



unl | Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

Estimación del potencial aurífero de la galería nivel 10 del Proyecto Minero “Campanillas”, sector Campanillas, Parroquia de San Carlos de las Minas, Cantón Zamora de la Provincia de Zamora Chinchipe.

AUTOR:

Yessenia Lizbeth Esparza Cajamarca

Trabajo de Titulación Previo a la obtención del título de Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

DIRECTOR:

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo. Mg, Sc.

Loja – Ecuador

2022

Certificación

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado y corregido el presente trabajo de titulación, en su proceso de investigación cuyo tema versa: **Estimación del potencial aurífero de la galería nivel 10 del Proyecto Minero “Campanillas”, sector Campanillas, Parroquia de San Carlos de las Minas, Cantón Zamora de la Provincia de Zamora Chinchipe.** Previo la obtención del título de: Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, realizado por la señorita egresada: **Yessenia Lizbeth Esparza Cajamarca**, el mismo que cumple con el cien por ciento del trabajo de titulación, por lo que se autoriza su presentación para la evaluación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 24 de enero del 2022



Firmado electrónicamente por:

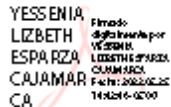
**STALIN IVAN
PUGLLA
AREVALO**

**Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg. Sc
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Autoría

Yo, **Yessenia Lizbeth Esparza Cajamarca**, declaro ser autora del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de titulación en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

YESSENIA
LIZBETH
ESPARZA
CAJAMARCA
CA

A digital signature stamp with a red circular seal. The seal contains the text: "Firmado digitalmente por YESSENIA LIZBETH ESPARZA CAJAMARCA CA Fecha: 2022/05/25 14:24:06-0500".

Firma:

Cédula: 1150440830

Fecha: 25 de mayo 2022

Correo electrónico: l.essenia97@gmail.com

Teléfono celular: 0994401500

Carta de autorización del trabajo de titulación por parte del autor, para la consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica del texto completo.

Yo, Yessenia Lizbeth Esparza Cajamarca, declaro ser autora del trabajo de titulación denominado: Estimación del potencial aurífero de la galería nivel 10 del Proyecto Minero “Campanillas”, sector Campanillas, Parroquia de San Carlos de las Minas, Cantón Zamora de la Provincia de Zamora Chinchipe. como requisito para optar al grado de: Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los treinta días del mes de mayo del dos mil veintidós.

YESSENIA
LIZBETH
ESPARZA
CAJAMARCA
CA

Firmado:
Digitalizado por
WESBETH
LIZBETH ESPARZA
CAJAMARCA
Fecha: 20/05/2022
14:28:16 -0500

Firma:

Autor: Yessenia Lizbeth Esparza Cajamarca

Cédula: 1150440830

Dirección: Loja (Gonzales Suarez y Ángel Carrión)

Correo electrónico: l.essenia97@gmail.com

Teléfono: 072589608

Celular: 0994401500

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de titulación: Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo. Mg, Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Jorge Michael Valarezo Riofrío, Mg, Sc,

Ing. Hernán Luis Castillo García, Mg, Sc,

Ing. Carlos Danilo Ortega Vallejo Mg, Sc,

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mis hermanos, que a pesar de las dificultades que se nos han presentado siempre hemos permanecidos unidos.

Agradecimiento

Mi agradecimiento principalmente a Dios por todas sus bendiciones por brindarme salud, fortaleza y capacidad.

Dicen que la mejor herencia que nos pueden dejar los padres son los estudios, sin embargo no creo que sea el único legado del cual yo particularmente me siento muy agradecida, mis padres me han permitido trazar mi camino y caminar con mis propios pies. Ellos son mis pilares de la vida, les dedico este trabajo de titulación, a mi mamá Teresa y a mi papá Salvador+.

A la Universidad Nacional de Loja, por abrirme las puertas para dar continuidad a mi formación académica así como a toda la planta docente que forma parte de la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial por brindarme sus conocimientos y contribuir con mi formación profesional y personal.

Al Ing. Iván Puglla, que me ha guiado en todo el desarrollo del proyecto, brindándome su asesoramiento y consejos para la construcción del mismo.

Al Abogado Ausberto Zúñiga, de la misma manera al Ingeniero Napoleón Sarmiento que me permitieron llevar a cabo la ejecución de mi trabajo de titulación en el Proyecto Minero “CAMPANILLAS”, brindándome facilidades necesarias para el desarrollo del mismo.

Índice de contenido

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría	iii
Carta de autorización del trabajo de titulación por parte del autor, para la consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica del texto completo.	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de ilustraciones.....	x
Índice de tablas	xii
Índice de Anexos.....	xiii
1. Título.....	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico.....	5
4.1. Minería	5
4.2. Topografía.....	5
4.3. Topografía Subterránea.....	6
4.4. Geología.....	8
4.4.1. <i>Procesos geológicos exógenos</i>	8
4.4.2. <i>Las rocas</i>	9
4.4.2.1. Rocas ígneas.	9
4.4.2.2. Rocas sedimentarias.	11
4.4.2.3. Rocas Metamórficas.	12
4.5. Geología de Mina.....	13
4.6. Mina.....	15
4.7. Labores Mineras.....	15
4.7.1. <i>Galerías</i>	16
4.7.2. <i>Chimeneas y coladeros</i>	16
4.7.3. <i>Rampas</i>	17
4.7.4. <i>Criadero</i>	18
4.7.4.1. <i>Filón</i>	18
4.7.4.2. <i>Capa</i>	19
4.7.4.3. <i>Masa</i>	19
4.7.4.4. <i>Techo y muro</i>	20
4.8. Depósito de Mineral	20

4.8.1.	<i>Mena mineral</i>	20
4.8.2.	<i>Mineral de mena</i>	20
4.8.3.	<i>Mineral de ganga</i>	21
4.8.4.	<i>Mena</i>	21
4.9.	Muestreo	21
4.10.	Muestreo Geológico	21
4.10.1.	<i>Expediente de la muestra</i>	21
4.10.2.	<i>Tamaño de muestra</i>	22
4.10.3.	<i>Errores</i>	22
4.10.4.	<i>Tipos de muestreo</i>	23
4.11.	Geología Estructural	24
4.11.1.	<i>Estructuras tectónicas</i>	25
4.11.2.	<i>Elementos de yacencia</i>	28
4.12.	Yacimientos Minerales	29
4.12.1.	<i>Génesis de los yacimientos minerales</i>	29
4.12.1.1.	Procesos ígneos	29
4.12.2.	<i>Estructuras mineralizadas</i>	30
4.12.2.1.	Stockwork	30
4.12.2.2.	Skarn o depósito pirometasomático	31
4.13.	Alteración Hidrotermal	32
4.14.	Estilos de Alteración	32
4.14.1.	<i>Alteración potásica</i>	34
4.14.2.	<i>Alteración propilítica interior</i>	34
4.14.3.	<i>Alteración propilítica externa</i>	34
4.14.4.	<i>Potásico-propilítico zonificado</i>	35
4.14.5.	<i>Alteración fílica</i>	35
4.14.6.	<i>Alteración argílica</i>	35
4.15.	Control de Mineralización	36
4.16.	Sondeos de Exploración	36
4.17.	Estimación de Recursos/Reservas	37
4.18.	Modelación del Yacimiento	38
4.19.	Recursos Minerales	42
4.19.1.	<i>Recurso mineral inferido</i>	42
4.19.2.	<i>Recurso mineral indicado</i>	43
4.19.3.	<i>Recurso mineral medido</i>	43
4.20.	Reserva Mineral	44
4.20.1.	<i>Reserva mineral probable</i>	44

4.20.2.	<i>Reserva mineral probada</i>	45
5.	Metodología	46
5.1.	Materiales	46
5.1.1.	<i>Materiales de campo</i>	46
5.1.2.	<i>Materiales de oficina</i>	46
5.2.	Métodos	46
5.3.	Metodología	46
5.3.1.	<i>Primer objetivo</i>	47
5.3.2.	<i>Segundo objetivo</i>	49
5.3.3.	<i>Tercer objetivo</i>	51
6.	Resultados	53
6.1.	Ubicación y Acceso	53
6.1.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	53
6.1.2.	<i>Acceso</i>	54
6.1.3.	<i>Datos generales de la concesión</i>	55
6.1.4.	<i>Geomorfología</i>	55
6.1.5.	<i>Topografía</i>	58
6.1.6.	<i>Hidrología</i>	59
6.1.7.	<i>Geología Regional</i>	59
6.1.7.1.	<i>Litología</i>	59
6.1.8.	<i>Geología Local</i>	60
6.2.	Actualización del Levantamiento Topográfico de la Galería Nivel 10.	62
6.3.	Levantamiento geológico-estructural	62
6.3.1.	<i>Caracterización geomecánica</i>	68
6.4.	Estimación del Potencial Aurífero	68
6.4.1.	<i>Perforación</i>	68
6.4.2.	<i>Determinación del RQD y porcentaje de recuperación de testigos</i>	71
6.4.3.	<i>Selección de muestras</i>	73
6.4.4.	<i>Resultados de muestras analizadas</i>	73
6.4.5.	<i>Estimación</i>	74
7.	Discusión	75
8.	Conclusiones	77
9.	Recomendaciones	78
10.	Referencias Bibliográficas	79
11.	Anexos	81

Índice de ilustraciones

Figura 1	<i>Labor minera. Fuente: Matsa</i>	5
Figura 2	<i>Ubicación topográfica de dos puntos se exagera el tamaño del triángulo a fin de resaltar la explicación dada en el texto. Fuente: Dante, 2014.</i>	6
Figura 3	<i>Topografía subterránea. Proyección punto techo piso (izquierda) y estacionando estación total (derecha). Fuente: Estruch & Tapia, 2003.</i>	7
Figura 4	<i>Topografía subterránea. Fuente: Estruch & Tapia, 2003.</i>	8
Figura 5	<i>Clasificación de las Rocas Ígneas Plutónicas. $M < 90$. Rocas Máficas, intermedias y félsicas. Fuente: Le Maitre et al, 2002.</i>	10
Figura 6	<i>Clasificación de los emplazamientos de rocas ígneas según profundidad y geometría. Se muestra también la aureola de contacto producida por un plutón. Fuente: Książkiewicz, 2015.</i>	11
Figura 7	<i>Clasificación de las rocas sedimentarias. Fuente: Książkiewicz, 2015.</i>	12
Figura 8	<i>Clasificación de las rocas sedimentarias. Fuente: Książkiewicz, 2015.</i>	13
Figura 9	<i>Vista esquemática de una mina moderna. Fuente: Herrera, 2017.</i>	15
Figura 10	<i>Galería entibada (izquierda), galería enmarcada y hormigonada (derecha). Fuente: M, Estruch y A, Tapia, 2003.</i>	16
Figura 11	<i>Perforación de chimeneas o pozos de abajo arriba (procedimiento ALIMAK). Fuente: M, Estruch & A, Tapia, 2003.</i>	17
Figura 12	<i>Partes de una mina subterránea. Fuente: Geologiaweb Minería, 2021.</i>	18
Figura 13	<i>Filón. Fuente: CILAC Foro Abierto de Ciencias Latinoamérica y Caribe, 2020.</i>	19
Figura 14	<i>Capa. Fuente: Cañas, 2018.</i>	19
Figura 15	<i>Stock. Fuente: Shivam Jain, 2018.</i>	20
Figura 16	<i>Descripción Gráfica del Muro y Techo. Fuente: Herrera, 2017.</i>	20
Figura 17	<i>Muestreo en galería. Fuente: Ccanto, 2017.</i>	23
Figura 18	<i>Muestreo en chimeneas. Fuente: Ccanto, 2017.</i>	23
Figura 19	<i>Muestreo en tajos. Fuente: Ccanto, 2017.</i>	24
Figura 20	<i>Muestreo en frente. Fuente: Ccanto, 2017.</i>	24
Figura 21	<i>Tipos de fractura (fallas y diaclasa). Fuente: Książkiewicz, 2015.</i>	25
Figura 22	<i>Falla de cabalgamiento. Fuente: L. Moliner, O. Librado, L. Martín, M. Herrero, R. Catalán, A. Hernández, M. Martínez, C. Peralta y D. Martín, 2017</i>	26
Figura 23	<i>Diaclasa. Fuente: Ortega G, 2018.</i>	26
Figura 24	<i>El pliegue tectónico: elementos, características y tipos. Fuente: Micone, 2015.</i>	27
Figura 25	<i>Tipos de discordancia. Fuente: Geología Estructural, 2017.</i>	28
Figura 26	<i>Elementos de yacencia. Fuente: Diccionario de Geotecnia, 2020.</i>	29
Figura 27	<i>Diagrama esquemático de las zonas de mineralización y alteración hidrotermal en un yacimiento hidrotermal de sulfuros masivos de origen volcánico. Fuente: Adaptado de Dubé et al, 2009.</i>	30
Figura 28	<i>Etapas de formación de un depósito tipo Skarn Fuente:(Modificado de Meinert,</i>	

1993, en Santander, 2015.	31
Figura 29 <i>Minerales de alteración comunes en sistemas hidrotermales. La cifra de pH versus temperatura de Terry Leach, actualizada de Corbett y Leach, (1998) para el Simposio de Terry Leach en 2008.</i>	33
Figura 30 <i>Alteración potásica-propilífrica por zonas. A - el pH permanece constante mientras que la alteración se califica como potásica para propilificar lejos de la fuente de calor de intrusión debajo de la influencia del descenso de la temperatura, del pórfido escalonado modelo. B - Conjuntos minerales en PH vs temperatura con una flecha que muestra la tendencia de enfriamiento. Fuente: Corbett, 2005.</i>	34
Figura 31 <i>Diagrama simplificado de alteración hidrotermal- alteración en un Sistema de tipo pórfido cuprífero (de acuerdo al modelo de Lowell y Guilbert, 1970). Recordemos además que la alteración silicatada (izquierda) y la mineralización sulfurada (derecha) no son más que las dos caras de una misma moneda. Hablamos del mismo proceso hidrotermal que genera una y otra. Fuente: Lowell y Guilbert, 1970</i>	36
Figura 32 <i>Esquema de modelación del yacimiento. Fuente: Berenguer, 2020.</i>	39
Figura 33 <i>Interpretación de Zonas Mineralizadas. Fuente: Berenguer, 2020.</i>	40
Figura 34 <i>Representación de tres tipos de contactos. Fuente: Berenguer, 2020.</i>	41
Figura 35 <i>Clasificación de los recursos mineros por categoría: medidos, indicados e inferidos. Fuente: Introducción a la Minería, 2017.</i>	43
Figura 36 <i>Concepto de Reservas Mineras. Fuente: Medina, 2017.</i>	44
Figura 37 <i>Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales. Fuente: Medina, 2016.</i>	45
Figura 38 <i>Ubicación a nivel nacional, cantonal y parroquial. Fuente: Sistema Nacional de Información. Infoplan, 2011, Arcom. Concesiones mineras, 2019. Elaborado por Autora, 2021.</i>	53
Figura 39 <i>Acceso desde el terminal terrestre de Zamora al Proyecto Minero “Campanillas”. Fuente: Google Earth, 2022.</i>	54
Figura 40 <i>Bosquejo referencial de la galería 10.</i>	62
Figura 41 <i>Muestra CM3. Imagen con nicoles cruzados. Fuente: Geominerals</i>	63
Figura 42 <i>Muestra CM4. Imagen con nicoles cruzados. Fuente: Geominerals</i>	63
Figura 43 <i>Toba fina skarnificada presente desde el metro 77 al 77+55</i>	65
Figura 44 <i>Toba gruesa skarnificada presente desde el metro 77+55 al 77+75.....</i>	66
Figura 45 <i>Levantamiento estructural galería 10.</i>	67
Figura 46 <i>Equipo de perforación</i>	69
Figura 47 <i>Vista de planta de los sondeos realizados D, I, H. Fuente: Recmin</i>	69
Figura 48 <i>Modelo geológico construido en base al logueo de las perforaciones</i>	70
Figura 49 <i>Caja 1 de testigos de perforación.....</i>	70

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Datos generales de la concesión. Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Campanillas1, 2017.</i>	55
Tabla 2	<i>Tabla de valoración RMR.</i>	68
Tabla 3	<i>Datos de sondeos para la proyección en el Software Recmin</i>	68
Tabla 4	<i>Datos de coordenadas para la proyección de sondeos en el Software Recmin</i>	69
Tabla 5	<i>Porcentaje de recuperación y porcentaje de RQD del sondeo 1 (D)</i>	71
Tabla 6	<i>Porcentaje de recuperación y porcentaje de RQD del sondeo 2 (I)</i>	72
Tabla 7	<i>Porcentaje de recuperación y porcentaje de RQD del sondeo 3 (H)</i>	73
Tabla 8	<i>Muestras seleccionadas</i>	73
Tabla 9	<i>Resultados de muestras analizadas. Fuente: Albexus</i>	73
Tabla 10	<i>Resultados de la Estimación. Fuente Albexus</i>	74

Índice de Anexos

Anexos.....	81
Anexo 1. Fichas de descripción de afloramientos	81
Anexo 2. Fichas de registro de logueo.....	96
Anexo 3. Logueo de testigos de perforación.....	104
Anexo 4 Resultados de laboratorio	107
Anexo 5. Certificación de la traducción al idioma ingles del resumen	109
Anexo 6. Mapas	110
<i>Mapa de ubicación</i>	<i>110</i>
<i>Mapa de Geología Regional</i>	<i>110</i>
<i>Mapa de geología Local</i>	<i>110</i>
<i>Mapa de levantamiento topográfico superficial</i>	<i>110</i>
<i>Mapa de levantamiento topográfico interior mina</i>	<i>110</i>
<i>Mapa de levantamiento geológico estructural.....</i>	<i>110</i>
<i>Mapa de proyección y perfiles de los sondajes realizados.....</i>	<i>110</i>

1. Título

Estimación del potencial aurífero de la galería nivel 10 del Proyecto Minero
“Campanillas” sector Campanillas, parroquia de San Carlos de las Minas,
cantón Zamora de la provincia de Zamora Chinchipe.

2. Resumen

El siguiente trabajo de investigación realizado en el Proyecto minero “Campanillas” ubicado en el sector Campanillas, parroquia de San Carlos de Las Minas, cantón Zamora de la provincia de Zamora Chinchipe. Dedicada a la exploración y explotación del mineral Au, está encaminando continuamente a la realización de trabajos explorativos para estimación y posterior explotación. Para ello, primeramente se recopiló y analizó información bibliográfica necesaria, luego se caracterizó el área mediante trabajos de campo y oficina, obteniendo información como: topografía, geología, geomorfología e hidrología.

