

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**La exploración geológica en el potencial de recursos minerales,
proyecto Angélica, mina El Porvenir- Milpo 2019**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

Bach. Henry VALENTIN PAREDES

Asesor:

Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI

Cerro de Pasco - Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**La exploración geológica en el potencial de recursos minerales,
proyecto Angélica, mina El Porvenir- Milpo 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Dr. Reynaldo MEJIA CACERES
PRESIDENTE**

**Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO**

**Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación**

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 109-2023-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:

**La exploración geológica en el potencial de recursos minerales, proyecto Angélica, mina
El Porvenir- Milpo 2019**

Apellidos y nombres de los tesisistas:

Bach. VALENTIN PAREDES, Henry

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. CALSINA COLQUI, Vidal Victor

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería Geológica

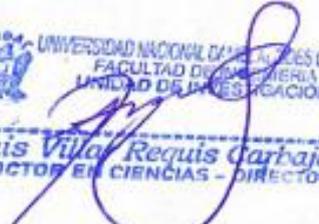
Índice de Similitud

29%

APROBADO

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 06 de setiembre del 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villa Requis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A Dios y con mucho orgullo a mis padres por estar conmigo en cada paso del camino, acompañándome y reiterándome su amor, a mis padres, Eucario Valentín Ayala y a mi Madre Lucy Paredes Velásquez, quienes cuidaron de mi bienestar y educación durante toda mi vida, siempre me apoyaron, siempre confiaron en mi en cada desafío que me fue lanzado sin dudar nunca de mi inteligencia y capacidad para lograrlo. A mis hermanos a cada uno de ellos por los días de aliento que me brindaron sin duda por mi familia soy quien soy hoy. Los amo con mi vida.

Henry, VALENTIN PAREDES.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por convertirme en la persona que soy hoy; mucho de lo que he conseguido se lo debo a los que trabajáis en ello. Me dieron siempre de cierta forma reglas y ciertas libertades para mí, pero en última instancia me motivaron constantemente para lograr mis sueños y aspiraciones. Gracias, mamá y papá.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a la facultad de Geología y a los docentes de la profesión por el apoyo brindando.

A la CIA Minera el Porvenir Milpo, por haber aceptado y otorgado el permiso necesario para poder desarrollar el presente estudio de investigación.

Y a todas las personas que directa o indirectamente estuvieron involucradas en este proceso.

Henry, VALENTIN PAREDES.

RESUMEN

En la zona existen una serie de estructuras como: vetas, mantos, lazos, cimoides, stockworks y brecha, casi todas están emplazadas en las calizas de la Formación Chambará específicamente en las unidades B, C y D. En esta zona afloran:

Vetas. - afloran unas 15 vetas de diferentes longitudes desde 120m hasta 500m cuyos anchos varían de 1 m. hasta 12m.

Mantos. - Son cortos generalmente asociados con las vetas en la intersección con horizontes de caliza favorable, estos se extienden unos 10m a 25m por ambos lados de la veta, los anchos observados varían de 1m hasta 3m.

Stockwork. - Está formado por una serie de vetillas en diferentes direcciones que están rellenas con cuarzo y abundante MnOX.

Las exploraciones en calizas tienen la peculiaridad de que muchas veces las estructuras son angostas, pero luego cambian a estructuras anchas formando cuerpos muy económicos en profundidad un caso típico son las vetas y cuerpos en la mina El Porvenir.

El conjunto de vetas representa una facie distal de mineralización respecto al intrusivo (stock) El Porvenir, en cuyo contacto con las calizas se forman cuerpos de reemplazamiento con mineralización tipo skarn, el cual es ampliamente conocido y estudiado entre los yacimientos peruanos de contacto (skarn).

Palabras Clave: Estructuras, horizontes, veta, mineralización.

ABSTRACT

In the area there are a number of structures such as: veins, mantles, cimoid loops, stockworks and gap, almost all of them are located in the limestones of the Chambará Formation specifically in units B, C and D. In this area they appear:

Veins.- about 15 veins of different lengths from 120m to 500m, whose widths vary from 1 m. up to 12m

Cloaks.- They are short generally associated with the veins at the intersection with favorable limestone horizons, these extend about 10m to 25m on both sides of the vein, the observed widths vary from 1m to 3m.

Stockwork.- It consists of a series of veils in different directions that are filled with quartz and abundant MnOX.

The limestone explorations have the peculiarity that many times the structures are narrow but then they change to wide structures forming very economic bodies in depth a typical case are the veins and bodies in the Provenir mine.

The set of veins represents a distal mineralization facie with respect to the intrusive (stock) El Porvenir, in whose contact with the limestones, replacement bodies with skarn type mineralization are formed, which is widely known and studied among the Peruvian contact deposits (skarn).

Keywords: Structures, horizon, vein, mineralization.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de tesis, detalla lo siguiente: la zona de Angélica recibe esta denominación porque las estructuras se ubican dentro del denuncio Angélica, geográficamente está cercana al cerro Uchunguyo que se encuentra en la parte alta, al este de la mina El Porvenir.

Dentro de ella vemos la necesidad de realizar esta investigación por ser una zona de interés y estar cerca de las operaciones de la mina El Porvenir, se estudió en detalle por recomendación de los ingenieros José Condori y Manuel Rodríguez.

En la zona se presentan una serie de estructuras mineralizadas tales como: vetas, mantos, lazo cimoides, cuerpos irregulares y zonas de stockworks emplazados en calizas de la Fm. Chambará, específicamente en las unidades B, C y D.

Se han preparado cinco (5) láminas representativas de la zona las cuales ilustran en detalle sus características geológicas y las alternativas de exploración.

La zona debe ser explorada con ímpetu y persistencia, pues la mineralización emplazada en calizas tiene su peculiaridad, muchas veces los resultados son desalentadores y la exploración se paraliza por los resultados desfavorables. Un caso típico sería la mina Uchucchacua, donde las vetas forman múltiples cuerpos en profundidad dentro de las calizas.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema.	2
	1.3.1. Problema general.	2
	1.3.2. Problemas específicos.	2
1.4.	Formulación de objetivos.....	2
	1.4.1. Objetivo general.	2
	1.4.2. Objetivos específicos.....	2
1.5.	Justificación de la investigación.	3
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	4
2.2.	Bases teóricas – científicas	7

2.2.1. Guías geológicas de exploración	7
2.2.2. Yacimiento o depósitos epitermales.....	10
2.2.3. Características de los yacimientos epitermales	11
2.2.4. Yacimientos o depósitos epitermales de alta sulfuración.....	21
2.3. Definición de términos básicos.....	26
2.4. Formulación de hipótesis	28
2.4.1. Hipótesis general	28
2.4.2. Hipótesis específicas	28
2.5. Identificación de variables	28
2.5.1. Variable independiente.....	28
2.5.2. Variable dependiente.....	29
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	31
3.2. Nivel de investigación.	31
3.3. Métodos de investigación.	32
3.4. Diseño de investigación.....	32
3.5. Población y muestra.....	33
3.5.1. Población.....	33
3.5.2. Muestra.....	33
3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos.....	33

3.7.	Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.	34
3.7.1.	Validación de los instrumentos para la recolección de datos:	34
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	35
3.9.	Tratamiento estadístico	35
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	35

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	36
4.1.1.	Ubicación y accesibilidad.....	36
4.1.2.	Fisiografía.....	38
4.1.3.	Geología.	39
4.1.4.	Geología Regional.....	40
4.1.5.	Estratigrafía.	42
4.1.6.	Mineralización.....	44
4.1.7.	Geología Estructural.....	45
4.1.8.	Mineralogía	46
4.1.9.	Metamorfismo.	47
4.1.10.	Alteraciones de la roca y del mineral	48
4.1.11.	Controles de Mineralización	49
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	52
4.2.1.	Ubicación Proyecto.	52
4.2.2.	Marco Estructural	53
4.2.3.	Mineralización Tipos.....	54
4.3.	Prueba de hipótesis.	55

4.3.1. Descripción.....	55
4.4. Discusión de resultados.	56

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°1:	Características de los yacimientos epitermales.....	11
GRÁFICO N°2:	Modelo de reservorio epitermal baja en sulfuro	13
GRÁFICO N°3:	Deposito epitermal de baja sulfuración en texturas.	14
GRÁFICO N°4:	Epitermales de baja sulfuración.	15
GRÁFICO N°5:	Epitermales de alta sulfuración.	23
GRÁFICO N°6:	Evento de mineralización tardía.....	25
GRÁFICO N°7:	Plano de accesibilidad.....	37
GRÁFICO N°8:	Plano de Ubicación.	38
GRÁFICO N°9:	Valle en forma de U, Milpo El Porvenir.....	39
GRÁFICO N°10:	El stock de Milpo El Porvenir.....	40
GRÁFICO N°11:	Planos de Falla Milpo El Porvenir.	41

INDICE DE TABLAS

TABLA N°1:	Elaboración propia del investigador.	30
TABLA N°2:	Elaboración propia del investigador.	34

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N°1:	Veta de cuarzo – textura bladed.	15
IMAGEN N°2:	Veta de cuarzo – textura saccharoidal.	16
IMAGEN N°3:	Veta de calcedonio.	16
IMAGEN N°4:	Veta de cuarzo estéril.	17
IMAGEN N°5:	Veta - Brecha oxidada.	18
IMAGEN N°6:	Veta coliforme.	18
IMAGEN N°7:	Veta coliforme de sulfuros – cuarzo.	19
IMAGEN N°8:	Veta de cuarzo relleno con sulfuros.	19
IMAGEN N°9:	Veta de cuarzo brechado con relleno.	20
IMAGEN N°10:	Galena masiva – esfalerita verde.	21
IMAGEN N°11:	Roca andesita alterada.	24
IMAGEN N°12:	Textura silice vuggy.	24
IMAGEN N°13:	Brecha hidrotermal.	26
IMAGEN N°14:	Roca volcánica.	26

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Es importante la investigación geológica en la unidad minera el porvenir Proyecto Angélica, para determinar el potencial geológico en base a descubrir nuevos recursos minerales existentes en una determinada área geográfica, por lo tanto, esta actividad se convierte en el primer paso de la actividad minera, especialmente en minas en actividad como la unida Porvenir, que requiere actualmente un incremento de sus recursos minerales para que continúe con sus actividades de extracción sin ningún inconveniente en el tiempo.

Por ser una zona de interés y estar cerca de las operaciones de la mina El Porvenir, es una ventaja geológica que se tiene reconocida la geología local que nos brinda información geológica que correlacionaremos con datos del proyecto que se encuentra en investigación.

En la zona se presentan una serie de estructuras mineralizadas tales como: vetas, mantos, lazo cimoides, cuerpos irregulares y zonas de stockworks

emplazados en calizas de la Fm. Chambará, específicamente en las unidades B, C y D.

1.2. Delimitación de la investigación

El presente estudio es importante porque nos permite establecer que la exploración geológica permite realizar una mejor estimación del potencial económico; así mismo servirá como un aporte fundamental a las ciencias geológicas.

Así mismo, servirá como información básica para los inversionistas nacionales o extranjeros.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿La exploración geológica establece el potencial de recursos minerales en el proyecto Angélica, mina El Porvenir, Milpo 2019?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Las características Geológica de la zona influyen en el potencial de recursos minerales del proyecto Angélica?
- b. ¿El comportamiento geológico – económico de las estructuras mineralizadas influyen en el potencial de recursos minerales en el proyecto Angélica?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer el potencial de recursos mineros del proyecto Angélica Mina el Porvenir, utilizando la exploración geológica.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Identificar las características geológicas de la zona para establecer el potencial geológico.
- b. Definir el comportamiento geológico-económico de las estructuras mineralizadas del Proyecto Angélica.

1.5. Justificación de la investigación

Esta investigación se justifica de la forma siguiente el proyecto Angélica es una zona con altas perspectivas geoeconómicas importantes para la mina el Porvenir, con las cuales se lograría incrementar los recursos minerales y los trabajos en exploraciones geológicas permitirán reconocer con mayor precisión el comportamiento de las estructuras mineralizadas y así mismo será de gran aporte para las generaciones siguientes.

1.6. Limitaciones de la investigación

El problema presupuestal de los inversionistas ante el riesgo y las especulaciones del crecimiento del país está impulsado por la política de turno, así como de los diversos problemas sociales de los últimos años que muestran ser una barrera y en diversas ocasiones influyen de forma negativa ahuyentando a los inversionistas.

Además, en este presente proyecto de investigación no se ha utilizado las leyes de metales para poder establecer la cuantificación de los recursos. (por temas que eran datos reservados).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Para otorgar rigor científico a la presente investigación, han sido múltiples las consultas bibliográficas para la concreción de este apartado. Así tenemos:

Investigación Local:

Oscategui (2020). “Evaluación Geológica del Potencial de Mineralización, zona Longreras Oeste, unidad minera El Porvenir, 2019” tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Pasco. Concluye lo siguiente:

La reinterpretación geológica de la zona muestra características geológicas importantes en la zona, la mineralización está asociada a una gran falla-veta (Longreras Oeste) la cual está emplazada en el contacto de la brecha silícea al lado este y las calizas rojas al lado oeste (Lamina N°2). A lo largo de la falla se presentan múltiples afloramientos irregulares dentro de los 2300 metros de extensión, la falla continúa abierta hacia el norte y al sur, pero ya no se observan afloramientos asociados.

Las posibilidades de hacer alguna exploración diamantina en la superficie son difíciles la comunidad de San Juan de Milpo se opone a todo tipo de exploración. El Nivel -450 se debe considerar en un futuro cercano para explorar en las cercanías al Grupo Goyllarisquizga. En la Lamina N°3 se puede observar que los DDH 981 y 1199 intersecan mineralización en profundidad con buenas leyes, podrían tratarse de vetas o mantos mineralizados. Se debe correlacionar este Nivel (-450) con otros Niveles Superiores e inferiores en la búsqueda de nuevos targets.

Investigación Nacional:

Quispe (2020). “Exploración geológica para incrementar reservas minerales en la mina Secutor – Arequipa” tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo Universidad Nacional del Altiplano. Concluye lo siguiente:

Se concluye que las características geológicas de la mineralización en mina Sector se encuentran emplazadas en rocas andesíticas del complejo Bella Unión, se reconocieron cuatro estructuras principales Erika, Bianca, Paula y Regional, los cuales tienen cierta simetría paralela, cuyos azimuts son de 285° a 310° y 50 a 100 metros de separación, el yacimiento forma parte de la franja mineralizada Nazca-Ocoña, los cuales están relacionados los intrusivos del Batolito de la Costa.

En mina Sector se tiene el afloramiento de rocas de composición andesíticas y dacíticas, en los cuales se fueron emplazando intrusivos de composición Monzonita y Diorita, dando origen al yacimiento mineral en forma de vetas y de comportamiento tipo rosario.

La descripción de las características geológicas nos determina que tenemos un control mineralógico de vetas con una composición de cuarzos grises

y presencia de sulfuros (pirita, calcopirita), y también cuarzos oquerosos blanquecinos con presencia de óxidos de hierro (hematita y limonita).

El mapeo geológico superficial y en interior mina determino que las vetas Erika, Bianca, Paula y Regional tienen continuidad hacia lado Sureste de donde actualmente nos encontramos trabajando, y hacia lado Noreste dichas vetas se reducen, por ende, las leyes bajan hasta 1gr/tn Au.

El muestreo geológico determino que existen leyes de oro en las proyecciones a lado sur de las vetas, Erika, Bianca y Regional, la veta Paula tiende a reducirse y a bajar sus leyes de Au.

Investigación Internacional:

Zúñiga (2019). “Exploración Geológica del Proyecto Becker, Región Maule, Chile” Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo Universidad de Chile. Concluyendo en:

Este estudio tiene por objetivo realizar una exploración geológica para determinar la continuidad y dirección preferencial de las vetas en el proyecto Becker ubicado localidad de Abarca a 45 Km del nororiente de la ciudad de Talca, en la Región del Maule y comprende un área total de 5 km². Los datos se obtuvieron mediante una campaña en terreno dividida en tres diferentes etapas para facilitar la obtención de estos y el alcance del estudio. Estas etapas consistían en realizar un estudio detallado en 4 diferentes zonas del camino, un estudio en la superficie recopilando la aparición de clastos de cuarzo para determinar alguna posible orientación preferencial de las vetas, y un estudio de los esteros del sector en busca de evidencias estructurales. Luego de ser procesados y analizados los datos, se identificaron diferentes alteraciones espaciadas generando halos con orientación norte-sur y una distribución externa a interna de alteración propilítica

general en todo el sector, alteración argílica, silicificación y finalizando con una veta en el centro. La tendencia de los clastos de cuarzo y los afloramientos de vetas presentaban una dirección similar a las alteraciones. Con las evidencias de fracturamiento y brechización se plantea un lineamiento con rumbo norte-sur. Junto a estos datos se propone una dirección preferencial norte-sur de las vetas mineralizadas del proyecto. Se concluyo que el proyecto Becker corresponde a un yacimiento epitermal de intermedia a baja sulfuración con vetas de cuarzo mineralizadas en oro y plata con orientación N°15E y subvertical cruzando el proyecto, con lo cual se sugiere realizar más exploraciones en la superficie y trincheras perpendicular al rumbo de las vetas mineralizadas.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Guías geológicas de exploración

a) Guías Morfológicas

R, Oyarzun (2011), nos mencionó que: “Las guías morfológicas se relacionan con la forma, esto es, con la geometría de los cuerpos mineralizados que se buscan.”

