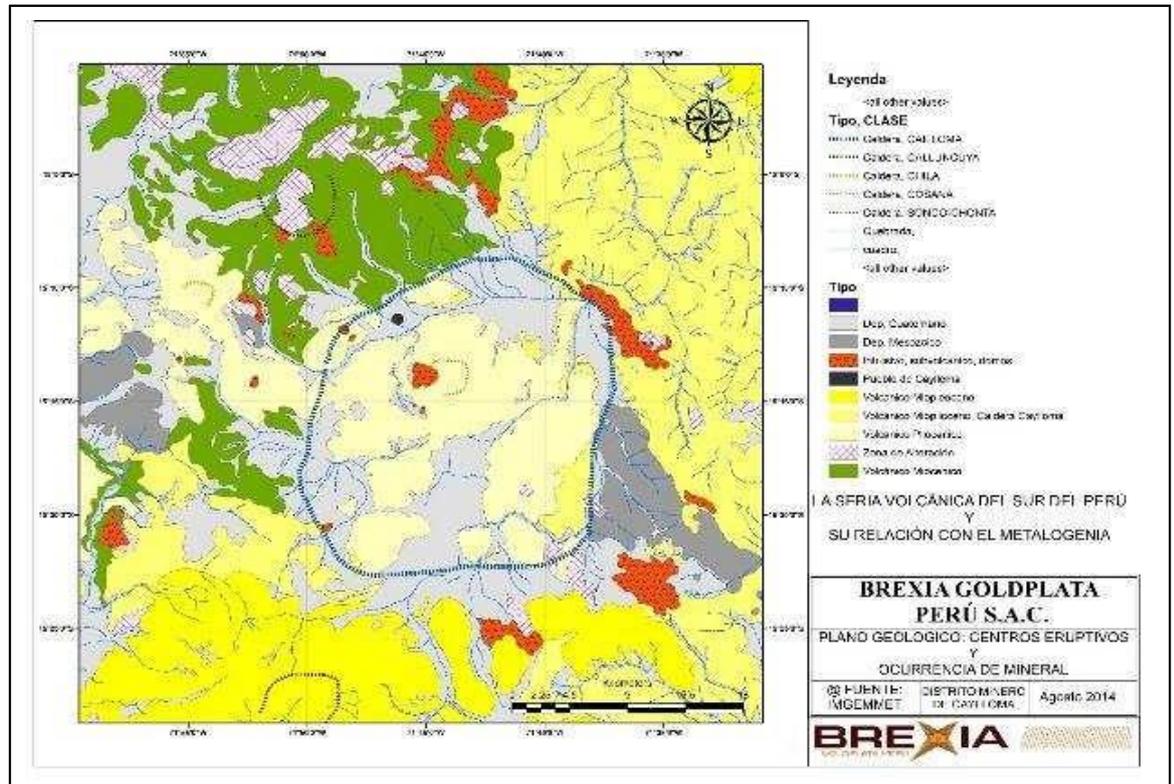
argón durante su extracción en la preparación del análisis K/Ar.

Pleistoceno (1.8 M.a.) – 10.000 Años

- **Conos De Escorias:** Se encuentran ubicados en la parte sur del cuadrángulo de Caylloma, alineados en direcciones NO-SE y NE-SO. Geomorfológicamente son conos truncados, con pendientes de 35° a 40°. Su litología consiste en depósitos de flujos piroclásticos de bombas y escorias, color negro, afaníticos, con estructuras de fluidización. Se ha reportado una edad K/Ar en roca total de 0.06 ± 0.023 Ma (Kaneoka, 1982). Similares depósitos son reconocidos en los valles de Andagua y Huambo, los cuales tienen edades C 14 comprendidas entre 4050 ± 50 y 370 ± 50 años (Cabrera & Thouret, 2000).

Figura 8

Mapa de la serie volcánica Cenozoica del sur del Perú



c) Estratigrafía Regional

Grupo Yura

- **Formación Labra**

Aflora en las Márgenes del río Santiago (Campamento Huayllacho). Constituida por intercalaciones de areniscas grises a grises oscuras de grano medio a fino, con estratos delgados hasta de 20 cm. Presenta algunos niveles de limonitas oscuras y pelitas carbonosas. Por el intemperismo toma coloraciones marrones claro. La formación Labra sobreyace a la formación Cachios y subyace a la formación Gramadal en concordancia. Se estima un grosor aproximado de 1200 m. Se le correlaciona con su homónima que aflora en los alrededores de Arequipa, y se le asigna una edad Jurásico Superior- Cretácico Inferior

(Titoniano-Berriasiano).

- **Formación Hualhuani**

Aflora en las inmediaciones del caserío y quebrada Huarajo (Mina Cuchilladas), constituyendo una ventana estratigráfica, rodeada de rocas volcánicas del grupo Tacaza. Está constituida por areniscas cuarcíticas blancas de grano fino a medio, en bancos de 2 a 3 metros, los que presentan estratificación cruzada.

Por correlaciones estratigráficas la formación Hualhuani es concordante con las formaciones Gramadal y Murco. Su grosor estimado es de 250 m (Quebrada Purupuya) y por su ubicación estratigráfica se le asigna una edad Cretácico Inferior. Se le correlaciona con su homónima descrita en los alrededores de Arequipa y la formación Chimu del norte del Perú.

Grupo Tacaza (Eoceno Sup. – Mioceno Sup.)

Constituido por las Formaciones Orcopampa e Ichocollo, los cuales se caracterizan por una serie de derrames, brechas de flujo, aglomerados y tobas, a veces brechoides, de composición mayormente andesítica y en menor proporción dacítica y riolítica. Localmente presenta flujos basálticos (andesitas basálticas de color gris oscuro de textura afanítica).

A este Grupo se le asigna una edad que va desde el Eoceno Superior al Mioceno Superior (40 M.A. – 18 M.A.). En las rocas de este grupo se encuentran emplazadas la mineralización Polimetálica y la de Au-Ag de la franja Puquio - Caylloma.

- **Formación Orcopampa (Tm – Or)**

Formación caracterizada por su origen volcano sedimentario. Está constituida por lavas color gris a verde violáceo, brechas matrices soportada de clastos andesíticos y matriz tobáceas, bancos de lava de textura afanítica y porfiríticas y areniscas. Esta formación presenta una potencia de aproximadamente 1000 m.

Se encuentra suprayaciendo en discordancia angular a la Formación Arcurquina y subyaciendo en discordancia erosional a la Formación Ichoccollo.

- **Formación Ichoccollo (Tm – Ich)**

Formación conformada por lavas y domos de composición dacítica en la base, andesítica de textura porfirítica y localmente derrames basálticos de textura afanítica en la parte superior. Las andesitas de esta formación son augíticas, de textura porfirítica y aspecto fluido, de pasta traquítica, con algunos fenocristales de cuarzo y biotita euhedral.

Las riolitas presentan textura porfiríticas con pasta fluidal, plagioclasa, biotita sub-euhedral y fenocristales de cuarzo intersticial y cavidades.

- **Formación Sencca (Ts – Se)**

Formación volcánica de alcance regional constituida por tobas de composición dacítica – riolítica. Presenta colores blanquecinos y amarillentos, es de origen piroclástico de tipo explosivo y fluidal, presenta intercalaciones con horizontes de material clástico y niveles de tobas – lavas de disposición subhorizontal y con un buzamiento de 10° a 15° al SW. Se encuentra suprayaciendo a las rocas del Grupo

Tacaza en discordancia angular y subyaciendo mediante discordancia erosional a la Fm. Pusa y Grupo Barroso.

Esta formación presenta una potencia que varía entre 30 a 200 metros.

- **Formación Pusa (Tq – Po)**

Formación que se encuentra emplazada en la zona de Pusa y Pillone.

Se caracteriza por las intercalaciones delgadas de areniscas de matriz tobáceas de granulometría fina y limonitas blanco amarillenta, las cuales son de origen lacustre en la zona de Pillone. En la zona de Angostura se observan niveles conglomeráticos. Esta formación subyace en discordancia erosional a las lavas del Grupo Barroso.

Presenta una potencia de aproximadamente 100 m y es de edad Plio-Pleistocénica y correlacionable con la Fm. Capillune del Sur del país.

- **Grupo Barroso**

Conformado de lavas andesíticas piroxénicas en la base, con notoria disyunción planar (lajas) y porfiríticas de matriz micro lítica, de anfíbol y piroxeno al techo, con disyunción en bloques. Por la forma de emplazamiento se le ha tipificado en Estrato volcán, Lava domo, Domo y otros. Por las correlaciones estratigráficas al Grupo Barroso se le considera edad Pleistoceno, datación hecha en el volcán Chila K/Ar 2.35 m.a. (Laharie 1973).

- **Depósitos del Cuaternario**

Conformados por depósitos aluviales, conos de deyección y materiales de deslizamientos de pie de monte. Los primeros se presentan en los lechos de los ríos y se componen de gravas, arenas y limos en capas

Figura 10

Columna estratigráfica regional

CRONOESTRATIGRAFÍA			LITO ESTRATIGRAFÍA					
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD	ESPESOR (Metros)	COLUMNA	DESCRIPCIÓN		
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	Depósitos Recientes	?		Gravas, arenas y limos, inconsolidados (conos, aluviales y deslizamientos).		
			Grupo Andagua	?		Conos de escoria de trituración andesítica y aglomerados		
		Pleistoceno	Depósitos Pleistocénicos	100 aprox.		Gravas, arenas y limos acumulados en forma de aluviales, glaciofluviales, morrenicos.		
			Grupo Barroso	20-150		Andesitas porfíricas grises, que se exponen como domo, Lava-domo, estrato-volcán, y otros aparatos volcánicos.		
			Formación Pusa	100 aprox.		Intercalaciones delgadas de arenisca fina, de matriz tobácea y lodolitas de origen tobáceo de color crema y amarillenta de naturaleza lacustrina.		
	TERCIARIO	Superior	Formación Sencca	100 aprox.		Intercalación de tobas dacíticos y riolíticos, de crema a rosadas, de naturaleza explosiva a efusiva, con niveles arena tobáceas y areniscas fluviales.		
			Medio	Grupo Tacaza	Formación Ichocollo	800 aprox.		Lavas y domos riolíticos a basálticas de gris a oscuras, afiris a porfíricos con niveles de areniscas y brechas andesíticas.
		Formación Orcopampa			Miembro C	1000 aprox.		Secuencia lacustrina caracterizada por su estratificación laminar, constituida por areniscas finas gris verdosas a violáceas con fragmentos de naturaleza volcánica, hacia la base se observa areniscas y limolitas amarillentas con intercalaciones de lavas, hacia el techo predominan lavas
					Miembro B	300 aprox.		Tobas y conglomerados tobáceos en bancos de 1-3 m, de colores grises amarillentos, con algunas intercalaciones de areniscas verdosas.
					Miembro A	1000 aprox.		Areniscas brechas, lavas grises, verdosas y violáceas de composición generalmente andesíticas.
		Inferior	Formación Murco	Miembro D	500 aprox.		Areniscas rojizas de grano fino en estratificación laminar, con intercalaciones de limonitas rojizas y calizas grises.	
				Miembro C	200 aprox.		Areniscas cuarzosas amarillentas de grano fino a medio en bancos de 1 a 5 m con estratificación cruzada, con escasos niveles de areniscas gris rojizas de grano fino.	
				Miembro B	350 aprox.		Intercalación de areniscas cuarzosas grano medio a fino, en bancos de 1-2 m con areniscas rojizas de grano fino y limolitas rojizas a violáceas.	
				Miembro A	200 aprox.		Limolitas rojizas, violáceas, en estratos de 20-50 cm con alternancia de areniscas rojizas grano medio a fino.	
		JURASICO	CRETACEO	Superior	Formación Arcurquina	100 aprox.		Calizas, caliza arenosa, gris a negro grisáceo, en estratos de 10 a 50 cm.
Grupo Yura	Formación Hualhuani				250 aprox.		Areniscas cuarcíticas blancas, de grano fino a medio en bancos de 2-3 m.	
	Formación Gramadal			200 aprox.		Calizas grises y marrones, areniscas en bancos gruesos y fosilíferos.		
	Formación Labra			1200 aprox.		Intercalación de areniscas cuarzosas, gris a gris oscuras, con limolitas gris oscuras.		
Medio	Formación Cachios			400 aprox.		Limolitas gris oscuras a negras, estratos delgados con intercalaciones de areniscas gris oscuras, de grano fino en estratos delgados.		
	Formación Puente			1000 aprox.		Areniscas y cuarcarenitas gris oscuras a parduscas, de grano medio a fino intercaladas con limolitas gris oscuras, con un nivel de caliza fosilífera. Subvolcánicos		

d) Geología Local

Dentro del área de estudio se presentan rocas correspondientes a las Formaciones Orcopampa e Ichocollo (Grupo Tacaza) junto con depósitos cuaternarios de origen glaciar y fluvial.

Figura 11

Columna estratigráfica local

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	DESCRIPCION LITOLOGICA	
	CUATERNARIO	Reciente	Dep. aluviales recientes	Gravas, arenas finas inconsolidadas	
		Pleistoceno	Dep. aluviales	Gravas, arenas.	
			Dep. fluvio-glaciares	Gravas, arenas inconsolidadas	
			Morrenas	Fragmentos líticos, gravas, limos.	
CENOZOICO	TERCIARIO	Mioceno	Grupo Tacaza	Form. Ichocollo	Brecha volcánica Toba andesítica con textura Afanítica Brecha hidrotermal, clastos de sílice
				Formación Orcopampa	Andesita Propilitico gris verdosa
			Tobas andesíticas Argilico débil		
			Tobas andesíticas propilitizada		
			Volcanico Sedimentario Lacustre		
			Aglomerado andesítico		
			Tobas andesíticas propilitizada		
			Andesita porfirítica		
COLUMNA ESTRATIGRAFICA LOCAL SUYCKUTAMBO				LAMINA 04	

Formación Orcopampa

- **Toba Andesítica**

Estas tobas afloran en la gran mayoría al NE de la zona mapeada, al sur de la laguna Huilacocha, se puede distinguir los cristales de plagioclasa subhedrales. Son de color verde grisáceo con una alteración argilica

débil-propilítico débil, sus cristales tienen una ligera orientación hacia el NE, en estas tobas existen venillas de cuarzo muy cortas con una longitud de 0.30 m. Existen en la zona diques andesíticos color verde con alteración propilítica, que siguen un lineamiento estructural NEE-SWW que cortan esta toba.

Macroscópicamente se distinguen fenocristales de plagioclasa. Posiblemente su pasta está sufriendo un proceso de desvitrificación en las partes inferiores del afloramiento.