Para la caracterización geológico-estructural a escala 1:250 de la galería nivel 10 se realizó la actualización del levantamiento topográfico de la galería con estación total y se determinó la geología mediante la observación directa y registros de campo, así como el levantamiento estructural que se realizó metro a metro sobre el hastial izquierdo de la galería en estudio lo cual permitió definir la proyección de 3 sondajes.

Para el análisis de los testigos de perforación obtenidos de los sondajes realizados se llevó a cabo un registro de logueo rápido donde consta la litología, el porcentaje de recuperación del testigo y el índice de calidad de la roca (% RQD), posterior a este análisis se realizó la interpretación bajo la detenida observación de los testigos, obteniendo muestras representativas las cuales fueron enviadas al Laboratorio Certificado que analizó la cantidad de Oro total de las mismas.

Para la evaluación de las reservas se utilizó el método de contorno de espesor por medio de secciones se procedió a realizar el cálculo de reservas potenciales y para obtener la cantidad en gramos se multiplico la cantidad de reservas en toneladas por la ley obtenida en los análisis de oro total realizados.

Palabras claves: caracterización geológico estructural, logueo, potencial aurífero.

2.1. Abstract

The following research work was carried out in the "Campanillas" mine project, located in the Campanillas sector, parish of San Carlos de Las Minas, Zamora canton of the province of Zamora Chinchipe. Dedicated to the exploration and exploitation of the Au mineral, it is continuously directed to carry out exploratory works for estimation and subsequent exploitation. To do this, first, the necessary bibliographic information was collected and analyzed, then the area was characterized through field and office work, obtaining information such as: topography, geology, geomorphology, and hydrology.

For the geological-structural characterization at a scale of 1:250 of the gallery level 10, the updating of the topographical survey of the gallery with a total station was carried out and the geology through direct observation and field registers was determined, as well as the structural survey that was measured meter by meter on the left gable end of the gallery under review, which allowed to define the projection of 3 drillings.

For the analysis of the drilling cores obtained from the soundings done, a rapid logging record was carried out, where includes the lithology, the percentage of core recovery, and the rock quality index (% RQD), after this analysis, the interpretation was carried out under the careful observation of the drilling cores, obtaining representative samples which were sent to the Certified Laboratory that analyzed the total amount of Gold in them.

For the evaluation of the reserves, the thickness contour method was used, through sections, the calculation of potential reserves was carried out and to obtain the quantity in grams, the quantity of reserves in tons was multiplied by the law obtained in the made total gold analyses.

Key words: geological-structural characterization, logging, gold potential.

3. Introducción

El éxito de cualquier negocio minero depende directamente de la estimación de reservas realizadas a partir de la información geológica generada con un grado de confiabilidad elevado a fin de salvaguardar las inversiones y hacerlas sostenibles en el tiempo.

MINCAMPA SA. Sociedad a cargo del Proyecto Minero “Campanillas” ubicado en el sector Campanillas de la parroquia de San Carlos de las Minas del cantón Zamora de la Provincia de Zamora Chinchipe dedicada a la exploración y explotación de Oro.

La explotación de sus reservas probadas ha culminado, llegando hasta la galería nivel 10 con una longitud de 157m, con la necesidad de levantar información técnica que precise la continuidad de las estructuras mineralizadas; se desconoce el comportamiento geológico-estructural que reflejen la continuidad del depósito, el comportamiento estructural de las fallas mineralizadas, así como el de las fallas post-mineralización.

Por el planteamiento expuesto es de interés conocer dicha información para poder orientar las exploraciones adecuadamente, se ve la necesidad de realizar el levantamiento topográfico interior mina a escala 1:500, la caracterización geológico – estructural de la galería a escala 1:250, y en base al criterio geológico minero estimar el potencial aurífero de la zona en estudio.

Objetivos:

➤ Objetivo general

- Estimar el potencial aurífero de la galería nivel 10 del Proyecto Minero “Campanillas” sector Campanillas, parroquia de San Carlos de Las Minas, cantón Zamora de la provincia de Zamora Chinchipe.

➤ Objetivos específicos

- Realizar la actualización de la topografía interior mina hasta la zona de estudio a escala 1:500
- Realizar la caracterización geológico - estructural a escala 1:250 de la galería nivel 10.
- Estimar el potencial aurífero de la galería nivel 10 perteneciente al proyecto minero CAMPANILLAS.

4. Marco Teórico

4.1. Minería

La minería es la actividad industrial que permite la extracción y obtención selectiva de aquellas sustancias minerales sólidas, líquidas o gaseosas, existentes en la corteza terrestre para su transformación en materias primas también minerales y/o productos energéticos que permiten cubrir necesidades de abastecimiento de materiales adecuados para el desarrollo de las sociedades humanas. (Herrera, Introducción a la Minería (vol.1). Conceptos, tecnologías y procesos, 2017)



Figura 1. Labor minera. Fuente: Matsa

4.2. Topografía

Es una ciencia aplicada que se encarga de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una porción (limitada) de la superficie terrestre; es decir, estudia los métodos y procedimientos para hacer mediciones sobre el terreno y su representación gráfica o analítica a una escala determinada. También ejecuta replanteos (trazos) sobre el terreno para la realización de diversas obras de ingeniería, a partir de las condiciones del proyecto establecidas sobre un plan. (Dante, 2014)

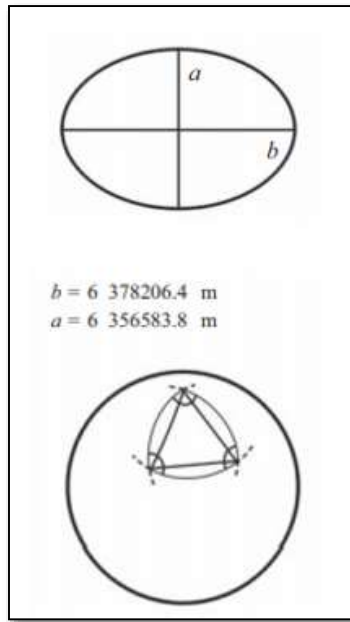


Figura 2. Ubicación topográfica de dos puntos se exagera el tamaño del triángulo a fin de resaltar la explicación dada en el texto. Fuente: Dante, 2014.

4.3. Topografía Subterránea

Según, García, (2015). Ampliación De Topografía Minera

La aplicación de las técnicas topográficas, ya estudiadas en Topografía, al caso de trabajos desarrollados en el subsuelo. Además del ejemplo clásico de la minería de interior, estas técnicas serán aplicables en la perforación de túneles para carreteras y ferrocarriles, en determinadas obras hidráulicas, en la creación de espacios subterráneos para almacenamiento, etc.

Las características que hacen especiales las obras subterráneas, desde la perspectiva de la topografía, son las siguientes:

- Iluminación: En las obras subterráneas es preciso trabajar con luz artificial, en ocasiones escasa. Esto obliga a emplear iluminación adicional, tanto en los equipos topográficos como en las señales de puntería y los puntos visados.
- Temperatura y humedad: Pueden suponer condiciones de trabajo incómodas para los operarios, pero también afectar a los equipos, que estarán sometidos a condiciones adversas que facilitan su deterioro.
- Existencia de polvo, gases nocivos o grisú: Suponen condiciones adversas y, en ocasiones, peligrosas.

- Espacios reducidos y por los que, con frecuencia, circulan vehículos o existe maquinaria en movimiento: Esto obliga, habitualmente, a fijar los puntos de estación en las paredes o en los techos de las labores y, en ocasiones, a estacionar en estos mismos puntos.

Los planos de las labores mineras de interior deben llevarse al día, para poder organizar adecuadamente los trabajos de salvamento en caso de accidente, para relacionar las labores con posibles efectos en el exterior, para evitar intrusiones en los registros mineros colindantes.

Los trabajos topográficos intervienen en todas las fases del proceso minero. En el caso de minería de interior, y sin ánimo de ser exhaustivos, podemos mencionar los siguientes casos:

- Prospección y exploración.
- Investigación por sondeos del yacimiento: replanteo de la malla de sondeos teórica, levantamiento topográfico de la situación real de los sondeos; sondeos inclinados.
- Replanteo de registros mineros.
- Levantamiento inicial de la zona minera. Replanteo de las obras e instalaciones a construir en el exterior.
- Toma de avances; replanteo de obras e instalaciones a construir en el interior.
- Replanteo de labores subterráneas; rompimiento entre labores.

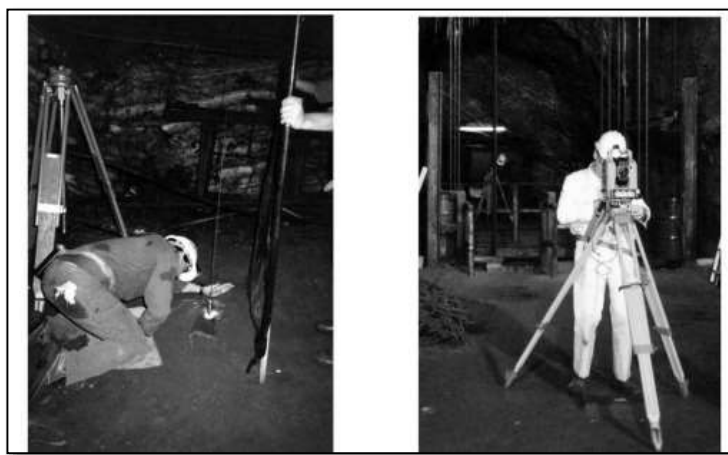


Figura 3. Topografía subterránea. Proyección punto techo piso (izquierda) y estacionando estación total (derecha). Fuente: Estruch & Tapia, 2003.

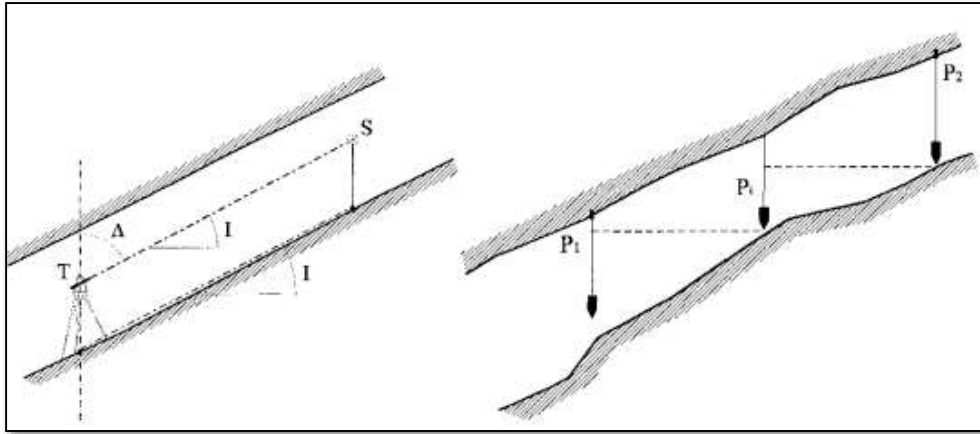


Figura 4. *Topografía subterránea.* Fuente: Estruch & Tapia, 2003.

4.4. Geología

La geología es la ciencia que tiene como objeto de estudio la Tierra. Los científicos que estudian nuestro planeta se centran fundamentalmente en el análisis de su composición y su estructura, y en establecer la dinámica de los procesos que tienen lugar tanto en la superficie como en el interior, de nuestro planeta. (Carenas M, Giner J, Gonzalez J, Pozo M., 2014)

La Geología es la ciencia del planeta Tierra. Estudia sus materiales, estructura, procesos que actúan en su interior y sobre la superficie, minerales y rocas, fósiles, terremotos y volcanes, montañas y océanos, suelos, paisaje, erosión y depósito. La Geología también se ocupa del origen del planeta y de los cambios que ha ido sufriendo a lo largo de toda su historia. En sus rocas está encerrada la historia de la vida. La Geología también se ocupa del “ambiente” que reinaba en cada región o zona del planeta, no solo desde la aparición de los seres vivos, sino desde su mismo origen hace 4.600 millones de años. La Geología es una Ciencia Ambiental y también Medio Ambiental (Książkiewicz, 2015)

4.4.1. Procesos geológicos exógenos

Los procesos geológicos que actúan sobre la superficie de la Tierra reciben el nombre de exógenos. Erosión, transporte y sedimentación son los tres procesos responsables de la dinámica externa del planeta. Erosionar los relieves más elevados y transportar las partículas y sustancias erosionadas hasta depositarlas en el fondo de los mares es su función. Si tenemos en cuenta lo anterior, es fácil pensar que aplanando montañas y rellenando océanos llegaríamos, con el tiempo, a tener un planeta plano; y esto podría suceder, si no existieran los procesos internos (llamados

endógenos) que, entre otras cosas, dan lugar a la elevación de terrenos y formación de cadenas montañosas por una parte, y al hundimiento de determinadas zonas y formación de cuencas y océanos por otra. Es decir, que los procesos endógenos son los originadores del relieve y los exógenos sus modeladores. Ambos tipos de procesos son complementarios y están íntimamente relacionados entre sí.

4.4.2. Las rocas

Una roca es un agregado de uno o varios minerales que se encuentra de manera natural y en estado sólido en la corteza terrestre y el manto. Aunque también se consideran rocas a sustancias como el carbón o las pumitas (piedra pómez), a pesar de que no están formadas por minerales y que, por lo tanto, no cumplen los requisitos que la definición de roca exige. De manera que, para que podamos incluir a estas y otras excepciones bajo el término “roca” es necesario ampliar su definición: Una roca es una sustancia sólida formada de manera natural. Las rocas se clasifican en ígneas, sedimentarias y metamórficas dependiendo de cómo se hayan originado

4.4.2.1. Rocas ígneas.

Las rocas ígneas se forman por el enfriamiento y solidificación de un magma, por eso también se les puede llamar magmáticas. El magma es una roca fundida, o parcialmente fundida, bajo la superficie de la Tierra. Son rocas directamente producidas por procesos geológicos endógenos. Dependiendo del lugar donde se produzca la solidificación, las rocas ígneas pueden ser intrusivas o extrusivas. También dependiendo de la clase de magma y de su velocidad de enfriamiento se producen diferentes tipos rocas ígneas tanto intrusivas, como extrusivas. Es frecuente clasificar a las rocas ígneas por la composición de los minerales que las constituyen. De manera general, se utiliza el término de “ácido” para las rocas con alta proporción de sílice (SiO_2) y “básico” para las que son deficitarias en esta misma sustancia.

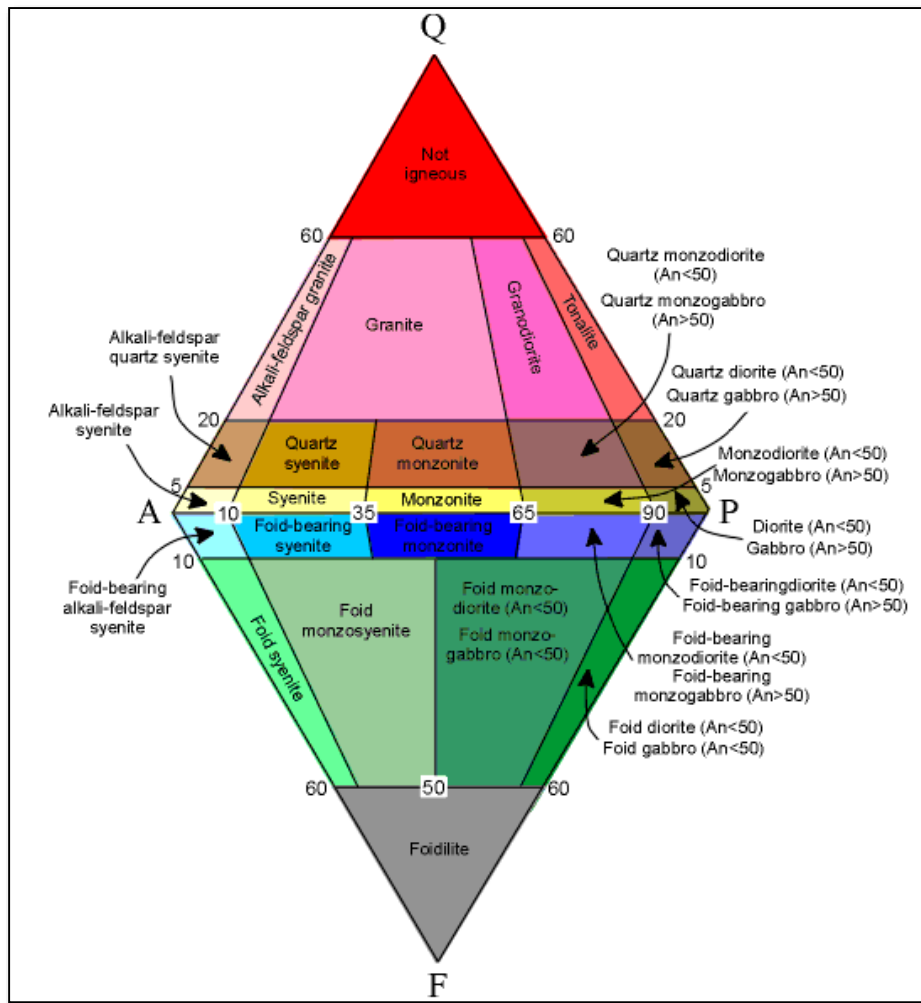


Figura 5. Clasificación de las Rocas Ígneas Plutónicas. $M < 90$. Rocas Máficas, intermedias y félsicas.
 Fuente: Le Maitre et al, 2002.

Una roca ígnea intrusiva es aquella que se formó en el interior de la Tierra, bajo su superficie, por la solidificación del magma de una cámara magmática, dique, sill o lacolito (Figura 6). Cuando el magma de una cámara cristaliza recibe el nombre de plutón y, por este motivo a estas rocas también se les llama “plutónicas”. Granitos, dioritas o gabros son algunos ejemplos. Las rocas ígneas extrusivas resultan cuando la solidificación del magma tiene lugar sobre la superficie de la Tierra, ya sea de un continente o del fondo del mar. Este es el caso de las rocas volcánicas que se forman a partir de la solidificación de la lava de un volcán. Lava es el nombre que se le da al magma cuando sale a la superficie.