Antes de buscar un determinado tipo de yacimiento primero deberíamos saber qué forma tiene, como punto de partida.

Los cuerpos mineralizados se pueden dividir en dos categorías: “discordantes” y “concordantes”.

Los cuerpos discordantes pueden a su vez dividirse en:

- Regulares
- Irregulares.

Para, **Oyarzun (2011)**: Los cuerpos discordantes “regulares” pueden tener dos morfologías posibles: A) Tabulares y B) Tubulares. Los tabulares reciben su nombre del latín tabularis, esto es, que tienen forma de “tabla”. A esta categoría podemos adscribir los cuerpos mineralizados filonianos (vetiformes). Los cuerpos discordantes “regulares” tubulares, también reciben su nombre del latín tubulus, y como su nombre indica, presenta forma de tubo. A este grupo se asocian las diatremas, como las kimberlíticas y los cuerpos de brecha de turmalina, asociadas (o no) a pórfidos cupríferos. El término más común en inglés para designar estos cuerpos es el breccia pipe. En ocasiones el cuerpo de brechas puede alejarse de la forma tubular y asemejar un cono trucado invertido.

Para, **Oyarzun (2011)**, “En lo que respecta a los cuerpos discordantes irregulares, como su nombre lo sugiere, presentan morfologías que no se asemejan a cuerpos geométricos regulares. En esta categoría pueden entrar algunos cuerpos de hierro o cobre tipo skarn y por supuesto los pórfidos cupríferos”.

Según, **Oyarzun R (2011)**, “En cuanto a los cuerpos mineralizados concordantes, aquí entran todos aquellos yacimientos comúnmente llamados estratiformes (mantiformes). Dado que la mineralización se acomoda concordantemente a la capa sedimentaria, piroclástica o de colada volcánica, poco hay que añadir al respecto. Yacimientos típicos son aquellos del tipo mantos de carbón en rocas sedimentarias, plomo- zinc en calizas dolomitizadas, y por supuesto, los yacimientos de hierro del tipo Formación Bandeada de Hierro (BIF), que por su importancia económica y amplia distribución mundial (escudo canadiense, australiano y brasileño) son de los más notables en esta categoría”.

b) Guías Litológicas.

Para **Oyarzun, R (2011)**, “Los yacimientos minerales se asocian a determinados tipos litológicos y series magmáticas, por ejemplo, es bien conocida la asociación entre pórfidos cupríferos y rocas de composición tonalítica de la serie calco-alkalina, o la de algunos yacimientos de plomo-zinc con las rocas carbonatadas. Otra clásica asociación es la de las rocas ultramáficas, como las peridotitas, con yacimientos de cromo y platinoides. En otras palabras, el marco litológico y petrológico predetermina los tipos de yacimientos en una región”.

Para **Oyarzun R. (2011)**, “Podemos definir una serie de asociaciones clásicas de gran utilidad llegado el momento de planificar una campaña de exploración. Algunas de las típicas son”. Rocas magmáticas ultramáficas, relacionadas o no con procesos de acreción oceánica: yacimientos de cromo y platinoides. Rocas magmáticas de composición félsica máfica de la serie calco-alkalina en márgenes de placa activos: yacimientos de sulfuros masivos tipo kuroko asociados a rocas volcánicas y sub volcánicas félsicas como riolitas; mantos de cobre en rocas o sulfuros masivos en rocas de composición basáltica a andesítica; pórfidos cupríferos es stocks de composición granodiorítica-tonalíticas.

Para **Oyarzun R. (2011)**, Granitos peralumínicos del tipo hercínico europeo: yacimientos de estaño y wolframio (tungsteno), elementos de tierras raras, fósforo, uranio, columbita- tantalita. Rocas sedimentarias marinas carbonatadas, generalmente dolomitizadas: yacimientos de Pb-Zn, estratiforme o estratoligados.

Rocas sedimentarias silíceas del Precámbrico: formaciones bandeadas de hierro del tipo Lago Superior. Si hay además rocas volcánicas asociadas pueden desarrollarse mineralizaciones bandeadas de hierro.

c) Guías estructurales: fallas y yacimientos minerales

Oyarzun R. (2011), señaló al respecto que: Las fallas se curvan, y esta curvatura tiene importantes implicaciones en lo que se refiere a la dinámica de extensión o compresión del sistema (GRAFICO N° 1). Desde el punto de vista de las mineralizaciones hidrotermales, las fallas y zonas de falla con sectores de extensión presentan el máximo interés. La razón radica en que aquellas zonas se encuentran en apertura lo cual tiene dos consecuencias principales:

Permite una circulación más fácil de los fluidos hidrotermales.

Si la precipitación de la carga mineral sucede en esos sectores, la masa mineral será mayor dado el carácter en expansión que presentan.

d) Guías de mineralogías

Oyarzun R. (2011), mencionó lo siguiente: Las guías mineralógicas de exploración son de dos tipos principales, las relacionadas con los procesos de alteración hidrotermal, y las derivadas de la formación de gossans. La mineralogía de alteración (hidrotermal o supergénica) es una de las herramientas más útiles de exploración. Los yacimientos hidrotermales presentan una aureola de alteración, que suele disponerse geométricamente en torno al cuerpo mineralizado.

2.2.2. Yacimiento o depósitos epitermales

Según **Yandry Maldonado (2021)**. “Nos dice que los yacimientos epitermales son aquellos que están ligados a procesos volcánicos en zonas de subducción (márgenes activos) y teóricamente la mineralización ocurre a escasa

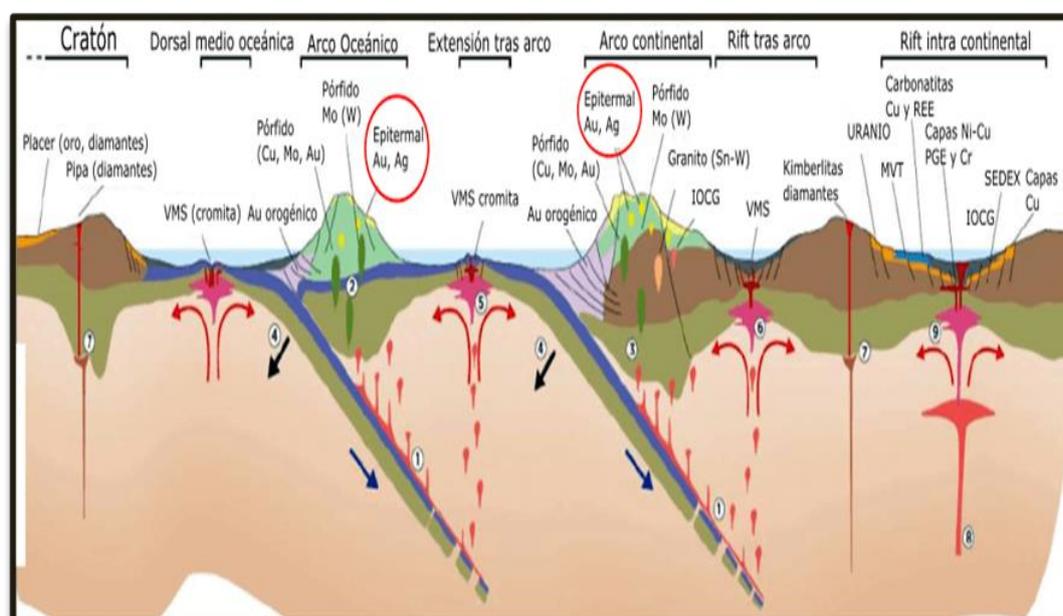
profundidad en la corteza, son atractivos para el aprovechamiento de oro (Au) y plata (Ag)”.

2.2.3. Características de los yacimientos epitermales

Para **Yandry, Maldonado (2021)**. Nos dice que 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 el Gráfico N° 1 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.

GRÁFICO N°1: Características de los yacimientos epitermales



Nota. Elaborado (Maldonado, 2021).

Para **Yandry, Maldonado (2021)**, 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

Importancia de los depósitos epitermales.

Para **Yandry, M (2021)**, Los depósitos epitermales aportan al menos con una cuarta parte del oro (Au) que se explota a nivel mundial. Además, los yacimientos epitermales están relacionados con la ocurrencia de metales preciosos oro (Au) y plata (Ag), que también, son acompañados principalmente de Cu, Pb, Zn, Bi, etc en los procesos de mineralización.

Clasificación de los yacimientos epitermales

Para **Yandry, M (2021)**, Los depósitos epitermales se clasifican en función del ensamblaje de minerales y el pH / Eh de los fluidos mineralizantes.

Los depósitos epitermales en general pueden superponerse o estar espacialmente relacionados con sistemas de pórfido más profundos, es así como se establecen los siguientes tipos:

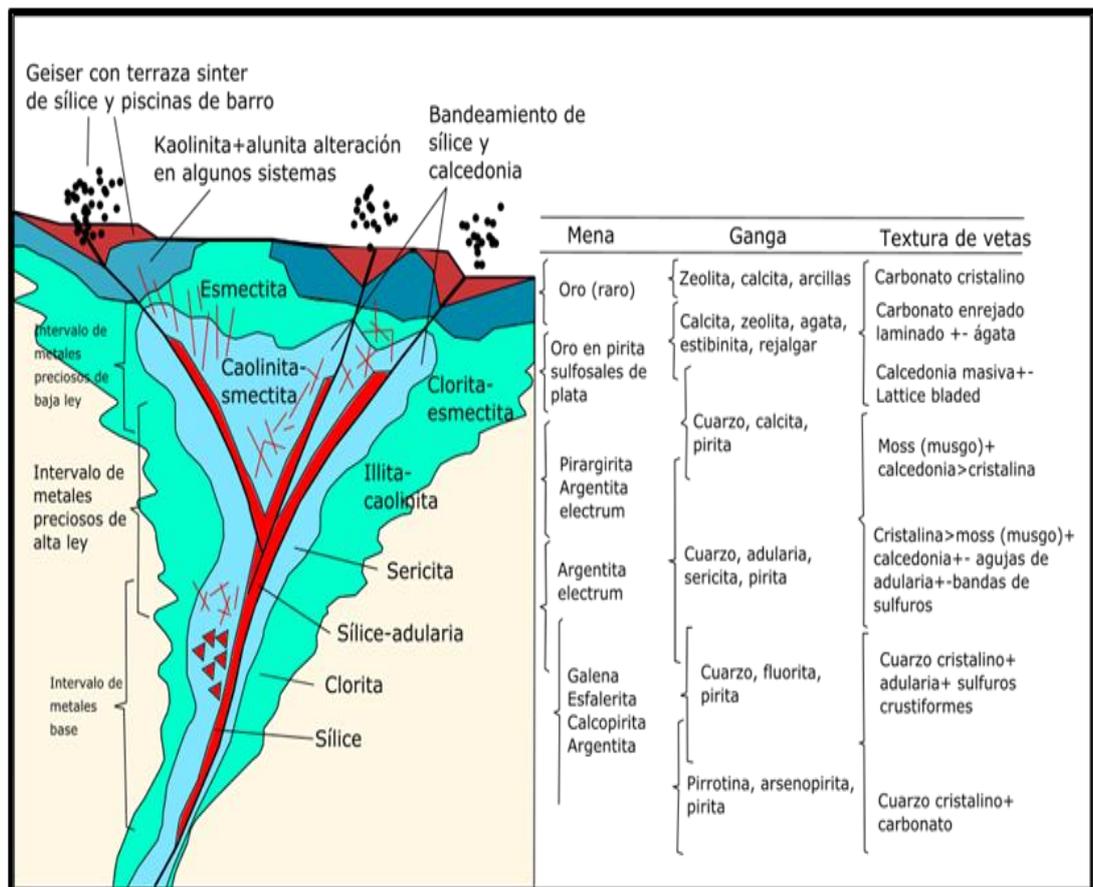
- Yacimientos epitermales de baja sulfuración.
- Yacimientos epitermales de intermedia sulfuración.
- Yacimientos epitermales de alta sulfuración.
- Yacimientos o depósitos epitermales de baja sulfuración

Para **Yandry, M (2021)**, Los yacimientos epitermales de baja sulfuración representan las partes más altas o más distales de los sistemas hidrotermales relacionados con cuerpos intrusivos. Generalmente se forman a menos de 500

metros de la superficie, pero ocasionalmente pueden formar entre 1-2 kilómetros de profundidad. Amanera general, los fluidos de baja sulfuración son una mezcla de aguas meteóricas que han percolado a subsuperficie y aguas magmáticas (derivado de una intrusión magmática) que han ascendido hacia la superficie. Los metales preciosos han sido transportados en solución como iones complejos y se depositan en temperaturas por debajo de 250°C mediante procesos de ebullición de fluidos, mezcla de fluidos y liberación de vapor. Cuando estos sistemas hidrotermales alcanzan la superficie, se forman géiseres, terrazas de sinterización y piscinas termales de barro. Los ejemplos de hoy en día incluyen el parque de Yellowstone y la Isla Norte, Nueva Zelanda.

- Cambios, mineralización y estructuras de vetas.

GRÁFICO N°2: Modelo de reservorio epitermal baja en sulfuro



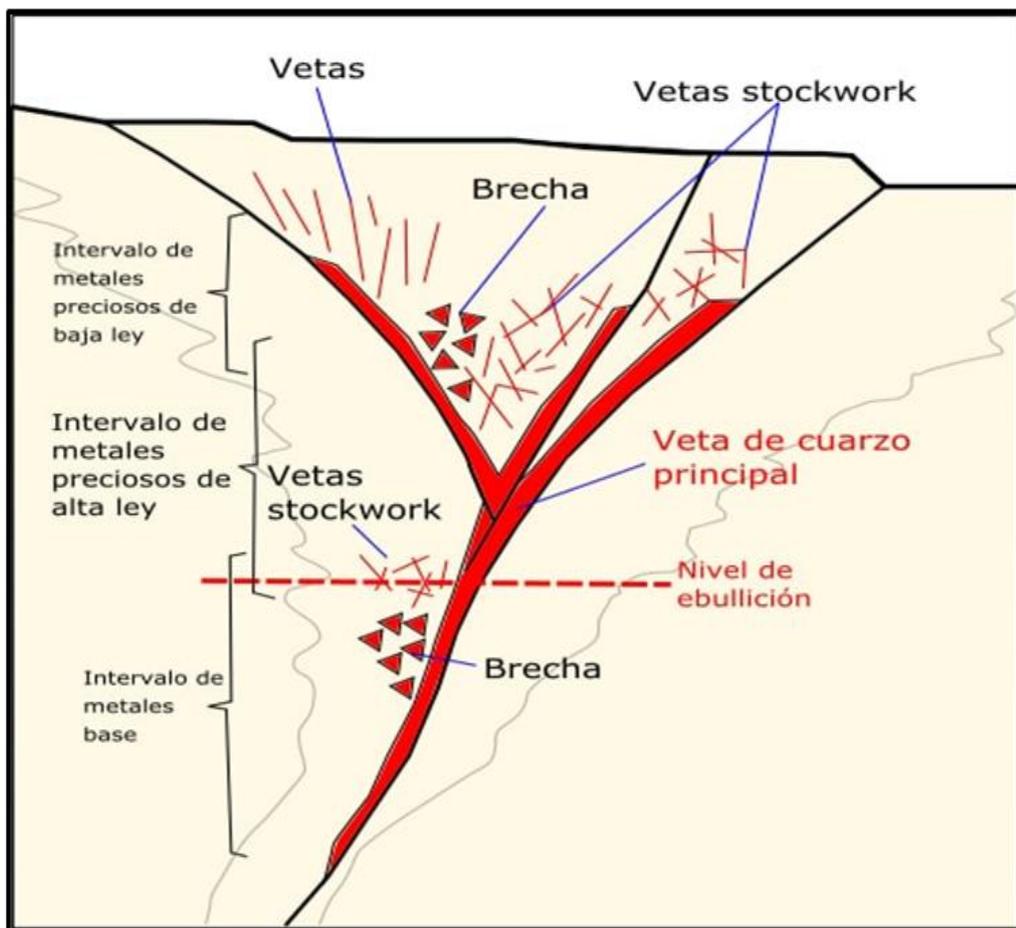
Nota. Elaborado por Yandry Maldonado (2021).

Para **Yandry, Maldonado (2021)**, “Modelo de yacimiento epitermal de baja sulfuración, alteraciones asociadas, minerales de mena, minerales de ganga y texturas asociadas”.

Zonificación texturas verticales

Se muestra la zonación que tienen los depósitos epitermales de baja sulfuración en texturas.

GRÁFICO N°3: Depósito epitermal de baja sulfuración en texturas.