Figura 12

Mirando al NW, afloramiento de la toba andesítica en el rio Cairahuri



- **Aglomerado Andesítico**

Roca compacta de color gris verdosa, cuya pasta presenta una leve textura fluidal y cristales de plagioclasa, los cuales son subhedrales y

en tonalidades blancas a incoloras.

Tiene una potencia aproximada de 15 a 20 metros, los fragmentos de la roca son subredondeados y están fuertemente cementados. Los ferromagnesianos representan un total del 15%, y están en proceso de alteración a cloritas. Esta unidad se encuentra en la parte NW y central de la concesión Santa Úrsula #2. Presenta un escaso fracturamiento y en algunas zonas presentan clastos de Andesita porfirítica verdosa.

Figura 13

Mirando al NW, afloramiento del aglomerado andesítico



- **Andesita Puca Puca**

Andesita de textura porfirítica, de grano medio a grueso, subhedral de hábito tabular. El color varía desde un gris violáceo hasta una pasta vítrea ligeramente verdosa; como componentes esenciales están distribuidos uniformemente los fenocristales de plagioclasa y minerales ferromagnesianos. Los cristales presentan una ligera orientación en su textura que da indicios de su fluidez al momento de su depositación.

Presenta adicionalmente concentraciones de óxidos de Fe, así como también concentraciones y venillas de jaspe distribuidas indistintamente. Composición; fenocristales de plagioclasa 40 y 60 %; pasta 30 y 40 %; ferromagnesianos se limitan entre un 10% y 20%.

Aflora en la mayor parte del área, en la zona entre la Veta Potosí y la Veta Santa Úrsula.

Formación Ichocollo

- **Brechas hidrotermales**

Estas brechas hidrotermales están asociadas a fallas y vetas en sistema estructural NE-SW. Son de tipo clastos soportados con fragmentos polimicticos subredondeados de andesitas, brecha volcánica y fragmento de cuarzo, cuya matriz de polvo de roca silicificada y argilizada contiene un porcentaje alto de limonitas de 5 a 7% (hematitas, goethitas y jarositas), esta matriz presenta boxwork regulares e irregulares y escasa pirita fina.

Figura 14

Detalle de las brechas hidrotermales con alto contenido de limonitas



- **Brecha hidrotermal Potosí**

Ubicada al SW en la concesión Nueva Corona N°1. Es una de las unidades litológicas más destacadas en la zona de Suyckutambo por ser uno de los principales alimentadores auríferos y argentíferos del sistema Potosí, posee longitud de 210 metros y un ancho de 90 m.

Tiene una mezcla heterogénea de fragmentos subangulares a subredondeados y una textura de clastos soportados andesíticos. Los clastos están alterados y varían desde una argilización moderada a una silicificación fuerte, la matriz es polvo fino de la roca que apenas se nota, los halos de alteración de la brecha van desde una argílica fuerte a pervasiva y va gradando a una alteración argílica con sílice, presenta venillas de cuarzo y calcedonia. La mineralización asociada por hematitas, goethitas y jarositas, en algunos casos se ve la martitización de ferromagnesianos

Figura 15

Afloramiento de la brecha Potosí



- **Toba andesita afanítica.**

Toba color blanca humo, de textura afanítica con cristales microcristalinos y pasta vítrea. Muestra una silicificación con intensidad que varía de moderada a fuerte. En zonas esta toba presenta una alteración argílica debido al proceso de imtemperismo. La toba se presenta craquelada y sus fracturas están rellenas con limonitas. También presentan venillas de cuarzo asociadas con alto contenido de limonitas 4% a 5%.

A esta unidad litológica la cortan brechas hidrotermales monomíticas, con alto contenido de limonitas. Los diques hipoabisales andesíticos no logran cortar esta unidad litológica quedándose cerca de la superficie.

Figura 16

Afloramiento de toba andesítica



- **Brecha Volcánica Andesítica**

Esta unidad esta suprayaciendo a la toba andesita afanítica. Contiene fragmentos andesíticos con textura afanítica predominantemente

subangulares a angulares. La textura de la brecha es de clastos soportados, la matriz presenta venillas de hematitas y posiblemente corresponda a la martitización de ferromagnesianos, su alteración varía desde una propilítica débil a moderada a una silicificación fuerte a pervasiva.

La silicificación de esta brecha volcánica está asociada a los lineamientos estructurales y brechas hidrotermales con alto contenido de limonitas.

Figura 17

Detalle de la brecha volcánica andesítica



Figura 18

Mirando al SW, se muestra la brecha volcánica silicificada asociada a brechas hidrotermales



- **Pórfido Dacítico**

Aflora al SW de la Falla Chila entre El Ramal Potosí Sur y la Veta Carmen. Corresponde a un stock dacítico de color blanco grisáceo, con fenocristales de plagioclasa y sanidina. Se ha observado en una pequeña hondonada que tiene una forma superficial romboédrica y espacialmente tendría la forma de un lacolito (ver Figura 19). Es de textura porfírica, los granos de cuarzo son finos, ligeramente higroscópica. La alteración que presenta es una Fílica (cuarzo-Serpirita) de fuerte a pervasiva y silicificación moderada selectiva. Presenta una disseminación de Pirita de entre 2 a 3 %, y está cortado por venillas de cuarzo con escasa disseminación de sulfuros (Ga, Sf y Pirita a un máximo de 0.5 %).

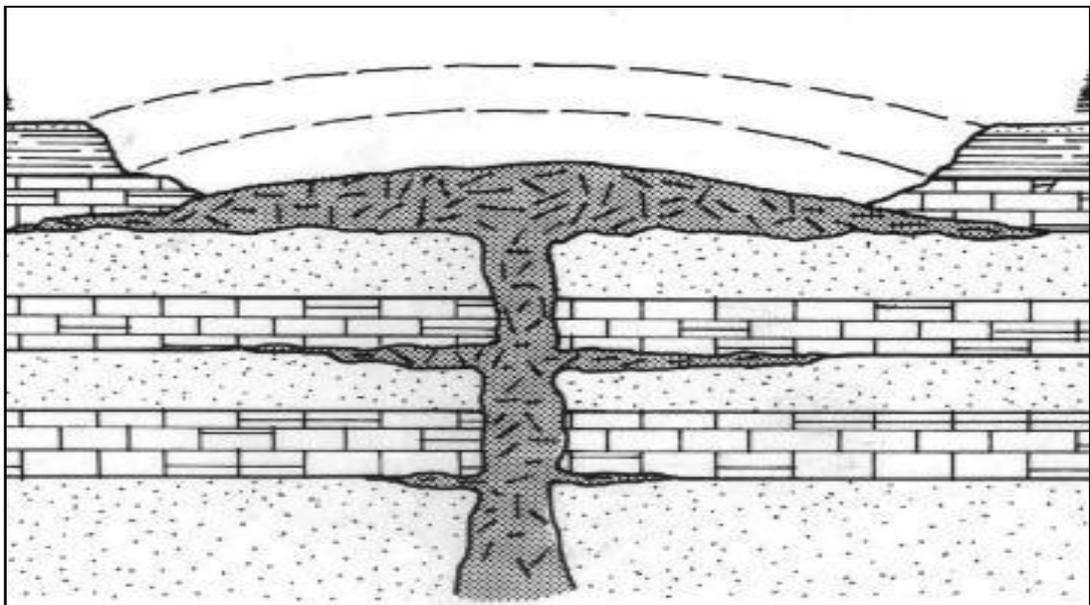
Figura 19

Mirando al N, se muestra el afloramiento del pórfido dacítico en superficie



Figura 20

Figura generalizada, posible forma del lacolito ubicado en el proyecto



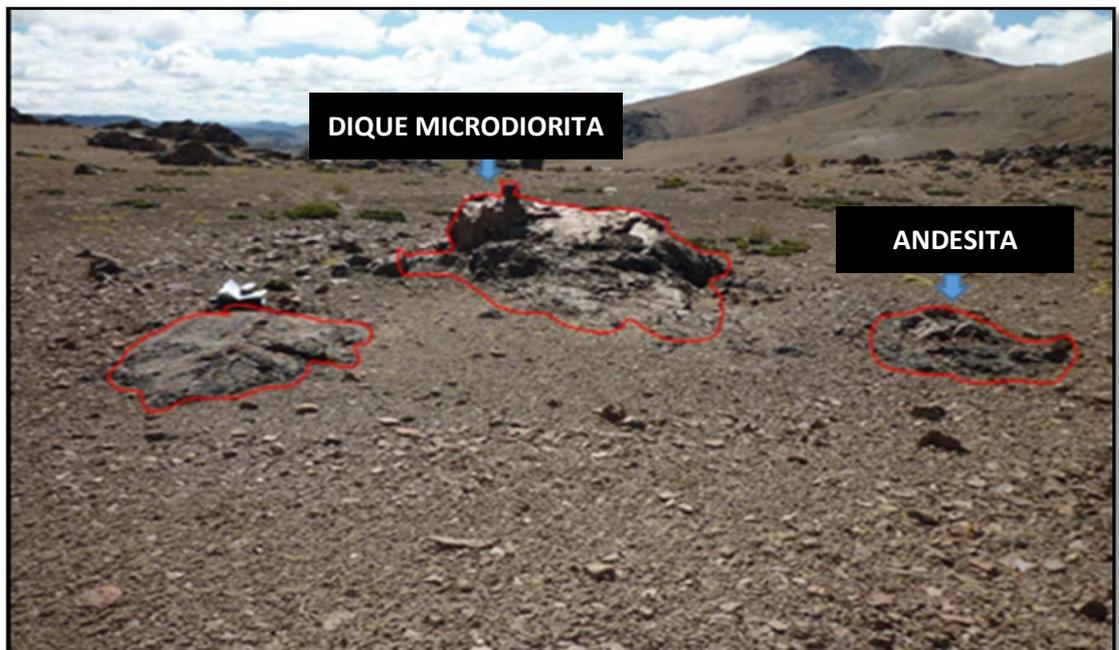
- **Dique Microdiorita**

Corta el cuerpo de andesita porfírica en el target Alejandrina. Su color

es negro con tonalidades verdosas. En superficie muestra fragmentos angulares y fracturas rellenas con limonitas debido a su intemperismo. Está compuesto principalmente por plagioclasas no muy bien diferenciadas, de grano medio a fino y ferromagnesianos, contiene una diseminación de pirita <1%.su alteración es propilítica débil. Los afloramientos son muy escasos en la zona.

Figura 21

Mirando al N, afloramiento de Microdiorita cortando la andesita



- **Andesita Biotítica**

Estas andesitas afloran al S de la concesión don Paul XXXII, son de color gris verdoso, los cristales de plagioclasas anhedrales y euhedrales tiene una pasta vítrea la cual está englobando los cristales de biotita, presenta una alteración argilica y silicificación asociada a diques, la alteración propilítica muy débil, está en zonas donde no se tiene ninguna asociación estructural.

Esta andesita en zonas se presenta con alteración y varía desde una argílica moderada y silicificación débil. La biotita se alteró a moscovita y las plagioclasas a arcillas.

- **Diques Andesíticos**

Estos diques podrían ser el control de mineralización y emplazamiento de vetas de Au y Ag. Afloran en diferentes zonas asociadas a lineamientos estructurales de dirección NEE-SWWW. NE-SW. Algunos de estos diques están asociados a fallas y se muestran como brechas tectónicas. Presentan una textura porfirítica color negro a gris, también presenta una diseminación de pirita entre 1 y 2 %. Están encajados en toba andesítica de textura afanítica, la cual está moderadamente silicificada y a la vez brechada por el emplazamiento de estos diques.

Los diques siguen un patrón de lineamiento estructural junto con la mineralización de San Miguel y la empresa VIPSA, lo cual se podrían estar correlacionando.

Figura 22

Dique andesítico de textura porfirítica con diseminación de Pirita 3%, brechamiento en las cajas con Silicificación moderada a fuerte



Figura 23

En la Figura se aprecia el detalle del dique andesítico y la alteración en las cajas

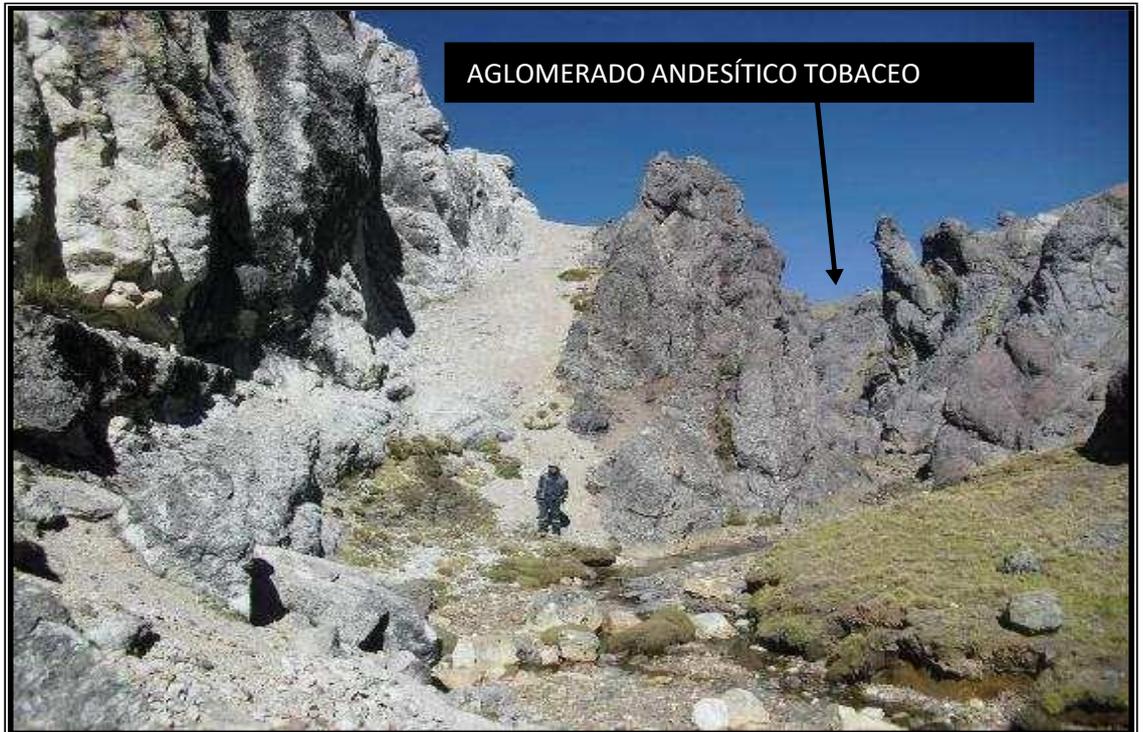


Esta infrayaciendo a la toba andesítica de textura Afanítica, presenta un color verde con tonalidades violáceas. Está dispuesta en posición subhorizontal, con fragmentos porfiríticos angulares a subangulares caóticos en una matriz tobacea porfirítica, los fragmentos están fuertemente cementados. A esta unidad la cortan diques andesíticos afaníticos con una dirección NEE-SWW que tienen alteración propilítica y potencia desde 5 cm hasta 0.15m.