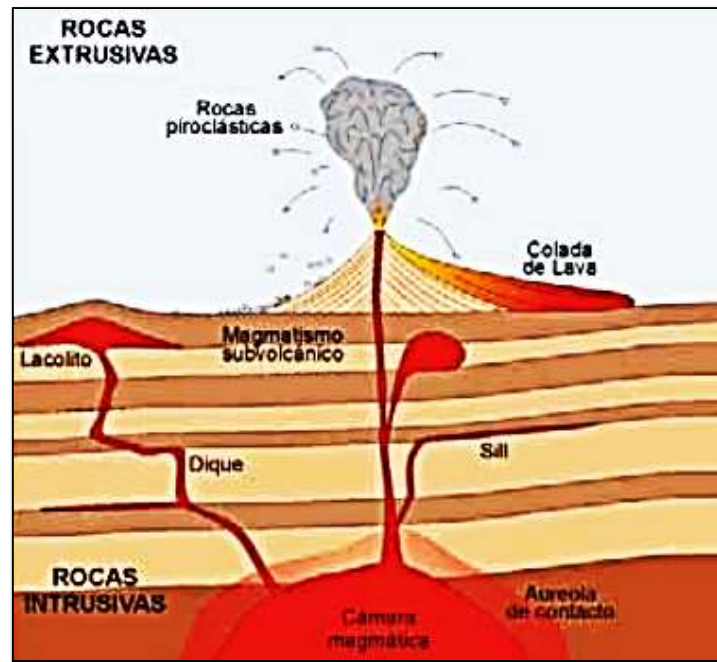


Figura 6. Clasificación de los emplazamientos de rocas ígneas según profundidad y geometría. Se muestra también la aureola de contacto producida por un plutón. Fuente: Książkiewicz, 2015.

4.4.2.2. Rocas sedimentarias.

Las rocas sedimentarias se forman por la petrificación de los sedimentos. Los sedimentos son los materiales que se acumulan sobre la superficie de la Tierra por la acción de los procesos geológicos exógenos como son la erosión, el transporte y la sedimentación.

Dependiendo de la forma en que se produzca el depósito se originarán distintos tipos de sedimentos que tras la litificación darán lugar a los distintos tipos de rocas sedimentarias que existen en la naturaleza. Como los procesos superficiales pueden ser muy variados hay un gran número de tipos diferentes de rocas sedimentarias.

Grupo	Φ (mm)	Clase	Sedimento y tamaño textural		Compactada
Rocas Detriticas	256	Ruditas	Bloques	Grava	Según forma: Conglomerado (redondeado) Brecha (anguloso)
			Cantos		
	2 1 1/2 1/4 1/8	Arenitas	Arena muy gruesa		Arenisca
			Arena gruesa		
			Arena media		
			Arena fina		
			Arena muy fina		
	1/16 1/256	Lutitas	Limo		Limolita
			Arcilla		Arcillita
Grupo		Clase			
Rocas de origen químico		Rocas Carbonatadas			
		Evaporitas			
		Rocas Aluminio-Ferruginosas			
		Rocas Fosfatadas			
		Rocas Silíceas de origen químico			
Rocas organógenas		Rocas Silíceas de origen orgánico			
		Carbones			

Figura 7. Clasificación de las rocas sedimentarias. Fuente: Książkiewicz, 2015.

4.4.2.3. Rocas Metamórficas.

Las rocas metamórficas son las que proceden de la modificación textural y mineralógica de otras rocas ya existentes. Cuando rocas ígneas y sedimentarias son sometidas a condiciones de presión y/o temperatura completamente diferentes a las que tenían cuando se formaron se producen variaciones en sus características, a veces tan importantes que no es posible reconocer la roca original. Dependiendo del tipo de roca que se modifica y de las nuevas condiciones de presión y/o temperatura a las que se sometan se producirán los distintos tipos de rocas metamórficas.

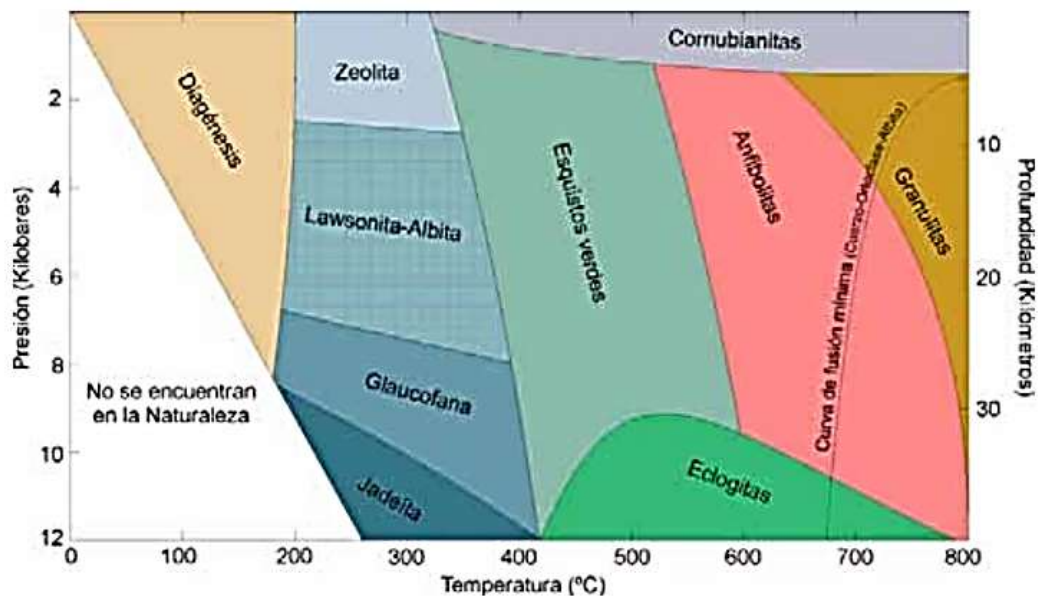


Figura 8. Clasificación de las rocas sedimentarias. Fuente: Książkiewicz, 2015.

4.5. Geología de Mina

Es una subdisciplina de la Geología que estudia la composición y estructura de la Tierra para determinar la ubicación, formación, posibilidades económicas y relaciones estructurales en un depósito mineral; mediante la elaboración, control, supervisión y ejecución de programas de exploración de yacimientos minerales.

La Geología de Minas permite: Encontrar nuevos recursos minerales, estimar las reservas de mineral, realizar la planificación geológica de una explotación minera, desarrollar proyectos enfocados al mejoramiento continuo de los procesos mineros. (Ciencias, 2021)

Prospección es la búsqueda de anomalías minerales. Se prospecciona una región para encontrar depósitos de minerales.

Exploración: se explora un depósito mineral para definir su explotabilidad. Por tanto, las actividades de exploración son el conjunto de actividades orientadas al establecimiento y determinación de las características de un depósito mineral a través de estudios geológicos que utilizan distintas tecnologías y metodologías (geofísica, geoquímica.). El resultado final debe poder definir de manera conceptual cada una de las fases necesarias para la extracción de los recursos minerales investigados.

La exploración es precedida de las actividades de Prospección y seguida de las actividades de ingeniería, Planificación de Mina y Desarrollo.

Debe permitir reemplazar las reservas de los depósitos y yacimientos actualmente en explotación y producción, incrementar las reservas (activos mineros) de la compañía en términos reales y encontrar nuevos yacimientos en respuesta a los cambios precedidos en los mercados de materias primas.

Objetivos de la exploración y de la investigación minera

El principal objetivo de la prospección a exploración minera es la localización de nuevo recursos minerales sin reservas que permiten mantener la actividad minera mediante la reposición de las reservas extraídas o, en su caso incrementar el beneficio económico generado por la mayor rentabilidad de los activos mineros

Por ello, las actividades de exploración investigación deberán garantizar el desarrollo de los siguientes 4 grupos de actividades clave:

En primer lugar la geología minera es la encargada de suministrar los datos necesarios para visualizar el vencimiento en un modelo a inventario de: la cantidad de mineral, la calidad del mismo y distribución espacial.

Ese segundo grupo de información clave es el mejor conocimiento de las diferentes clases de rocas para ayudar a resolver los problemas operativos de: geotecnia, hidrogeología, vertederos, perforación o ripado sistema de arranque, sistema de carga, sistema de transporte, requisitos para la restauración y remediación posterior.

El tercer aspecto clave es el conocimiento de las características del marco ambiental y socioeconómico que rodean el emplazamiento del proyecto, con el fin de determinar la forma en que pueden actuar o condicionar su desarrollo.

Finalmente, el cuarto objetivo de la exploración, pero por su importancia debería hacer el primero, es la evaluación: de las leyes en relación con los precios; de un inventario codificado de reservas y recursos para niveles o alturas o por la situación de materiales estériles; establecimiento de un nivel muy claro de medida de la calidad como puede ser la ley o contenido metálico, la termia (unidad técnica de calor equivalente a un millón de calorías) para los combustibles, la granulometría para los áridos granulares o una característica física como la blancura para los caolines; de las implicaciones económicas en cada caso. (Herrera, Introducción a la Minería Vol III, 2017)

4.6. Mina

La definición más comúnmente extendida es la de que una mina es el conjunto de excavaciones y labores necesarias para explotar un yacimiento y conseguir la extracción de minerales útiles, incluyéndose en el conjunto las plantas necesarias para el tratamiento del mineral extraído.

Las minas pueden ser divididas siguiendo varios criterios. El más amplio tiene en cuenta si las labores se desarrollan por encima o debajo de la superficie, dividiéndolas respectivamente en: Minas a cielo abierto; Minas subterráneas o también conocidas como minas de interior; Explotaciones por sondeos. (Herrera, Introducción a la Minería (vol.1). Conceptos, tecnologías y procesos, 2017)

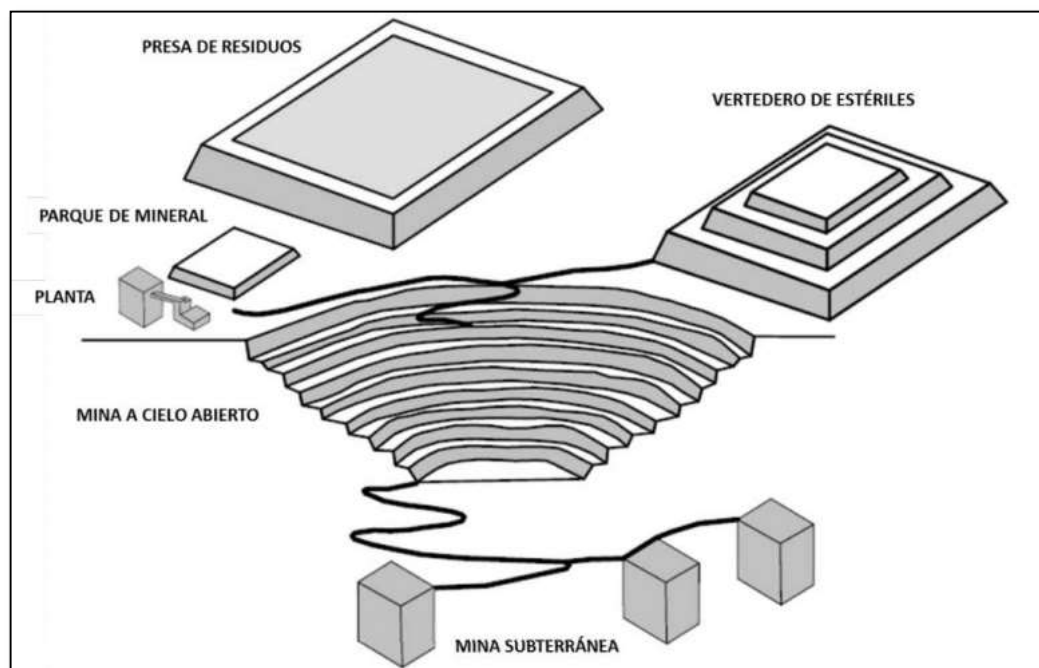


Figura 9. Vista esquemática de una mina moderna. Fuente: Herrera, 2017.

4.7. Labores Mineras

Se denominan labores mineras a los huecos de distintas formas que deben ejecutarse para llegar al criadero o yacimiento, enlazarlo con la superficie, dividirlo en secciones de forma y tamaño racionalizando y normalizado, y arrancar el mineral de una manera ordenada, segura y económica.

Se clasifican en labores de acceso, preparación, arranque y auxiliares. También para la búsqueda y reconocimiento se realizan labores mineras especiales llamadas de búsqueda o prospección, exploración o prospección.

4.7.1. Galerías

Las galerías horizontales en una mina son utilizadas con varias finalidades: para la preparación de los túneles, exploración, acceso del personal a las explotaciones o frentes de trabajo, transporte del material, del mineral, etc. En ellas se instalan las vías, bandas transportadoras, conducciones, cables eléctricos, etc. Las galerías, cuando por las presiones del terreno lo requieran, son fortificadas mediante entibación. Antiguamente todos los soportes eran de madera, construidos por dos montantes que descansan sobre unas soleras y coronados por un cabezal (Fig. 10). Actualmente se utilizan soportes metálicos, que son más seguros y menos embarazosos. Cuando las galerías deben estar conservadas de forma permanente, como las principales de acceso a la mina entonces se enmarcan con hierros perfilados colocados a pocos metros y sobre los marcos se construye una corona de hormigón.

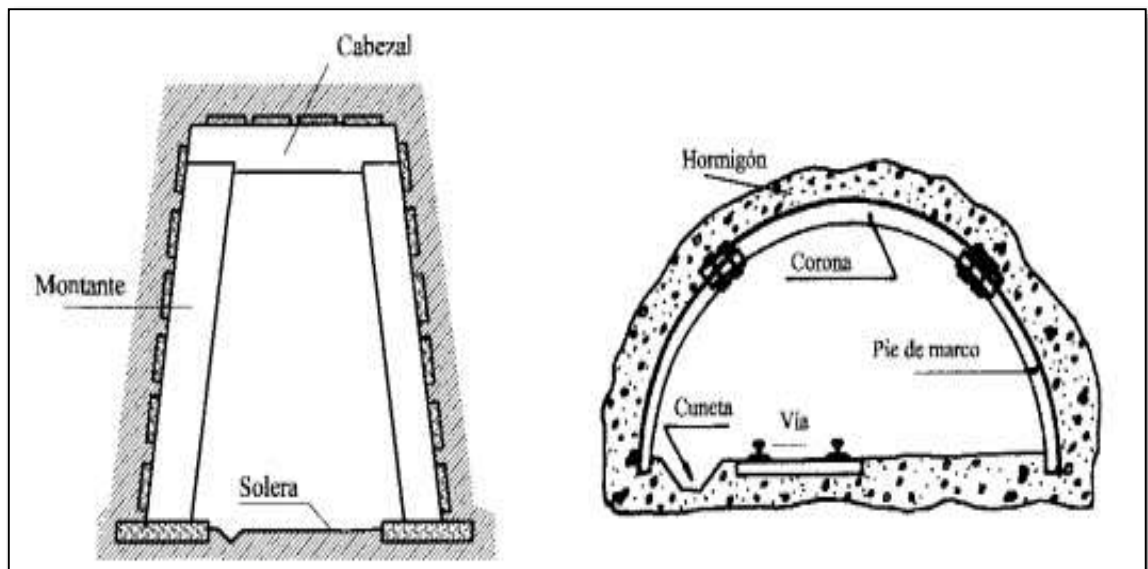


Figura 10. Galería entibada (izquierda), galería enmarcada y hormigonada (derecha). Fuente: M, Estruch y A, Tapia, 2003.

4.7.2. Chimeneas y coladeros

Las chimeneas y coladeros en una mina sirven como conexiones entre diferentes niveles horizontales con las funciones de servir de paso al mineral, al personal, a la ventilación o para facilitar la preparación. La inclinación varía normalmente desde la vertical hasta unos 55°, ya que una inclinación menor hace difícil la evacuación de la roca por la chimenea. Una sección normal de frente es entre 4 y 6m², de forma cuadrada, rectangular o circular.

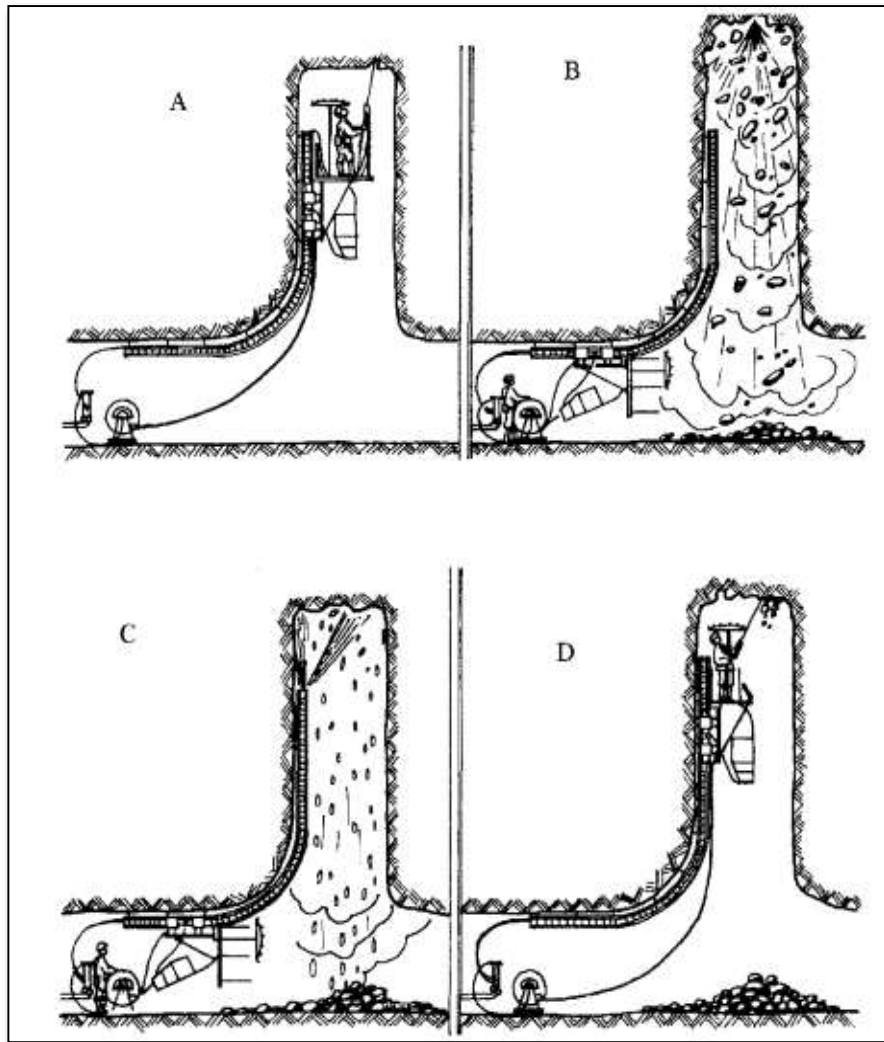


Figura 11. *Perforación de chimeneas o pozos de abajo arriba (procedimiento ALIMAK). Fuente: M, Estruch & A, Tapia, 2003.*

4.7.3. Rampas

Las rampas o planos inclinados sirven para las mismas finalidades que las chimeneas; es decir, como medios de comunicación entre niveles horizontales. La inclinación se encuentra entre el 14% y el 10%, lo que hace posible el simple y rápido movimiento de las máquinas de ruedas autopropulsadas. (M, Estruch y A, Tapia, 2003).