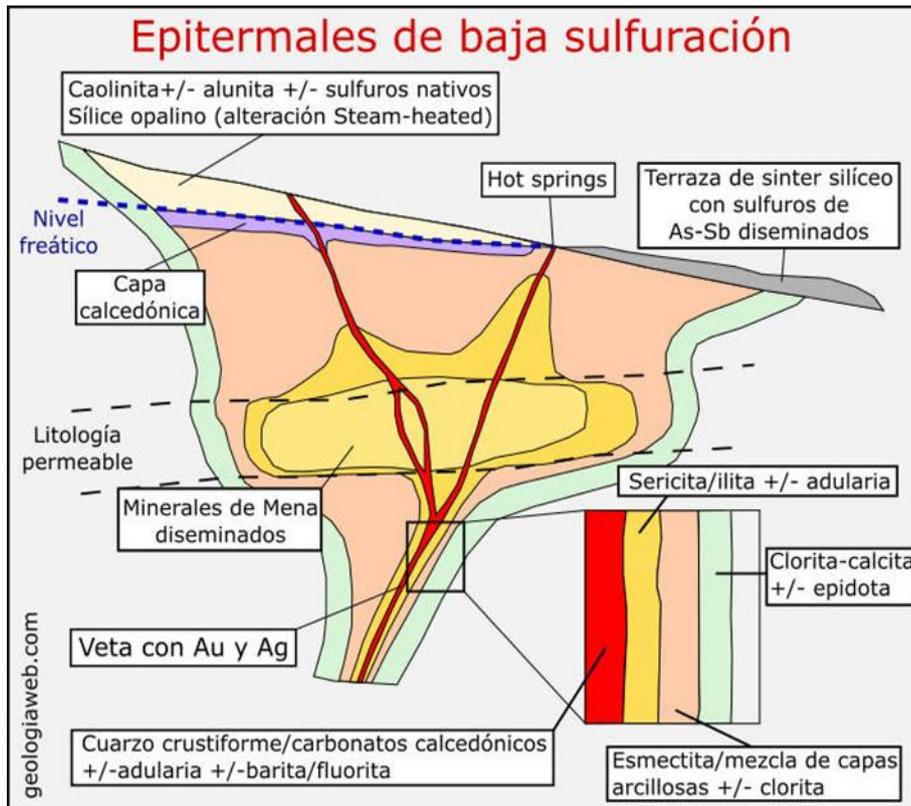


Nota. Elaborado por (Maldonado, 2021).

Según, **Maldonado, (2018)** nos dice: “Se muestra las rocas asociadas a las texturas en depósitos epitermales de baja sulfuración. Las partes más altas de las vetas epitermales tienen texturas diferentes, a manera de láminas y moldes de carbonato, que resistentes. El cuarzo blanco azucarado también es común. La

presencia de moldes y láminas indica que se conserva todo el sistema epitermal. Las concentraciones de metales preciosos son generalmente de ley muy baja en las vetas de cuarzo azucarado y las láminas de cuarzo, incluso en sistemas donde los brotes de mineral de alta ley están presentes a profundidad”.

GRÁFICO N°4: Epitermales de baja sulfuración.



Nota. Elaborado por (Maldonado, 2021).



IMAGEN N°1: Veta de cuarzo – textura bladed.

Menciona, **Yandry Maldonado (2021)**. “Veta de cuarzo que muestra textura bladed. Esta textura se genera por el reemplazo de carbonato por cuarzo a manera de láminas”.



IMAGEN N°2: Veta de cuarzo – textura saccharoidal.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; “Veta de cuarzo con textura saccharoidal (azucarada). La textura de carbonato a manera de cuchillas es reemplazada por cuarzo, las vetas de Stockwork con textura de calcedonia y ágata son comunes en las partes más altas del sistema y el cuarzo puede reemplazar totalmente a las tobas (roca huésped). Las brechas generalmente conservan espacios abiertos (debido a las bajas presiones de confinamiento). Los sulfuros incluyen marcasita (polimorfo de pirita a baja temperatura) y pirita. Los metales preciosos (si están presentes) son de bajo ley”.

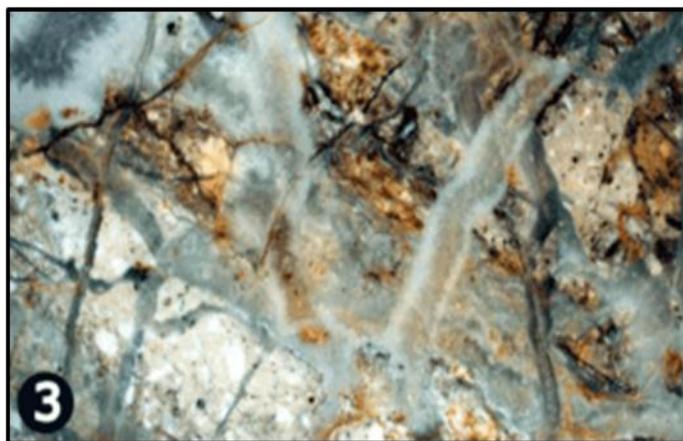


IMAGEN N°3: Veta de calcedonio.

Con base en, Yandry Maldonado (2021); Toba alterada débilmente a arcilla que contiene vetas de cuarzo calcedónico traslúcido a marrón con estructura en stockwork.

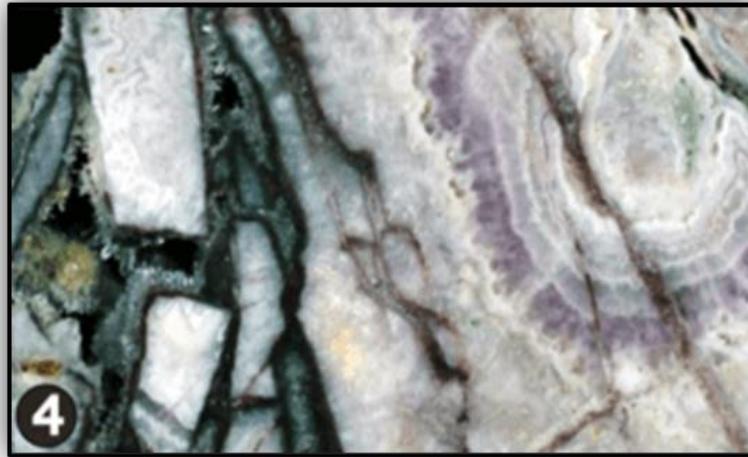


IMAGEN N°4: Veta de cuarzo estéril.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; “Veta de cuarzo estéril, perteneciente a la parte superior del sistema epitermal. Se observa cuarzo amatista (púrpura) temprano y brechas con espacios angulares, parcialmente rellenos con cuarzo y marcasita”.

- La deposición de oro y plata en brotes de mineral de alta ley está asociada con el proceso de ebullición del fluido.
- La deposición de minerales de cuarzo y minerales ganga desde los fluidos hidrotermales rellena las fracturas en las rocas huésped (rocas caja).

Esto da como resultados fluidos sobre presionados que eventualmente causan la fractura hidráulica repentina de las rocas encajonantes.

- Los fluidos hierven a medida que se libera la presión y precipitan el metal y los minerales de ganga de la solución.
- En sistemas mineralizados, cuantas más veces se repite el proceso en una veta determinada, más alto es el grado.

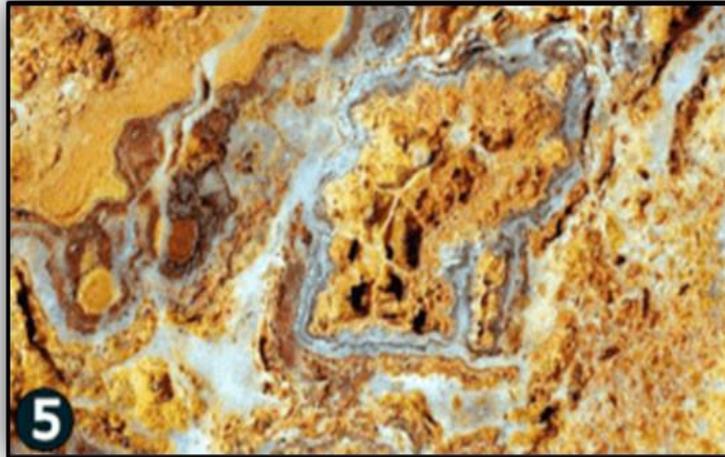


IMAGEN N°5: Veta - Brecha oxidada.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; “Brecha oxidada (limonítica) con relleno de cuarzo calcedónico en bandas. Algunos fragmentos de brechas (clastos) muestran texturas de la roca caja después de los sulfuros disueltos”.

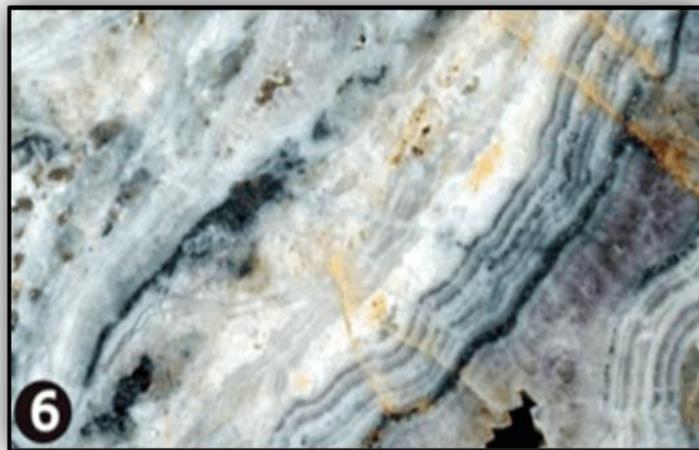


IMAGEN N°6: Veta colorforme.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; Veta colorforme de sulfuros y cuarzo con bandas formada en la zona de ebullición. El oro se asocia con bandas “gringuro” oscuras o bandas ricas en sulfuros. Cada banda probablemente representa un evento de ebullición

- Los sulfuros de metales básicos como la galena y la esfalerita se forman típicamente por debajo del nivel de ebullición.

- El cuarzo sulfuroso gris oscuro con oro y plata de alta ley puede estar presente con los metales base en una zona de transición cerca de la base de la zona de ebullición.
- Los cambios localizados en la presión y la temperatura pueden hacer que el nivel de ebullición migre hacia arriba y hacia abajo, lo que provoca la telescopía de las zonas minerales y las texturas de las vetas.

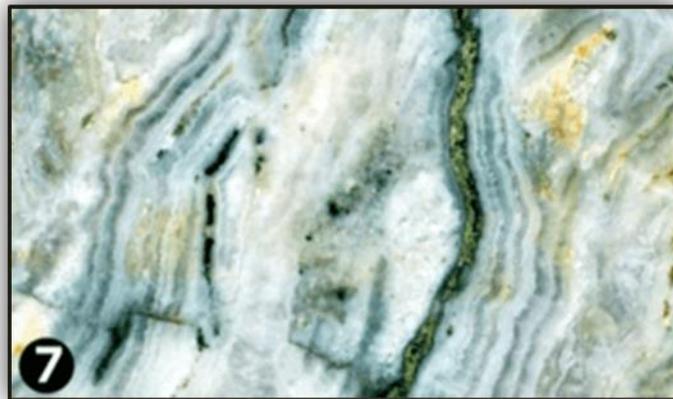


IMAGEN N°7: Veta coloforme de sulfuros – cuarzo.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; Veta coloforme de sulfuros y cuarzo con bandas formada en la zona de ebullición. El oro se asocia con bandas gringuro oscuras o ricas en sulfuros. Observe las vetillas de marcasita tardía.



IMAGEN N°8: Veta de cuarzo relleno con sulfuros.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; Vetas de cuarzo y sulfuros (oscuros) en una brecha hidrotermal rellena con esfalerita y galena. La falta de

formación de bandas y la presencia de metales base indica que se ha formado debajo de la zona de ebullición.

- Los niveles más bajos de mineralización de un epitermal de baja sulfuración están dominados por sulfuros de plomo y zinc donde pueden formar vetas dominantes de metales comunes pobres en cuarzo.
- Debido a la presión de confinamiento a estas profundidades, el stockwork y el desarrollo de brechas son limitados, a menos que las litologías porosas permitan el flujo lateral y ascendente de fluidos lejos de la estructura del alimentador principal.

La calcopirita puede estar presente en algunos sistemas.

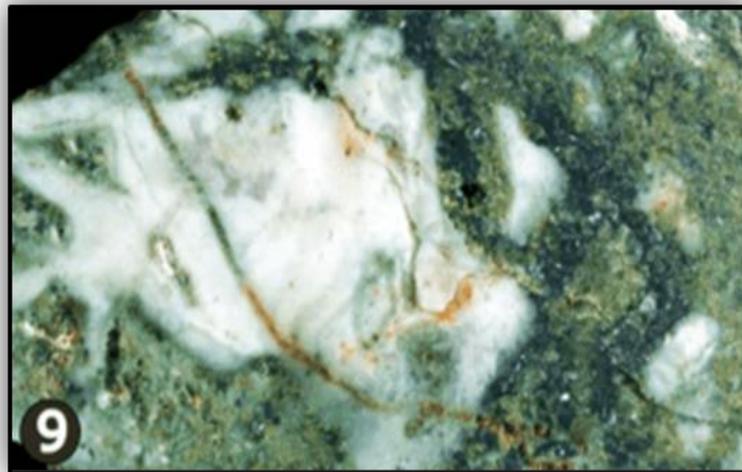


IMAGEN N°9: Veta de cuarzo brechado con relleno.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; Brecha y veta de cuarzo rellena con galena gris y esfalerita verde. El cuarzo parece ser una fase relativamente temprana y no mineralizada.

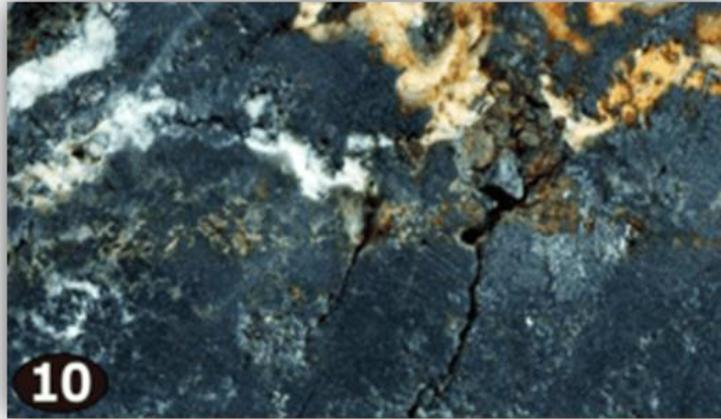


IMAGEN N°10: Galena masiva – esfalerita verde.

Con base en, **Yandry Maldonado (2021)**; Galena masiva con pequeños coágulos de esfalerita verde. Observe la formación de carbonato y zeolita tardíos a medida que el sistema se enfría y los fluidos superficiales se filtran hacia abajo.

2.2.4. Yacimientos o depósitos epitermales de alta sulfuración

Modelo del depósito

Como dice, **Maldonado, Y (2021)**” Los yacimientos de alta sulfuración están espacialmente relacionados con centros volcánicos y diatremas, generados por intrusiones magmáticas muy próximas a la superficie en conjunto con la mineralización.

La mineralización y alteraciones ocurren cercanas a la superficie entre 500m a 2Km. Por lo general la geometría del cuerpo mineralizado es pequeño y equidimensional.

Con respecto a la temperatura de formación se encuentra entre 100°C a 320°C, sin embargo, se ha encontrado asociaciones de hasta 480°C.

A manera general, los fluidos de alta sulfuración se derivan principalmente de una fuente magmática y depositan metales preciosos cerca de la superficie cuando el fluido se enfría o se diluye mezclándose con aguas

meteóricas. Además, los fluidos, principalmente gases, vapores a alta temperatura se caracterizan por ser extremadamente ácidos (tienen H₂S y HCl), es decir que tienen azufre en estado de oxidación +6 o +4, o sea, “alta sulfuración”, además, se presentan en desequilibrio químico con las rocas encajonantes. Hay que tener en cuenta que la alteración de las partes superiores de la estructura volcánica es causada por la liberación de vapores (gases) y fluidos ácidos, asociados a fumarolas y conductos volcánicos (chimeneas)”.

Finalmente, los metales preciosos en solución son originarios directamente del magma o pueden ser lixiviados de las rocas volcánicas huéspedes a medida que los fluidos circulan a través de ellas.

Control estructural

Como dice, **Maldonado, Y (2021)**; La configuración estructural de los depósitos de alta sulfuración en entornos volcánicos se presta a la mineralización debido a la alteración hidrotermal causada por intrusiones subyacentes y la generación de espacio a través de fallas extensionales al interior y alrededor de la cuenca de la caldera.

Además, las rocas volcanoclásticas y sedimentarias que suelen ser permeables se depositan en el mismo entorno y actúan como conductos de fluidos cargados de metales o fluidos mineralizantes.

Actividad hidrotermal

Como dice, **Maldonado, (2021)**, Los gases y fluidos ácidos ascienden desde la cámara profunda del magma.

Los fluidos hidrotermales atravesarán cualquier espacio de debilidad como fallas o litologías permeables.