Presenta un bajo grado de alteración, ha sufrido una erosión intensa ya que se encuentra atravesada por una red de drenaje actual (rio Cairahuri). El contacto entre la toba andesítica y el aglomerado andesítico se encuentra definido por una falla de rumbo N47W/70SE como se aprecia en la Figura.

Figura 24

La Figura muestra el contacto litológico entre el Aglomerado andesítico tobáceo (Derecha) y la toba andesítica Argilizada (Izquierda) controlado por una falla de dirección N47W.



- **Toba andesítica laminar**

Se caracteriza por que presenta textura porfirítica, y una matriz vítrea color verde, se encuentra ubicada en las concesiones Don Paul XXXII y XXV.

Presenta disyunción laminar, yacen en mantos lávicos que siguiendo los lineamientos de la topografía pre-existente tienden a aproximarse geoméricamente a los cuerpos estratiformes. Contiene limonitas provenientes de martitización de los ferromagnesianos.

➤ Fase Cuaternaria

• **Fases Peruana e Incaica**

La Fase Peruana consta de un levantamiento general que ocasionó el retiro del mar y la formación de pliegues y fallas contemporáneas. Esta fase afectó a sedimentitas del Grupo Yuray a las Formaciones Murco y Arcurquina.

Los pliegues son simétricos y amplios con 30° a 40° de buzamiento en promedio, como se observa en el anticlinal de Ichohuayjo. El rumbo es NW-SE, lo que indica una compresión NE- SW. Las fallas son de rumbo y conjugadas, ocurridas en la etapa final de la compresión.

Entre Arequipa y Huambo Vicente et al (1979) y Caldas (1973), observaron sobrecurrimientos de bajo ángulo en los que el control litológico, son las Formaciones Murco y Seraj, dando origen a una serie autóctona de pliegues amplios, y a otra serie alóctona de pliegues apretados (VICENTE et al, 1979).

Como consecuencia de la fase Peruana - ya en ambiente continental - se depositó la Formación Huanca. En el área de estudio no se observan afloramientos de esta Formación. Una vez depositada hubo una nueva compresión con dirección de esfuerzo similar al de esta fase, denominada Fase Incaica, que es la causante de que parte de los ejes de los pliegues rotaran hasta una posición E-W.

Posterior a la Fase Incaica hubo una prolongada actividad volcánica con la consiguiente deposición de materiales volcánicos (Grupo Tacaza).

Las fase peruana e Incaica constituye la mayor deformación de los

Andes.

- **Fase Quechua**

En el cuadrángulo de Caylloma la Fase Quechua afectó a las vulcanitas del Grupo Tacaza. Consta de dos etapas, ambas compresionales: la primera de plegamiento y la segunda de fracturamiento y fallamiento. La primera etapa ocasionó pliegues amplios y simétricos de rumbo NW-SE con buzamientos de 10° a 20°. La segunda etapa dio origen a fallas de desgarre conjugadas y a fracturas de tensión. Las fallas de desgarre son de direcciones NW-SE y NE-SW. Las primeras son sinestrasales y los segundos dextrales, resultando en una compresión E-W. Las fracturas de tensión se originaron al inicio del proceso de fracturamiento, por causa de la compresión.

Las rocas volcánicas del grupo Tacaza fueron sometidas a la actividad tectónica de la fase Quechua en dos etapas de esfuerzos compresionales: la primera de plegamiento y la segunda de fallamiento de desgarre. Dichas estructuras favorecieron la circulación y deposición de las soluciones mineralizantes. Las estructuras que predominan son de orientación NE-SW y E-W.

- **Fase Pliocénica**

La Fase Pliocénica afectó a las vulcanitas de la formación Sencca sin originar macroestructuras; más bien determinó los centros volcánicos por donde fluyeron dichas vulcanitas que se encuentran en posición horizontal. Los conductos volcánicos están alineados lo determina una relación vulcano-tectónica para esta fase.

La subsidencia que dio origen a la Caldera de Caylloma está

relacionada a esta fase tectónica.

- **Caldera de Caylloma**

Estructura de subsidencia relacionada con el tectonismo y el vulcanismo de tipo “valle”, con relleno de volcánicos andesíticos pleistocénicos. Se reconocen los siguientes eventos:

Eventos Pre-Caldera: el basamento de la caldera está constituido por rocas sedimentarias y volcánicas cuyas edades van desde el Jurásico hasta el Mioceno. Dichas unidades han sufrido procesos tectónicos del ciclo andino, siendo el más importante la Fase Quechua con una etapa de plegamiento suave (donde se formó el gran anticlinal Cailloma – Chivay) y otra de fallamiento con fallas de desgarre conjugadas. El vulcanismo del Grupo Tacaza y la Fase Quechua, junto con las fallas de basamento, crearon las condiciones necesarias para la ubicación de la caldera.

Caldera: a fines del Mioceno se produjo una fuerte erosión que dio como resultado la formación de la Superficie Puna. Posteriormente se produjo el vulcanismo Sencca, en unidades homotaxiales, constituidas por tobas riolíticas a dacíticas de textura vitro-clástica, piroclásticas y fluidal, con fenocristales de plagioclasas, ortosa, cuarzo y fragmentos líticos, y contenido de 65 a 75% de SiO₂, 12 a 20% de Al₂O₃ y 1.0 a 8.5% de Na + K, lo cual según la clasificación química de Middlemost (1972) corresponde a la clase riolítica – dacítica.

La caldera de Caylloma se formó debido a los siguientes eventos:

- Formación del anticlinal Caylloma-Chivay desarrollado sobre rocas del Mioceno (grupo Tacaza) durante la Fase Quechua. El

anticlinal, tiene rumbo NW-SE y los flancos son simétricos y de suave buzamiento.

- Formación de fallas de desgarre conjugadas durante la etapa de ruptura de la Fase Quechua que afectaron a las rocas pre-miocénicas.
- Erupción y deposición de las tobas de la Formación Sencca, producto de un vulcanismo de naturaleza explosiva y efusiva de tipo central (principalmente, aunque en algunas áreas se observa el tipo fisura).
- Ocurrencia de un tectonismo distensivo desarrollado al final de deposición de las tobas de la formación Sencca.

Dichos fenómenos tuvieron su mayor desarrollo en el área de subsidencia, lo que permitió la formación de la caldera que tiene una forma elíptica con su eje menor de dirección este-oeste, de 20 km. y su eje mayor norte sur, de 28 km. La subsidencia de la Caldera Cailloma se produjo al final del vulcanismo Sencca.

Eventos Post-Caldera: Una vez producido el colapso se formó una depresión que fue aprovechada para la formación de un gran lago, el cual dio origen a la formación Pusa. La erosión, el tectonismo y el vulcanismo continuaron emplazándose en el Pleistoceno, así como las rocas volcánicas de los grupos Barroso y Andagua. Estos eventos dieron como resultado el perfil actual de la Caldera. Actualmente se observa la ocurrencia de fuentes termales que son controladas por la Caldera Cailloma.

- **Fase Cuaternaria**

La Fase Cuaternaria afectó a las rocas volcánicas de los grupos Barroso y Andagua. En el área de estudio no se han determinado fallas que afecten a las mencionadas unidades litológicas, pero el análisis de la posición de los conductos volcánicos indica zonas de debilidad por donde fluyeron los magmas que coinciden con fisuras de erupción. Dichas fisuras tienen un alineamiento casi E-W a ENE-WSW y ESE-WNW para los aparatos ligados al vulcanismo del Grupo Barroso, mientras que los aparatos relacionados al vulcanismo del Grupo Andagua tienen una dirección N-S. Los lineamientos citados corresponden a una tectónica de fractura relacionada a fallas de basamento.

f) Tipos de Depósito

El depósito de Suykutambo consiste en una serie de vetas (filoniano) y localmente mineralización diseminada, epitermal de baja a intermedia sulfuración, con mineralización económica de Au y Ag sin contenidos económicos de Pb, Zn y/o Cu. Estas vetas se encuentran emplazadas en rocas volcánicas (andesitas y dacitas principalmente) del grupo Tacaza. Las vetas tienen una orientación N50°E (Chila – Santa Úrsula) y N70°E a E-W (sistemas Potosí y Raquel), con afloramientos hasta de 800 m. y potencias hasta de 13 m (Santa Úrsula). Las vetas en la mina Suykutambo están relacionadas con estructuras de cizallamiento y tensión con tres direcciones predominantes NE-SW, NW-SE y E-W.

Las principales vetas del depósito son: Carmen, Santa Úrsula, Corona, Nueva Corona, Potosí, San José y San Mateo. Todas las vetas fueron originadas por

relleno de fracturas. La mineralización de Au y Ag en estas vetas es irregular, de tipo “rosario”, con variaciones en vertical y horizontal que forman clavos mineralizados limitados por zonas estériles.

Las texturas epitermales más comunes en las vetas son geodas, crustificación y diseminación en la roca caja. Esta generalmente está silicificada cerca a las estructuras, observándose localmente un halo de alteración argílica a propilítica en los bordes externos de las vetas.

De acuerdo con el zoneamiento vertical que presentan los sistemas estructurales del área de estudio, el emplazamiento de brechas hidrotermales y cuerpos porfiríticos hipoabisales y la presión del ambiente deposicional tendríamos yacimientos epitermales de baja sulfuración a intermedia.

Dentro del área del proyecto se puede distinguir al menos tres sistemas metalogénicos asociados a mineralización epitermal de Au-Ag-Pb-Zn y Cu:

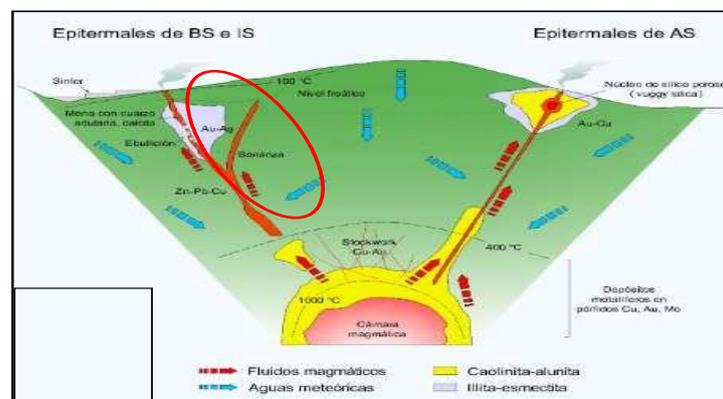
- **Sistema Baja Sulfuración Au-Ag (Suyckutambo)** Este sistema está caracterizado por tener una mineralización principal de Au y Ag y en poca muy proporción Pb-Zn y Cu (entre 200 ppm y 100ppm) y una ganga de cuarzo-adularia y arcillas. Este sistema presenta evidencias de varios episodios hidrotermales, los cuales aceleraron la oxidación y lixiviación del yacimiento.

Para la caracterización de este yacimiento de baja sulfuración se tiene los siguientes controles litológicos y estructurales: el Pórfido Dacítico que presenta una alteración Fílica (cuarzo-Ser- Pirita) con una intensidad que varía desde moderada a pervasiva ubicado entre las Veta Fátimay Ramal Potosí Sur; la falla Chila, con una dirección aproximada de N65°W / 75°

SW, la que controla el emplazamiento de las veta Santa Úrsula, Carmen y todo el sistema de Potosí; y la Brecha Hidrotermal Potosí de clastos soportados y alteración que va desde una Argílico moderado hasta una Silicificación fuerte, y que controla el emplazamiento de vetas del Sistema Potosí y Blanca y sus ramales asociados a esta.

Figura 26

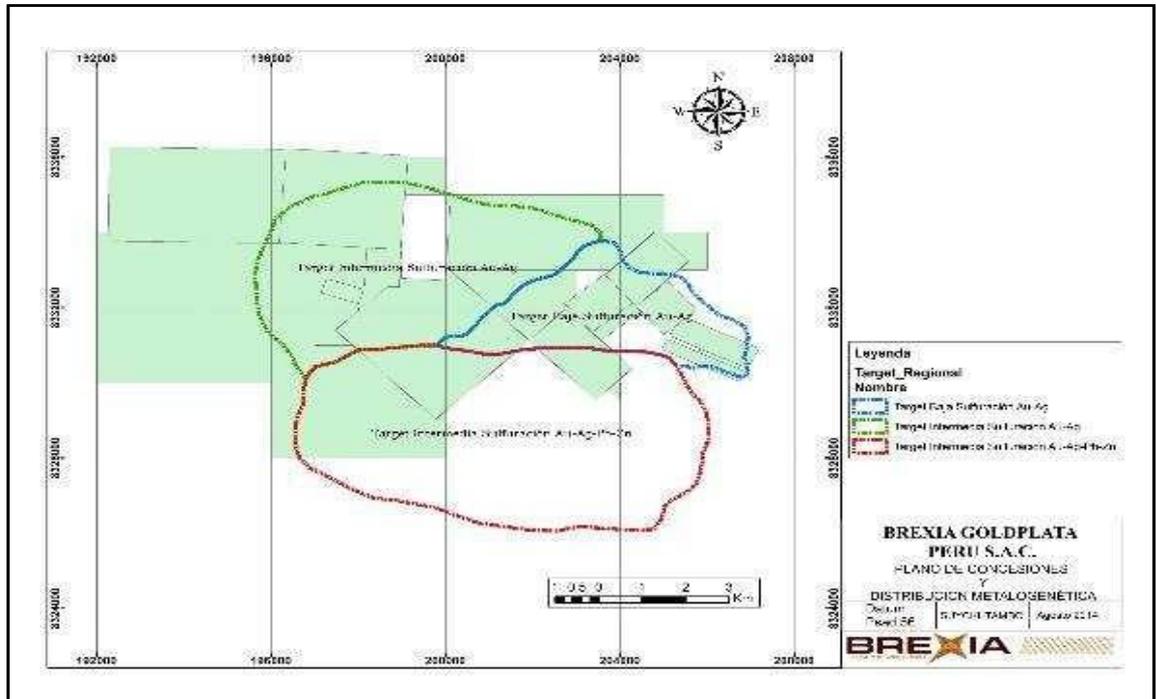
Tipo de depósito asociado a los yacimientos estudiados de BGP



- **Sistema Intermedia Sulfuración Au-Ag (San Miguel)** este sistema está caracterizado por tener una mineralización de Au y Ag, sulfuros de Ag (Argentita) con un mínimo incremento de Pb a 600 ppm y Zn a 200 ppm aproximadamente. Este tipo de yacimiento tiene dos controles de mineralización: un sistema de fallas sinestrales de dirección NNW-SSE y el segundo control se encuentra en la asociación de un Pórfido Dacítico con mineralización de Au- Ag y Cu.