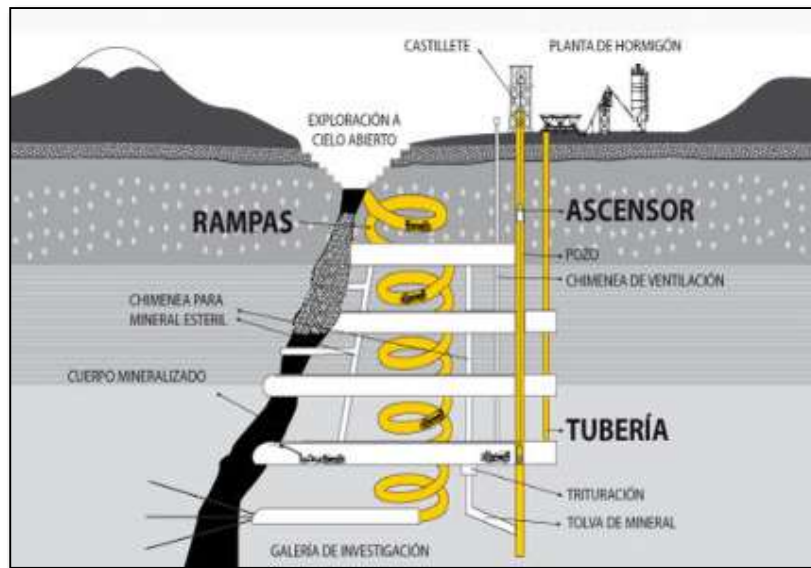


Figura 12. Partes de una mina subterránea. Fuente: Geologiaweb Minería, 2021.

4.7.4. Criadero

Según el Ministerio de Minería del Ecuador, mediante Decreto Ejecutivo 578 de 13 de febrero de 2015 menciona: “Mina, el yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útil y aprovechable económicamente, ya se encuentre en el suelo o el subsuelo”.

Atendiendo a la forma de los criaderos o depósitos minerales, se pueden reducir a tres grandes las disposiciones con que se presentan en la naturaleza los criaderos, estas formas de yacimientos son: filones, capas y masas.

4.7.4.1. Filón.

Reciben el nombre de filones las grietas producidas en la corteza terrestre rellenas de sustancias minerales de origen interno. La caja, nombre dado al material del filón, se halla muchas veces aislada de las paredes que conforman al filón por una capa delgada que constituye la salbanda.

La potencia del filón puede alcanzar decenas de metros; generalmente va disminuyendo hacia sus extremos hasta reducirse, en unos casos, a unos milímetros. También la longitud es muy variable, ya que con frecuencia es de unas decenas de metros, pero se conoce casos en que pasa de 100 Km. Este sigue una dirección aproximadamente rectilínea.



Figura 13. *Filón.* Fuente: CILAC Foro Abierto de Ciencias Latinoamérica y Caribe, 2020.

4.7.4.2. Capa.

Se denomina capas, aquellos yacimientos minerales que presentan los caracteres de una formación sedimentaria, constituida por una o varias series de estratos que se han ido depositando sucesivamente en el seno del agua, estos planos de superficie son más o menos paralelos.



Figura 14. *Capa.* Fuente: Cañas, 2018.

4.7.4.3. Masa.

Se llaman masas a los criaderos minerales de forma irregular, de origen y naturaleza variada. Yacimientos irregulares: stocks (masas irregulares con límites definidos) e impregnaciones (masas irregulares con límites indefinidos). (Mexicano, Servicio Geológico, 2020).

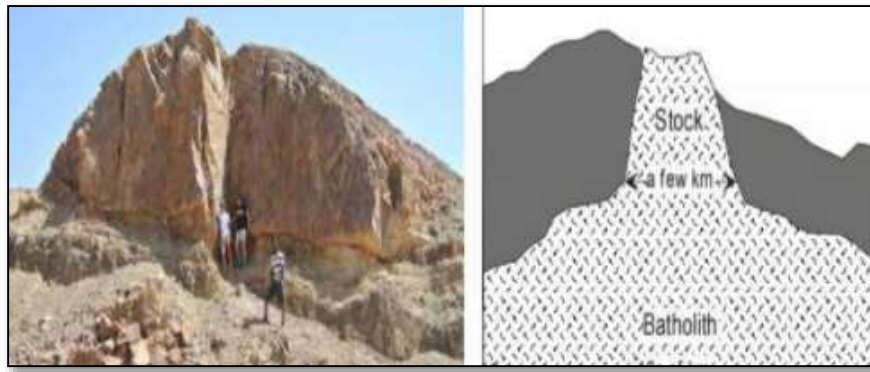


Figura 15. Stock. Fuente: Shivam Jain, 2018.

4.7.4.4. Techo y muro.

Techo es la superficie superior del criadero (superficie p-p en la figura adjunta) que determina la separación con el terreno que lo contiene. Yacente o muro, es la superficie inferior (superficie y-y en la figura adjunta), por la que descansa el criadero.

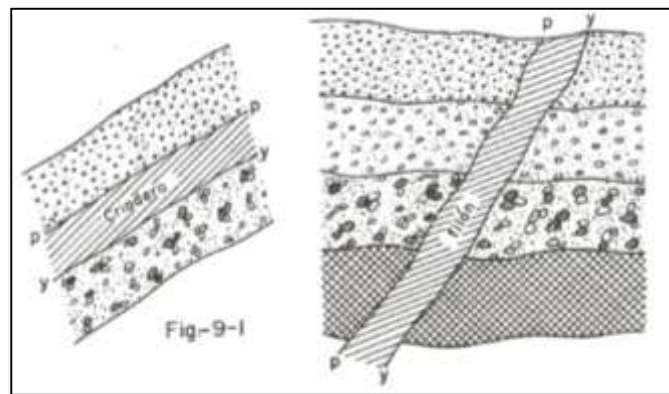


Figura 16. Descripción Gráfica del Muro y Techo. Fuente: Herrera, 2017.

4.8. Depósito de Mineral

Es la acumulación de minerales metálicos y no metálicos o también es la concentración de materiales útiles por ejemplo, metálicos, la plata, plomo, zinc y no metálicos el cuarzo, pirita, Calcopirita. (Mexicano, Servicio Geológico, 2020)

4.8.1. Mena mineral

Son los rellenos del filón o veta que constituidos tanto por mineral de mena y ganga de los cuales se puede extraer uno o más metales por procedimientos. (Mexicano, Servicio Geológico, 2020)

4.8.2. Mineral de mena

Son aquellos que pueden ser utilizados para obtener uno o más metales ejemplo chalcopirita, plomo, tetrahedrita, etc. (Mexicano, Servicio Geológico, 2020)

4.8.3. Mineral de ganga

Son minerales no metálicos que acompañan a los minerales de mena, pero no tienen ningún valor de comercialización. Ej. Cuarzo, pirita, calcita, baritina. (Mexicano, Servicio Geológico, 2020)

4.8.4. Mena

Es un agregado de mineral tanto metálico y no metálico incluyendo los minerales de ganga que aparecen de ellos se pueden obtener uno más metales económicos. Ej. El mercurio, calcopirita, brocantita. (Mexicano, Servicio Geológico, 2020)

4.9. Muestreo

Muestreo, en el sentido más amplio representa el conjunto de operaciones que permite la obtención de una muestra que puede ser analizada. En su sentido más estricto, puede ser definido como la operación de remover una pequeña fracción de o parte, que denominaremos muestra, desde un conjunto de material de mucho mayor volumen, de tal manera que las características del conjunto pueden estimarse estudiando las características de las muestras (ya que esta es representativa). (Lambert, 2006).

4.10. Muestreo Geológico

Una de las operaciones más importantes, tanto en los trabajos de prospección como en los de exploración de los yacimientos minerales, es el muestreo geológico. Por intermedio del muestreo se estudian las propiedades físicas, contenido de elementos químicos presentes, además de las características técnicas de los minerales y las rocas de caja. El proceso del muestreo es un conjunto de trabajos encaminados a determinar la composición (cuantitativa y cualitativa) de los componentes útiles e impurezas del mineral. (Geonext, 2020)

4.10.1. Expediente de la muestra

Un expediente para cada muestra será hecho que incluya el siguiente;

1. Tipo de la muestra (roca, suelo, descarga, etc.)

2. Método de la colección que incluye el canal, gancho agarrador (representativo o selectivo), viruta (representativo o selectivo), panel etc.)
3. Localización, que incluye X, Y, coordenadas de Z (esto se puede derivar de un mapa donde la muestra es marcada o por cualquier otra manera apropiada tal como GPS).
4. Breve descripción (lithology incluyendo, la alteración, o la otra información pertinente).
5. La fecha en que se recogió la muestra.
6. Persona responsable de recoger la muestra (geólogo, supervisor, encargado.)
7. Elementos analizados incluyendo; método usado, laboratorio, etc.
8. Resultados geoquímicos o del análisis para cada elemento.
9. Identificar como “pueblos” o “exploración”. Las muestras de los “pueblos” son las que no se pueden utilizar para el análisis del recurso/de la reserva y la “exploración” será utilizada para identificar las muestras que se pueden utilizar para el análisis del recurso/de la reserva. (Lambert, 2006)

4.10.2. Tamaño de muestra

Las muestras a recoger deben contener un mínimo de 1kg del material muestreado. (Lambert, 2006).

4.10.3. Errores

En general, los errores de muestreo, preparación y análisis pueden dar origen a desaciertos en la decisión de inversiones de capital, en la proyección de flujo de caja, en la programación de objetivos de producción, en el diseño de procesos metalúrgicos. Los errores más comunes son por el mal corte y/o delimitación de la veta, mala manipulación, equipo en mal estado o sucios, no contar con los EPPs adecuados, ubicación errónea, mal etiquetado y error humano. (Lambert, 2006).

4.10.4. Tipos de muestreo

Muestreo por canales: Consiste en cavar canales rectangulares, transversales y horizontales a las estructuras tabulares, en intervalos regulares en la que se extraen una muestra. Generalmente se emplean en depósitos filoneanos, vetas.

Muestreo en galería: Los canales se realizan en el techo de la galería en forma perpendicular, el rumbo de la veta con un espaciamiento de canal a canal de 2 a 5 metros de distancia. (Ccanto, 2017)



Figura 17. Muestreo en galería. Fuente: Ccanto, 2017.

Muestreo en chimeneas: Los canales se trazan en forma perpendicular al buzamiento de la veta, se realizan en ambas cajas de la chimenea.



Figura 18. Muestreo en chimeneas. Fuente: Ccanto, 2017.

Muestreo en tajeos: Los canales se realizan en forma similar que cuando se trata de galería, solo por la mayor dificultad de obtener la muestra, se practica con

espaciamiento de canal a canal de 5 m.



Figura 19. Muestreo en tajos. Fuente: Ccanto, 2017.

Muestreo en frente: Los canales se realizan en forma perpendicular al buzamiento de la veta, de igual forma como se emplea en chimenea 1 a 2 muestras con la finalidad de saber las leyes del frente de avance.



Figura 20. Muestreo en frente. Fuente: Ccanto, 2017.

Muestreo en cruceros: Esto se emplea solamente en cortadas de vetas haciendo un canal en cada uno de las cajas al igual que en una chimenea.

Muestreo por puntos: Consiste en seleccionar un gran número de muestras de mineral en el centro o en ángulos levantados topográficamente, las mallas de red pueden tener formas y medidas variables este es aplicable en cuerpos mineralizados en explotación el muestreo tiene lugar en el techo del tajeo. (Ccanto, 2017)

4.11. Geología Estructural

La Geología Estructural es la rama de la Geología que estudia las propiedades físicas de las rocas y sedimentos, sus deformaciones y fracturas y la mecánica de las fuerzas que actúan sobre ellas. La corteza terrestre está sometida a un complejo sistema de tensiones provocado por el movimiento de las placas de la litosfera, que

se traducen localmente en tracciones, compresiones y torsiones diversas. Las rocas como cualquier sustancia sólida, ejerce resistencia a las tensiones, pero cuando éstas son demasiado fuertes o muy prolongada se deforman y eventualmente se fracturan. La forma en que las rocas responden a los esfuerzos depende de su naturaleza, de las presiones y temperatura a que están sometidas, a la duración de las tensiones y a otros factores. (Martín, 2007)

4.11.1. Estructuras tectónicas

Según Tarbuck E. y Lutgens F., 2005.

a) Fallas

Establecen que las fallas son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable.

Tipos de fallas:

Falla Normal: El movimiento es de separación (fallas distensivas) y presentan movimiento vertical, con hundimiento del bloque de techo.

Falla Inversa: El movimiento es de acercamiento (fallas compresivas) y el bloque hundido es el de muro. El bloque de techo cabalga sobre el labio hundido.

Fallas en dirección o de desgarre: Presentan un movimiento lateral opuesto, pudiendo ser izquierdo o derecho, según el desplazamiento de cualquier línea de referencia común a ambos bloques. De la combinación de estos cuatro tipos puros de movimiento surgen otros tipos de fallas mixtas en las que intervienen dos de los movimientos anteriores: normal izquierda, inversa izquierda, normal derecha e inversa derecha.

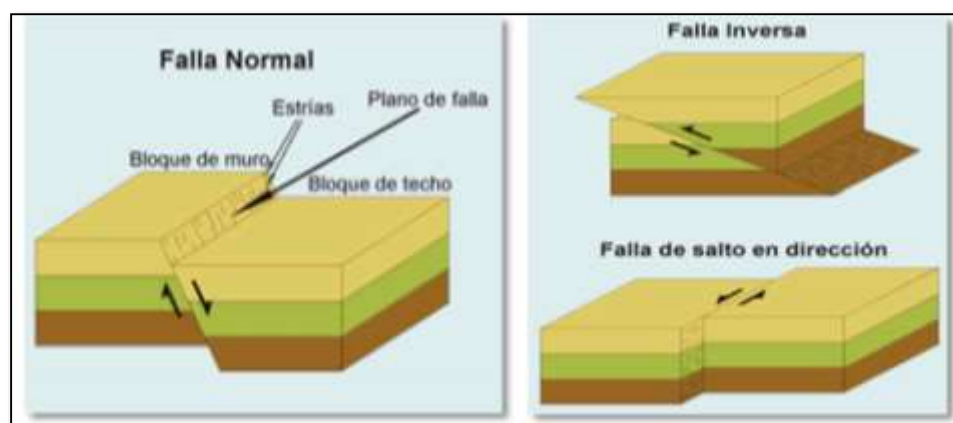


Figura 21. Tipos de fractura. Fuente: Książkiewicz, 2015.

Falla de Cabalgamiento: Es un término utilizado para designar fallas inversas muy tendidas o con poco buzamiento. Algunos autores consideran los 30° como límite para diferenciar ambos accidentes. Frecuentemente el bloque cabalgante aparece plegado.

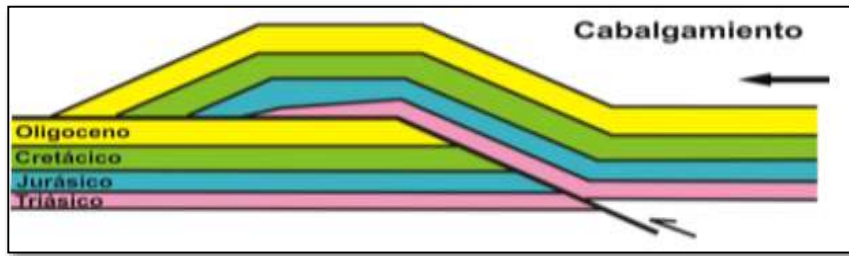


Figura 22. Falla de cabalgamiento. Fuente: L. Moliner, O. Librado, L. Martín, M. Herrero, R. Catalán, A. Hernández, M. Martínez, C. Peralta y D. Martín, 2017

Fallas rotacionales o “en tijera”: Los bloques rotan respecto a un eje, por lo que el mismo bloque estará levantado en una zona y hundido en la otra.

b) Fracturas

El término fracturas tiene un carácter general e incluye a las roturas de rocas con desplazamiento relativo de los bloques rocosos (fallas) y aquellas que no presentan desplazamientos apreciables (diaclasas).

c) Diaclasas

Son planos o superficies de rotura en los cuales no existen desplazamientos importantes entre los dos bloques. Representan la deformación discontinua o frágil a una escala de observación detallada.

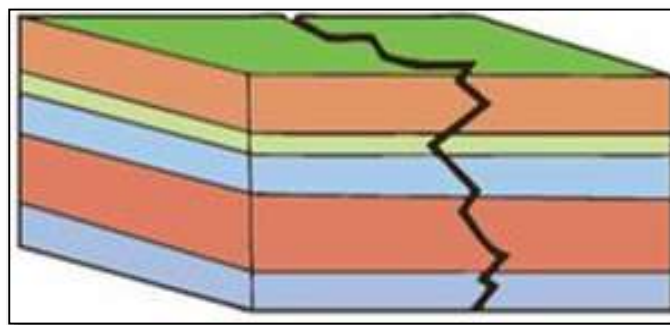


Figura 23. Diaclasa. Fuente: Ortega G, 2018.

d) Pliegues

Los pliegues son deformaciones plásticas, es decir una deformación sin

fracturamiento o rompimiento. Las fuerzas provocan una formación plástica no reversible. Este tipo de deformación ocurre en algunos tipos de rocas principalmente apoyando por un aumento de temperatura. Su magnitud varía desde unos pocos milímetros (micropliegues) hasta decenas de kilómetros.