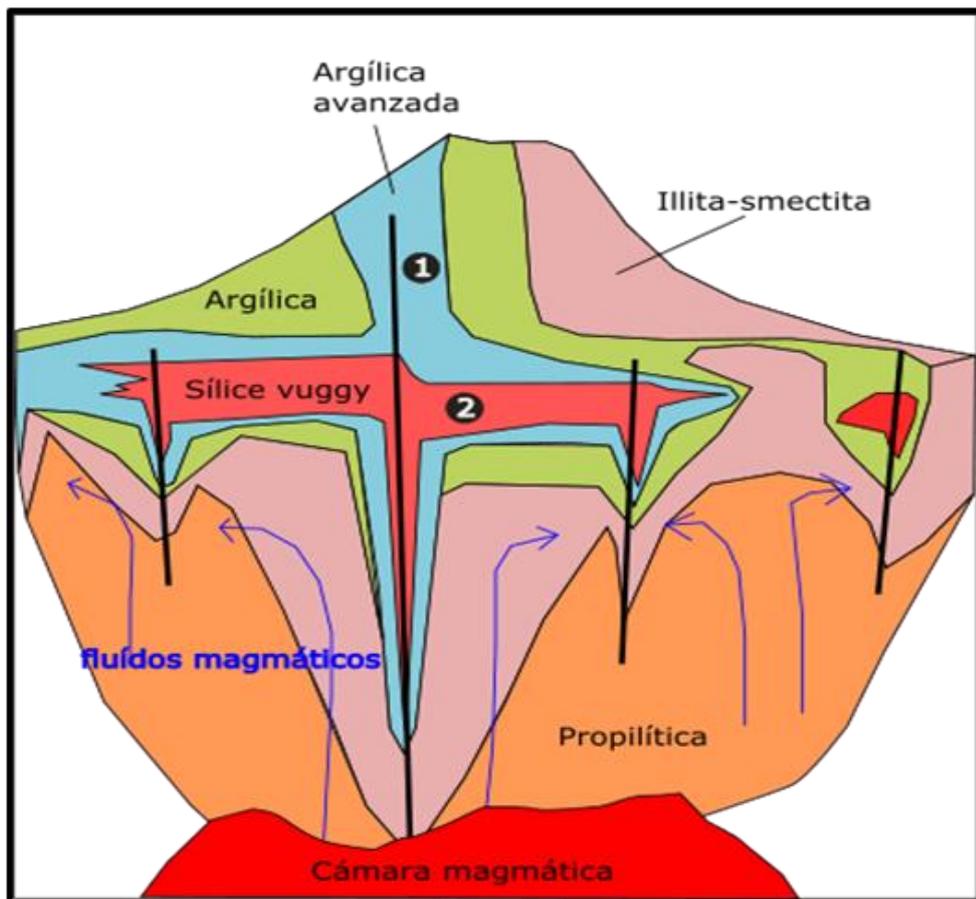
La acidez del fluido hidrotermal es mayor dentro de los conductos, sin embargo, a medida que el líquido se filtra lejos de las estructuras principales, la acidez se neutraliza, creando un patrón de alteración zonal (una zonación).

Por lo tanto, el resultado es que la sílice Vuggy es el núcleo del sistema de alteración.

Alteraciones

Evento inicial: Sílice vuggy y alteración del sulfato ácido

GRÁFICO N°5: Epitermales de alta sulfuración.



Nota. Elaborado por Yandry Maldonado (2021).

Con base en, **Maldonado, Y (2021)**; Las formas de sílice Vuggy ocurren a manera de estructuras subverticales y unidades litológicas favorables, permeables y a menudo subhorizontales.

El condensado del fluido ácido se neutraliza progresivamente cuando se aleja de las estructuras fuente, creando un patrón de alteración zonal.

Es así que en la superficie (zonación vertical) se forma alteración argílica y argílica avanzada, que suele ser rica en alunita.

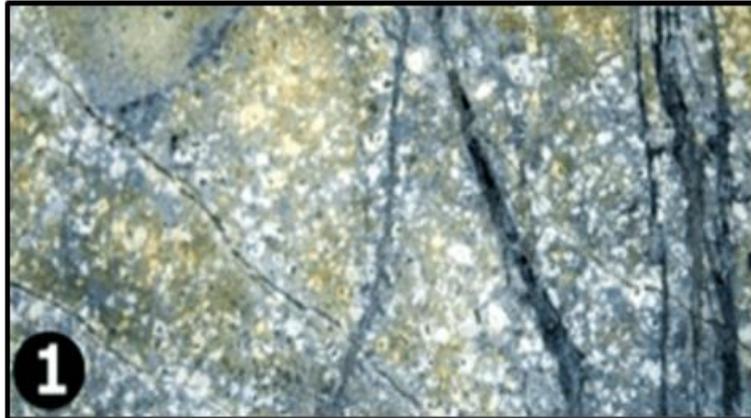


IMAGEN N°11: Roca andesita alterada.

Según, **Maldonado, Y (2021)**; “Roca andesita alterada: el caolín altera a los feldespatos, también hay presencia de fracturas sulfídicas oscuras”.

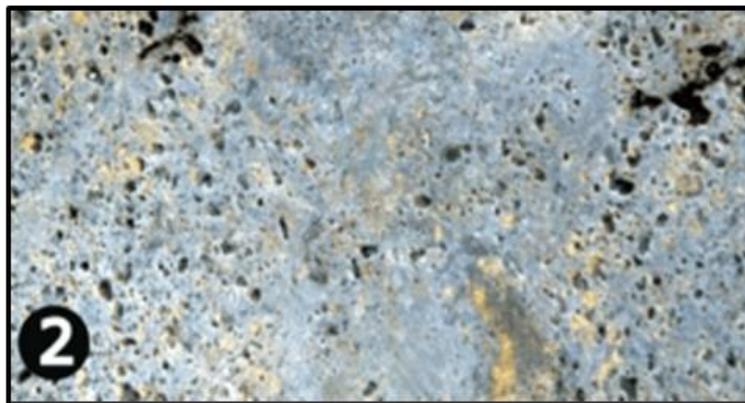
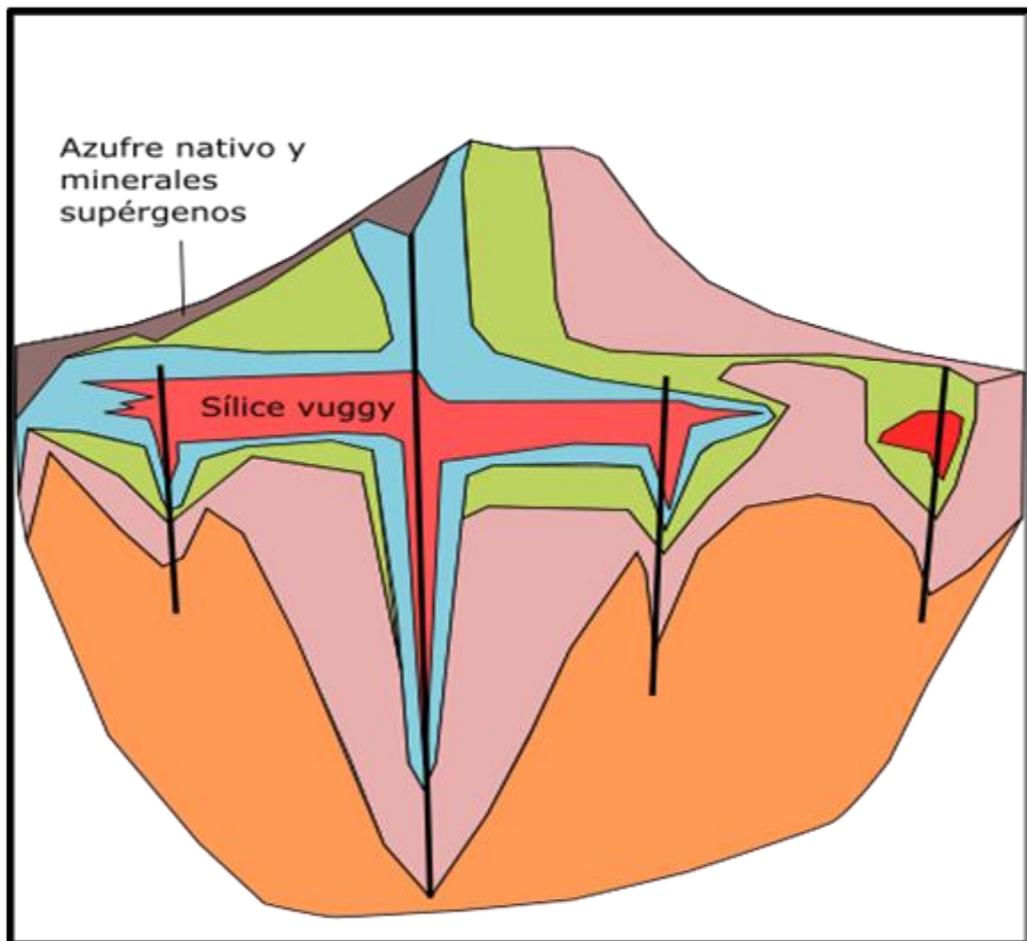


IMAGEN N°12: Textura sílice vuggy.

Según, **Maldonado, Y (2021)**; “Textura de sílice vuggy que se forma en etapas hidrotermales iniciales relacionadas a zonas de falla o fracturamiento subvertical”.

GRÁFICO N°6: Evento de mineralización tardía.



Nota. Elaborado por Yandry Maldonado (2021).

Según, **Maldonado, Y (2021)**; Un fluido posterior, menos ácido pero que contiene metales asciende desde la cámara profunda de magma.

El líquido tardío pierde temperatura y presión rápidamente cuando alcanza la sílice vuggy debido al abundante espacio, lo que hace que los metales se precipiten desde los fluidos sobresaturados, introduciendo oro con pirita.

- Los minerales a menudo son refractarios.
- La alteración tardía con calentamiento por vapor se forma en la superficie con azufre nativo y minerales supergénicos como jarosita y sulfatos.

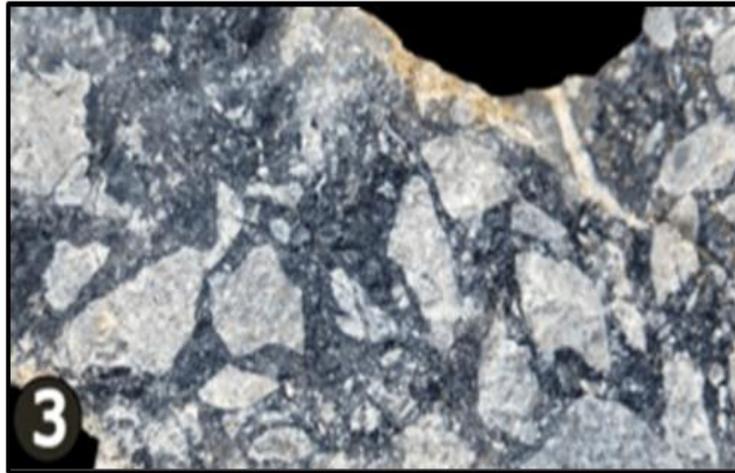


IMAGEN N°13: Brecha hidrotermal.

Tal como, **Maldonado, Y (2021)**; “Brecha hidrotermal que comprende fragmentos angulares de tobas cementadas con sulfuros y cuarzo”.

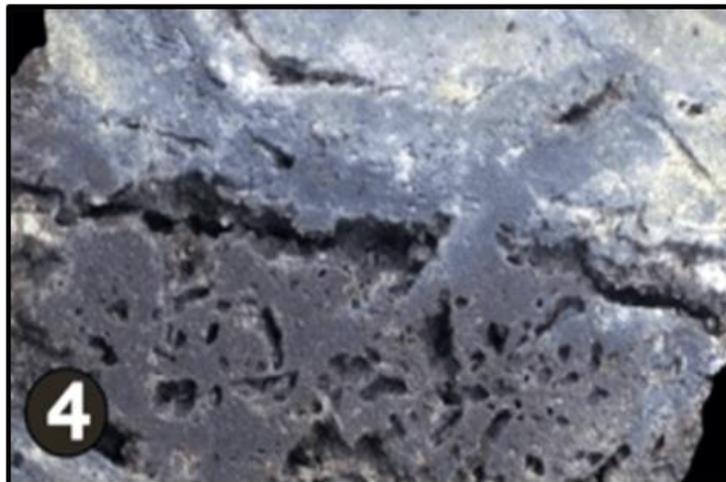


IMAGEN N°14: Roca volcánica.

Tal como, **Maldonado, Y (2021)**; “Roca volcánica con alteración argílica avanzada que aloja una vena de sulfuro masivo”.

2.3. Definición de términos básicos

Estructuras: Se refiere a rasgos morfológicos asociados al proceso de formación de una roca o un macizo rocoso, por ejemplo, una colada de lava, un dique, un estrato sedimentario, o al posterior efecto de procesos tectónicos deformativos (plegamientos, diaclasamiento, fallamiento, cizalla dúctil). También se aplica en rocas sedimentarias, donde se reconocen estructuras que permiten reducir los

procesos deposicionales, por ejemplo, ripple marks o grietas de desecación entre muchas. Las estructuras, junto a la litología, ejercen un control principal en la distribución de las mineralizaciones a sus distintas escalas. (Oyarzún J. & Oyarzun R., (2011).

Falla: Se trata de una fractura frágil en una roca, a lo largo de la cual se ha producido un desplazamiento visible paralelo a la superficie de la fractura. Si no existe tal desplazamiento a lo largo del plano de rotura, entonces hablamos de una “diaclasa”. Debido a su movimiento, estas estructuras pueden dar lugar por trituración a las llamadas rocas de falla que incluyen principalmente brechas, microbrechas, y la denominada harina de falla (fault gouge). Oyarzún J. & Oyarzun R., (2011), pág. (63).

Yacimiento: En geología, es una formación en la que está presente una concentración estadísticamente anómala de minerales (depósitos minerales) presentes en la corteza terrestre o litosfera. Wikipedia. (2022)

Estructura: “La disposición o forma de conectar las diversas partes de un conjunto.” REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2022).

Horizonte: “Límite visual de la superficie terrestre, donde parecen juntarse el cielo y la tierra”. (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (2022).

Veta: “Una marca nacida a raíz de la revolución minera, que reconoce un producto de alta calidad con una nueva visión para impulsar a las pequeñas y medianas empresas mineras de manera innovadora, sostenible, sustentable y cercana al cliente minero.”.

Cuarzo: “Mineral formado por la sílice, de fractura concoidea y brillo vítreo, incoloro en estado puro y de color variable según las sustancias con que esté

mezclado, y tan duro que raya el acero.” (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (2022).

Herramientas: “Instrumento, por lo común de hierro o acero, con que trabajan los artesanos”. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2001).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Ha. La exploración geológica establecerá el potencial de recursos minerales del proyecto Angélica, mina El Porvenir, Milpo 2019.

Ho. La exploración geológica no establecerá el potencial de recursos minerales, del proyecto Angélica, mina El Porvenir, Milpo 2019.

2.4.2. Hipótesis específicas

Ha1. Las características Geológicas de la zona influirán en el potencial de recursos minerales del proyecto Angélica.

Ho1. Las características Geológicas de la zona no influirán en el potencial de recursos minerales del proyecto Angelica.

Ha2. El comportamiento geológico - económico de las estructuras mineralizadas influirán en el potencial de recursos minerales del proyecto Angelica.

Ho2. El comportamiento geológico - económico de las estructuras mineralizadas no influirán en el potencial de recursos minerales del proyecto Angelica.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

X: EXPLORACIÓN GEOLÓGICA

2.5.2. Variable dependiente

Y: POTENCIAL DE RECURSOS MINERALES PROYECTO ANGÉLICA.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Se expresará el resultado de la exploración geológica de acuerdo con el comportamiento geológico-económico de las estructuras mineralizadas que influirán en el potencial de recursos minerales del Proyecto Angélica.

Según, Fidias G. Arias (2012); “Definición operacional de la variable: establece los indicadores para cada dimensión, así como los instrumentos y procedimientos de medición. Continuando con el ejemplo anterior, la variable actitud hacia un objeto se compone de las siguientes dimensiones: La dimensión cognitiva cuyos indicadores son los juicios y creencias acerca del objeto; la dimensión afectiva se manifiesta a través de los sentimientos y emociones que produce el objeto, y la dimensión conductual que se traduce en las intenciones y tendencias que genera el objeto. Esta variable será medida a través de una escala de Likert. Una vez concluido el proceso de operacionalización, se elabora el cuadro de variables, dimensiones e indicadores, el cual se presenta a continuación”.

- **Exploración Geológica**

Dentro de la investigación, la exploración geológica consiste en la observación de las zonas geográficas dentro del proyecto Angélica, con el objetivo de encontrar algún depósito mineral para observar analizar y evaluar si existe un yacimiento mineral.

Potencial de Recursos Minerales Proyecto Angélica.

Se estudiará los tipos de suelos y zonas de mineralización para poder hallar un yacimiento mineral y analizarlo.

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
V.I: EXPLORACION GEOLOGICA	ING. Jesús Ariceaga (2016), nos dice que su objetivo principal el objetivo es verificar y obtener información que pueda ser utilizada para determinar con precisión las condiciones geológicas presentes en el sitio de estudio.	Métodos directos de exploración.	Sub suelo
			Superficie
			Trincheras
			Túneles y Socavones.
V.D: POTENCIAL DE RECURSOS MINERALES PROYECTO ANGELICA 2019.	Ítalo R.M(2021) nos dice: en cada proyecto existe un interesante potencial de rocas y minerales.	Clasificación de los recursos minerales dentro del proyecto Angélica 2019.	Mineralización correspondiente a la zona minera del proyecto Angélica 2019.

TABLA N°1: Elaboración propia del investigador.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Esta investigación por realizar es una investigación exploratoria, dependiendo de la aplicabilidad. A través de esta investigación se quiere obtener información para poder hacer, actuar, construir, cambiar. También porque se necesita un marco teórico. El tipo de investigación fue Exploratorio, porque buscó reparar un problema.