Figura 27

Mapa de las propiedades de BGPP y los tipos de mineralización encontrados en zonas adyacentes a las propiedades



- **Sistema Intermedia Sulfuración Au-Ag-Pb-Zn**, este tipo de yacimiento es característico en las minas de Max Pala y La Pulpera, es controlado principalmente por un sistema de fallamiento transcurrente y a la vez normal de dirección NWW-SEE y NNW y SSE. La mayoría de vetas emplazadas en este sistema son brechadas, con textura de clastos soportados con una matriz de sulfuros de Ag-Pb-Zn y Cu en la cual tiene la asociación de Au. Este tipo de yacimiento está definido por fallas longitudinales brechadas y profundas.

g) Geología Estructural

En la zona de exploraciones predominan los controles primarios (veta Santa Úrsula, diques, veta Fátima), en otras zonas los rasgos sobreimpuestos son los

controles básicos (Falla Chila, veta Carmen, veta Roxana). Uno de los modelos estructurales a seguir en la zona de Suyckutambo y la que más se acerca a nuestro modelo del target mineralizado, es un sistema estructural tipo Riedel dado por la falla Chila como primer límite, y como segundo límite la falla que controla la mineralización entre Maxpala y Suyckutambo. En medio de estas fallas, las vetas se estarían definiendo como un sistema estructural mineralizado de fallas conjugadas asociadas al sistema Riedel. Las fracturas originadas por las fallas presentan en determinadas secciones ligero brechamiento, lo que sugiere que se han formado relativamente a poca profundidad.

En lo que respecta a los factores que determinan las zonas de concentración de mineral, ellos están relacionados principalmente a las características de las fracturas. En las zonas donde estas fracturas se estrangulan, cambian de inclinación o presentan un material tanto permeable, la circulación de las soluciones mineralizantes son perturbadas en su ascenso y dan lugar a la concentración de zonas de mineral. Estas zonas críticas de las fracturas se les conocen con el nombre de barreras y están caracterizadas por su baja mineralización.

Es notorio también el estrangulamiento a profundidad en la zona de brecha de la falla Chila, su zona de cizalla tiene más de 20 metros en superficie y en el taladro diamantino DDH-05-07 su zona de cizalla solo llega a tener 1.20 metros. Esta característica nos indica que la falla se ha originado por tensiones tangenciales poco profundas.

Entre San Miguel y Suyckutambo se han determinado fallas longitudinales, transversales y por último juntas con un rumbo promedio NE-SW que han

hecho posible la formación de diferentes tipos de vetas. Las fallas post-minerales son las que han desplazado las vetas, esto se nota mejor en interior mina (Sistema Potosí); y a veces se presentan en las mismas vetas en la que se tiene evidencia de mineral de arrastre en la zona de falla (Veta Blanca y Santa Úrsula)

Las fallas transcurrentes son perpendiculares al sistema NE-SW y NW-SE, son fallas normales de trazo extenso, estas fallas son receptoras de mineralización, son el resultado de esfuerzos secundarios (post mineral) que acompañaron el esfuerzo principal que originó el fracturamiento de la zona.

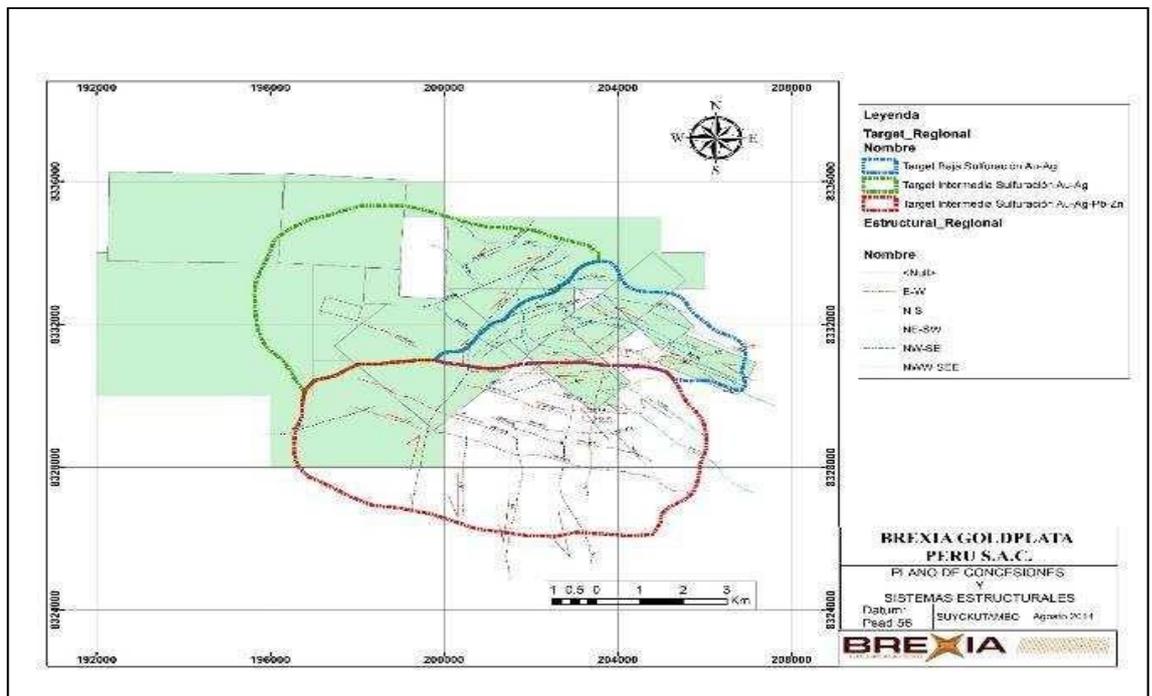
A continuación, se mencionan los sistemas estructurales ubicados en la zona de trabajo (Ver figura 28):

Sistema NW-SE: Corresponde al sistema de fallamiento Chila y Santa Úrsula y dos estructuras paralelas ubicadas hacia el SW de las fallas. Este sistema está controlado por el sistema NE-SW. Como vetas principales de este sistema tenemos a las vetas Santa Úrsula, Carmen y Chila.

- **Falla Chila:** Esta falla se expone en la unidad Suyckutambo; se considera como normal y de rumbo con salto y desplazamiento tanto en la vertical como en horizontal con rumbo general de N60°W con buzamiento de 75°SW, las estrías observadas en el espejo de falla tienen una inclinación de 10° a 15° al SE. La zona afectada por la falla “zona de cizallamiento” tiene aproximadamente 20 metros de ancho, y está caracterizada por un intenso fracturamiento, brechamiento y alteración. En esa zona de cizallamiento se observan venillas de cuarzo con mineralización escasa.

Figura 28

Mapa de lineamientos estructural del proyecto Suyckutambo



La zona comprendida entre la falla Chila y la Veta Santa Úrsula tiene un intenso fracturamiento y a la vez este sirvió para el emplazamiento de ramales. El buzamiento de la falla con la veta Santa Úrsula en algunas zonas es opuesto y en otras su buzamiento es más inclinado a favor de la falla Chila.

- **Fallamiento Santa Úrsula:** este fallamiento acompaña a la veta Santa Úrsula en toda su longitud, es también uno de los principales componentes junto con la falla Chila en el control mineralógico de todo el yacimiento Suyckutambo, tiene una dirección de N65°W y buzamiento de 70°SW el diaclasamiento existente en la roca andesítica, tiene la dirección asociada a la falla Chila veta Santa Úrsula, esta falla está más expuesta en interior mina.

Sistema E-W: Sistema transcurrente normal que divide la mineralización

de baja sulfuración a intermedia sulfuración polimetálica. Se caracteriza por ser un sistema de fallas transcurrentes que cortan la falla Chila sin deformarla y se trasladan hasta la veta Santa Úrsula flexionándola. El sistema tiene una longitud aproximada de 7km y es posterior al emplazamiento de la falla Chila, ya que la falla principal de este sistema corta dicha falla y la desplaza levemente. Este Fallamiento es muy importante ya que controla el sistema de vetas Roxana, Negra y sus ramales asociados a estas, así como su mineralización post fallamiento

Sistema NWW-SEE (posiblemente ultimo evento de mineralización):
Sistema transcurrente normal correspondiente a la mineralización polimetálica de las minas

Figura 29

Lineamiento de falla Chila



Maxpala y La Pulpera, es un sistema extensional ubicado y controlado entre el sistema NW-SE y posiblemente el E-W. Al igual que la mayoría

de vetas de relleno de fallas la mineralización está relacionada a post fallamiento. Las estructuras de relleno con fallas dextrales y lineamiento viene acompañados con lazos sigmoides distensivos, esto es evidenciado por las texturas crustiforme, brechas mineralizadas y otros tipos de textura de relleno de espacios abiertos.

Sistema NE-SW: Este sistema divide a la mineralización de baja sulfuración (Suyckutambo) con la de intermedia sulfuración de San Miguel. Formada por un sistema de falla inversas, este sistema tiene como corredor estructural principal el sistema alejandrina con una dirección variable entre N65E a N75E de aproximadamente 2.5 km de largo, la característica de este sistema es que está emplazado en las tobas andesíticas de textura afanítica y una brecha volcánica extrusiva con clastos subangulares, en ese sistema se puede apreciar el emplazamiento de diques andesíticos hipoabisales así como también brechas hidrotermales asociadas a los lineamientos.

Sistema N-S: Posiblemente tenga un movimiento hacia el sur debido a que los esfuerzos postcaldera de Caylloma. Falta realizar visitas de campo a esta zona de fallamiento y posible mineralización.

h) Mineralización

Las zonas mineralizadas en la unidad Suyckutambo presentan todas las características de un Yacimiento filoniano de origen epigenético, con mineralización principal de Au y Ag (Baja sulfuración), y en menor proporción Plomo, Zinc y Cobre. La alteración que circunda a las vetas varía en amplitud desde menos un metro hasta más de 40 metros, a ambos lados de la veta. En general hay una secuencia de cuarzo bandeado y brechado en la veta, pasando

a una zona alterada de caolinita de intensa a débil. Muchos de los volcánicos circundantes exhiben una alteración propilítica considerable en la cual se desarrolló clorita, pirita y carbonatos.

La mineralización de Suyckutambo se encuentra asociada a dos lineamientos estructurales principales NW-SE y tensionales de dirección NEE-SWW, en medio de los cuales encontramos un pequeño pórfido dacítico y la brecha hidrotermal de Potosí. Asociados a este sistema de cuerpos intrusivos se ubican las principales vetas con mineralización económica de Au y Ag. El clavo principal, se desarrolla en este sector. El sistema NW-SE (falla Chila) probablemente es posterior al sistema NE-SW (Potosí, San Mateo y ramales). En consecuencia, la falla Chila., desplaza al sistema de fallas NE-SW. La interpretación geoquímica del sistema de vetas NE muestra la continuidad de la mineralización en sentido vertical.

La mayoría de las vetas de la Unidad Suyckutambo consta de cuarzo hialino, lechoso, gris y amatista con diseminación de pirita. En el sistema Potosí se puede encontrar tetraedrita y pirita. El sistema estructural NEE-SWW es el posiblemente el control metalogénico para el cambio de mineralización, pasando de baja sulfuración Au-Ag a un Intermedia sulfuración Au-Ag, Pb, Zn y Cu

4.1.2. Análisis de las principales estructuras identificadas

a. Veta Santa Úrsula

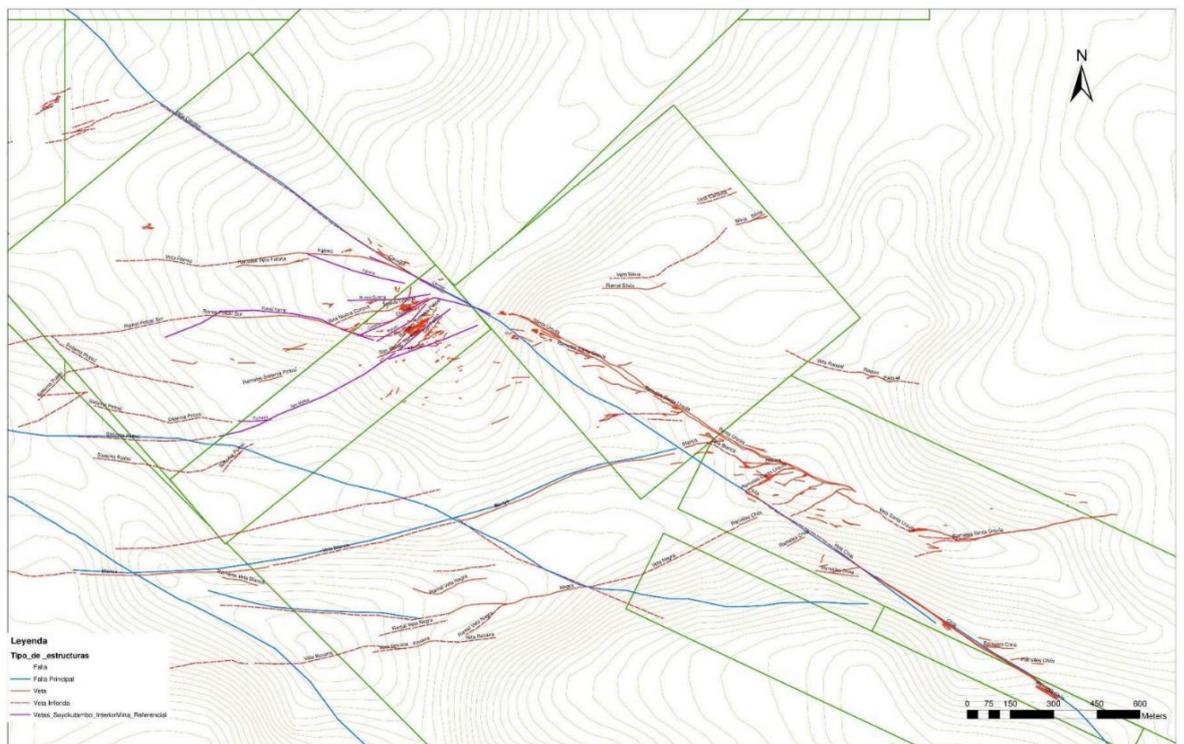
Tiene una dirección NW-SE. regionalmente es paralela a subparalela a la falla Chila, tiene una longitud probada en interior mina de 750 m y 2300 m en superficie. El reconocimiento de la Veta en interior mina solo cubre la tercera parte de la longitud total de la Veta en Superficie. La mineralización de Au y

Ag se asocia principalmente a dos clavos mineralizados: uno al NW, en la intersección de las Vetas San José y San Pedro, Potosí y Carmen con Santa Úrsula (que está siendo trabajado actualmente) y otro en medio de la estructura Santa Úrsula en la intersección con Vetas Blanca, Blanca I, Negra y ramales asociados y una falla transcurrente que flexiona a la veta. El plunge es vertical y se proyecta hasta los niveles inferiores, sugiriendo la continuidad de la mineralización en profundidad.