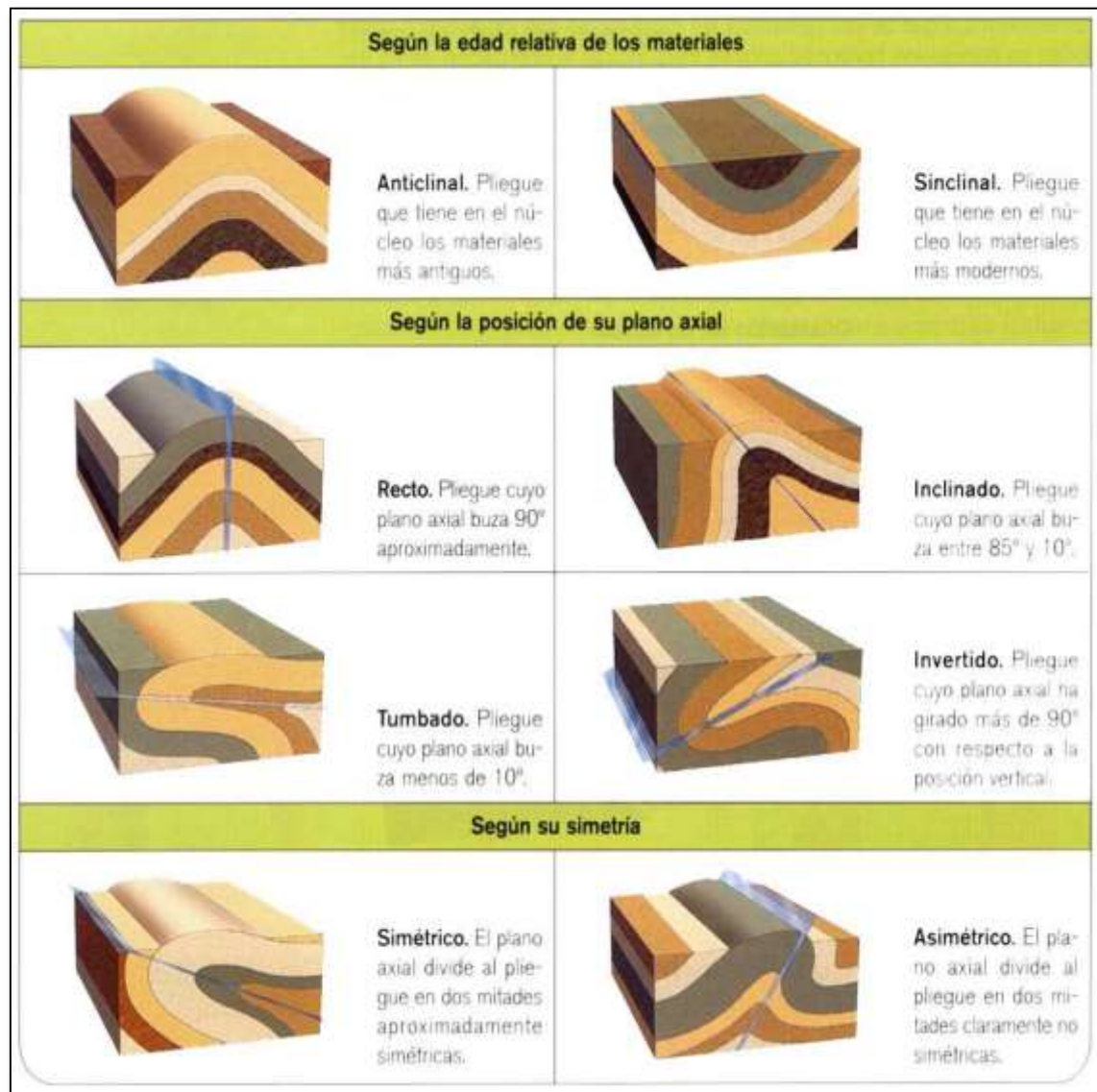


Figura 24. El pliegue tectónico: elementos, características y tipos. Fuente: Micone, 2015.

e) Discordancias

Disconformidades o discordancias se forman por el conjunto de sedimentación - fuerzas tectónicas - erosión. Estratos normalmente representan desde abajo hacia arriba una cronología temporal. Es decir los estratos abajo son más antiguos como los estratos superiores. Sí en una época no hay sedimentación o faltan estratos de esta época.

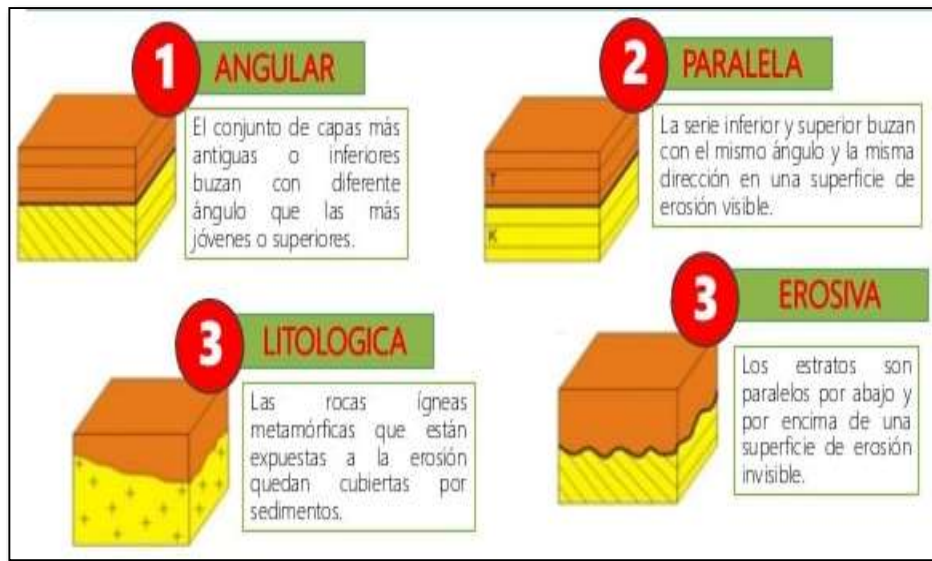


Figura 25. Tipos de discordancia. Fuente: *Geología Estructural*, 2017.

f) Contactos

Los contactos son superficies planas o irregulares que separan las diferentes unidades litológicas; y en los yacimientos minerales es muy notorio el contacto que existe entre la veta con respecto a la roca encajante.

4.11.2. Elementos de yacencia

Según Tarbuck E. y Lutgens F., 2005. Los elementos de yacencia de los yacimientos minerales definen sus dimensiones y la posición que estos ocupan en la corteza terrestre y son:

- Rumbo: Se le llama al ángulo formado por la línea de intersección de la superficie del cuerpo con una superficie horizontal y el meridiano magnético.
- Buzamiento: Es la inclinación del cuerpo con respecto a una superficie horizontal.
- Ángulo de buzamiento: Es el ángulo formado entre la superficie del cuerpo y una superficie horizontal.
- Longitud: Se le llama a la distancia que alcanza el yacimiento según el rumbo.
- Potencia: Es el ancho del cuerpo mineral, medido perpendicularmente a su eje.

- **Profundidad de Yacencia:** Es la distancia vertical que hay desde la superficie, hasta la parte superior del cuerpo mineral

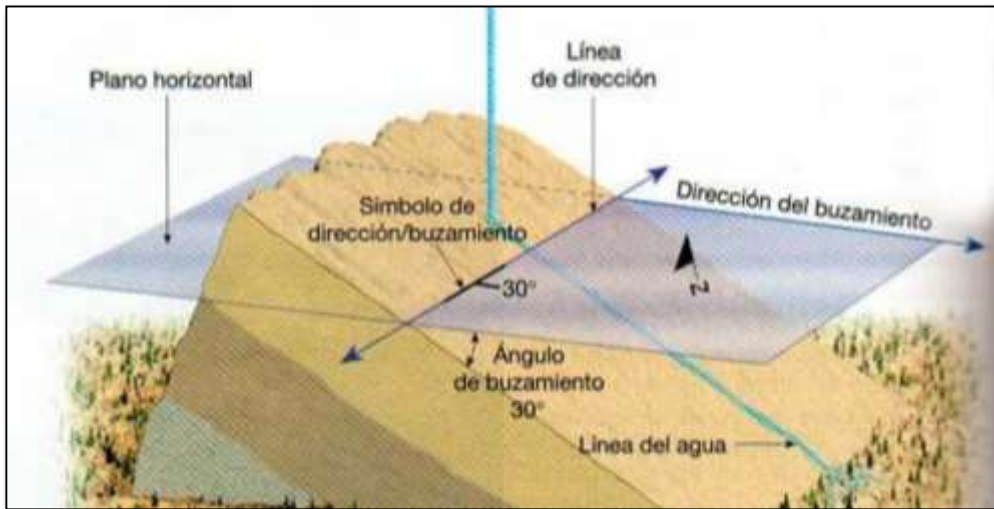


Figura 26. Elementos de yacencia. Fuente: Diccionario de Geotecnia, 2020.

4.12. Yacimientos Minerales

4.12.1. Génesis de los yacimientos minerales

Según el Servicio Geológico Mexicano, (2020). El origen de los yacimientos minerales puede ser tan variado como lo son los procesos geológicos, y prácticamente cualquier proceso geológico puede dar origen a yacimientos minerales. En un estudio más restrictivo, hay que considerar dos grandes grupos de yacimientos: los de minerales, ya sean metálicos o industriales, que suelen tener su origen en fenómenos locales que afectan a una roca o conjunto de éstas, y los de rocas industriales, que corresponden a áreas concretas de esa roca que presentan características locales que favorecen su explotación minera. A grandes rasgos, los procesos geológicos que dan origen a yacimientos minerales serían los siguientes:

4.12.1.1. Procesos ígneos

- **Plutonismo:** Produce rocas industriales (los granitos en sentido amplio), y minerales metálicos e industriales (los denominados yacimientos ortomagmáticos, producto de la acumulación de minerales en cámaras magmáticas).
- **Volcanismo:** Produce rocas industriales (algunas variedades "graníticas", áridos, puzolanas), y minerales metálicos (a menudo, en conjunción con procesos sedimentarios).
- **Procesos pegmatíticos:** Pueden producir yacimientos de minerales

metálicos (casiterita) e industriales: micas, cuarzo.

- **Procesos neumatolíticos e hidrotermales:** Suelen dar origen a yacimientos de minerales metálicos muy variados, y de algunos minerales de interés industrial.

4.12.2. Estructuras mineralizadas

4.12.2.1. Stockwork.

Stockwork son vetillas pequeñas que interceptan toda la roca. Existen varias formas de simetrías y tamaños. El relleno se compone de mena especialmente de minerales de formación hidrotermal.

Caracterización del stockwork:

Por la frecuencia de vetillas, por el ancho de las vetillas, por la simetría, tipo de mineral como relleno.

Hay que mencionar que estructuras tipo stockwork también se puede encontrar en macizos sulfuros.

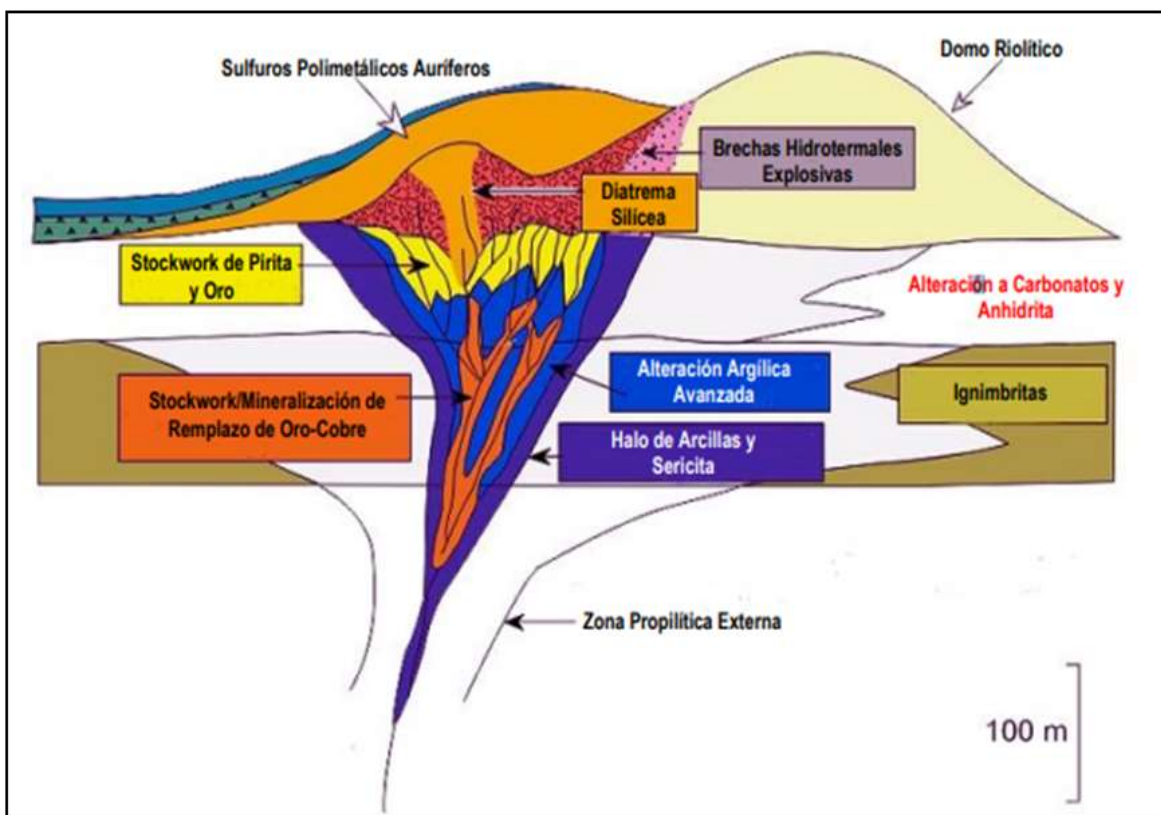


Figura 27. Diagrama esquemático de las zonas de mineralización y alteración hidrotermal en un yacimiento hidrotermal de sulfuros masivos de origen volcanogénico. Fuente: Adaptado de Dubé et al, 2009.

4.12.2.2. Skarn o depósito pirometasomático.

Las etapas de formación de un depósito tipo Skarn.

Metamorfismo isoquímico: ocurre recristalización metamórfica y cambios mineralógicos, que forman minerales calcosilicatados. Incluye el desarrollo de mármol, córneas, cuarcitas, skarn de reacción, skarnoides, talco y wollastonita hacia la periferia.

Etapas múltiples de metasomatismo: cristalización del magma y liberación de una fase fluida. Formación de minerales anhidros a temperaturas de 400°-800°C.

Alteración retrógrada: enfriamiento del plutón y circulación de aguas de temperaturas más baja que la etapa anterior. Se forman minerales hidratados a partir de los minerales anhidros formados previamente, se incluyen: epidota, actinolita, clorita y otros. Existe un control estructural y una sobreimposición a la secuencia de progrado. (Griem, 2020)

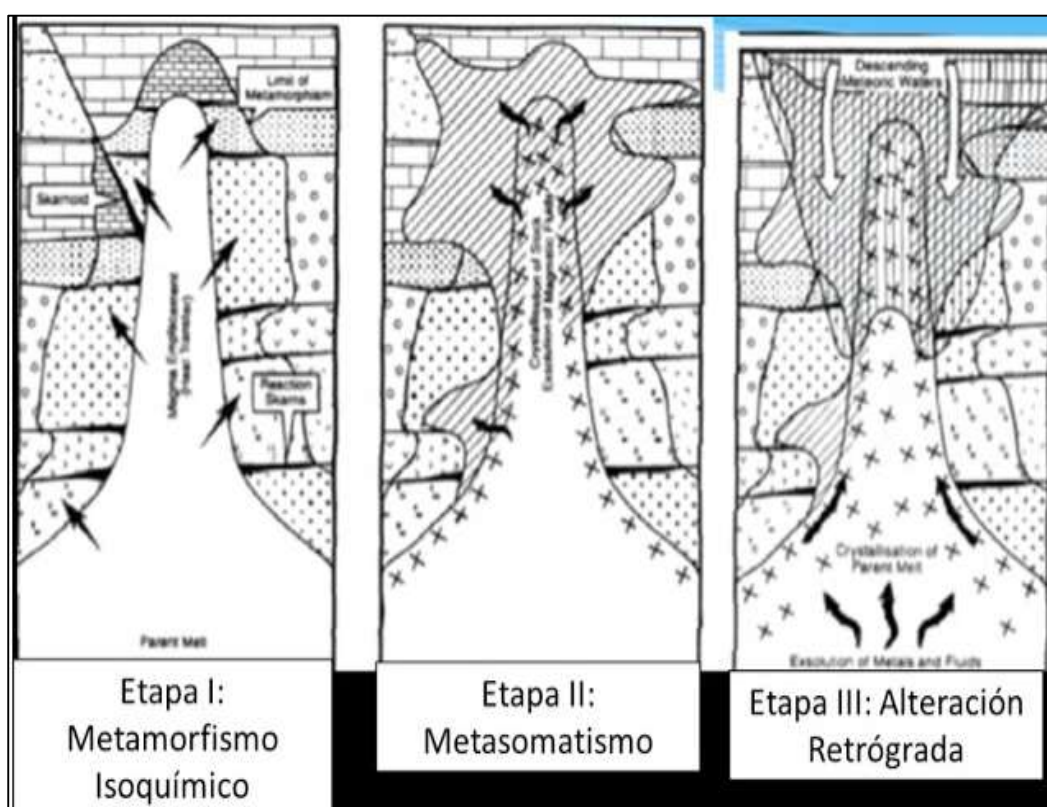


Figura 28. Etapas de formación de un depósito tipo Skarn Fuente:(Modificado de Meinert, 1993, en Santander, 2015.

Según Griem W., 2020. Un Skarn es un depósito formado en un ambiente de metamorfismo de contacto con roca de caja de carbonatos (calizas o tal vez margas).

Adicionalmente de los fenómenos de metamorfosis de contacto se puede detectar una fuerte metasomatosis (o alteración) en las rocas de calizas y en el plutón. Este metasomatosis se manifiesta por una intensa movilización de líquidos del plutón hacia la roca de caja y desde la roca de caja hacia el plutón.

La parte del Skarn que perteneció a la roca intrusiva se llama endoskarn, la parte que perteneció a la roca de caja exoskarn. La mineralización puede afectar ambas partes, pero en el exoskarn es más común.

Existe Skarn de magnesia (generalmente tiene minerales como forsterita u otros silicatos de Mg) y Skarn de calcio (contiene silicatos de calcio; por ejemplo diopsita o andradita).

La mena generalmente muestra una distribución muy heterogénea muchas veces asociado a fracturas como fallas y diaclasas. La temperatura de génesis puede llegar a los 800°C, pero en la mayoría se mueve entre 400°C hasta 500°C. La metamorfosis forma algunos minerales específicos como wolastonita, dióxido, tremolita, actinolita y granates. Existen principalmente depósitos de Skarn de hierro (Fe), Skarn de Cu, de Zn, de W. Algunos tienen una cantidad considerable en oro.

4.13. Alteración Hidrotermal

La alteración hidrotermal típicamente representa cambios en la mineralogía por interacción con las rocas de la pared con fluidos hidrotermales relacionados con el proceso de la formación de nueva o secundaria mineralización (Fig. 27).

La alteración cambia a las rocas de la pared adyacentes a mineralización enterrada identificada por herramientas geofísicas (introducción o destrucción de magnetita por ejemplo) y genera patrones de zonificación en las rocas de la pared, los minerales de alteración (nuevos minerales o secundarios) se pueden utilizar como herramientas de exploración para definir objetivos de perforación. (*Corbett, 2005*)

4.14. Estilos de Alteración

Denominados también como tipos de alteraciones hidrotermales y toma su nombre de acuerdo al mineral formado bajo las condiciones de pH y temperatura.