Según Fidias (2012); “La investigación Exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto es decir un nivel superficial de conocimiento”.

3.2. Nivel de investigación

Hernández et al. (2014), Enfatiza que: El nivel correlacional de, “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables,

pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables”.

3.3. Métodos de investigación

El método utilizado para este trabajo es el descriptivo-correlativo, debido a que información recibida se estudia para explicar la relación entre las variables, es decir, para averiguar la medida en que la variación de una variable afecta a otra su tamaño, dirección y naturaleza. Tampoco se excluye el uso del métodos analíticos-sintéticos. Con este método se descomponen las variables para analizar la relación, similitud, diferencia, causa, naturaleza y efectos sobre otras variables, para luego ser reconstruidos a partir del uso de elementos separados por análisis. Investigación de tipo Descriptivo, porque buscó reparar un problema.

Nos dice, **Hernández Sampieri, (2014)**: “Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”.

Según, **Hernández et al, (2014)**: “La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en las variables relacionadas”.

3.4. Diseño de investigación

Este estudio se adapta como un estudio no experimental porque no se manipula la variable independiente y el estudio es de correlación causal, podemos decir de corte transversal ya que se recolecto la información de un determinado momento, en un tiempo determinado y de forma determinada.

De acuerdo con **Hernández et al., (2014)**. “Investigación no experimental Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos”.

3.5. Población y muestra

Según, Hernández (2014). “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede”.

3.5.1. Población

La población está representada por la mineralización que se encuentra en investigación de la mina El porvenir- proyecto Angélica.

Según **Fidias (2012)**, “La población objetivo debe quedar delimitada con claridad y precisión en el problema de investigación (interrogante) y en el objetivo general del estudio. Es decir, deben especificarse los sujetos o elementos que serán analizados y a los que se pretende hacer inferencias a partir de la muestra”.

3.5.2. Muestra

La muestra es la mineralización que se encuentran en la zona en estudio.

Según Fidias (2012), “Es un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra”.

3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos

✓ Teniendo como referencia al mapeo geológico ya realizado con anterioridad ya existente, pasaremos a analizar e identificar las zonas de con mayor potencial en mineral donde se realizará un análisis detallado.

- ✓ Realizaremos correlaciones geológicas para establecer la correspondencia entre las zonas.
- ✓ Recojo de la información existente de investigaciones relevantes sobre (geología).
- ✓ Comunicaciones frecuentes con Geólogos, cuya experiencia sirvió para reforzar mis conocimientos sobre los diferentes tipos de yacimientos dentro de esta investigación.

3.7. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Validación de los instrumentos para la recolección de datos:

Hernández et al., (2014) nos dice: “Instrumento de medición de Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente”.

Hernández et al., (2014) nos dice: “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”.

Tabla de Validación del instrumento por juicio de experto

EXPERTO	ESPECIALIDAD	CARGO E INSTITUCION	INSTRUMENTO
ERICK BALDEON HUAYNATES	INGENIERO GEOLOGO	Geólogo de Mina- San Ignacio de Morococha.	APLICABLE

TABLA N°2: Elaboración propia del investigador.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Utilizamos técnicas de análisis y deducción de la indagación geológica obtenidos en diferentes etapas de esta investigación.

- ✓ Plan para la recolección de datos
- ✓ Verificación del mapeo geológico
- ✓ Analizamos los datos
- ✓ Procesamos los datos

3.9. Tratamiento estadístico

Esta fase se ocupa de datos dispersos y desorganizados recopilados de la población de investigación objetivo durante el trabajo de campo.

El procesamiento de datos utiliza estadística descriptiva para recopilar, describir, visualizar y resumir datos obtenidos del fenómeno en estudio.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En este estudio de búsqueda e indagación realizado no se ha dañado el medio ambiente, los datos recolectados del trabajo de campo, no se usaron para otros fines que no sean netamente en la investigación.

La confidencialidad de la investigación, los datos plasmados e interpretados, así como asesorías de los geólogos de la entidad, no podrán ser revelados para fines externos que no conciernen a la investigación.

La privacidad de información exclusivamente otorgada al investigador para poder analizar y proponer mejor.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

4.1. Descripción del trabajo de campo

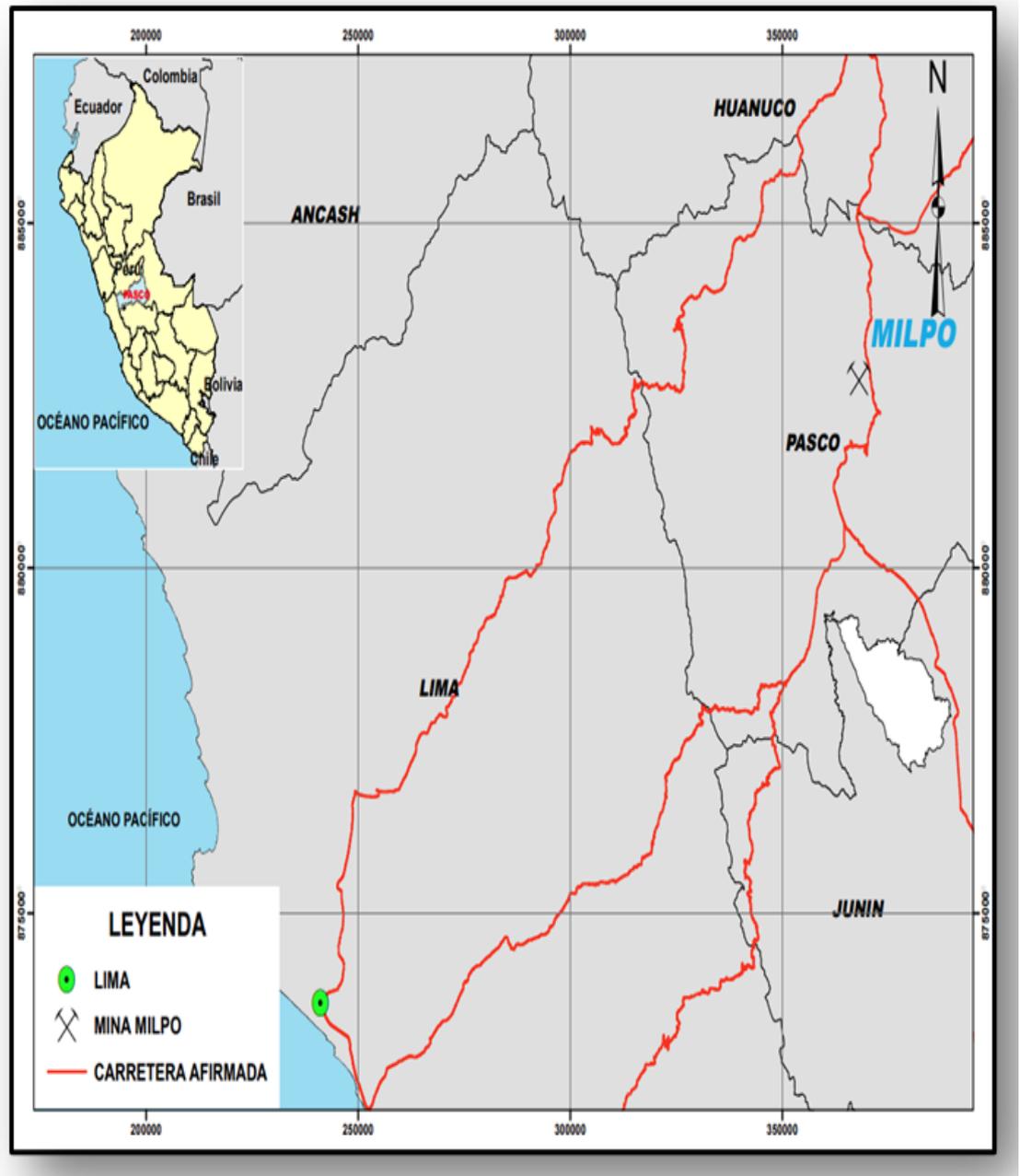
4.1.1. Ubicación y accesibilidad

La Minera El Porvenir, está ubicada en Cerro de Pasco, Perú, a una altitud de 4.100 metros sobre el nivel del mar. y a 190 km de Lima, es una de las minas más profundas de América Latina (ver gráfico N°7).

Geográficamente se ubicación.

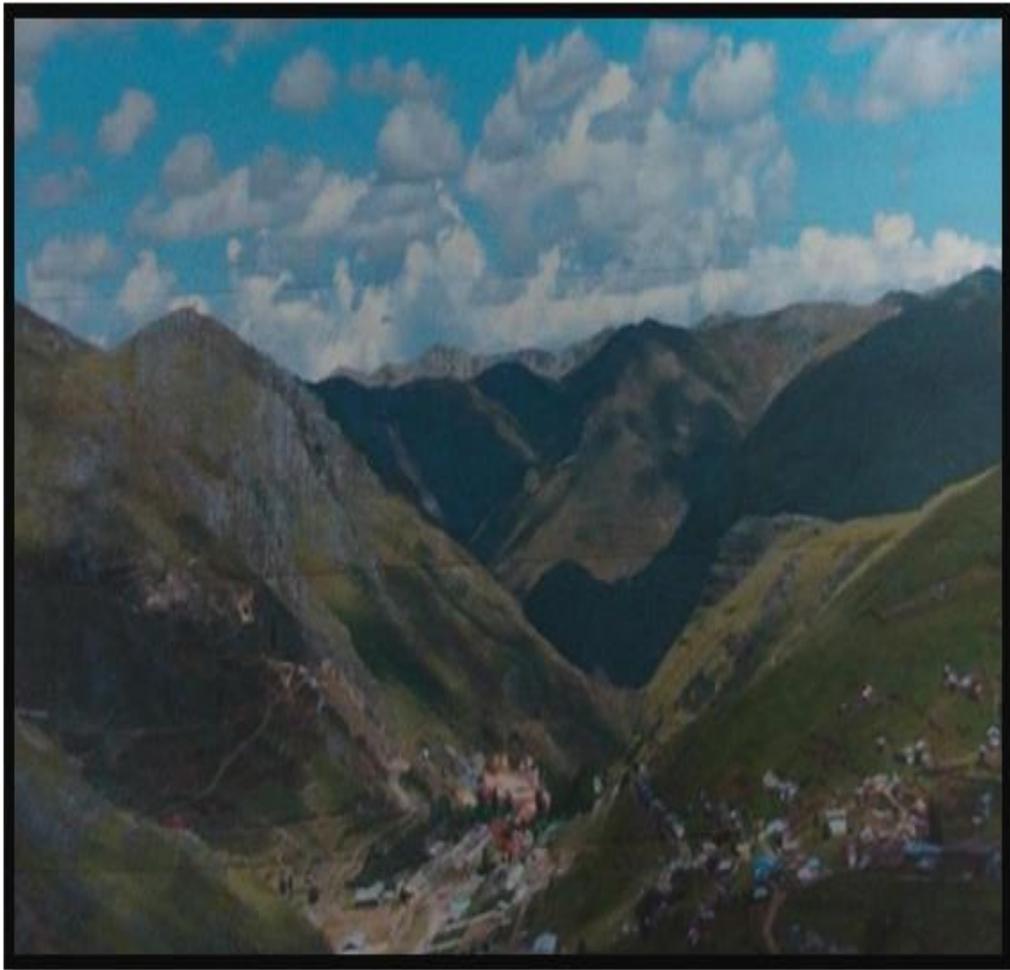
- ✓ Región: Yanacancha.
- ✓ Condado: Monte Pasco.
- ✓ Altitud: 3900-4300 m.s.n.m.
- ✓ Latitud sur: 10° 35'
- ✓ Longitud oeste: 76° 12'

GRÁFICO N°7: Plano de accesibilidad.



Plano de Accesibilidad a la zona de estudio – Proyecto Angelica. Dibujado H.V.P

GRÁFICO N°9: Valle en forma de U, Milpo El Porvenir.

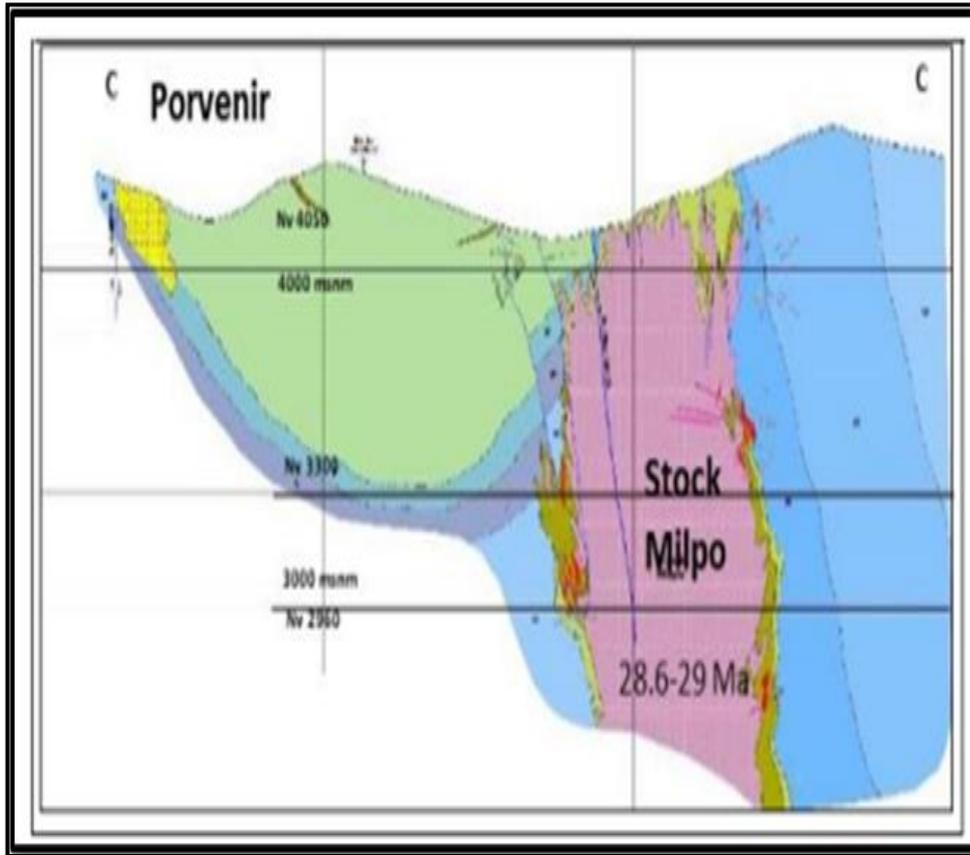


Nota: ubicación del valle Milpo El Porvenir – CIA MINERA.

4.1.3. Geología.

El yacimiento de Milpo y Atacocha se encuentran sobre fallas regionales. Ambos depósitos de yacimientos están asociados con existencias de rocas intrusivas de dacita y son depósitos que originaron y creó la condición necesaria para la degradación de minerales. A lo largo de las fallas Milpo-Atacocha existe falla de desgarro diagonal a la falla que es la primordial, las cuales actúan como canales para el paso de soluciones mineralizantes. Las bases geológicas se inician con los sedimentos del Grupo Pucara, la caliza Triásica Uliachin.

GRÁFICO N°10: El stock de Milpo El Porvenir.



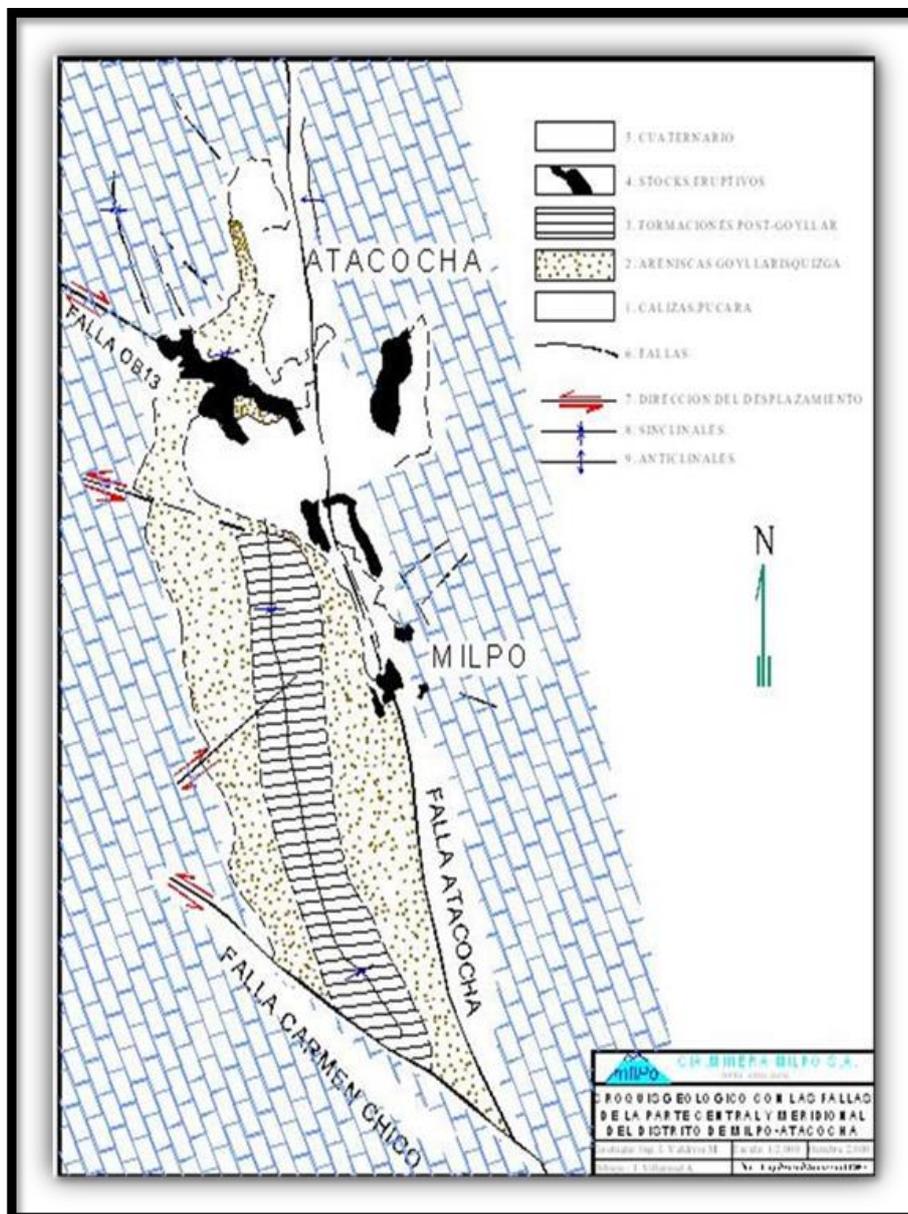
Nota: (Instituto de ingeniero de mina del Perú -2019). CIA MINERA

4.1.4. Geología Regional.

Las estructuras básicas son un sinclinal desigual. con unos planos axiales de tendencia N-S, consistente con pliegues regionales desplazados por la falla cabalgada Milpo-Atacocha, que provocó una deformación de las secuencias estratigráficas del Jurásico Pucará, Goyllarisquizga y Machay. La estructura geológica del área minera es el resultado de procesos oro genéticos y magnéticos ocurridos en el período Terciario, originados por plegamiento sedimentario, tres períodos de fractura e intrusiones sub volcánicas en forma de magma, diques y dorsales. Estos procesos han producido varios tipos de depósitos de desplazamiento metasomatos a través de estructuras preexistentes.