Los afloramientos de la veta Santa Úrsula presentan las siguientes características: cuarzo lechoso fracturado con mineralización irregular distribuida en su masa, los espacios libres en los fragmentos están rellenos por óxidos de hierro y manganeso mezclados con arcillas, la presencia de sulfuros muy escasa en superficie.

Figura 30

Estructuras principales que afloran en Suykutambo - sector de Santa Úrsula



La veta presenta varias bandas, entre las cuales tenemos: cuarzo lechoso con

patinas de óxidos, cuarzo adularia con bastante arcilla con presencia de limonitas (jarosita, goethita, óxido de manganeso) principalmente y brecha tectónica con clastos de roca caja y cuarzo lechoso, con una matriz de arcilla, los clastos tienen un tamaño homogéneo. Estas bandas no tienen una mineralización homogénea, lo cual indica que la veta se ha formado por varios procesos geológicos: primero se ha activado la falla generando una brecha tectónica, luego se ha emplazado cuarzo lechoso aprovechando la debilidad que generó la falla, y finalmente sube lamineralización de Au y Ag juntamente con cuarzo adularia, la cual es la banda económica de la veta Santa Ursula.

De acuerdo con lo observado en superficie y en interior mina, se deduce que una primera mineralización precedió al movimiento que originó la falla Chila y dio lugar a la formación de vetas del sistema Santa Úrsula y sus ramales; el movimiento o las fuerzas que originaron la falla Chila dieron lugar al fracturamiento y emplazamiento de la Veta Santa Úrsula. Otra etapa mineralizante se produjo posteriormente y ello se interpreta por las vetas que cruzan diagonalmente la zona de cizalla de la Falla Chila y Veta Santa Úrsula.

Figura 31

Afloramiento de veta Santa Úrsula, vista desde el N



Lo observado en interior mina se describe a continuación:

Nivel 160: En este nivel la estructura tiene una potencia de 10 – 12 m, no toda la veta presenta mineralización, la banda mineralizada está pegada al lado norte de la veta con una potencia de 2.5 – 3.0 m. La mineralización solo está en clavos, también presenta caballos de roca andesítica. La banda pegada al lado sur tiene una mineralización baja con Au 0.3 g/ton y Ag 0.8Oz/Ton. Esto se ha podido ver cuando se estaba trabajando en el tajo 001 Niv. Superficie.

Nivel 120: Entrando a este nivel por la Gal. 670 se puede observar que la mineralización se presenta similar que en los tajos superficiales del Niv. 160, la estructura mineralizada va pegada al lado norte y es controlada por la falla norte que tiene una dirección N60°W y tiene un buzamiento al sur de 85°. La veta mineralizada tiene una potencia de 1.5- 2 m. Luego hay otra banda de cuarzo lechoso brechado con leyes bajas. Cerca de la chimenea 900 presenta un clavo mineralizado con leyes de Au. 3.5 g/ton y Ag. 8.0 Oz/ton según el muestreo

realizado en la esta chimenea.

Niv. 80: en este nivel la estructura es sub vertical con un buzamiento de 85° al sur, la mineralización está asociada a las arcillas con óxidos similares que el nivel 120, la potencia de la veta es de 2.0 m y cerca de la chimenea 780 la estructura tiende a cerrarse con una potencia de 0.20 m, aunque posiblemente se abra más adelante de acuerdo con lo observado en el nivel 120.

Niv. 40: Este nivel presenta una estructura sub vertical, pero tiene un buzamiento diferente que los dos niveles superiores, de 78° NE. Presenta al menos tres bandas, a los bordes está cuarzo lechoso masivo y al medio cuarzo-adularia con alto contenido de arcillas la cual es la banda económica. En esta Galería está en explotación el tajo 001 NW y SE con una longitud de 40 m.

Figura 32

Veta Santa Úrsula en Nivel 120



Figura 33

Bocamina de ingreso al nivel 120 de la veta Santa Úrsula



b. Veta Corona

Tiene una longitud aproximada de 300 m, con una dirección NE-SW con buzamientos subverticales con tendencia al Sur. Al noreste se intersecta con la veta Nueva Corona y al suroeste con la Veta Potosí. En la información histórica, se destaca como una de las mejores vetas en la producción de Au y Ag en el primer periodo de explotación.

c. Veta Potosí

La Veta Potosí es la que tiene mayor desarrollo en interior mina. Con 4 niveles (Nv-0, Nv-40 Nv-80, Nv-120, Nv-155), tiene un rumbo variable, afectado principalmente por fallas NW-SW posteriores al emplazamiento de las vetas y que corresponden al mismo sistema de la falla Chila, cerca de la intersección de la veta corona, el rumbo es NW-SE, en la parte central tiene unadirección

E-W y finalmente en el extremo oeste, cambia su rumbo a NE-SW. Las fallas NW-SE desplazan a las vetas del sistema NE-SW, estos desplazamientos son probablemente contemporáneos a la Falla Chila.

Figura 34

Afloramiento de las vetas Potosí y San Mateo



La veta San Mateo tiene una dirección NE-SW y su rumbo se mantiene bastante estable a lo largo de toda la longitud probada en interior mina. El buzamiento varía de vertical a sub- vertical con una ligera inclinación hacia el Sur. El clavo principal con plunge y explotado se encuentra ubicado al Noreste de la Veta en la intersección de Potosí y San Pedro.

d. Veta San José

Tiene como dirección NE-SW, con rumbos que se aproximan al E-W, pudiendo ser considerada como la continuidad en sentido SE del sistema Potosí. Tiene una longitud probada en interior mina de 350 m, su buzamiento es subvertical hacia el Sur. La distribución de la mineralizaciones bastante homogénea (Au, Ag), los clavos mineralizados se proyectan a las intersecciones de la Veta San

Mateo y Potosí.

e. Veta San Pedro

Puede ser considerada la extensión de la Veta San Mateo, tiene una dirección NE-SW, con una longitud probada de 300 m. Se intercepta hacia el noreste con la falla Chila- Santa Úrsula, y hacia el suroeste con San Mateo - Potosí y San José, la mineralización se distribuye de manera homogénea en casi toda la veta, con valores de Au y Ag alto en los niveles superiores.

f. Veta San Pablo

Es una Veta pequeña de 80 m de longitud, interceptada con el Nv.-120 con rumbo NE-SW y probablemente con buzamientos subverticales a verticales hacia el norte. Como no existe desarrollo en otros niveles no se puede definir con certeza el Angulo de buzamiento.

g. Veta Nueva Corona

Esta veta corresponde al segundo sistema estructural predominante E-W y buzamientos ligeramente inclinados hacia el norte. La longitud probada en interior mina es de 300 m. sin embargo podría extenderse hacia el oeste.

h. Veta Esperanza

Esta estructura viene acompañada con un dique hipoabisal andesítico. Todo indica que este dique puede estar acompañando a la mineralización Au-Ag. La zona de alteración tiene una longitud aproximada de 50 m hacia el fondo de la quebrada. Las cajas andesíticas tienen silicificación moderada a débil, y gradada a una alteración argílica, estas cajas tienen venillas de cuarzo hialino y gris en gran parte de la zona alterada. Tiene una dirección aproximada de N45E/55NW. También se encuentran estructuras brechadas en superficie que son paralelas a este sistema estructural N 45 E.

Figura 35

Afloramiento de veta Esperanza



i. Veta Chila

La veta Chila es una estructura bandeada (cuarzo hialino, cuarzo lechos calcedonia y escasas limonitas) y en zonas específicas esta brechada con una matriz de clastos soportados monomícticos (clastos de cuarzo lechos y hialino). Presenta muy poca oxidación superficial y tiene una potencia a aproximada de 5 a 8 m a lo largo de la estructura. Se ubicó la presencia de ramales tensionales que ingresan a la Veta Chila, estos ramales varían en potencia de 0.20m a 0.50 m.

Figura 36

Se aprecia el detalle que tiene la zona anómala y el dique andesítico.



j. Veta Carmen

Estructura principal con posible control de mineralización en la zona, tiene una longitud aproximada de 6.0 km. Es una falla normal con cierto desplazamiento sinistral, con rumbo promedio de N32W/75 SW, que presenta mineralización de carácter discontinuo. A esta falla está asociada principalmente la Veta Carmen, aun no se ha podido definir la continuidad de esta estructura en superficie debido al cuaternario existente en la zona, salvo en los sondajes diamantinos realizados en el año 2007, que dan bueno indicios de mineralización y continuidad.

k. Veta Fátima

La Veta Fátima está asociada posiblemente al emplazamiento del pórfido dacítico, tiene una continuidad aproximada en superficie de 400 metros, de allí solo un lineamiento debido a las fallas existentes y a la alteración presente en

la zona que da indicios de continuidad.

Los sondajes realizados en el año 2007 indican unas estructuras mineralizadas entre de 0.4 a 1.80 m de ancho alineadas a las características de vetas Carmen y Fátima, los valores obtenidos en las mejores Estructuras llegan de hasta 2.814 gr/Tn de Au y 15.47 Onz/Tn, A la fecha existen varias muestras con modestos valores irregulares, pero definidas como Veta de cuarzo gris, hialino, lechoso, limonitas y diseminación de sulfuros (Pirita), de las que podemos decir que corresponden a interceptos en zonas de clavos y anticlavos.

Figura 37

Afloramiento superficial de Veta Carmen, Fátima y la Falla Chila.



1. Veta Alexandra

Estructura mineralizada de cuarzo con relleno de limonitas 1 - 2% (jarosita, goetita, hematita) con diseminación de Pirita de manera puntual a lo largo de la Veta. Tiene dirección N70°E y buzamiento al SE, la estructura pertenece al sistema estructural de Alejandrina. La estructura cuenta con dos ramales que están constituidos por brechas hidrotermales limoníticas con clastos silicificados, matriz de sílice y limonitas, y zonas andesita y toba argilizada y silicificada. La estructura se encuentra en contacto con una secuencia de tobas

andesíticas, y en mayor profundidad con la andesita Santa Úrsula que se muestra adyacente al afloramiento de la veta.

m. Veta Raquel

La estructura tiene en promedio 1.50 m de potencia en superficie, tiene un bandeamiento diferenciado de cuarzo hialino, lechoso y calcedonia en las zonas aflorantes. Por referencia se dice que la veta tiene bajas leyes por la bocamina.

n. Veta Claudia

Esta estructura tiene en promedio 0.30 cm de potencia. Aflora cerca de la propiedad de la empresa VIPSA con una dirección NE-SW.

o. Veta Blanca

Veta de cuarzo-adularia con unos 2300 m de longitud. Tiene cuarzo hialino, gris, drusas y cuarzo lechoso, sus cajas están moderadamente a fuertemente argilizadas, tiene zonas brechadas con clastos de cuarzo. Esta veta tiene anomalías de Ag en superficie, y entrando en la concesión Santa Úrsula 34 se muestra en superficie de forma brechada, con cuarzo como matriz y clastos de andesita.

Figura 38.

Lineamiento inferido de veta Blanca.



Figura 39

Lineamiento de veta Blanca, se muestra la alteración de la zona.



p. Veta Roxana

Estructura con potencia aproximada de 0.80 metros y una dirección de N80W y buzamiento de 70NE, tiene una longitud reconocida de 450 m. Tiene un halo de alteración de aproximadamente 30m que gradúa desde una silicificación fuerte hasta una alteración propilítica débil. La silicificación tiene una diseminación de pirita 5-8%, las fracturas están rellenas con limonitas.

La veta se muestra brechada desde el inicio de la estructura, con cuarzo en su matriz y textura de clastos soportados. Los clastos son subangulares a subredondeados de andesita porfirítica con una alteración propilítica y argílica. La veta se caracteriza por tener en su matriz cuarzo lechoso, hialino y en drusas, specularita roja que posiblemente sea la mena de Ag, hematita, goethita, jarosita, venillas de calcita y óxidos de manganeso terroso.

Figura 40

Traza de la Veta Roxana, esta tiene una caja silicificada y un sistema de fallamiento de N80E.



4.1.3. Mineralogía

Como minerales de Mena se tiene:

- Au, posiblemente esté presente como granos aislados (Au nativo) y electrum; el Au nativo se presenta como diminutos granos en formas irregulares, se encuentra en los sulfuros como la pirita el cual transporta el Au en la estructura interna, lixiviándose y encontrándose en estado libre dentro de las fracturas rellenas por óxidos de hierro. El Au se encuentra emplazado en las vetas de cuarzo adularia y en la brecha Potosí, los cuales han sido ductos estructurales para la depositación de fluidos hidrotermales.
- Ag, en mayor proporción que el Au, se debe estar representando como electrum, sulfuros de Ag. Se puede encontrar en agregados diseminados y parches en las vetas hidrotermales, se reconocieron sulfuros de Ag (argentita y tetraedrita) en granos aislados, y sus polimorfos (limonita de Ag) en una variedad terrosa y otra variedad asociada a un brillo metálico reconocido en superficie.

Además, se tiene pirita diseminada tanto en las vetas de cuarzo-Adularia como en las rocas miocénicas como la andesita propilitizada y en el subvolcánico pórfido dacítico. En los sondeos diamantinos realizados también se encuentra pirita de reemplazamiento.

Como minerales de ganga se tiene:

- Adularia: está representada como ganga en los yacimientos de baja sulfuración y es el ensamble mineralógico que distingue a este tipo de yacimientos. Se presenta en la mayor parte de las vetas acompañando al cuarzo y relleno de espacios abiertos. Cuando la adularia sufre una alteración supergena esta se muestra en variedades de arcillas que son hidrofóbicas.

- Limonita de origen secundario, formado por la lixiviación de pirita y otros sulfuros de hierro. Es de color pardo amarillento y se encuentra de manera diseminada en fracturas y microvenillas, tiñendo las vetas y brechas mayormente.
- Cuarzo: representado por varios polimorfos entre ellos están el cuarzo amatista, masivo, lechoso, gris, drusas, calcedonia bandeada, y jaspe hematítico. Viene acompañado en todo momento por la adularia.