Para comparar diferentes sistemas hidrotermales (epitermales, mesotermiales y pórfidos) considerar la relación de los minerales de alteración (K-feldespatos (ortoclasa), biotita secundaria con cuarzo y magnetita, cuarzo y anhidrita asociados

y sulfuros, estos son los minerales de la alteración potásica), y en particular la zona de alteración como un conjunto. La figura 29 de pH vs temperatura de Terry Leach modificado de (Corbett y Leach, 1998) proporciona una indicación de las relaciones entre estilos de alteración, los minerales contenidos y condiciones de formación. (Corbett, 2005)

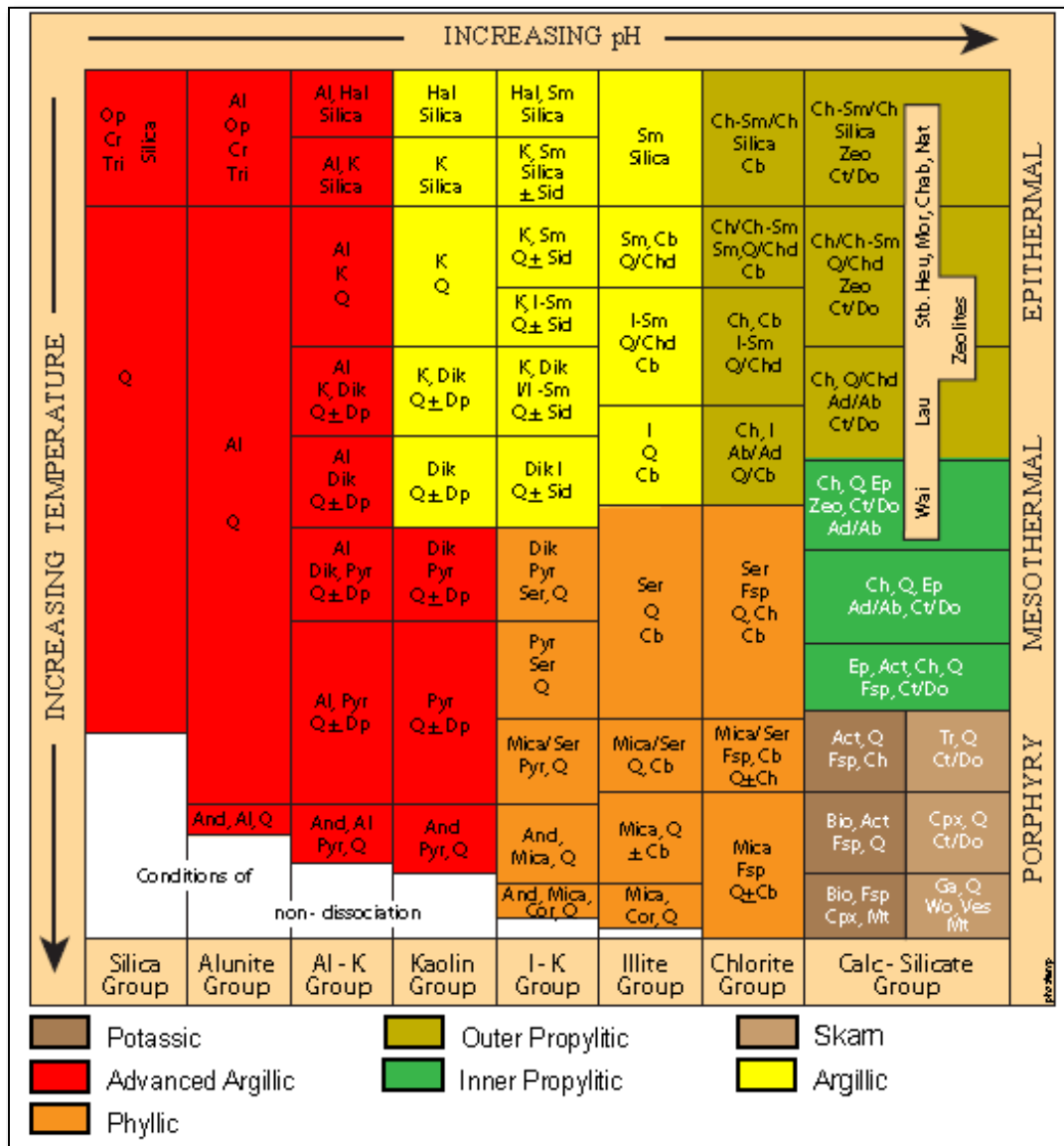


Figura 29. *Minerales de alteración comunes en sistemas hidrotermales. La cifra de pH versus temperatura de Terry Leach, actualizada de Corbett y Leach, (1998) para el Simposio de Terry Leach en 2008.*

Abreviaturas: Ab - albita; Act - actinolita; Ad - adularia; Al - alunita; Y - andalucita; Bio - biotita; Cb - carbonato; (Ca, Mg, Mn, Fe); Ch - clorito; Chab — chabacita; Chd - calcedonia; Ch-Sm - clorita-esmectita; Cor- corindón; Cpx - clinopiroxeno; Cr - cristobalita; Ct - calcita; Do - dolomita; Dik — dickite; Dp - diáspora; Ep - epidota; Fsp - feldespato; Ga - granate; Hal - halloysita; Heu — heulandita; Yo - illita; I-Sm: illita-esmectita; K - caolinita; Lau — laumontita; Mt - magnetita; Mor - mordenita; Nat - natrolita; Op - sílice opalina; Pirofilita; Q - cuarzo; Ser - sericita; Sid - siderita; Sm - esmectita; Stb — estibina; Tr - tremolita; Tri - tridimita; Ves - vesuvianita; Wai — wairakite; Wo - wollastonita; Zeo - zeolita.

4.14.1. Alteración potásica

Se desarrolla alteración hidrotermal potásica en progrado alta temperatura (> 350°C) y pH casi neutro (> 7) condiciones, típicamente formadas en asociación con intrusiones de pórfido y que se extienden hacia las rocas adyacentes rocas de la pared. Se caracteriza por minerales como K-feldespato (ortoclasa), biotita secundaria con cuarzo y magnetita, cuarzo y anhidrita asociados y sulfuros. (Corbett, 2005)

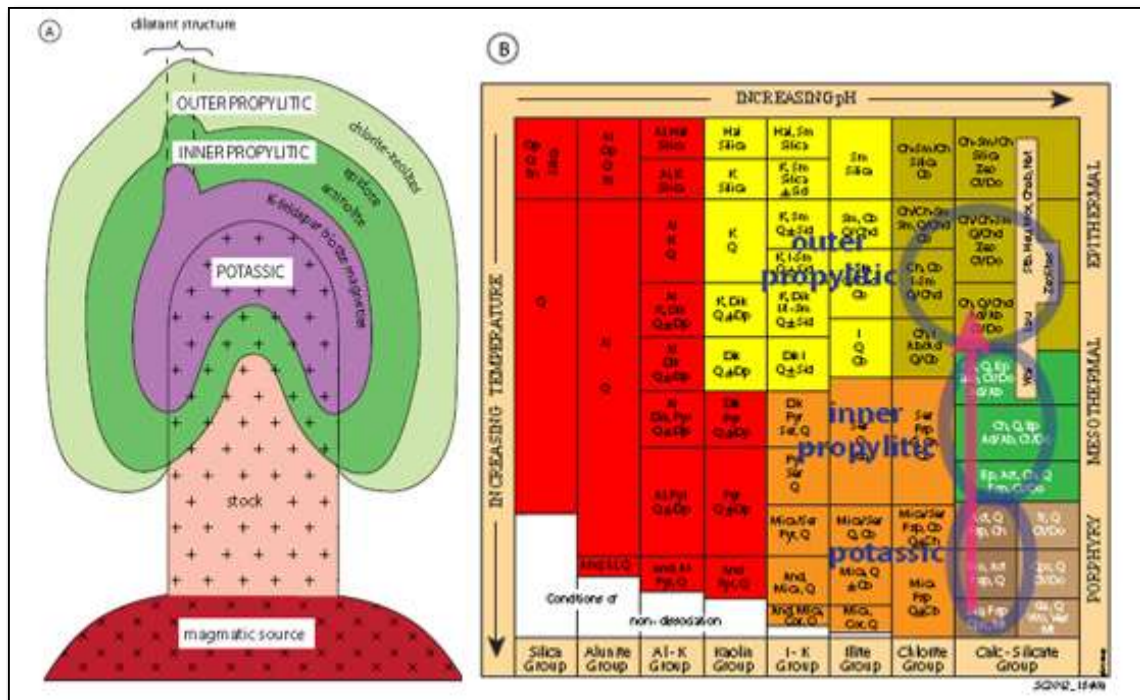


Figura 30. Alteración potásica-propilítica por zonas. A - el pH permanece constante mientras que la alteración se califica como potásica para propilificar lejos de la fuente de calor de intrusión debajo de la influencia del descenso de la temperatura, del pórfido escalonado modelo. B - Conjuntos minerales en PH vs temperatura con una flecha que muestra la tendencia de enfriamiento. Fuente: Corbett, 2005.

4.14.2. Alteración propilítica interior

La alteración hidrotermal propilítica interna se forma como Alteración del Progrado a menor temperatura (250-350° C & pH> 7) que la alteración potásica y se caracteriza por actinolita, epidota, adularia (resultado de la formación del feldespato K a la temperatura más baja), albita, clorita, introducción de carbonato y magnetita local. (Corbett, 2005)

4.14.3. Alteración propilítica externa

Alteración hidrotermal propilítica externa típicamente ocurre dentro de las rocas de las paredes más marginales a la fuente de intrusión (comúnmente alterado por potasio) que la alteración propilítica interna, y también puede ser presente dentro

de stocks débilmente alteradas en ambientes epitermales.

La alteración propilítica externa (<250° C & > 6 pH) se caracteriza por la presencia de clorita, carbonato, hematites y pirita local con adiciones comunes de zeolita. (Corbett, 2005)

4.14.4. Potásico-propilítico zonificado

Alteración hidrotermal potásica-propilítica zonificada se desarrolla sobre el rango de temperatura decreciente en pH alto (> 6-7) casi neutro constante que se aleja gradualmente de una fuente de calor de pórfido a las rocas de la pared y por lo tanto representa un importante componente del modelo para el desarrollo por etapas de los depósitos de pórfido de Cu-Au. (Corbett, 2005)

4.14.5. Alteración fílica

La alteración hidrotermal fílica se forma en condiciones ácidas (4.5-7 pH), a temperaturas altas (> 350°C) asociación variable con sistemas de pórfido, donde se caracteriza por sílice, sericita, pirita y clorita, con anhidrita menor, mientras que la siderita local representa un carbonato común y es típico de condiciones ácidas.

A altas temperaturas la sericita está dominada por mica blanca, y corindón y andalucita también pueden ocurrir, mientras que en bajas temperaturas, la sericita pasa a illita y clorita como parte de la transición a la alteración argílica, en condiciones más ácidas alteración fílica puede contener pirofilita que pasa a dickita a temperaturas más bajas. (Corbett, 2005)

4.14.6. Alteración argílica

Alteración hidrotermal argílica, se desarrolla en una variedad de entornos, y muestra una variación interna considerable. Los minerales que constituyen la alteración argílica se forman a temperaturas relativamente bajas (<250°C) y un rango de pH casi neutro (pH 5-6) a moderadamente ácido (pH 4-5) en la región entre argílico avanzado y alteración propilítica externo.

Como la alteración argílica se forma en condiciones de temperatura relativamente más baja (<250°C) y en condiciones menos ácidas (pH 4-5) que la alteración fílica, podría considerarse como típica de ambientes epitermales o una etapa posterior de colapso sobre un entorno de pórfido enfriándose. (Corbett, 2005)

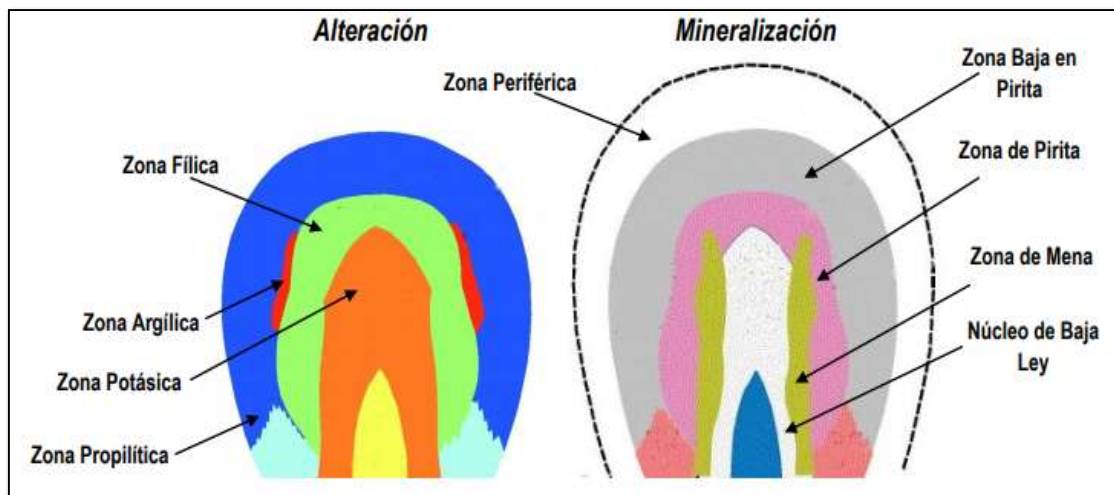


Figura 31. Diagrama simplificado de alteración hidrotermal- alteración en un Sistema de tipo pórfido cuprífero (de acuerdo al modelo de Lowell y Guilbert, 1970). Recordemos además que la alteración silicatada (izquierda) y la mineralización sulfurada (derecha) no son más que las dos caras de una misma moneda. Hablamos del mismo proceso hidrotermal que genera una y otra. Fuente: Lowell y Guilbert, 1970

4.15. Control de Mineralización

Según Corbett, (2005). El control y/o indicador de la mineralización denota las características en donde se ha formado el mineral en estudio.

- Control de alteración: La alteración argílica (cuarzo sericita) cuya característica es la persistente coloración blanquecina, es un buen indicador para ubicar lentes con valores de oro. La alteración propilítica que presenta una notoria coloración verdosa, evidencia actividad hidrotermal cercana a los canales de mineralización.
- Control mineralógico: Se la asocia directamente a la mineralización de pirita de textura fina y al cuarzo blanquecino. En profundidad el ensamble de pirita-calcopirita-cuarzo es indicador de valores de oro. La oxidación en forma de hematita, limonita es una guía determinante para prospectar mineralización de oro.
- Control estructural: Los cambios de buzamiento y de rumbo favorecen a la mayor concentración de valores de oro, lo mismo sucede con los horizontes brechiformes.

4.16. Sondeos de Exploración

La perforación de sondeos es una de las más importantes y quizá una de las más caras técnicas de exploración. En casi todos los casos, los sondeos de

perforación son los que localizan y definen el valor económico de una mineralización, y la perforación proporcionan los test esenciales para la verificación de todas las ideas, teorías y predicciones que han sido generadas en prospecciones precedentes y en las demás fases del proyecto de exploración.

La manera de conocer más a detalle el terreno que presenta tales anomalías es tomar muestras en profundidad de la zona a estudiar, por medio de una o varias, campañas de sondeos de exploración. (Berenguer, 2020)

4.17. Estimación de Recursos/Reservas

Según Berenguer (2020), la Estimación de Recursos/Reservas es un fin de cada etapa de los trabajos de prospección y exploración de yacimientos minerales y este proceso continua durante la explotación del depósito. Todos los trabajos de exploración de un yacimiento contribuyen ante todo a la estimación de las materias primas minerales. La estimación de recursos/reservas se considera un proceso continuo que se inicia con la exploración y recopilación de la información, seguida de la interpretación geológica y la estimación de recursos. Posteriormente se consideran los factores modificadores (mineros, metalúrgicos, ambientales, legales etc.) y se arriba a la estimación de reservas. Durante las operaciones de la mina los estimados previamente calculados son modificados por los resultados del control de ley y los estudios de reconciliación.

Estos trabajos tienen como objetivo fundamental la mejor estimación de la ley y el tonelaje de los bloques de un cuerpo mineral así como determinar los errores probables de la estimación con cierto nivel de confianza. La relevancia de las estimaciones depende de la calidad, cantidad y distribución espacial de las muestras y el grado de continuidad de la mineralización.

Los distintos métodos de estimación de recursos que se emplean en la actualidad son definidos por los principios de interpretación empleados y las técnicas de interpolación espacial. Así tenemos los métodos clásicos de cálculos desarrollados y utilizados desde los principios de la minería hasta nuestros días, que se basan en procedimientos manuales y donde los principales parámetros son estimados a partir de la media aritmética y la media ponderada. Por otra parte, los métodos asistidos por computadoras que incluyen el método de ponderación por el inverso de la distancia y los geoestadísticos y que se fundamentan en procedimientos matemáticos

de interpolación definidos a partir de información espacial y estadística presente en los datos. Estos métodos surgieron con el desarrollo de las computadoras. Por lo anteriormente expuesto queda claro que la estimación de recursos es de vital importancia para el éxito de una inversión minera, por lo que los cálculos de la ley y el tonelaje deben ser lo más confiable posible a partir de las muestras disponibles, la calidad de los análisis y la definición de los controles geológicos de la mineralización.

La estimación de Recursos requiere un equipo multidisciplinario:

- ✓ Geólogo de Recursos
- ✓ Ingeniero de Minas
- ✓ Metalurgista
- ✓ Geoestadístico

La estimación de Recursos requiere:

- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Opinión de expertos para temas específicos
- ✓ Técnicas válidas y apropiadas
- ✓ Datos de alta calidad
- ✓ Que los resultados sean producidos en una forma usable.