Hay contactos de intrusión-piedra caliza ubicados en intrusiones de hundimiento superior y cuerpos de brechas postminerales asociados con las intrusiones. Hay vetas de aproximadamente 150m de largo y profundidades conocidas de aproximadamente 350m, mineralizadas con galena, esfalerita y sulfato de plata, buzamientos verticales y al noreste en rocas intrusivas y calizas, y vetas minerales de baja potencia, verticales y este-oeste. Alto en plata, en la arenisca Goyllarisquizga.

GRÁFICO N°11: Planos de Falla Milpo El Porvenir.



Nota: (plano de fallas - zona el porvenir) Milpo - CIA MINERA

4.1.5. Estratigrafía.

La Serie de Calizas Milpo entre las formaciones Mitú y Goyllarisquizga fue denominada Pucara por Me Laughlin en 1924 y Jenk en 1951 incluía la Caliza Triásica Uliachín y la Caliza Jurásica Paria.

Megard (1968) dividió la serie Pucará en tres estratos: Chambará (Norea Reteaeno), Aramachay (Hettangiano-Sinemuriano Medio) y Condorsinga (Sinemuriano Superior-Toarciano Superior). Un estudio paleontológico realizado por J.L. Guismo muestra que los fósiles recolectados en calizas adyacentes a la falla Milpo Atacocha muestran una edad correspondiente a las capas Noria y reticular de la Formación Chambará.

A) Grupo Pucará.

Se compone de piedra caliza de color gris oscuro a negro pardusco con calizas y nódulos cortos, con tendencia N 20° W y buzamiento vertical en capas. 0,10 m - 0,50 m. Espesor, profundidad total 2000 m. Según la edad de este grupo, se distinguen tres subdivisiones:

Formación Chambará, Formación Aramachay, Formación Condorsinga, todas las cuales corresponden estrictamente a deposición marina muestran una edad correspondiente a las capas Noria y reticular de la Formación Chambará.

B) Grupo Goyllarisquizga.

Consiste en una incompatibilidad obvia aparente o aparente con el Grupo Pucará, debido por la falla Milpo-Atacocha estas formaciones. Tiene una litología muy variada representada por las siguientes rocas:

- Arenisca jaspeada gris a café claro.
- Cuarzitas sucias de color gris claro de grano medio.
- Brecha de silicato y matriz de cuarzo-calcedonia.

- Lava basáltica estructura almendra, gris con textura amigdaloides, gris a marrón.

C) Formación Aramachay.

Se yuxtapone al grupo Goyllarisquizga y tiene un golpe y ascenso parecido a esos grupos. Está representado primordialmente por calizas arenosas, que son de color grisáceo y marrón claro casi amarillentos, entre 0,10 y 0,40 m. El color es marrón basalto grueso y en capas horizontales, estructura amigdalina, profundidad 100 m.

D) Rocas Intrusivas.

La intrusión Terciaria Milpo-Atacocha estaría relacionada con la zona magmática Cenozoica (K.A.M. Gunnesch) al suroeste del Batolito Costa directamente en el Batolito Cordillera Blanca, donde se forman depósitos relacionados con sistemas profundos. conecta fallas (dirección andina) con tectonismo andino. Los subvolcanes ocurren en grupos en la región aproximadamente 1 km², representados por Santa Bárbara, San Gerardo y Milpo. Los diques y sills que intruyen la Caliza Pucará, también intruyen cerca de Goyllarisquizga en dirección NS, utilizando la falla Milpo-Atacocha y las fracturas existentes como zonas de acceso. Las intrusiones juegan un papel fundamental en la formación del depósito y la ubicación dilatación y mineralización de cuerpos y venas existentes. Información del contacto: intrusivos roca caliza presentan zonas de metamorfismo, skarn y alteraciones.

E) Intrusivos Dacíticos.

Las composiciones "Granodiorita, equivalente a dacita" en la clasificación de rocas volcánicas e hipabisales. Las "intrusiones dacíticas" directa e

indirectamente relacionados con los cuerpos y vetas mineralizantes económicos del depósito.

F) Intrusivos Andesíticos.

Una composición de "diorita" correspondiente andesita - roca volcánica.

4.1.6. Mineralización

Cuerpos mineralizados.

Se forman como grandes depósitos irregulares que se alargan verticalmente en forma de tubos y tienen un aspecto diferente.

- A)** Los cuerpos están ubicados en aureolas en contacto con el skarn generalizado e intrusivo asociado a dacita más favorable. La intensidad está controlada por la extensión del patrón roto con un halo de piedra caliza o mármol coloreado.
- B)** Viviendas en bloques irregulares de piedra caliza contenidos en 1600 m² de almacenamiento. Todos los cuerpos mineralizados de este tipo están asociados en su mayoría con intrusiones de dacita, no hay evidencia de ocurrencia con o adyacentes a intrusiones de andesita, y algunos profundizan hasta el nivel 280, como la veta V3, solo hasta cota -50, etc., con propiedades similares a las descritas anteriormente.

Vetas.

Las estructuras de vetas importantes de Milpo, que están íntimamente relacionado con los sistemas de fractura, nos señalan deformaciones elipsoidales causadas por su agarre de choque E. Las vetas de fractura por tensión se encuentran en N°65°–70°E y N50° 60°W, todas con buzamiento N.

Las vetas también tienen características especiales que las distinguen:

- Venas relacionadas con fracturas que sobresalen del esfínter.

- Vetas penetrantes y calizas que atraviesan tanto la caliza como el stock y quedan expuestas al sur de éste.

Las vetas del grupo Goyllarisquizga se conocen al menos siete vetas N 40° E y N 70° E en ascenso vertical. 0,10 m. 1:00 de ancho, se encuentra dentro de esta formación y al oeste de la falla Milpo - Atacocha.

Son vetas con mineralización irregular, dependiendo del tipo de roca, interceptando bien en areniscas y desfavorablemente en lutitas.

4.1.7. Geología Estructural

La estructura dominante del depósito Milpo, de manera cronológica, son: Milpo Atacocha Síncrono, Falla Regional Milpo Atacocha y Fracturas.

A) El Sinclinal Milpo-Atacocha.

Es un pliegue de cúpula asimétrica con un eje orientado al noroeste. Los sedimentos del yacimiento fueron comprimidos en dirección este-oeste durante la segunda fase de la orogenia andina (plegamiento inca), que tuvo lugar entre el Eoceno y el Oligoceno Terciario, cuando la Caliza Pucará se ubicó verticalmente en el centro y en toda su extensión. longitud. longitud La Formación Goyllarisquizga se hunde 50° al oeste.

B) La Falla Regional Milpo-Atacocha.

Es la estructura más importante de la región, se extiende de norte a sur, con una longitud de 15 km desde Yarusyacán en el norte hasta Carmen Chico en el sur Megard (1919) considera que el sistema de fallas de Milpo Atacocha está activo desde principios de la década de 1919. triásico tardío.

C) Fracturamiento.

Hay varios sistemas de fallas tectónicas de bloques más jóvenes en el área asociadas con cabalgamientos E-W, algunos de los cuales corresponderían a

roturas por tensión (tendencia E-W) a lo largo del elipsoide de deformación" y otros a la dirección de las grietas de corte. N65° - 70° E y N50° - 60° O.

4.1.8. Mineralogía

Los minerales encontrados en las áreas de estudios son los siguientes:

- **Esfalerita.**

Es principalmente denso, granular, finamente dividido, cristalino y masivo; la forma del cristal es como tetraedro y cubo.

- **Galena.**

Ocurre mayoritariamente en áreas bien cristalizadas, principalmente marmóreas, en cristales cúbicos con perfecta segmentación, así como en cristales compactos y masivos; Tiene un alto porcentaje de plata. La galena es abundante Después de la esfalerita relacionada, es el segundo mineral más importante después de la esfalerita.

- **Pirita.**

Suele presentarse en piezas grandes, normalmente cristalinas, y casi siempre en forma de cubos y pirita. Representa un compuesto en un par donde los bordes del cristal son paralelos a los bordes del cristal; Mirbo encontró cristales de hasta 0,05 m de diámetro. Se encuentra comúnmente en rellenos de fracturas de rocas y cristales saturados. También en forma masiva, más estrechamente relacionada con la esfalerita que con la galena.

La pirita se encuentra en casi todos los depósitos, pero es más común en los anillos de contacto intrusivos de piedra caliza.

- **Calcita.**

Se encuentra en geodas y drusas en grietas rellenas asociadas con minerales de mena. Se presenta en todas las formas de cristalización:

escalenoédrica. Es mayormente denso con pequeños cristales y mayormente blanco, amarillento a gris debido a las impurezas, el brillo es vítreo.

- **Calcopirita.**

Una cantidad muy pequeña puede verse como saturaciones y vetas en la veta de cabalgamiento, generalmente en el contacto y la profundidad de la caliza de cabalgamiento.

4.1.9. Metamorfismo.

La mineralización en el área Milpo-Atacocha está asociada a intrusiones someras: reservorios, sills y diques, así como a la deformación por contacto de rocas sedimentarias. La Formación Pucaras, principalmente Goyllarisquizga, se encuentra al este de la falla Milpo-Atacocha. La exposición de dos partes de la cámara magmática andina, una de dacita y otra de andesita máfica, hace que la caliza de Pucara parezca marmórea, y el proceso de metasomatismo fue iniciado por skarn. Granate y granate-endolita-diópsido se formaron en el margen de contacto, y depósitos ocasionales de caliza fueron alterados a granate-diópsido, wollastonita y fusodolita en la intrusión. Después del enfriamiento, se produce una deformación retrógrada, la solución forma un exoesqueleto, los volátiles migran hacia el lado de la intrusión, aumenta la presión y, a medida que escapan los volátiles, la corteza sólida en su conjunto se rompe, formando vacíos que se llenan con soluciones minerales recién acumuladas.; feldespatos de potasio, mineral de esfalerita, calcopirita, galena, pirita. La solución circula a través de la interfaz, formando halos y varios caminos de fractura, y los minerales de la solución desplazan la caliza en diversos grados. Claramente, la superficie de contacto de la andesita intrusiva no favorece su depósito.

En la superficie, el movimiento se limita a vetas angostas e irregulares y pequeños cuerpos de brechas que forman depósitos bien mineralizados en profundidad. En la asociación calcárea hay zonas o taludes de poca alteración, mientras que otras están muy fracturadas y alteradas, y aunque la mineralización no se limita a las calizas alteradas, estas son las zonas más favorables y económicas. La mineralización también ocurre en brechas calcáreas e intrusiones mineralizadas.

4.1.10. Alteraciones de la roca y del mineral

En cuanto a los cambios, tenemos que considerar tres tipos:

- Cambio de caja hipogénica.
- Caja de cambios supergénicos.
- Cambios minerales supergénicos.

Cambio del hipógeno en estos recuadros representado por caolinización y piritización de tipo hidrotermal, silicificación de calizas (mármol), cloración, propilitización, calcificación, y recristalización. La alteración hipogénica ocurre antes de la metalización y es de extensión epitermal. La alteración supergénica del lacio está representada por la limonitización de la piritización, la caolinización de rocas volcánicas e intrusivas y la disolución de piedra caliza. La alteración supergénica de los minerales ocurre cuando se limoniza la pirita; La esfalerita y la galena son resistentes a los cambios supergénicos que no son profundos.

Sin embargo, la distribución de estos halos de perturbación es muy irregular y varía desde unos pocos centímetros hasta más de cien metros.

La alteración de las rocas intrusivas varió de una muestra a otra e incluyó la meteorización de ferromagnesiana (biotita-hornblenda) a clorita, calcita y feldespato, clorita y caolín.

En casi todos los casos, los márgenes de intrusión están piritizados y están particularmente asociados con la mineralización de plomo y zinc. La zona de contacto está dominada por skarn mezclado con granate, diópsido y epidota; a veces se observa una propilitización débil.

La ubicación y análisis de la alteración es extremadamente importante porque indica que los cuerpos mineralizados pueden estar cerca, mientras que poca o ninguna mineralización indica que la mineralización está ausente o es pobre.

Los siguientes minerales terrestres fueron observados durante la intrusión (F.De las Casas y C.Canepa): Descomposición de clorita, epidota-calcita como minerales ferromagnesianos. Descomposición y piritización de cloruro, sericita y caolín como feldespato. En la caliza se pueden observar halos de recristalización, marmoleado, silicificación (skarn) y piritización asociados a la mineralización de plomo. y cinc. Milpo representa así cambios en el depósito: silicificación marmoleo, sumersión, sericitización, cianolización y arcillización.

4.1.11. Controles de Mineralización

Los controles de mineralización de nuestros depósitos son los siguientes:

- **Control Litológico**

Asperezas en calizas y relleno de pequeñas fracturas en areniscas y baja saturación de sulfuros en areniscas.

El reemplazo se limita a la Caliza Pucará, ya que la Falla Atacocha se entromete entre las Calizas Pucará antes mencionadas, lo que en conjunto representa un claro control litológico Considerando el reemplazo y su formación, la Arenisca Goyllarisquizga en el este y la Arenisca Goyllarisquizga en el Oeste más grueso.

El mármol blanco, blanco o gris funciona mejor con cuerpos minerales bajos en zinc, plomo y plata.

- **Control Mineralógico**

Las distribuciones de frecuencia de las concentraciones de pirita, zinc, pirita-zinc-plomo y plata asociadas con la mineralogía de contacto proporcionan evidencia concreta del efecto de los ajustes mineralógicos durante la mineralización. La pirita se distribuye predominantemente cerca del endoskarn (skarn desarrollado en la intrusión), lo que indica un fuerte reemplazo de silicatos de calcio con los minerales anteriores en la distribución horizontal principal en profundidad.

Las colecciones de plomo y plata en pirita son pequeñas y en volúmenes bien definidos; la presencia de vetas de fluorita y galena es un importante control mineralógico en la definición de objetos o lentes en la zona de contacto marmoleado. En resumen, el grupo tiene una marcada orientación horizontal, comenzando con la transición de la zona intrusiva a la zona de skarn y terminando con mármol y caliza negra; sujeto a condiciones apropiadas; temperatura, presión y tiempo; el desarrollo de asociaciones mineralógicas que conducen al entorno ambiental.

Un estado en el que la persistencia del azufre es casi igual, el hierro se reduce y las concentraciones de zinc, plomo y plata aumentan hasta convertirse en mármol.

Los niveles más conocidos tienen un contenido de mineral de cobre despreciable, siempre asociado con grandes cantidades de pirita.

- **Control estructural.**

Son uno de los principales reguladores geológicos de la mineralización, sin los cuales el yacimiento de Milpo no se habría movido a una escala en la que la distribución de silicatos y sulfuros está íntimamente relacionada con distintas formaciones. Esta relación está respaldada por la siguiente evidencia:

Además de la sustitución de partes calcáreas de Pucará por silicatos, sus paredes presentan halos de caliza formados localmente. Aunque el skarn es parcialmente reemplazado por sulfuros (pirita, esfalerita, galena), aún se observan controles de fallas y diques en algunas minas. En la parte oeste del área de la mina, las grietas de tensión originales generalmente corren de E a O y están llenas de depósitos de plata, plomo y zinc. Un factor de control interesante son las brechas derivadas de minerales tectónicos, principalmente en calizas y formaciones al norte del área Carmen Norte.