Como alteraciones hidrotermales se tiene:

- Propilitización: en ambientes epitermales asociados a vetas, los halos de alteración propilitica son abundantes y de extensiones variables. Ocurre en la mayor parte del área estudiada, presenta una cloritización débil a moderada y epidotización incipiente, en algunas zonas se puede encontrar magnetita asociada a los ferromagnesianos y calcita asociada a venillas.
- Silicificación: esta alteración está presente en brechas y vetas, en contacto con estas estructuras se encuentran las rocas silicificadas en un grado moderado a fuerte con un fracturamiento moderado y tapizadas por óxidos de hierro. En algunas vetas como Roxana se presentan halos de alteración hasta de 15 m, y en otras como Santa Úrsula su halo se restringe a 0.50 m.
- Argilización.
- Fílica: restringida únicamente al hipoabisal dacítico ubicado entre falla Chila y falla Corona.

4.2. Discusión de resultados

Los targets de Suyckutambo se caracterizan en general por la abundancia de cuarzo y sus polimorfos acompañados por pirita y limonitas, en algunos casos adularia. Existe una ausencia total de sulfuros salvo en el prospecto de veta Roxana. La adularia es un mineral formador de veta que generalmente se encuentra acompañando al cuarzo en la misma estructura, en algunos sectores es abundante llegando a ocupar casi el 20% del volumen como es el caso de Santa Úrsula.

Se cree que las zonas anómalas de Santa Úrsula albergan leyes excepcionalmente altas (bonanza) como resultado de las diferentes etapas de mineralización similares a las del sistema Potos, la parte más occidental de Santa Úrsula (actualmente en producción), donde múltiples eventos de ebullición formaron la mineralización de Au y Ag.

4.2.1. Descripción de la veta

La veta Santa Úrsula fue identificada por unos 2,300 m en las concesiones Chila N° 1 y Santa Úrsula 2 al W. La anomalía principal de la veta está controlada al SE por una falla transcurrente que la flexiona hasta tener una dirección E-W, mientras que al NW de la veta se ubica el sistema de ramales NEE-SWW conjuntamente con las vetas Blanca, Blanca I y Negra.

La mineralogía de la veta comprende cuarzo masivo, hialino, lechoso, y en drusas, calcedonia, limonitas (hematitas, goethitas, jarosita) óxidos de manganeso, arcillas y adularia. La veta en zonas se presenta brechada con textura de clastos soportados. La matriz y clastos son de la misma veta, lo que haría suponer una reactivación de este sistema de fallas. Tanto el cuarzo lechoso y hialino se presenta en textura crustiforme y masiva. La roca caja presenta cloritización y la plagioclasa muy leve epidotización la cual le da una apariencia verdosa.

En superficie la veta presenta zonas de adelgazamiento y engrosamiento, también se puede apreciar varias zonas de dilatación principal en forma sigmoide producto de la transtensión ocurrida en la zona y la unión con estructuras locales. Esta presenta varios episodios de apertura, relleno y movimiento correspondiente a sistema de vetas fault infill, y a la vez muestra una zona altamente permeable que se encuentra mínimamente asociada a la zona decizalla que se presenta en la falla Chila.

Los contactos en esta veta son tajantes, ya que no tiene un halo de alteración considerable en las cajas, su emplazamiento indica que fue en un régimen de dúctil – frágil; también se observan los fragmentos de andesita porfirítica embebidos en la veta con zonas de brechamiento. Los contactos de veta-caja contienen gouge, lo que evidencia la reactivación de fallas posteriores a la mineralización.

4.2.1.1. Bandeamiento

Se identificó que la veta Santa Úrsula tiene al menos cuatro bandas cuya composición mineralógica y puntualmente geoquímica es diferente entre sí. La importancia de este hallazgo radica en que se puede concentrar la exploración y explotación de la veta a la banda con contenidos de Au y Ag más altos y así evitar diluir las leyes al considerar la veta como un solo cuerpo.

Las cuatro bandas identificadas son:

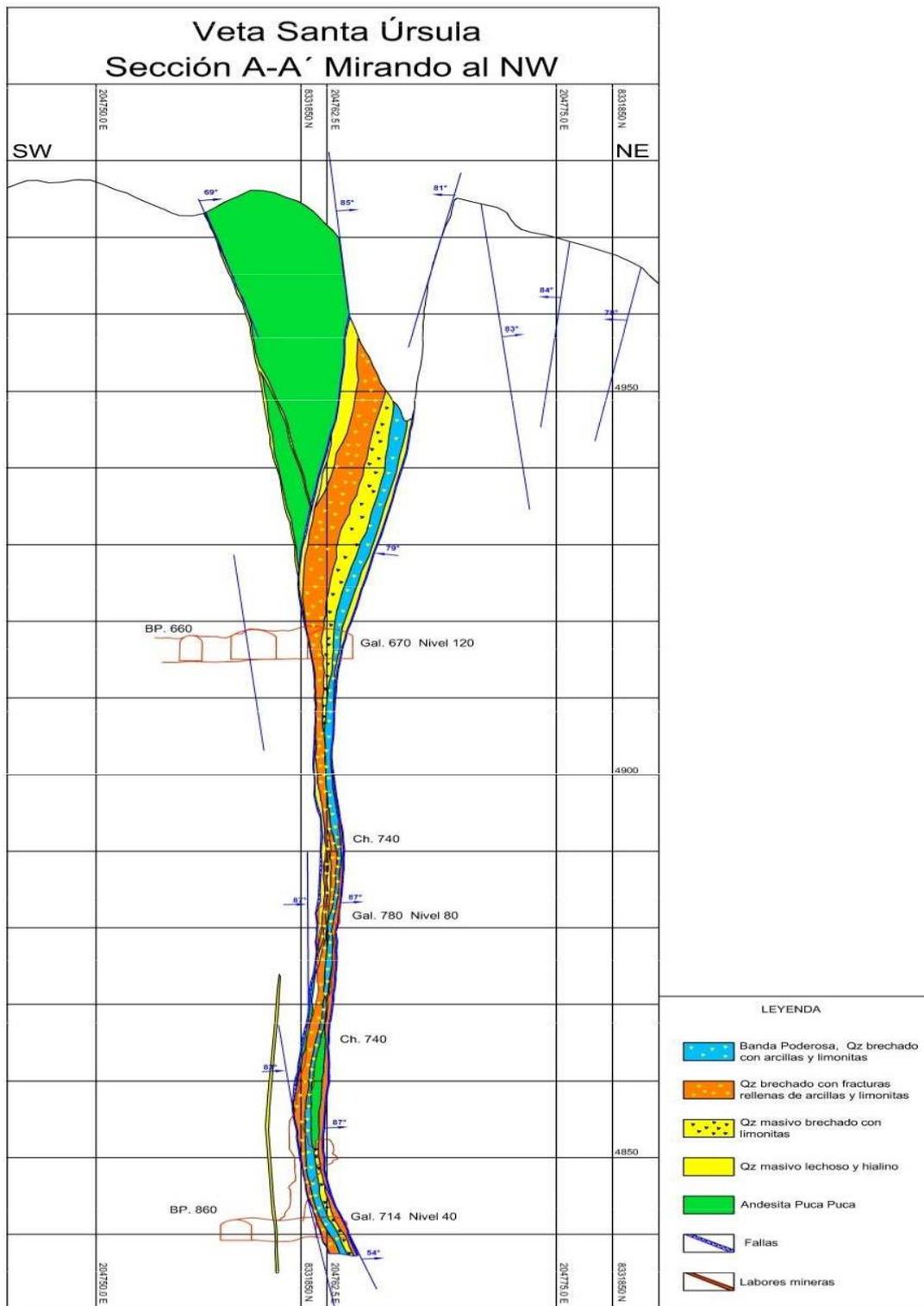
- **Brecha de Qz Lechoso, hialino con arcillas y Limonitas (“Brecha Poderosa”)**: Es la banda asociada a los valores de Au y Ag más altos en la veta. Tiene una matriz arcillosa, con diseminación de limonitas que varía entre 1 y 2 % con ligeras patinas de óxidos de Mn, los fragmentos de la brecha son de cuarzo lechoso, hialino y la forma de estos clastos

varía desde subredondeados a subangulares. Donde está presente las leyes son generalmente altas.

- **Brecha de Andesita y Qz:** Este tipo de brecha se encuentra pegada a las cajas techo y piso de manera intercalada, presenta fragmentos angulares a subredondeados de andesita silicificada, con un incremento de pirita diseminada variando entre 5 a 8 %. La matriz es de cuarzo hialino y presenta un bandeamiento de cuarzo amatista en venillas. El contacto está definido por una pequeña banda de arcillas, las limonitas no superan el 1% de diseminación en esta estructura.
- **Cuarzo Masivo:** La textura masiva se observa en el cuarzo blanco, lechoso y hialino, la apariencia es densa y masiva. También presenta venillas de cuarzo hialino la diseminación de limonita es escasa y los óxidos de manganeso se presentan en trazas.
- **Falla de Qz:** Contiene fragmentos subangulares de cuarzo lechoso y hialino, presenta pequeñas drusas de cuarzo amatista y las oquedades están rellenas con arcillas y limonitas, también presenta óxidos de Manganeso con un leve brillo metálico en su superficie.

Figura 41

Sección transversal en veta Santa Úrsula hacia la Chimenea 740, mostrando las diferentes bandas identificadas.



4.2.2. Controles de la veta

- **Control estructural:** la veta está claramente controlada por dos fallas techo - piso, en la superficie en algunos lugares se observa claramente que las fallas tienen un buzamiento opuesto (uno buza al norte con 80° - 85° y el otro al sur con 78° - 85°), esto hace que en niveles inferiores la veta no tenga la misma potencia como en superficie, ya que en el Nivel 80 la veta solo tiene una potencia de 2-3 m como máximo. A partir de allí es posible que los buzamientos sean paralelos porque en nivel 40 ambos buzamal norte, y la veta se mantiene con una potencia de 2-3 m y en algunas llegan hasta 1.5m.

En general la veta buza al sur de acuerdo con trabajos anteriores. Sin embargo, estos repetidos cambios de buzamiento aún no están del todo explicados y es posible que correspondan a ramales diferentes. Esto se comprobará mediante exploración sobre las vetas.

- **Control Litológico:** la veta en su longitud total está emplazada en una andesita color gris verdosa, de textura Porfirítica. La roca caja está brechada con una matriz de sílice, con clastos de la roca andesita. Adyacente a la andesita también afloran aglomerados andesíticos con una moderada alteración propilítica, en las cuales solo se presentan venas de sílice (jaspe rojo) y algunas venillas de cuarzo. Infrayaciendo la andesita hay una toba andesítica con seudoestratificación, pero según los reportes anteriores en estos niveles no hay una veta con mineralización económica, esto es por la permeabilidad de la toba que no ha dejado precipitar la mineralización. Por lo que no esperaríamos de encontrar vetas económicas dentro de la toba.
- **Control Mineralógico:** La veta está compuesta por cuarzo lechoso hasta

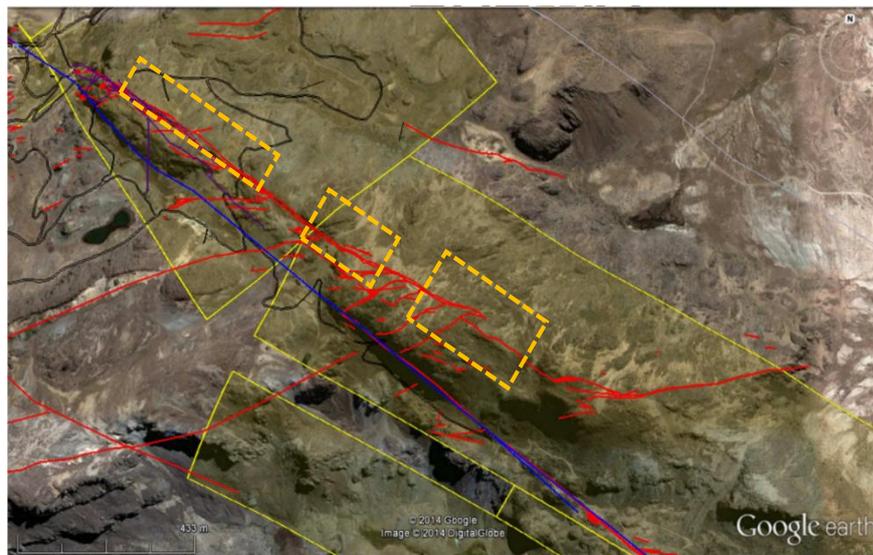
hialino, que es el control principal de toda la veta Santa Ursula, y también todos los ramales están compuestos de puro cuarzo. El control de la veta económica es principalmente cuarzo - adularia, arcillas de diferente coloración desde amarillento hasta gris blanco, asociados a óxidos como la jarosita y pirolusita.

4.2.3. Zonas potenciales para labores de exploración a corto plazo

A modo introductorio aclaramos que, en nuestra opinión, y dadas las circunstancias actuales de la empresa, una exploración con sondajes diamantinos o de tipo Pacsa es deseable pero no necesaria en estos momentos. Dada la prioridad de las labores, la ausencia de caja y la necesidad de generar reservas a corto plazo, opinamos que explorar con laboreo es más inmediato y generará respuestas más cercanas en el tiempo, con las cuales se tendrá espacio para hacer una exploración más sistemática y con métodos que aseguren más generación de recursos.