4.18. Modelación del Yacimiento

Para poder estimar reservas debemos generar un Modelo del Yacimiento que lo represente de la mejor manera posible. La modelación de un yacimiento consta de dos etapas: una primera, que consiste en la definición de la morfología (geometría, forma) de las mineralizaciones y de los contenidos de cada una de ellas, y una segunda en la que se evalúa, con criterios técnico-económicos, la cantidad de reservas recuperables y su valor actual y futuro con vistas a estudiar la rentabilidad de su extracción y comercialización. En la primera etapa se crea el modelo geológico del yacimiento, y en la segunda el modelo económico del mismo. Ambos modelos son numéricos. Este proceso se refleja en el esquema siguiente:

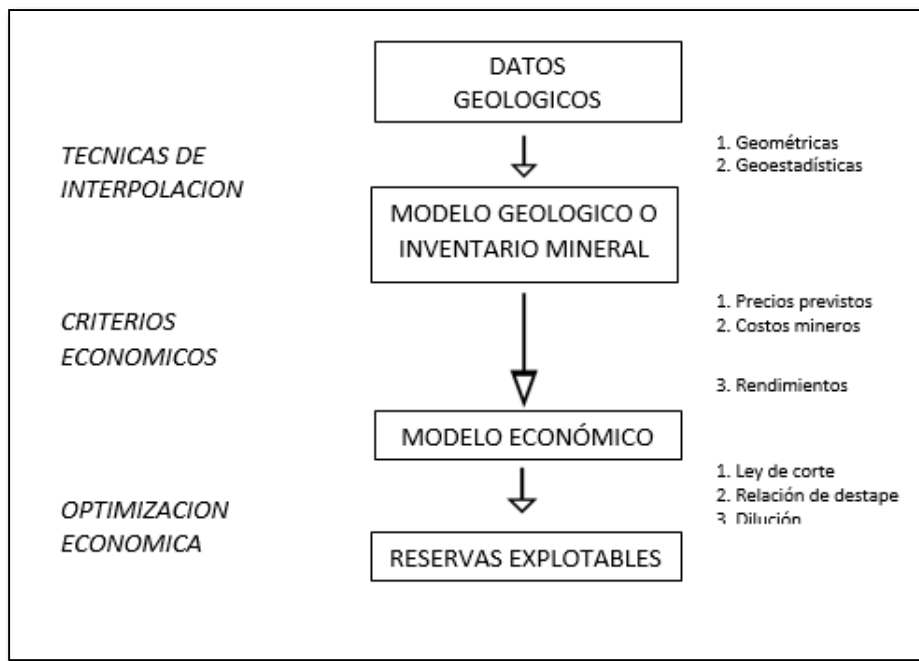


Figura 32. Esquema de modelación del yacimiento. Fuente: Berenguer, 2020.

Las muestras a partir de las cuales se efectúa la modelación y estiman las reservas de un yacimiento, representan una fracción mínima de éste. Por ejemplo, en un pequeño pórfido de cobre, de una malla densa de sondeos se recuperaron unas 200 toneladas de testigos, con esta información se estimaron 60 millones de toneladas de mineral y 150 millones de toneladas de estéril, esto da la pauta de la tremenda diferencia que hay entre lo que contamos como información y lo que estimamos. Por lo tanto es de fundamental importancia el correcto manejo de la información, caso contrario podemos caer en los errores de sobreestimación o subestimación del mineral y el estéril.

Hay dos herramientas valiosas que debemos tener en cuenta:

- ✓ Conocer la geología del prospecto para cometer el menor error posible en la modelación.
- ✓ Entender el modelo de yacimiento que estamos diseñando y hacerlo lo más flexible posible para adecuar las modificaciones que sean necesarias implementar en el camino.

En la ilustración 33. se muestran dos interpretaciones diferentes de un mismo yacimiento. Con negro intenso negro intenso se marca la intersección entre los sondeos y la masa mineral, en las dos figuras esa intersección es la misma. Arriba

tenemos la interpretación morfológica de los cuerpos realizada por un profesional, abajo la forma real de los mismos. La diferencia de volúmenes es evidente, por lo tanto se ha caído en una sobreestimación del yacimiento. Esto se puede evitar con un buen control de la geología en superficie puesto que las dos situaciones corresponden a marcos geológicos diferentes.

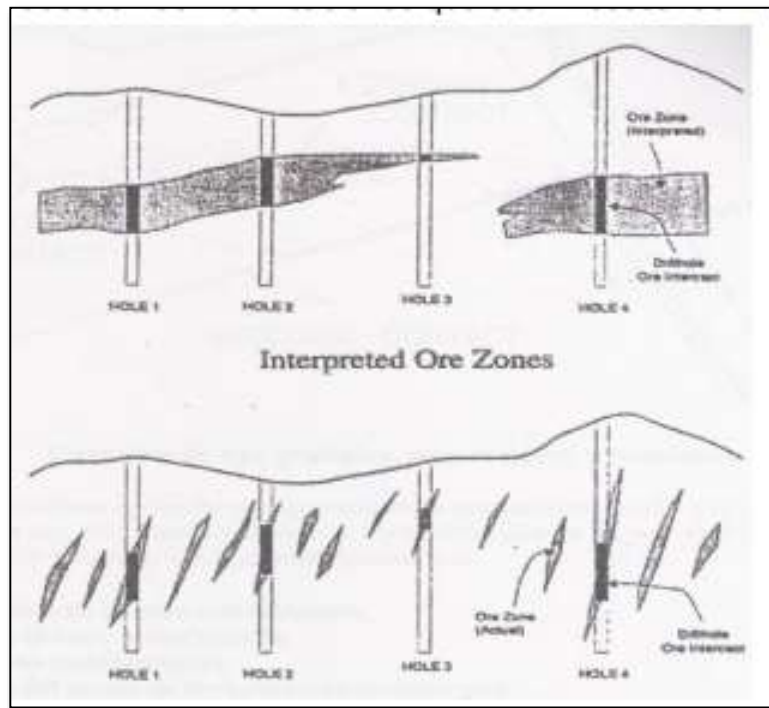


Figura 33. Interpretación de Zonas Mineralizadas. Fuente: Berenguer, 2020.

Por lo tanto, sin sondeos no se puede evaluar un prospecto, pero sin un control geológico riguroso no se puede empezar a perforar. Es necesario definir tres términos relacionados con la estimación de reservas:

- ✓ Contacto geológico: son los límites litológicos y/o estructurales de una unidad.
- ✓ Contacto mineralógico: definido por la extensión de masa mineral (recurso); que puede o no coincidir con los contactos geológico (puede ir más allá de una determinada litología) y económico.
- ✓ Contacto económico: límites del material a partir del cual se puede obtener o no ganancias. (ley de corte o cut off)

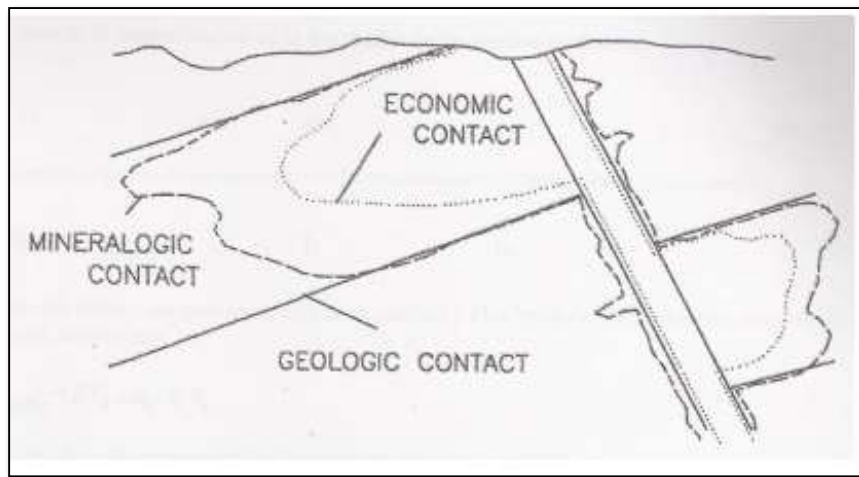


Figura 34. Representación de tres tipos de contactos. Fuente: Berenguer, 2020.

Para determinar el verdadero valor de un yacimiento es necesario determinar y proyectar los siguientes parámetros:

- ✓ Potencia de la roca mineralizada
- ✓ Peso específico de la roca mineralizada
- ✓ Mineralogía de la mena
- ✓ Competencia de la roca – RQD –
- ✓ Grado de recuperación metalúrgica.

Proceso de modelación

En el proceso de modelación para el cálculo de reservas, el cuerpo mineralizado es delineado y luego subdividido en figuras simples (sectores o bloques). De este modo el cuerpo auxiliar es reemplazado por una o varias figuras simples cuyos volúmenes pueden ser calculados por fórmulas geométrica conocidas. Las reservas del cuerpo se calculan determinando áreas y volúmenes en cada bloque, determinando leyes medias y toneladas de metal o elemento valioso. (Berenguer, 2020)

Selección de métodos de modelación para estimar reservas

La selección del método para estimar reservas depende de las características geológicas del yacimiento, de las técnicas de exploración empleadas, de la disponibilidad de datos, del objetivo y del grado de exactitud requeridos. Si los cálculos son preliminares, se pueden seleccionar métodos simples; si la estimación

de reservas tiene por finalidad programar la futura explotación, el método dependerá del sistema más probable de explotación. (Berenguer, 2020)

La influencia de las características geológicas es básica, para yacimientos sedimentarios mantiformes, con mineralización uniforme, la estimación de reservas es sencilla y con un alto grado de seguridad, mientras que si tenemos un depósito diseminado, con mineralizaciones en nubes, la cubicación tiene un elevado nivel de riesgo. (Berenguer, 2020)

El cálculo de reservas es un proceso técnico integrado por varias operaciones cuya secuencia usual es: estudio geológico, muestreo, análisis de datos, interpolación y extrapolación de los datos, delimitación del cuerpo mineralizado. Quizá el punto clave es determinar el método de interpolación y extrapolación de los datos de muestreo, para ello es fundamental conocer muy bien las características geológicas de la formación y los procesos que llevaron al emplazamiento del mineral, la estructura y génesis del yacimiento. Como base de todas las operaciones existe un camino tradicional o geométrico y otro moderno o geoestadístico. (Berenguer, 2020)

4.19. Recursos Minerales

Según Medina (2016), en el Código JORC. Recursos y Reservas Minerales: los recursos minerales son una concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco en o sobre la corteza de la Tierra en forma y cantidad en que haya probabilidades razonables de una eventual extracción económica. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un Recurso Mineral son conocidas, estimadas o interpretadas a partir de evidencias y conocimientos geológicos específicos. Los Recursos Minerales se subdividen, en orden ascendente de la confianza geológica, en categorías de Inferidos, Indicados y Medidos.

4.19.1. Recurso mineral inferido.

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

4.19.2. Recurso mineral indicado.

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

4.19.3. Recurso mineral medido.

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

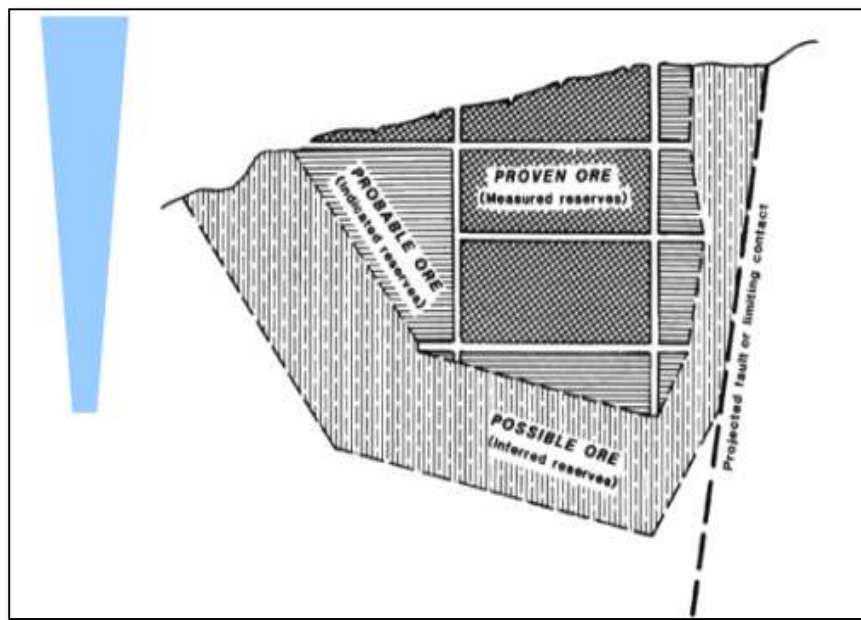


Figura 35. Clasificación de los recursos mineros por categoría: medidos, indicados e inferidos. Fuente: *Introducción a la Minería, 2017.*

4.20. Reserva Mineral.

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Se han realizado las evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración de modificaciones por factores razonablemente asumidos de extracción, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran en la fecha en que se reporta que podría justificarse razonablemente la extracción. Las Reservas de Mena se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Probables Minerales y Reservas Probadas Minerales. (Medina, 2016)

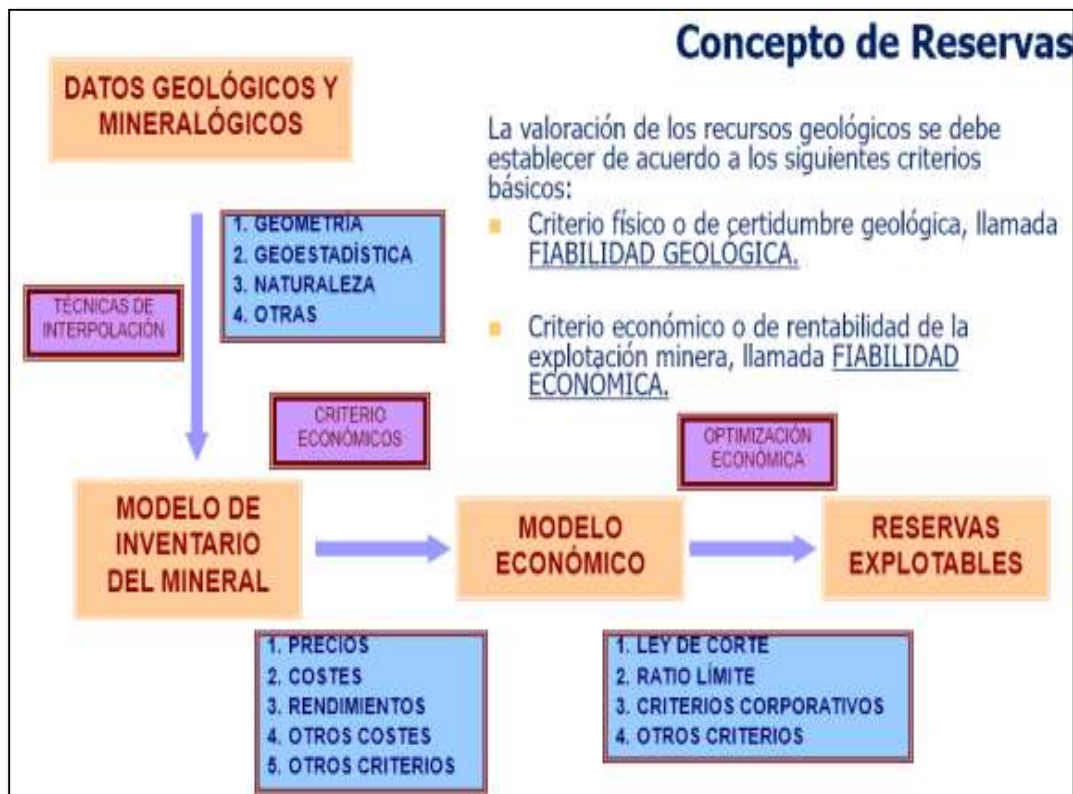


Figura 36. Concepto de Reservas Mineras. Fuente: Medina, 2017.

4.20.1. Reserva mineral probable

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias Recurso Mineral Medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad, e

incluyen la consideración de factores modificadores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente. (Medina, 2016)

4.20.2. Reserva mineral probada

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que se pueden producir cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de modificaciones por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran, a la fecha en que se publica el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente. (Medina, 2016)



Figura 37. Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos y Reservas Minerales. Fuente: Medina, 2016.

5. Metodología

5.1. Materiales

5.1.1. *Materiales de campo*

- ✓ Brújula Azimutal tipo Brunton
- ✓ Piqueta
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Fichas de registro de datos
- ✓ Estación total Kolida 455
- ✓ GPS Diferencial
- ✓ Drone Phantom IV
- ✓ Lupa geológica 10X y 20X
- ✓ Tabla de clasificación de la roca de Bieniawski
- ✓ BAZOOKA DIAMOND DRILL

5.1.2. *Materiales de oficina*

- ✓ Computador
- ✓ Software (DroneDeploy, Google Earth, ArcGIS, AutoCAD, Photoscan de Agisoft)

5.2. Métodos

Para el desarrollo del proyecto se ha considerado utilizar diversas técnicas y métodos, como el método descriptivo, en el cual se caracteriza el área de estudio y los objetos involucrados en el mismo, el método deductivo que permite descubrir información desconocida a partir de información conocida, el método experimental en el que se crea las condiciones necesarias y adecuadas para el esclarecimiento de cualquier duda y el método histórico el cual esta adecuado al conocimiento de las distintas etapas del área con respecto a su cronología; técnicas de observación, las cuales se aplicaran secuencialmente conforme el avance de la investigación para el cumplimiento de los objetivos planteados.

5.3. Metodología

La metodología de trabajo comprende la realización de trabajos de campo, donde se colectan todos los datos medibles necesarios para poder cumplir con los objetivos para ello la utilización de equipos de medición de precisión, y trabajos de

gabinete, donde se procede a tabular y procesar los datos obtenidos en campo con la utilización de hardware y software específicos.

5.3.1. Primer objetivo

Actualización de la topografía subterránea de las labores mineras en la galería del nivel 10 del Proyecto Minero “Campanillas”.

Materiales a utilizar:

- Estación total Kolida 455
- GPS Diferencial
- Drone Phantom IV
- Software (DroneDeploy, Google Earth, ArcGIS, AutoCAD, Photoscan de Agisoft)
- Laptop

Procedimiento:

El procedimiento consta de 3 partes:

- Ubicación de puntos de control
- Fotogrametría superficial
- Levantamiento subterráneo con estación total

Puntos de Control:

Establecimiento de puntos geográficos superficiales de partida, establecidos con una precisión milimétrica para lo cual se utilizó un equipo GPS Diferencial de doble frecuencia, en el caso del Proyecto Campanillas se procedió a ubicar 7 puntos de control.

Estos puntos de control se localizan a una distancia de separación de entre 30 a 100 metros, procurando que exista visibilidad entre al menos dos de ellos.

El proceso de ubicación de los puntos de control, se partió desde un mojón ya establecido y conocido dentro del área minera y con este punto de referencia se procedió a establecer los demás puntos donde se colocó clavos para obtener las coordenadas geográficas con precisión.

Luego de coleccionar todos los datos en cada uno de los puntos de la red topográfica con el GPS Diferencial, se procedió a realizar un procesamiento o “post-

proceso” de los datos colectados, con la utilización del software “LEICA Geo Office” versión V4 y V7, en los cuales se procedió a realizar la corrección diferencial para mayor precisión posicional de cada uno de los puntos colectados en campo. Para ello se instaló en tal punto conocido una estación receptora que realiza a intervalos regulares de tiempo y la transmite a los receptores GPS móviles. De este modo el orden de magnitud del error puede pasar de metros a milímetros.