- **Control por Contacto**

Es el principal regulador de la mineralización de Milpo; está controlado por el contacto entre las calizas intrusivas del Pacífico Milpo y Pucará. Las soluciones hidrotermales, que contienen sulfuros de metales, utilizan el contacto y la trituración existentes como debilidades para recuperar. Durante el proceso deposita su componente metálico esencialmente simultáneo de disolución y precipitación. Así, encontramos minerales, principalmente mármol y skarn, como lentes de recambio en la zona de contacto, también como pequeñas vetas que cruzan a ambos lados y a lo largo del contacto. En resumen, se puede afirmar que la mineralización en los contactos siempre está relacionada con la fractura.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Ubicación Proyecto.

La zona de estudio se está ubicada en la parte alta al este de la mina El Porvenir, entre los cerros Uchunguyo al Norte y Puquio Pata al Sur, se llega a este lugar por una carretera de acceso hasta una labor antigua (Nivel 4290) que se usa actualmente como un pequeño relleno sanitario de este lugar se tiene que caminar hacia la cumbre, donde se puede ver muy bien los afloramientos.

Características Generales - Las vetas varían en longitud desde 120 m. a 500 m. Hay al menos 15 vetas, que se extienden hacia el sur, pero están muy separadas entre sí. El trabajo de exploración más adecuado sería el nivel + 170 (4235 msnm), pero el acceso es un trabajo antiguo y está colapsado, la reparación será difícil y costosa. El nivel 100 (3970 msnm) es el mejor para la exploración inicial debido a las instalaciones actuales y su accesibilidad al trabajo minero actual. Este nivel será de 400 a 450 metros por debajo del afloramiento. Este tipo de mineralización en piedra caliza se explora mejor comenzando cerca de la superficie y avanzando hacia abajo sistemáticamente, en cuyo caso la exploración comienza en profundidad y solo requiere ser persistente mientras se realiza la investigación.

Rocas.

En esta zona afloran una serie de rocas mayoritariamente calizas de la Formación Chambará en el fondo, seguidas por la Fm. Aramachay y Condorsinga. FM. Chambará se ha subdividido en unidades sedimentarias calizas tipo A, B, C y D, con unidades B, C y D descritas en detalle en las columnas estratigráficas del área. Las calizas B, C y D forman buenas estructuras de vetas, mantos y redes, que son favorables para la mineralización. No cabe duda de que

distinguir estas calizas en la prospección es importante para una buena interpretación geológica.

La formación Aramachay es única en la región. Ha sido examinada en varios puntos y se caracteriza por la presencia de facies de lutitas oscuras y calizas oscuras de capa delgada que son evidentes en el campo desde Atacocha hasta La Quinoa, pasando por El Porvenir.

Esta formación constituye una buena capa guía y otro aspecto importante es el contacto de la Formación Aramachay con la Formación Condorsinga, donde existe una gran cantidad de nódulos redondos de varios tamaños.

La Capa superior de respaldo Formación Condorsinga en contacto con el Grupo Gollarisquizga se distingue por capas intercaladas de caliza gris clara con arenisca fina y lutita de color marrón rojizo sobre capas alternas de arenisca blanca. Esta característica es más pronunciada cerca del concentrador de Chicrin.

4.2.2. Marco Estructural.

Las estructuras principales en la zona serían la gran falla Milpo Atacocha de rumbo casi norte – sur, y la falla “F1” también de rumbo norte – sur con pequeña inflexión al NW. Las otras estructuras principales serían la falla La Churca y La Falla Manuel 5.

Estos dos tipos de estructuras que forman un marco estructural de primer orden, han formado una gran zona de debilidad que ha permitido el emplazamiento del Intrusivo Milpo, el conjunto de vetas de rumbo E – W y las estructuras de reemplazamiento N-S principalmente asociadas con las calizas. Ejm. La estructura Carmen Norte 3 que se tiene en interior de la mina.

4.2.3. Mineralización Tipos

Los principales tipos de estructuras son: vetas; mantos; stockworks, lazos cimoides y cuerpos irregulares. El área donde afloran las diferentes estructuras tiene 600m de ancho x 1400m de largo.

- **Vetas:** Son las principales estructuras que afloran en la zona, generalmente son transversales al rumbo de las calizas.

El relleno principal de las vetas es óxido de manganeso de diferentes colores y esta ocurrencia tiene relación directa con el alto contenido de plata en estos ambientes, en profundidad la mineralización cambia a zinc, con plomo y plata. El ancho de las vetas tiene relación con el aspecto lito-estructural, pues las calizas más porosas y permeables permiten la ocurrencia de vetas anchas y de buena ley.

Se han registrado al menos 15 vetas de diferentes dimensiones (longitud y ancho) las longitudes varían desde 120m hasta 500m y los anchos desde 1.2m hasta 12m reconocidos.

- **Mantos:** Son estructuras cortas de 10m a 35m de longitud asociadas a las vetas las que actúan como feeders el ancho varía entre 1m a 3m. Generalmente en la intersección de veta con el manto se forman cuerpos irregulares que se les conoce como “Pipes”, se han mapeado varios mantos pequeños.
- **Lazos Cimoides y Cuerpos:** Estas estructuras se presentan en la conjunción de 2 vetas paralelas generalmente las cajas de las vetas son fallas y el movimiento en direcciones opuestas formando un crackelamiento en la parte central además de múltiples fracturas (venillas) rellenas con mineral, este

conjunto de estructuras y brecha sería uno de los cuerpos que ocurren en la zona de estudio.

- **Stockwork:** En las zonas de estudios ocurren en varios lugares siendo el más representativos las que se presentan a la altura de la coordenada: E = 368350; N = 8827100, estaría en las calizas Tipo A y Tipo B, la otra zona de interés esta al (E = 368800; N = 8828250) está emplazado en la caliza Tipo D.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Descripción.

- **Potencial Geológico.**

En esta oportunidad sólo me voy a referir al potencial geológico de las vetas emplazadas en las calizas, se han registrado (mapeado) al menos 15 vetas principales de rumbo Este – Oeste cuyos anchos varían de 1.2m hasta 12m y la longitud de afloramiento de 120m a 500m, y estimo que hacía profundidad las vetas pueden bajar al menos 500 metros.

En varios distritos mineros donde ocurren vetas emplazada en calizas esta profundiza fácilmente más de 800 m.

Ejm. En las minas Uchucchacua; Hualgayoc, en el caso de Uchucchacua las vetas en la caliza muchas veces son estructuras muy delgadas y se anchan en profundidad seguramente obedece al aspecto estructural, la litología, la porosidad y permeabilidad.

Un estimado muy general del potencial de las vetas en la zona alcanzaría al menos 8 millones de TM considerando los siguientes parámetros: 15 vetas de 500 m de longitud promedio, profundidad de 500m, un ancho promedio de 3m y un peso específico de 2.9; con estos datos se tiene $500 \times 500 \times 3 \times 2.9 \times 0.25$ (factor de seguridad) $\times 15$ (vetas) = 8'156,250 \approx 8 M. de TM.

4.4. **Discusión de resultados**

- **Exploración.**

En el campo se observan algunas labores antiguas en la parte alta Ej. botadero de basura actual (Nivel 4290), fue una labor antigua seguramente para explotar vetas de esta zona. Después se tiene el Nivel 170 (4235 msnm) que sería una buena labor para exploración, donde se han desarrollado varias labores, se desconoce sus resultados, es la labor que más se acerca a la zona de interés. El nivel 100 (3970 msnm) es un nivel referencial de exploración, está a un promedio de 450m de profundidad.

El Departamento de Geología de la mina El Porvenir va a usar este nivel para la exploración, es el nivel más apropiado en las circunstancias actuales.

Perforación Diamantina En el nivel +170, se han graficado los 4 taladros diamantinos exploratorios que se recomiendan, los 4 DDH son negativos, el ángulo no es el apropiado, pero es un lugar con buenas posibilidades.

En el nivel -100 (3970 msnm) se están recomendando dos (2) cámaras, una de ellas ya está preparada, está ubicada en las coordenadas N = 8828160; E = 368410 de donde se exploran con 4 DDH los ángulos no son los apropiados, pero se va a perforar para comprobar la posible continuidad de las estructuras. La cámara 2, sería opcional, de esta cámara las perforaciones estarían dirigidas hacia el sur con ángulo positivo porque la labor estaría a muchos metros debajo de los afloramientos, estoy seguro que estos taladros van a interceptar las estructuras, posteriormente se planificaría la segunda etapa de exploración con cruceo hacia las vetas o galerías sobre la veta.

CONCLUSIONES

1. En la zona de Angélica (zona este del El Porvenir) afloran una serie de vetas de rumbo este – oeste de longitudes y anchos variables, el detalle se puede ver en la Lámina 8, este conjunto de vetas guarda un gran potencial geológico el cual se puede explorar en un futuro cercano.
2. La reinterpretación de la geología del área junto con el mapeo permitió mostrar diferentes tipos de estructuras en el área, en su mayoría vetas, cuerpos irregulares y mantos, cuya importancia se puede conocer en las operaciones diamantíferas y mineras.
3. En el proyecto Angélica se localiza mantos de suma importancia pegadas a fallas mineralizadas, que ayudan a determinar el comportamiento estructural.
4. Los principales sistemas de fallas, obtenidos a partir del cartografiado litológico estructural de superficie y de labores subterráneas disponibles (antiguas). El área de estudio se encuentra afectado por tres sistemas principales de falla: Sistema de fallas NS, Sistema de fallas NO-SE y Sistema de fallas EO, los cuales controlan la deformación, el magmatismo y la mineralización en el área.
5. En resumen, se sustenta que el principal control de la mineralización es estructural en el proyecto Angélica – El Porvenir, que están asociados a los sistemas de fallas principales.

RECOMENDACIONES

1. La exploración del área debe realizarse desde los niveles superiores hacia los niveles inferiores, lo que permite un mejor control de la continuidad de la mineralización.
2. Es recomendable la búsqueda inicial en el nivel 170 (4235 m) y el nivel -100 (3970 m), lo que nos muestra el descubrimiento de recursos adicionales.
3. El Yacimiento es muy amplio se recomienda hacer estudios netamente estructurales, para poder determinar el emplazamiento de los cuerpos y mantos.
4. Se recomienda hacer campañas de muestreos en diferentes zonas del proyecto Angélica.
5. El proyecto Angélica es una zona con grandes dimensiones, se sugiere hacer campañas de perforación diamantina como exploración en distintos puntos de la zona de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 2001, R. A. (12 de 06 de 2001). REAL ACADEMIA ESPAÑOLA 2001. Obtenido de REAL ACADEMIA ESPAÑOLA 2001: <https://www.rae.es/drae2001/herramienta>
- Adco, j. (13 de 06 de 2018). SCRIB. Obtenido de yacimientos hidrotermales: <https://es.scribd.com/document/381709923/Yacimientos-epitermales>
- Arias, F. G. (2012). El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. Venezuela: editorial episteme. Obtenido de Chrome.extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.formaciondocente.com.mx/06_RinconInvestigacion/01_Documentos/El%20Proyecto%20de%20Investigacion.pdf.
- Británica. (21 de 04 de 2022). Wikimedia. Obtenido de Wikimedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Yacimiento_geol%C3%B3gico
- ESPAÑOLA, R. A. (01 de 04 de 2022). REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Obtenido de REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: <https://dle.rae.es/veta?m=form>
- Hernández Roberto sampieri, c. f. (2014). metodología de la investigación (SEXTA ed.). México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.A. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf.
- Jorge Oyarzun y Roberto Oyarzun. (2011). minería sostenible (segunda ed. Madrid España: ediciones gemm. Obtenido de Chrome

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.aulados.net/GE
MM/Libros_Manuales/Libro_Mineria_Sostenible.pdf

- Maldonado Quelal, Y. A. (2018). Caracterización geológica del cretácico al paleógeno de la zona entre San Ramón – Los Reales (San Antonio de Pichincha). TITULO DE INGENIERO GEOLOGO. UNIVERSIDAD CENTRAL DE ECUADOR, ECUADOR. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15093>.
- Maldonado, y. (23 de 10 de 2021). geologia web. Obtenido de geologia web: <https://geologiaweb.com/recursos-naturales/epitermales-alta-sulfuracion/>
- Maldonado, Y. (23 de 10 de 2021). geologia web. Obtenido de geologia web: <https://geologiaweb.com/recursos-naturales/epitermales/>
- Morales Oscategui, J. B. (2020). Evaluación geológica del potencial de mineralización, zona Longreras Oeste, unidad minera El Porvenir, 2019. ingeniero geologo. universidad nacional daniel alcides carrion, cerro de pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2111>
- Roberto, O. (2011). introduccion ala geologia de minas. madrid españa: ediciones GEMM. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.aulados.net/GE M.
- SAMPIERI. (2014). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA (SEXTA ed.). MEXICO: cGRAW-HILL. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptistaetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.
- SIAMPIERI, H. (2014). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

- Vilca Quispe, E. A. (2020). Exploración geológica para incrementar reservas minerales en mina.

ANEXOS

ANEXO N° 01

Instrumento de Recolección de Datos

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Evaluación geológica	Zonas mineralizadas	Mapeo geológico
	Azimut/Buzamientos	Técnicas geológicas
	Estimación de recursos	Software
Identificación estratigráfica	Recolección de datos	Columna estratigráfica
Identificación Estructural	Azimut – buzamiento(pitch)	Técnicas geológicas
Muestras	Toma de muestras	Técnicas de muestreo
Zonas prospectivas	Zonas mineralizadas	Interpretación geológica
Planos geológicos	Secciones geológicas	Interpretación geológica

ANEXO N° 02

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
Problemas generales	Objetivo general	Hipótesis general	Variables independientes	Población
¿La exploración geológica establece el potencial de recursos minerales, en el proyecto Angelica minera El Porvenir, 2019?	Establecer el potencial de recursos mineros del proyecto Angelica, mina el porvenir utilizando la exploración geológica.	La exploración geológica establecerá el potencial de recursos minerales, del proyecto Angelica mina el porvenir Milpo 2019.	La exploración geológica.	La población está representada por la mineralización de la mina el Porvenir – Proyecto Angelica 2019.
Problemas específicos.	Objetivos específicos	Hipótesis específicas.	Variables dependientes	Muestra
¿Las características geológicas de la zona influyen en el potencial de recursos minerales del proyecto Angélica?	Identificar e interpretar las características geológicas de la zona para establecer el potencial geológico.	Las características geológicas de la zona influirán el potencial de los recursos minerales del proyecto Angelica.	Potencial de recursos minerales, proyecto Angelica 2019.	La muestra son las perforaciones diamantinas DDH, que fueron extraídas próximos a la zona de estudio.
¿El comportamiento geológico- económico de las estructuras mineralizadas influyen en el potencial de recursos minerales en el proyecto Angelica?	Definir el comportamiento geológico – económico de las estructuras,	El comportamiento geológico – económico de las estructuras mineralizadas influirán en el potencial de recursos minerales del proyecto Angelica.		

ANEXO N° 03

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

TITULO DE TESIS	: "La exploración geológica en el potencial de recursos minerales, proyecto Angelica , mina El Porvenir , Milpo 2019"
Apellido y Nombre del Investigador	: Henry, VALENTIN PAREDES
Apellido y Nombre del experto	: ERICK G. BALDEON HUYANATES
Cargo e institución donde labora:	: Geologo de mina - Compañía minera San Ignacio de Morocoha.
Profesion	: ING. GEOLOGO CIP: 258756

ESTIMADO EXPERTO: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la exploración geológica y el potencial de recursos minerales en el proyecto Angelica de la mina El Porvenir, ubicada en el Distrito de Yanacancha - Provincia de Cerro de Pasco, así mismo detallando que la encuesta no es anónima en base a ellos solicitamos su sinceridad al siguiente cuestionario.

INSTRUCCIÓN

Valoraremos esta ficha marcando con una "X", según el indicador que será mostrado debajo en el recuadro, para poder evaluar los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación realizada sobre la exploración geológica y el potencial de recursos minerales en el Proyecto Angelica de la mina El porvenir ubicada Distrito de Yanacancha - Provincia de Cerro de Pasco, la escala de respuestas es del 0 al 100% en donde de 0-30% es (deficiente), 31-50% (regular), 51-70% (buena), 71-90% (muy buena) y del 91-100% (excelente).

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		00-30%	31- 50%	51-70%	71-90%	91-100%
1. CLARIDAD	Instrumento esta formulado en lenguaje e idioma apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	La investigación esta expresado en conductas directamente observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado y actualizado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica dentro de toda la investigación				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende con los criterios que se necesitan para la investigación claridad y analisis.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para lograr verificar y valorar los aspectos de una investigación.				X	
7. CONSISTENCIA	La investigación esta basada en aspectos netamente geológicos en la investigación				X	
8. COHERENCIA	En las dimensiones e indicadores estan claramente comprendidos.				X	
9. METODOLOGIA	La estrategia utilizada por el investigador responde de forma adecuada al problema planteado en la investigación.				X	
10. PERTINENCIA	El instrumento que uso el investigador fue el adecuado, para este tema de investigación.				X	

PROMEDIO DE VALORACION : 90 %

INFORME DE APLICABILIDAD :

- El instrumento, debe aplicarse tal como esta elaborada.
- El instrumento, debe de ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: Ciudad de cerro de paso 25 de mayo del 2020.