Figura 42

Veta Santa Úrsula y ramales en superficie, con zonas anómalas identificadas (en naranja)



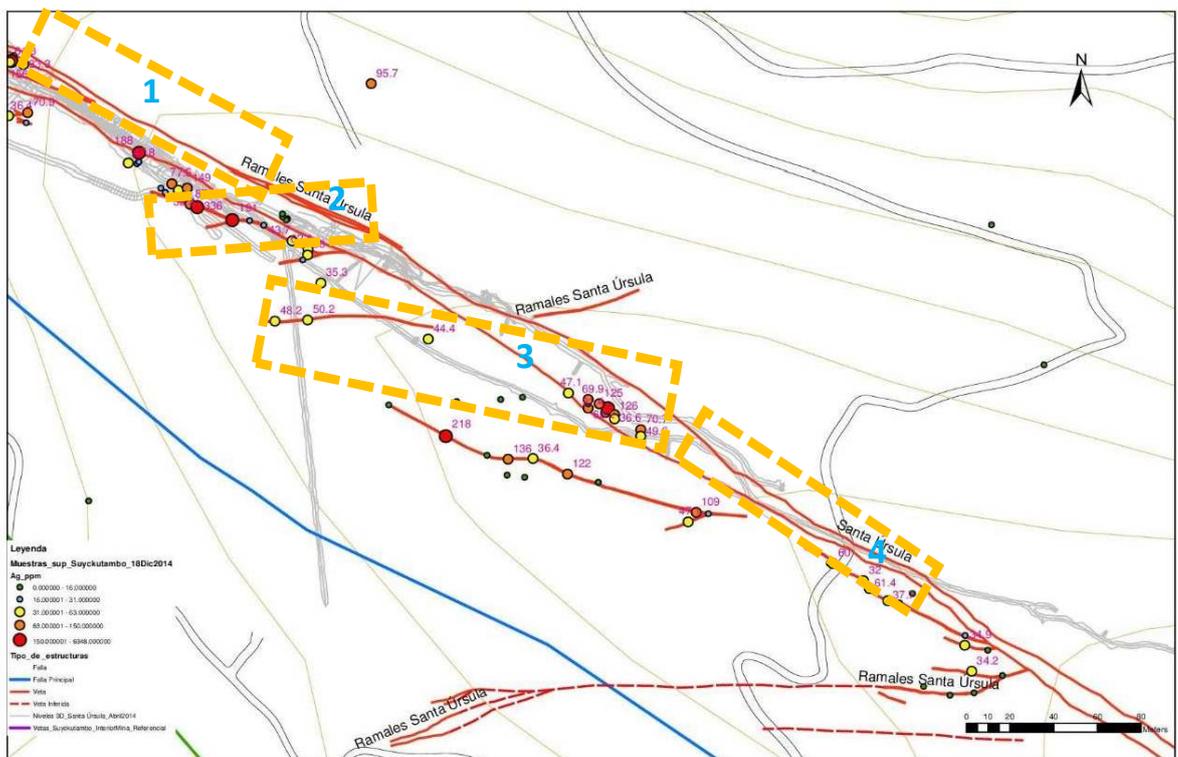
En superficie

Se realizó un muestreo superficial a lo largo de la veta Santa Úrsula, además de un mapeo de la misma tanto en superficie como en interior mina. Como resultado de estas actividades, se identificó unas zonas anómalas de acuerdo a sus valores de Ag y Au en la veta, las cuales se describen a continuación.

Adyacente a labores de la veta Santa Úrsula se identificó en superficie cuatro ramales con potencial de mineralización (ver Figura 43). Dichos ramales buzan generalmente hacia el Norte por lo cual se cortarían con la veta Santa Úrsula en una profundidad por confirmar, y tienen longitudes entre 80 a 173 metros. Su potencia promedio es de 0.45 a 0.68 m, y presenta anomalías de Ag hasta de 10 Oz/ton.

Figura 43

Ramales con potencial adicional cerca de labores de Santa Úrsula



Exploración: Desde superficie no es factible. No se recomienda accederlos desde más abajo debido a su buzamiento, pues al ser contrario a la tendencia general de Santa Úrsula es factible que se corte en un nivel muy superior al 40.

Se recomienda explorarla desde el Nivel 120 por medio de “huecos de perro” en los ramales más cercanos (longitud de unos 10 a 12 m) para verificar la existencia y potencial de las estructuras en profundidad, y con laboreo en los más lejanos (longitud aproximada 25 m).

En el target 1 en la figura se recomienda un hueco de perro de 10 m de longitud aproximada en la parte W del ramal, para verificar continuidad en el Nivel 120.

En el target 2 y debido a la longitud, es más factible una cortada de 30 m que intersecte el ramal en su parte media y que desde ahí, si confirma su potencial, proseguir desarrollando sobre el mismo. Lo mismo para los targets 3 y 4.

Costo de exploración (aproximado): \$30,000 (considerando a \$100 el metro de “hueco de perro” y \$400 el de la cortada.

Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad): Al intersectar desde el Nivel 120 se generaría en todos los ramales al menos un tajo. Con la potencia de cada ramal, se tendría en los cuatro un potencial tonelaje de 23,000 Ton, así:

Tabla 2

Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad)

Target	Veta	Longitud	Altura	Potencia promedio	Tonelaje (potencial)	Encampane
1	Ramal	95.0	40.0	0.68	6,412.5	59.00
2	Ramal	80.0	40.0	0.60	4,800.0	61.00
3	Ramal	173.0	40.0	0.44	7,640.8	56.00
4	Ramal	95.0	40.0	0.48	4,522.0	66.00
					23,375.3	

- Adyacente a la intersección de Veta Blanca con Santa Úrsula se definió una zona anómala con leyes altas de Ag y Au. La zona más interesante pertenece a la veta Santa Úrsula, con potencia promedio de 1 m (solo la banda “Poderosa” mineralizada) y una longitud de al menos 270 m. La otra corresponde a un ramal de Veta Blanca, con potencia de 0.30 m (ver Figura 44).

Exploración: se recomienda acceder a esta zona desde superficie, cerca de la carretera antigua para los sondajes de 2007 (Nivel aproximado +200), desde el ramal de veta Blanca. Desde allí se iría por la veta hasta llegar a Santa Úrsula. Si se realiza la bocamina en esta zona, se avanzaría sobre veta en baja ley aproximadamente unos 160 metros lineales, de allí se pasaría a la zona mineralizada y se continuaría la exploración sobre Veta para definir los recursos minables y posterior tajeo. Se tiene un encampane aproximado de 45 metros desde la posible galería del nivel 200 hasta superficie.

El ingreso de esta bocamina estaría pegado a la carretera, solo se tendría que realizar una cancha de mineral, y una carretera aproximada de 25 m y el movimiento de tierras (Cuaternario) hasta llegara roca competente para inicial el laboreo.

Dependiendo de los resultados de esta labor, se debería acceder por la propia Veta Blanca por un nivel inferior (160) para poder tajar desde este hasta el 200.

Figura 44

Sector anómalo en la veta Santa Úrsula cerca de Veta Blanca



Figura 45

Afloramiento de ramal de veta Blanca, sobre el cual se haría el acceso para llegar a la zona mineralizada de Santa Úrsula



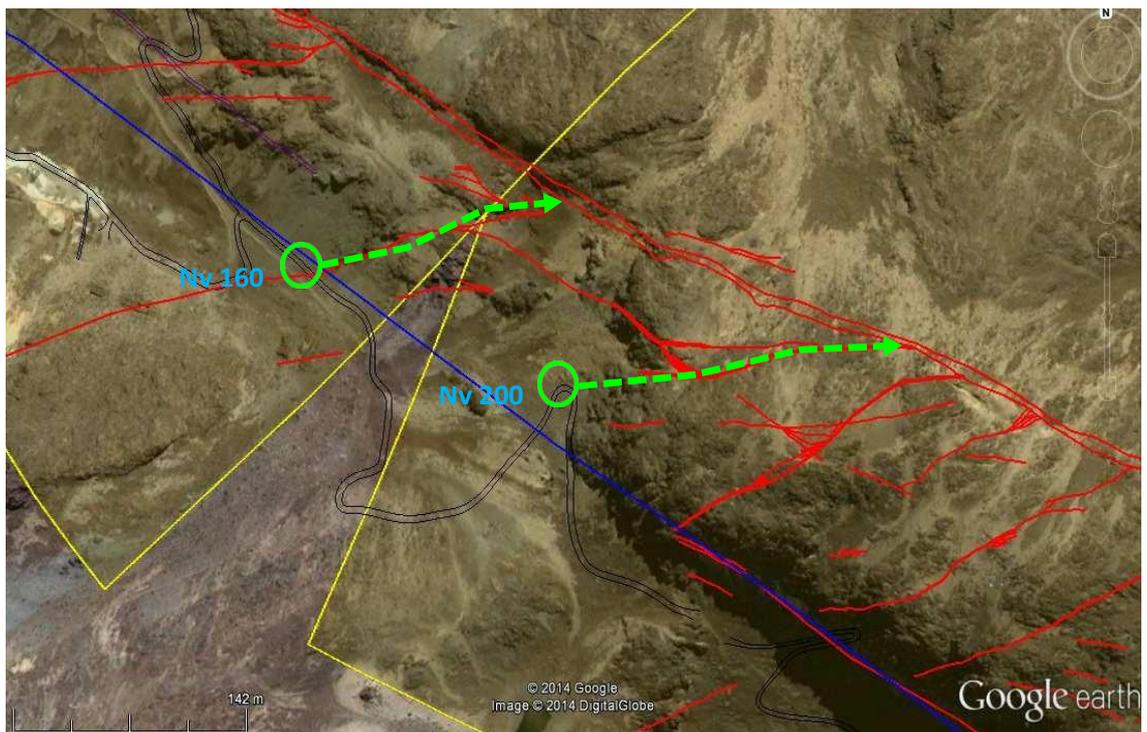
Figura 46

Afloramiento de ramal de veta Blanca, sobre el cual se haría el acceso para llegar a la zona mineralizada de Santa Úrsula más movimiento de tierra.



Figura 47

Acceso propuesto a zona anómala de Santa Úrsula



Otra opción es continuando en la veta Santa Úrsula en superficie hacia el SW, se iniciará con una galería inclinada (esto con el fin de acelerar la extracción del posible mineral de esta zona, en vez sacar el mineral por la galería del nivel 120

que elevaría costo en el transporte de mineral) y se bajaría 20 metros aproximadamente sobre vetade baja ley.

Costo de exploración (aproximado): \$144,000 (considerando a \$450 el acceso sobre veta) solo para acceder a la veta principal mineralizada desde el Nivel 160 y el 200. Sin embargo, considerando que cada metro de avance generaría 6.25 Ton (a 2.5 x 2.5 m), se requeriría que cada tonelada tenga leyes que aseguren un valor de \$80 para cubrir el costo de la labor.

Tabla 3

Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad): casi de 30,000 TM.

Veta	Longitud	Altura	Potencia promedio	Tonelaje (potencial)	Encampane
Blanca	166.0	20.0	0.30	2,490.0	30.00
Santa Úrsula	270.0	40.0	1.00	27,000.0	50.00
				29,490.0	

- Hacia el SE de la veta se presenta dos zonas más delgadas, pero con valores anómalos de Ag y Au (ver Figura 48), y potencias entre 0.4 y 0.6 m.

Exploración: desde interior mina continuando laboreo desde Santa Úrsula. Dada la dificultad de acceso desde superficie no se recomienda hacerlo por esta vía.

Figura 48

Zonas anómalas hacia el SE de la veta Santa Úrsula



Costo: dependiendo del acceso desde mina.

Tabla 4

Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad): 7,500 TM.

Veta	Longitud	Altura	Potencia promedio	Tonelaje (potencial)	Encampane
Santa Úrsula	85.0	40.0	0.60	5,100.0	>60
Santa Úrsula	60.0	40.0	0.40	2,400.0	>60
				7,500.0	

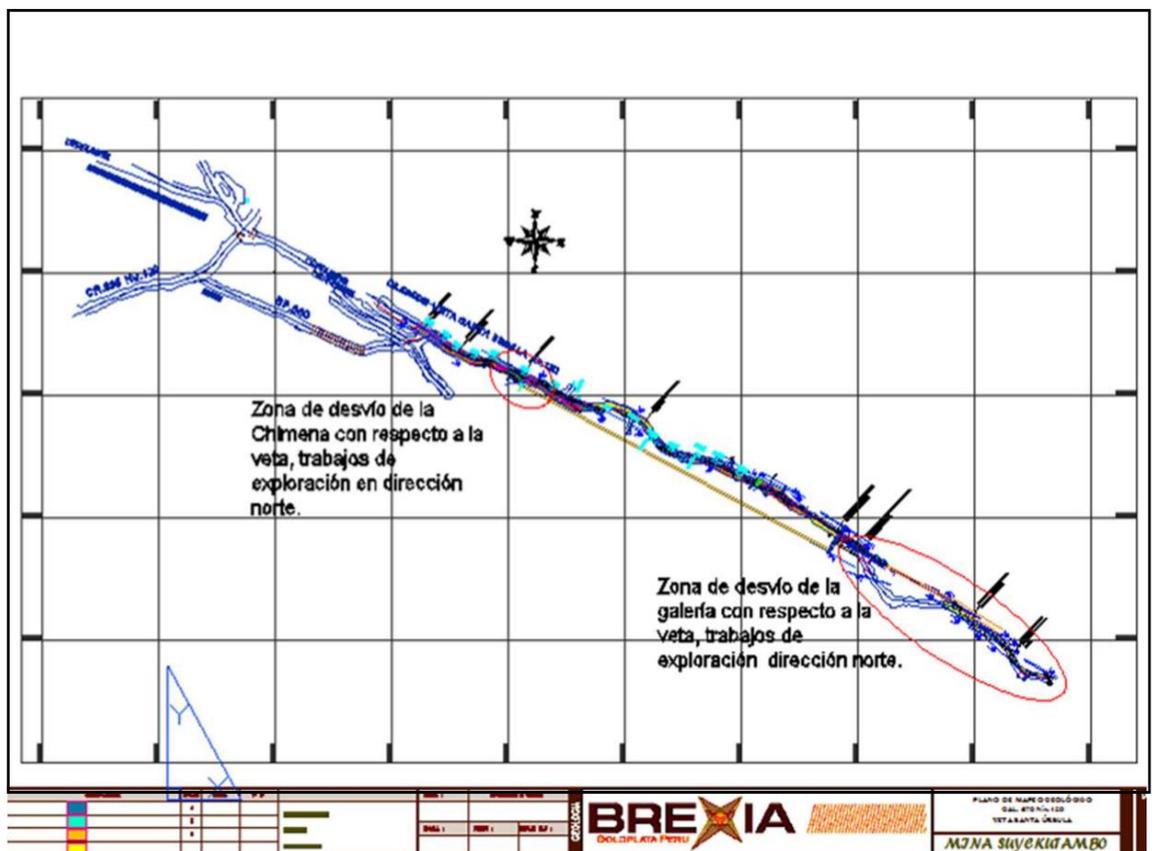
Desde interior mina

Con las labores de mapeo en interior mina se definió la posibilidad de que las labores antiguas se desviaron de la veta principal, y siguieron hacia el SE ramales más pobres y delgados. Por nivel se tiene lo siguiente:

Nivel 120: la zona con la elipse roja en la figura siguiente muestra el posible desvío de la galería con respecto a la Veta, lo cual nos favorecería para trabajos de exploración hacia el norte (ubicar la estructura principal) y hacia el Sur (explorar los ramales a este nivel). También se puede tomar como exploración la chimenea 780, ya que está ejecutada sobre un ramal.