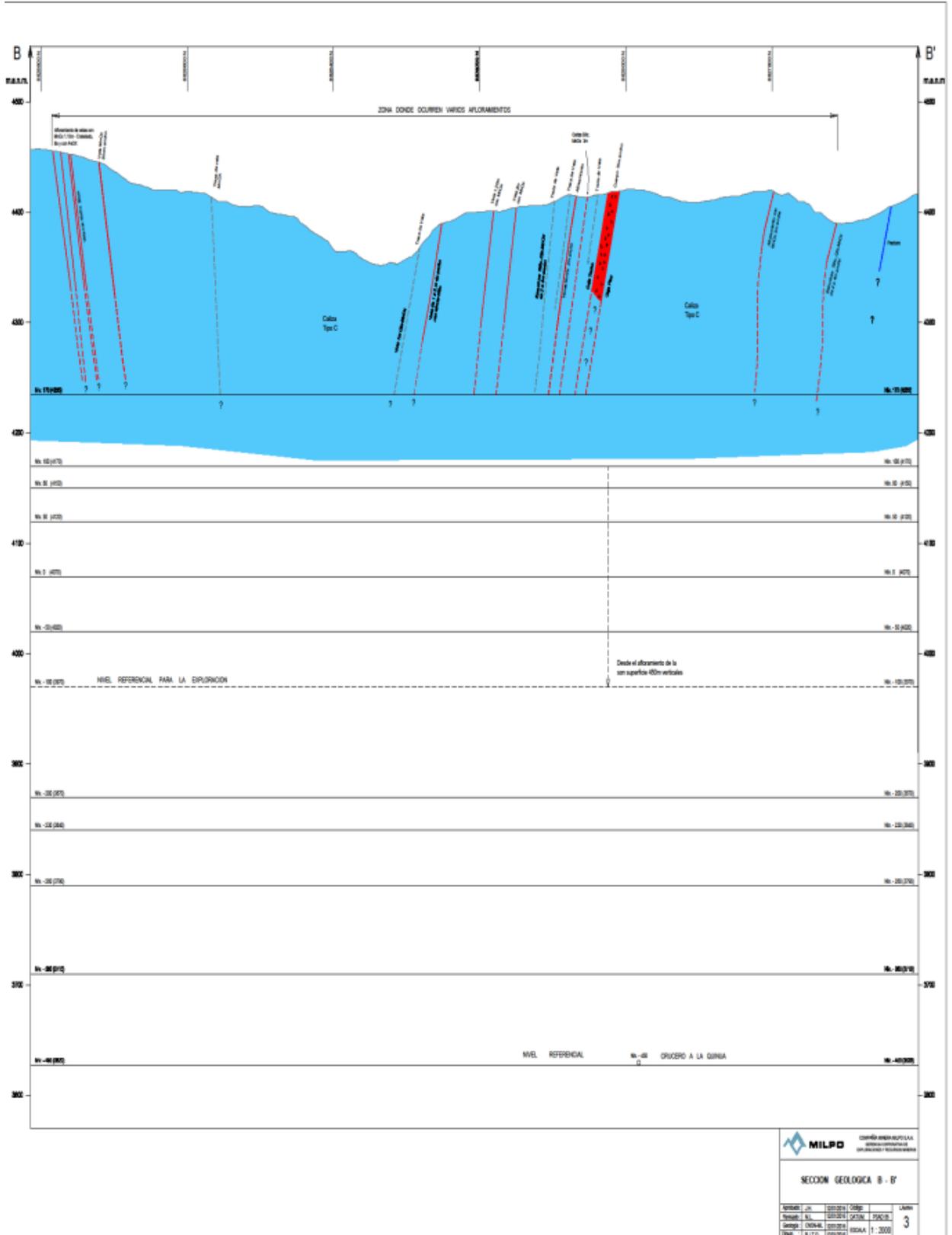

 Firma del experto Informante
 DNI N°: 70089781

FUENTE PROPIA: Elaborada por el investigador.

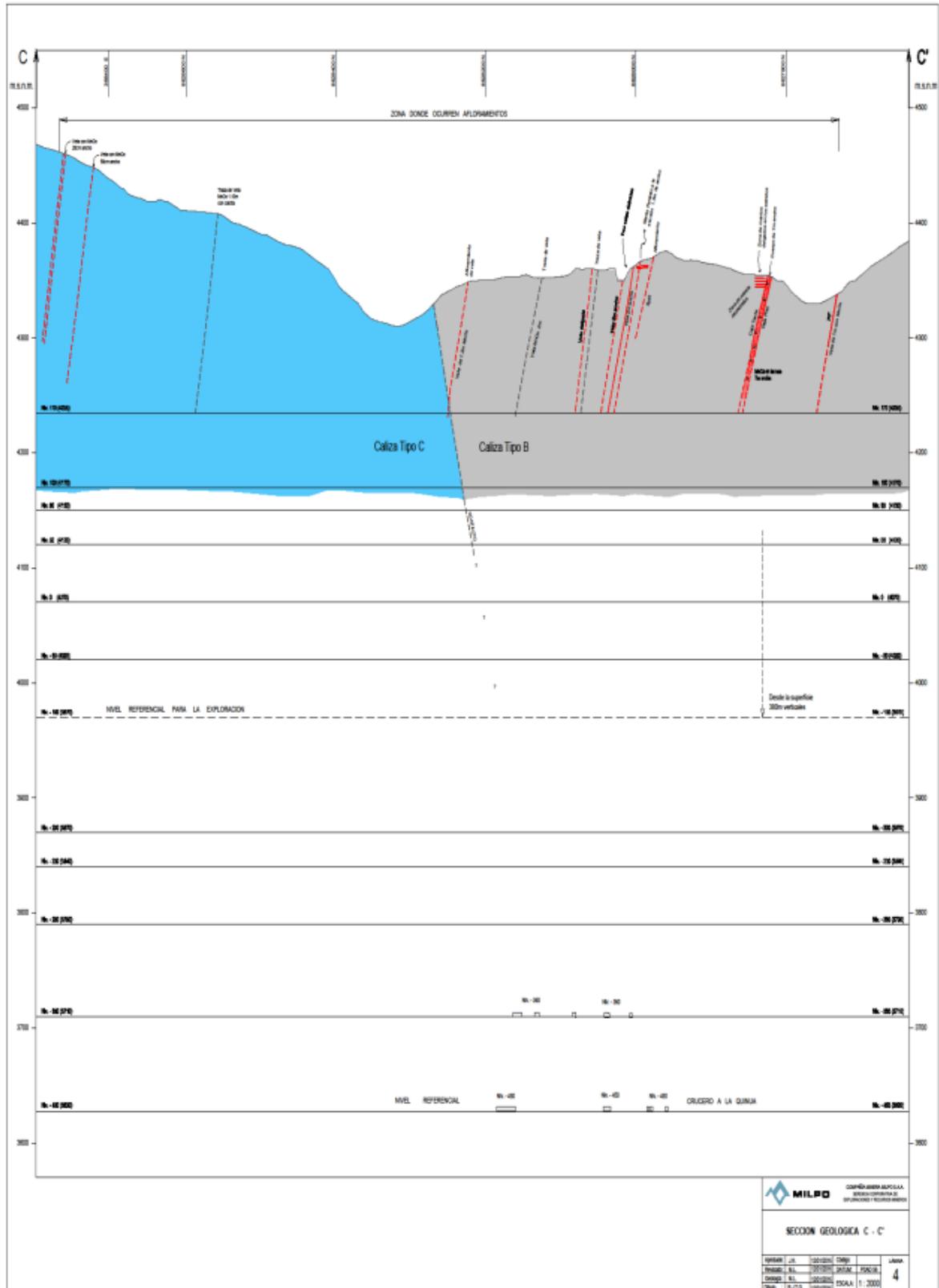
ANEXO N° 04

ERA	SISTEMA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGÍA	COLUMNA	MINERALIZACIÓN (INTRUSIVOS)		
CENOZOICO	CUATERNARIO	Conglomerado calcáreo	Fragmentos de caliza con matriz calcárea arcillosa rojiza.				
	EOCENO - PALEOCENO	Fm. Pocobamba	Brechas calcáreas con algunos lentes de areniscas.				
MESOZOICO	CRETÁCEO	Fm. Chulec	Calizas, calizas margosas dolomitizadas.		Basalto con textura alveolar.		
		Fm. Goyllarisquizga	Areniscas cuarzosas, ortocuarcitas con estratificación cruzada.		Au - Ag - Pb en vetillas (Sheer zone) Cuarzo, soricita, arcilla.		
	JURÁSICO	Brecha sedimentaria		Brecha calcárea con matriz detrítico calcáreo rojizo, con clastos de areniscas, calizas y chert.			
		Fm. Condorsinga	F	Calizas micríticas grises claras con cherts y abundantes pseudomorfos, fósiles.		Intrusivo Atacocha - San Gerardo Cuarzodiorita (bt, hb) Skam Zn - Pb - Ag en vetas, cuerpos de reemplazamiento.	
		Fm. Aramachay	E	Margas y calizas negras (bt), fósiles con (ammonites).			
	TRIÁSICO	Gpo. Pucará	Fm. Chamberá	D	Dolomías y calizas gris, mudstone a grainstone.		
				C	Calizas y dolomías cherticas gris oscuras.		Brecha, sílicea y heterolítica Zn - Pb - Ag en vetas, cuerpos.
				B	Dolomías y calizas negras en estratos delgados (bt). Nivel fosilífero.		
				A	Calizas y dolomías.		Intrusivo Santa Bárbara y Miipo Cuarzodiorita (bt, hb) Skam Zn - Pb - Ag.

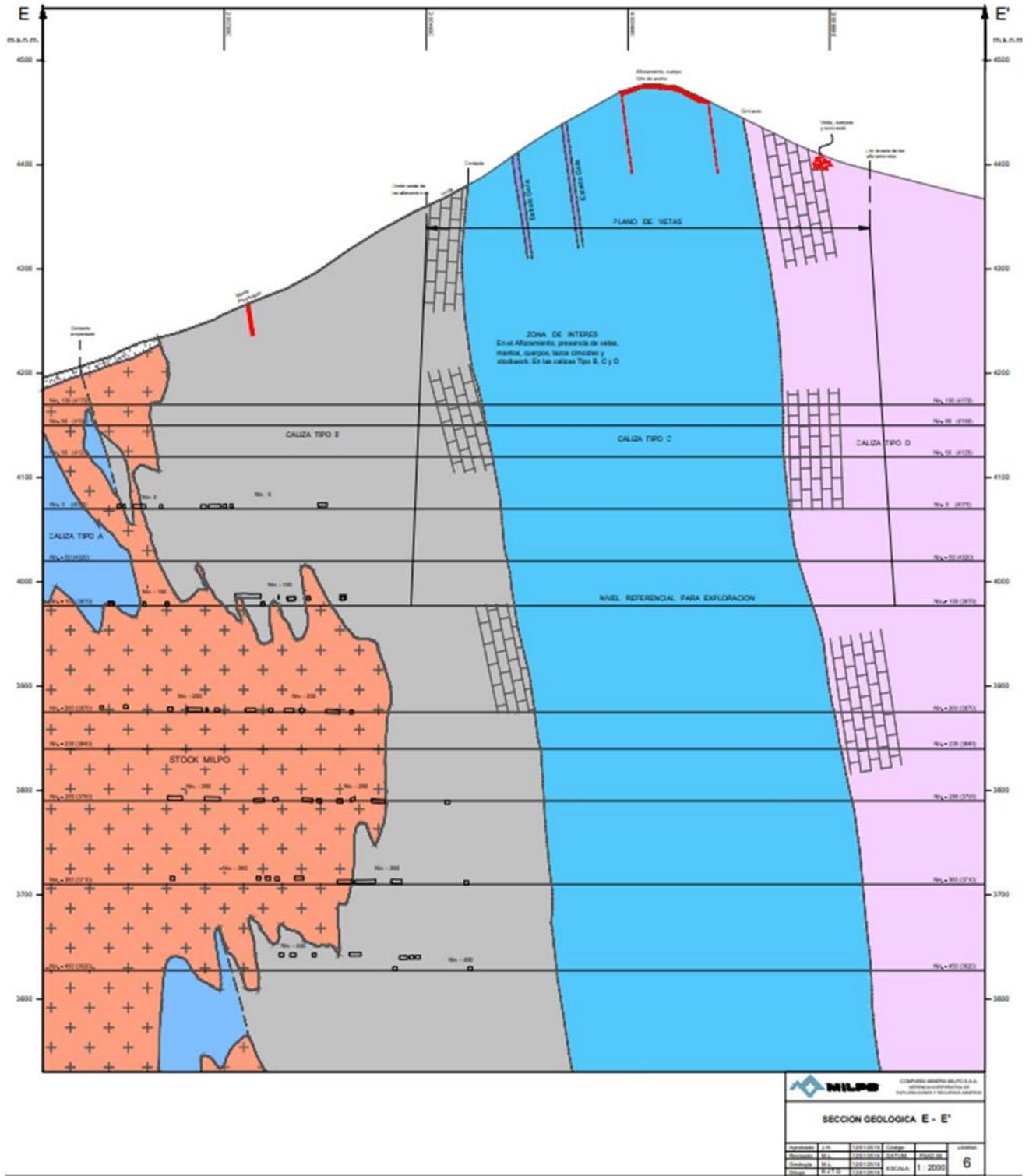
ANEXO N° 06



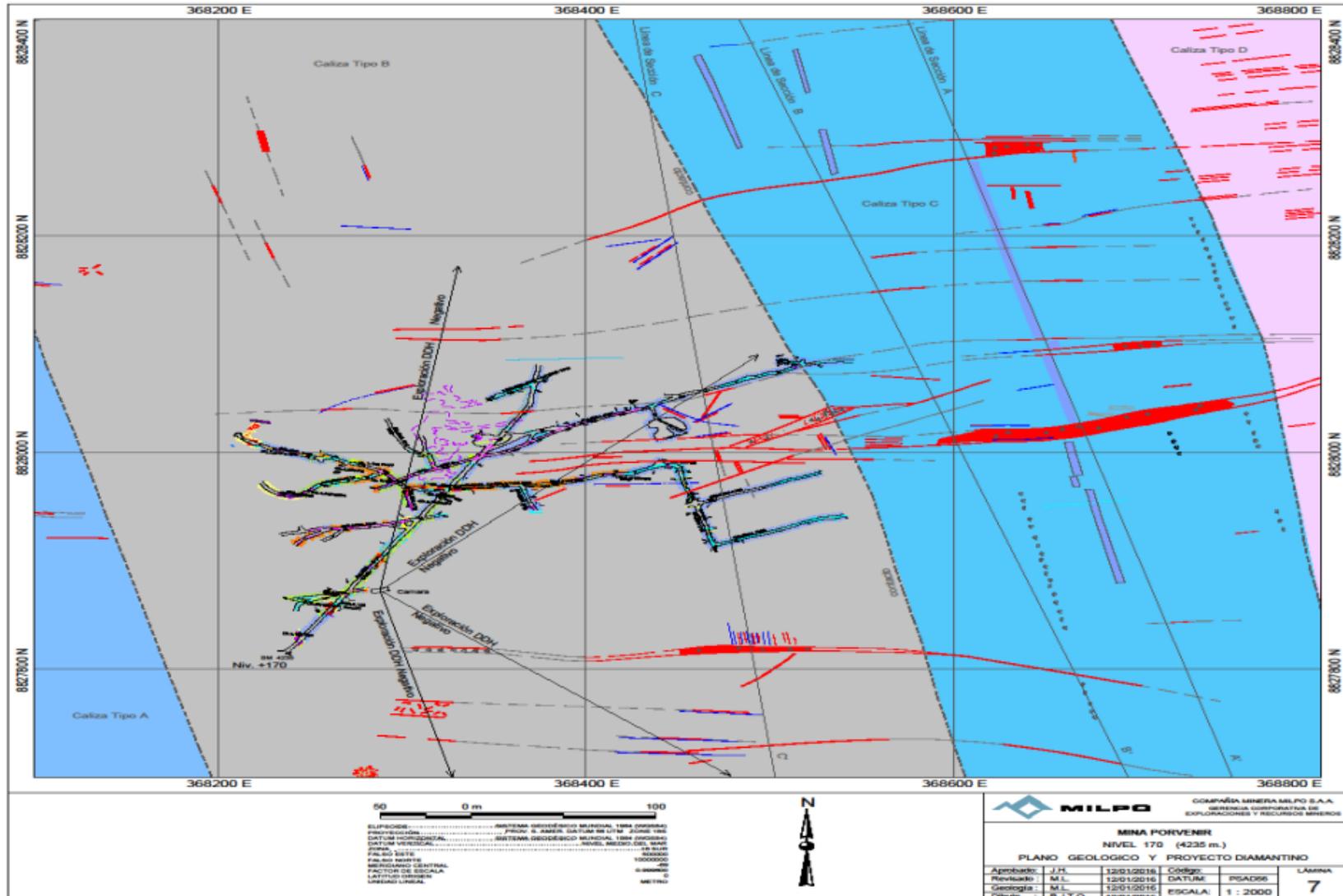
ANEXO N° 07



ANEXO N° 09



ANEXO N° 10



ANEXO N° 11