Figura 49

Possible zona potencial en Nivel 120



Nivel 80: se muestra el desvío de la galería con respecto a la veta, lo cual nos favorecería para trabajos de exploración hacia el Sur (ubicar la estructura principal) y continuar sobre galería de exploración, ya que esta galería está recorrida en un aproximado 30 metros fuera de la banda Poderosa.

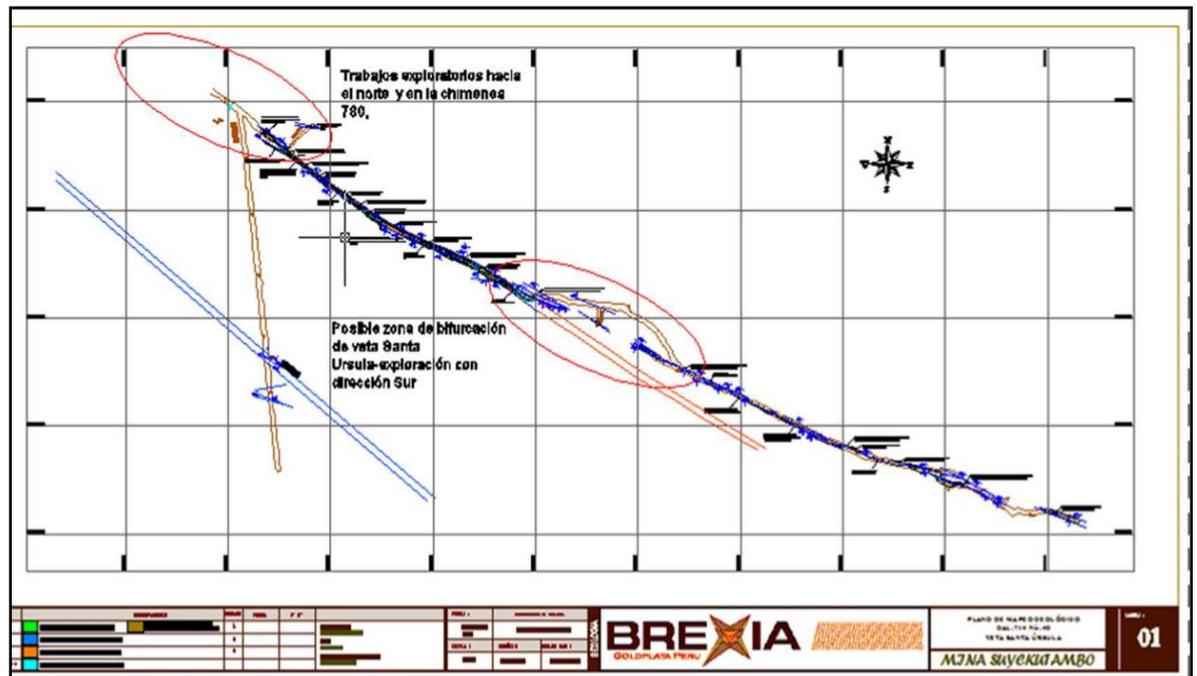
Figura 50

Posibles zonas potenciales en Nivel 80



Figura 51

Posibles zonas potenciales Nivel 40



Nivel 40: la elipse roja muestra el desvío de la galería con respecto a la Veta (la posible extensión se muestra en la figura en color rojo).

Considerando una potencia promedio de 0.80 m, una longitud adicional de 200 m y el aporte de un tajo más por nivel, se tendría 32,000 Ton adicionales como potencial.

CONCLUSIONES

- Se confirmó que la veta Santa Úrsula tiene potencial de mineralización adicional a la identificada en las labores antiguas. La veta aflora por entre 1,800 hasta 2,300 m de longitud, y presenta zonas con potencias entre 0.4 a 1.0 m que pueden añadir en total unos 92,000 Ton (solo con las labores propuestas para acceder a estas vetas).
- En el proyecto Suyckutambo, San Miguel y alrededores existen tres zonas metalogenéticas asociadas a yacimientos epitermales, los cuales se mencionan a continuación: Epitermales de baja sulfuración (Suyckutambo) epitermales de intermedia sulfuración Au-Ag (San Miguel) epitermales de intermedia Au, Ag, Pb y Zn (San Miguel y la pulpera)
- El sistema estructural está dividido y controlado por fallas transcurrentes dextrales y sinestrales, estos fallamientos a su vez tienen direcciones diferentes, que al cruzarse debilitan las zonas y hacen posible la migración de fluidos hidrotermales para su posterior formación de vetas o enriquecimiento de clavos mineralizados. Ejemplo de esto, es 2do clavo mineralizado de Santa Úrsula que se representa gracias al cruce de fallas de los sistemas NW-SE con el E-W.
- Suyckutambo es el yacimiento más antiguo comparado con los yacimientos San Miguel, la pulpera - Max Pala debido a que esta tiene más evidencias de tectonismo (falla Chila) y emplazamiento de cuerpos hipoabisales y brechas (pórfido dacítico y brecha Potosí).
- El principal control litológico en la zona de trabajo es la andesita (Roca caja de la veta Santa Úrsula). En esta unidad litológica están ubicadas las vetas: Santa Úrsula, Negra, Roxana, Chila, Raquel, Blanca, Blanca I, Silvia y el sistema de Potosí.
- En el proyecto Suyckutambo, San Miguel y alrededores se tienen reconocidos 5

sistemas estructurales de diferente dirección que ayudaron a la formación de vetas y emplazamiento de cuerpos intrusivo. El tipo de mineralización depende de este sistema estructural.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda explorar estas vetas con laboreo. La ejecución de sondajes diamantinos implica costos adicionales por carreteras, equipos y permisos, y que además sus hallazgos no tendrían impacto a corto plazo.
- Se recomienda tomar más importancia a la parte tectónica que se ha generado en el área de estudio, es decir a la falla Chila y al emplazamiento de cuerpos hipoabisales y brechas (pórfido dacítico y brecha Potosí).
- Se sugiere reconocer los 5 sistemas estructurales que se presentan en diferentes direcciones que ayudarán a determinar la formación de vetas y emplazamiento de cuerpos intrusivo. Porque el tipo de mineralización depende de este sistema estructural.
- Tomar en cuenta los tipos de alteración que circunda a las vetas varía en amplitud desde menos un metro hasta más de 40 metros, a ambos lados de la veta. Por lo general presentan secuencias de cuarzo bandeado y brechado en la veta, pasando a una zona alterada de caolinita de intensa a débil. También tener en cuenta los volcánicos circundantes exhiben una alteración propilítica considerable en la cual se desarrolló clorita, pirita y carbonatos.
- Sugiero tomar en cuenta las brechas hidrotermales que están asociadas a fallas y vetas en sistema estructural NE-SW. Son de tipo clastos soportados con fragmentos polimicticos subredondeados de andesitas, brecha volcánica y fragmento de cuarzo, cuya matriz de polvo de roca silicificada y argilizada contiene un porcentaje alto de limonitas de 5 a 7% (hematitas, goethitas y jarositas), esta matriz presenta boxworks regulares e irregulares y escasa pirita fina.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alfaro, S. (2007). Estimación de recursos minerales. Instituto de Ingenieros de minas de Chile.
- Arribas, A. (1996). Epithermal gold deposits. Styles, Charaterstics, and Exploration, by the Society of Resuorces Geology, ALL rights reserved. Printed Japan by Komiyama Printing Co, Ltd, Tokyo Japan.
- Báteman, A. (1978). Yacimientos minerales de rendimiento económico. Edición III, Printing. Love Printing Service Ltd. Ottawa, Ontorio.
- Bedoya, L.J.A. (20022) Estudio conceptual con simulación geoestadística para valorar blancos de exploración de elementos de tierras raras (REE) en el departamento de Antioquia, Colombia.
- Candiotti, H. (1999). Yacimiento Sipán. Grupo Hochschild, para el primer congreso internacional de prospectores y exploradores. Edición II
- Fernández R.; Tessone M (2015) Apuntes didácticos de geología de minas, actividades de exploración minera Universidad Nacional de la Plata.
- Gonzales S.J.E. (2013) Controles estructurales el pórfido Trapiche Apurímac - Perú
- Guillen, F. Varillas, A. (2009). Reporte de evaluación preliminar Jarwatuna Au- Cu (Ag). Caravelí. Arequipa, Cambior - Cambiex J/V. S.A
- Guiza G.S. (2021) Alcances de la Geoquímica en la Cordillera Oriental (Colombia, Suramérica) para el Potencial de Metales Estratégicos.
- Greg, C. (2005). Epithermal Au – Ag Deposit types – Implications for exploration. For the ProexploConference Perú. Consultant Economic Geologist, 29 Carr St, North Sydney.
- Hernández, R. y otros, (2010). Metodología de la Investigación. 3ra. Edic. Lima.
- Hernández G.D; Arranz J.C.; De la Vega R.P. (2014) El análisis del potencial geológico

de rocas industriañes en proyectos de planificación territorial: una revisión.

Mateus M. Germán I. (2022) Definición de targets de exploración a partir del análisis de imágenes multiespectrales (ASTER) y el análisis geoquímico de sedimentos fluviales de la zona de Chaguarpamba (Loja)

Mendoza P.T. (2019) Comportamiento Geológico de la Veta Infalible, Mina Shalca.

Morales O.J. (2020) Evaluación geológica del potencial de mineralización, zona Longreras Oeste, Unidad Minera El Porvenir.

Moreno B.R. (2019) Interpretación de alteraciones hidrotermales por análisis espectrométrico en los targets de exploración del yacimiento Pucamarca, Tacna.

Orbegozo F.C; Ríos C.A; Guerrero D.G. (2014) Generación y evaluación de blancos de exploración minera en el Distrito Minero de Huandoval (Pallasca – Perú)

Núñez, F., Condori, A., Jara, M, y Linares, F. Veliz J. (1994): Características metalogenéticas de la mineralización aurífera asociadas al segmento sur del Batolito de la Costa. Nazca. Ocoña, resumen extendido VII Congreso Peruano de Geología.

Pilatasg, M.L.F. y Vásquez G.M.A. (2017) Cartografía geoquímica multielemental de sedimentos fluviales. Aplicación al análisis del potencial metalogénico de la zona de Macará (escala 1:100 00).

Quiroz, L. (2003). Geología, alteración hipógena y mineralización en la mina La Escondida Norte de Chile. Tesis presentada a la Universidad de Arizona EE.UU. para optar grado académico de magister en ciencias.

Park, Charles f. (1982) Yacimientos de Minerales – Ediciones Omega.

Pecho, V. (1983). Geología de los cuadrángulos de Pausa y Caravelí. Boletín Nro. 37 122

INGEMMET

Suarez S.J. (2018) Influencia del estudio de exploración para la explotación minera del proyecto minero Carabely, Apurímac, 2017.

Zevallos R.J. (2014) Geología y aplicación geoquímica en la exploración del depósito Skarn Huacravilca.

Zuloaga G.A; Otero A,J; Mendoza, M; GÓMEZ C.E; Yupa P.G; Flores J.R; Valencia M.C; (2013) Prospección geológica minera del ANAP Suparaura

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de datos

Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad)

Target	Veta	Longitud	Altura	Potencia promedio	Tonelaje (potencial)	Encampane
1	Ramal	95.0	40.0	0.68	6,412.5	59.00
2	Ramal	80.0	40.0	0.60	4,800.0	61.00
3	Ramal	173.0	40.0	0.44	7,640.8	56.00
4	Ramal	95.0	40.0	0.48	4,522.0	66.00
					23,375.3	

Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad): casi de 30,000 TM.

Veta	Longitud	Altura	Potencia promedio	Tonelaje (potencial)	Encampane
Blanca	166.0	20.0	0.30	2,490.0	30.00
Santa Úrsula	270.0	40.0	1.00	27,000.0	50.00
				29,490.0	

Potencial de tonelaje añadido solo con estas labores (sin considerar posible potencial adicional en profundidad): 7,500 TM.

Veta	Longitud	Altura	Potencia promedio	Tonelaje (potencial)	Encampane
Santa Úrsula	85.0	40.0	0.60	5,100.0	>60
Santa Úrsula	60.0	40.0	0.40	2,400.0	>60
				7,500.0	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“CARTOGRAFÍA E IDENTIFICACIÓN DE TARGETS PARA EL INCREMENTO DE RESERVAS EN LA UNIDAD MINERA DE SUYCKUTAMBO DE BREXIA GOLDPLATA – PERÚ – 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Será factible generar una cartografía e identificación de Targets para el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS.</p> <p>1. ¿De qué manera las características geológicas influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata?</p> <p>2. ¿En qué grado las características estructurales determinarán su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar como la cartografía e identificación de targets influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>1. Demostrar como las características geológicas influirán en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.</p> <p>2. Establecer cómo las características estructurales determinarán su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La cartografía e identificación de targets influyen en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.</p> <p>1. Las características geológicas influyen en el incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.</p> <p>2. Las características estructurales determinan su potencial geológico y económico en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Cartografía e identificación de targets.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Incremento de reservas en la Unidad Minera de Suyckutambo de Brexia Goldplata.</p> <p>VARIABLE INTERVINIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yacimientos epitermales • Alteración hidrotermal. • Vulcanismo y tectonismo 	<p>% de avance</p> <p>Toma de muestra</p> <p>Leyes del mineral</p> <p>Incremento de reservas.</p> <p>Zonas de enriquecimiento</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>La investigación de tipo exploratorio, descriptivo y aplicativo.</p> <p>Será exploratorio porque mediante la cartografía e identificación de targets se determinará zonas de interés económico. Así mismo se describirá las características geológicas, estructurales de la litología y la mineralización en la zona del proyecto. Será aplicada por que los datos recolectados en campo, el análisis y la interpretación de los resultados servirán para determinar el tipo de yacimiento y el origen de la mineralización de las vetas de la zona del proyecto.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>El diseño está basado en un análisis de datos geológicos y estructurales como una sola variable, que nos permite realizar una evaluación para solucionar el problema de determinar zonas de interés económico y el origen de las estructuras mineralizadas, determinándose por ello una investigación de diseño preexperimental.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p>

				<p>La población son todas las estructuras mineralizadas como vetas, brechas y pórfidos que se presentan en el área del proyecto y la muestra son los afloramientos de las vetas, fallas y fracturas que se encuentran en la zona de estudio. El tipo de muestreo es sistemático pues se aprovecha los puntos de afloramientos de las estructuras.</p>
--	--	--	--	--

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Levantamiento de planos topográficos a escala 1/1000

				<p>Mapeo geológico a escala 1/1000 Levantamiento de planos topográficos y geológicos a la escala 1/1000</p> <p>INSTRUMENTOS</p> <p>Plano topográfico, Plano geológico, Libreta de apuntes, PETS de muestreo.</p>
--	--	--	--	---