A partir de la corrección diferencial, en un punto base conocido durante la medición de los puntos móviles se obtiene diferencias obtenidas entre las coordenadas fijas conocidas del punto base y las coordenadas absolutas calculadas de este mismo punto durante la medición, ésta diferencia a través de algoritmos se traslada a la posición absoluta calculada del móvil para corregir los resultados generados y determinar la coordenada final del móvil.

Fotogrametría superficial:

Luego de obtener la red geodésica de puntos, estos sirven como puntos de control para la toma de fotografías aérea de la zona y tener una visión más clara de posibles lineamientos o estructuras que se puedan observar desde la superficie.

El proceso comprende tres fases:

Fase de Planificación del vuelo:

Esta fase consistió en localizar geográficamente el área a levantar, se utilizó herramientas como el Google Earth, información base proveniente del Sigtierras, y el software ArcGIS, donde se determinó la ubicación preliminar de siete puntos de control, donde se pudo establecer la visibilidad entre ellos, es así que del punto de control 1 existe visibilidad al número 2, 3 y 4. En base a esta planificación se realizó también la planificación de dos vuelos con el drone que abarcaban 40 Ha cada uno aproximadamente, teniendo en cuenta un solapamiento de vuelo del 70% tanto en horizontal como en vertical, una dirección de vuelo de 90° y una altura de vuelo de 400m, esta planificación se la realizó en el software “DroneDeploy”.

Fase de Campo:

En esta fase se realizó la colocación física de los puntos de control previamente tomados con el GPS Diferencial, donde se colocará marcas y se ejecutarán los vuelos con un drone, luego a partir de los puntos de control se procede

a realizar el levantamiento respectivo con la estación total de todos los elementos estructurales requeridos.

Fase de Procesamiento de Imágenes:

Esta fase consiste en el procesamiento de las imágenes obtenidas por el dron en base a los vuelos planificados desde la fase 1, el procesamiento se realizó en el software “photoscan” y arcgis.

Como resultado final se obtiene el Modelo Digital de Elevación (DEM-Digital Elevation Model), así como la orthofoto del sector a escala 1:500, de igual forma a partir del DEM obtenido, se procesó y se obtuvo una base topográfica a escala 1:500 del lugar en coordenadas UTM con proyección PSAD 56.

Levantamiento Subterráneo con estación total:

Fase de Campo

Obtenido y procesado los datos geográficos superficiales, se procedió a realizar el levantamiento topográfico escala 1:500 con estación total partiendo de la entrada o boca mina de la galería 10, de coordenadas UTM PSAD56 en $X= 745902$, $Y=9551193$, $Z= 1769$, a partir de ese punto se procedió a colocar la Estación total en dicho punto y a geo-referenciar con la “vista atrás” o punto de referencia para poder orientar la misma y obtener las coordenadas geográficas correctas, una vez orientada, se tomaron los puntos de avance en el levantamiento subterráneo, donde se colocó puntos de cambio de estación conforme se avanzó en el levantamiento interior mina, teniendo en cuenta en cada cambio de estación al orientar la estación, que el punto de vista atrás coincida con la lectura de verificación que se registra al realizar cada cambio de estación; Las estaciones se colocaron de manera que en el siguiente punto se pueda colocar la estación y tenga buena visibilidad, y en tramos cuya curvatura se denota del nivel 10.

Una vez que se realizó el levantamiento y la toma de datos con la estación total, se procedió a extraer los datos de la misma y procesarlos en el software “Excel”, para obtener nuestras coordenadas geográficas en posición Norte, Este y Altura, donde en base a estos puntos se realizó el dibujo con el software “AutoCAD” y “ArcGIS” con la finalidad de tener nuestra información de forma digital.

5.3.2. Segundo objetivo

“Realizar la caracterización geológico-estructural interior mina del área de estudio”.

Materiales a Utilizar:

- Brújula geológica
- Lupa geológica 10X y 20X
- Cinta métrica
- Levantamiento topográfico interior mina

Levantamiento Geológico:

Se toma como base el mapa topográfico interior mina escala 1:500, para la elaboración del mapa de levantamiento geológico escala 1:250.

Fase de campo:

Comprende el levantamiento de información geológica-estructural que define los cambios litológicos, estructuras y contactos llevando un registro de los signos cartográficos normados estándares.

Fase de gabinete:

En esta fase se realizó el análisis e interpretación de la información mapeada, lo que permitió determinar los cambios litológicos, estructuras y contactos definidos en la galería y presentar en el mapa geológico estructural.

Levantamiento Geotécnico-Estructural:

Se toma como base el mapa de levantamiento geológico escala 1:250, para la elaboración del mapa de levantamiento geotécnico-estructural escala 1:250.

Fase de campo:

Se realizó interior mina, levantando información geológica detallada de la galería, y el registro de datos estructurales, se utilizó la clasificación geomecánica de “Bieniawski” o clasificación RMR (Rock Mass Rating) fue desarrollada en 1973, actualizada en 1979 y 1989, el sistema consiste de una metodología de clasificación de macizos rocosos que permite relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo rocoso, criterios de excavación y sostenimiento.

Para determinar el índice RMR de calidad de la roca se hace uso de los seis parámetros del terreno siguientes:

1. La resistencia a compresión simple del material
2. El RQD (Rock Quality Designation)
3. El espaciamiento de las discontinuidades
4. El estado de las discontinuidades
5. La presencia de agua
6. La orientación de las discontinuidades, según sea para cimentaciones, túneles o taludes.

El RMR se obtiene como suma de unas puntuaciones que corresponden a los valores de cada uno de los seis parámetros y oscila entre 0 y 100, y que es mayor cuanto mejor es la calidad de la roca. Bieniawski distingue cinco tipos o clases de roca según el valor del RMR:

- CLASE I: $RMR > 81$, Roca muy buena
- CLASE II: $80 < RMR < 61$, Roca buena
- CLASE III: $60 < RMR < 41$, Roca media
- CLASE IV: $40 < RMR < 21$, Roca mala
- CLASE V: $RMR < 20$, Roca muy mala

Fase de Gabinete

En esta fase se realizó la interpretación geológico-geotécnico-estructural y se dibujó en mapa de todo lo levantado, y se determinó el tipo de roca presente en la galería 10 del proyecto Campanillas.

5.3.3. Tercer objetivo

Estimar el potencial aurífero de la galería nivel 10 perteneciente al proyecto minero CAMPANILLAS.

“Materiales a utilizar:

- Bazooka Diamond Drill
- Martillo geológico

- Lupa geológica 10X y20X
- Brújula geológica

Procedimiento:

Una vez obtenidos los resultados del objetivo dos, se procedió a realizar 3 sondajes al final de la galería para determinar la continuidad de la explotación posicionándolos a los denominados: SCBD con una inclinación de -15° con un dirección de , SCBI con una inclinación de -5° y H con una inclinación de -5° con respecto a la horizontal.

Los sondajes se realizaron con una máquina recuperadora de testigos, específicamente se utilizó la Bazooka Diamond Drill, donde se obtuvo testigos de diámetro de 25 mm de varias longitudes conforme el avance de perforación se van colocando los separadores rotulados con el metro de avance y el metro de recuperación de testigo en las cajas portadoras de testigos.

El logueo de los testigos de perforación se lo realizó en campo por la autora bajo supervisión del equipo técnico del proyecto Campanillas, una vez determinado el RQD y el porcentaje de recuperación por cada 1.50 m de perforación siendo esta la medida del tubo de perforación, se eligió 2 muestras por cada sondeo, en total se envió 3 muestras al laboratorio certificado ya que en cada sondaje se unificaron las muestras, el ensayo que se realizó se denomina análisis de oro total.

Para la evaluación de las reservas se utilizó los datos obtenidos en los sondajes, por el método de contorno de espesor por medio de secciones se procedió a realizar el cálculo de reservas potenciales presentes en la galería 10. La fórmula que se utilizó es:

$$T= A \times Th \times PE$$

Donde:

T: Cantidad de reservas en toneladas

A: Área de influencia de una sección plana en m^2

Th: Espesor del depósito en esa área de influencia en metros

PE: Peso específico material en el macizo.

6. Resultados

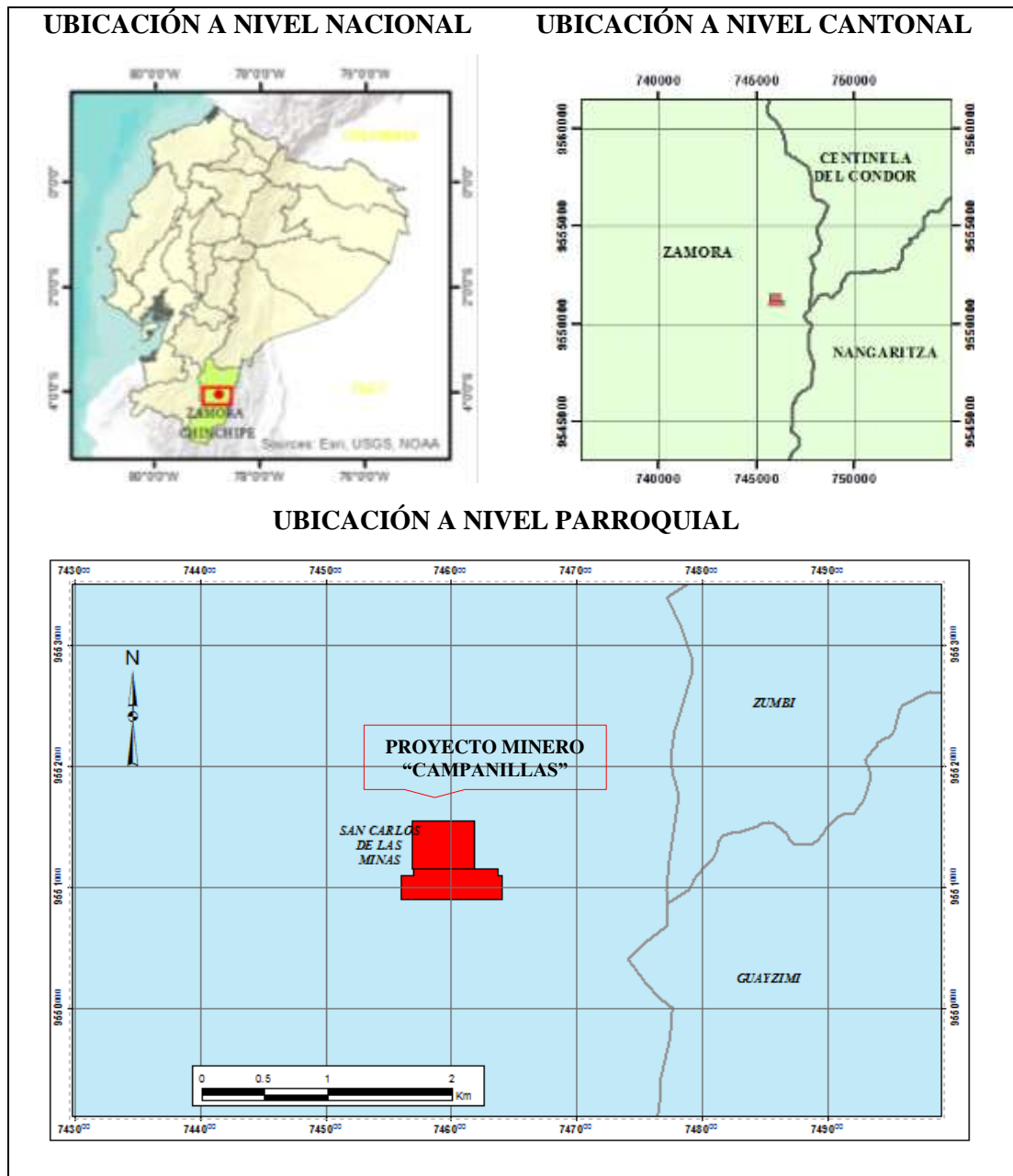
6.1. Ubicación y Acceso

6.1.1. Ubicación geográfica

El proyecto minero “CAMPANILLAS” se ubica en el sector Campanillas, parroquia de San Carlos de las Minas, cantón Zamora de la provincia de Zamora Chinchipe. (Ver anexo 2.1)

Figura 38

Ubicación a nivel nacional, cantonal y parroquial. Fuente: Sistema Nacional de Información. Infoplan, 2011, Arcom. Concesiones mineras, 2019. Elaborado por Autora, 2021.



6.1.2. Acceso

Tomando en cuenta el punto de partida el Terminal Terrestre de Zamora el acceso se lo realiza por la vía de primer orden de Zamora - Cumbaratza - Namírez, en una distancia de 20,4 Km. y un tiempo de 20 minutos. A la margen derecha de Namírez y cruzando el puente sobre el río Zamora, existe una vía de segundo orden de 8,5 Km. Que conduce a San Carlos de Las Minas y a Nambija, con un tiempo de recorrido de 30 minutos; a 1.5 Km antes de llegar a Nambija existe a la margen izquierda un desvío de 1 Km que conduce a la zona de interés.

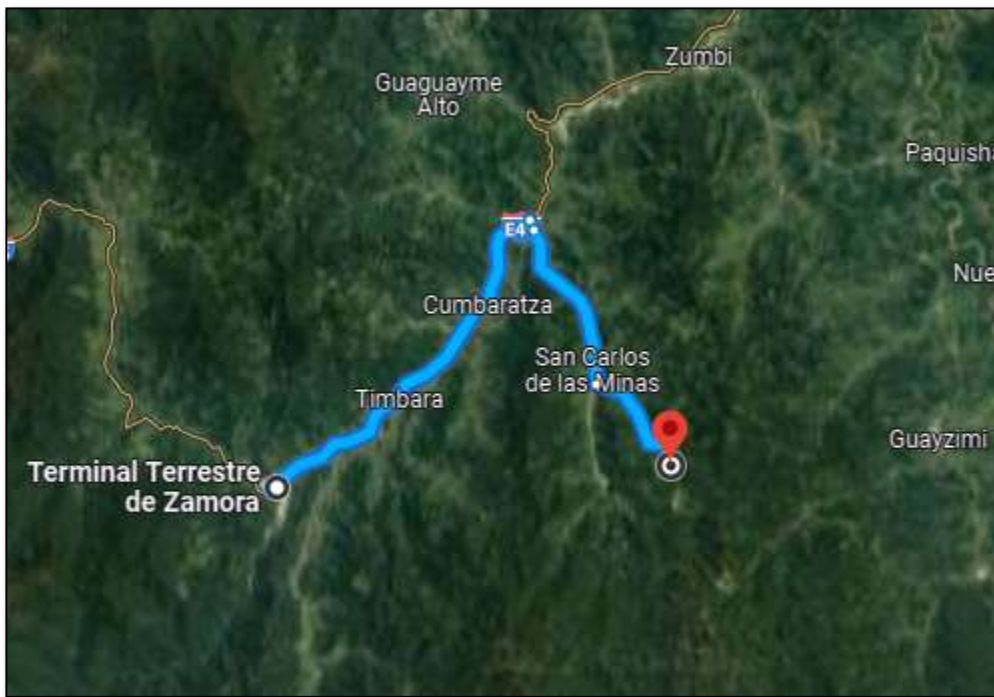


Figura 39. Acceso desde el terminal terrestre de Zamora al Proyecto Minero “Campanillas”. Fuente: Google Earth, 2022.

6.1.3. Datos generales de la concesión

Tabla 1. Datos generales de la concesión. Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Campanillas1, 2017.

FICHA TECNICA			
Nombre del área	PROYECTO MINERO “CAMPANILLAS ”		
Ubicación	<i>El proyecto minero “CAMPANILLAS” se ubica en el sector Campanillas, parroquia de San Carlos de las Minas, cantón Zamora de la provincia de Zamora Chinchipe.</i>		
Actividad	<i>Exploración y explotación del mineral Au</i>		
Representante	<i>Ausberto Zúñiga Salinas</i>	<i>Abogado</i>	
	<i>Correo: amzs_111@hotmail.com</i>	<i>Cel:0993257367</i>	
Asesor técnico	<i>W. Napoleón Sarmiento R</i>	<i>Ing. Geólogo</i>	
	<i>Correo: nsarmiento20@hotmail.com</i>	<i>Cel:0982703904</i>	
Consultor	<i>Pablo Xavier Bravo Mejía</i>	<i>Ing. en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial</i>	
	<i>Ingeniero en Sistemas de Información Geográfica (SIG)</i>		
	<i>Correo: pablijavi2013@gmail.com</i>	<i>Cel:0994807950</i>	
COORDENADAS	UTM PSAD 56 ZONA 17S	X	Y
		745600	9550900
		746400	9550900
		745600	9551100
		746400	9551100
		745700	9551100
		745700	9551150
		745675	9551150
		745675	9551550
		745650	9551100
		745650	9551150
746185	9551150		

6.1.4. Geomorfología

Según la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Carlos De Las Mina,

(2015). La Geomorfología se refiere a las formas del relieve según su origen de formación, la cual corresponde a cinco categorías determinadas dentro de la parroquia, las mismas que están definidas de la siguiente manera:

Fluvial: Formas y depósitos ligados a ríos, quebradas, riachuelos y al flujo de agua habitualmente encauzada. También se incluyen formas resultantes de la erosión generalizada por agua.

Laderas: Formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes.

Poligénicas: Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos.

Tectónico erosivo: Corresponde a levantamientos tectónicos que generan formas montañosas que en la región es predominante, colinas altas a pequeñas son aisladas y su origen se deba quizás a fuerzas de compresión producidas por tectonismo. Estos relieves montañosos mayormente de pendientes fuertes aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por los procesos erosivos.

Otras: Se incluyen en este grupo geoformas de definición poco precisa (superficie de relleno, superficie de colmatación), difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición (escarpe de falla) o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla (superficies planas intervenidas, superficie intervenida).

A continuación, se describe las formas del relieve de acuerdo a cada unidad ambiental y de su génesis.

Barranco: Término equivalente a quebrada y a torrentera, y que incluye a ambos. Su perfil transversal es variable. Presentan anchuras del orden decamétrico a hectométrico entre sus márgenes y un desarrollo longitudinal de orden hectométrico a kilométrico. Pueden tener una pronunciada pendiente longitudinal y distintos grados y formas de encajamiento. Son siempre cursos de orden menor, que desembocan en valles de mayor importancia (valles fluviales, en V, coluvio-aluviales, etc.). Aguas arriba, conectan con divisorias o cabeceras hidrográficas (interfluvios), cabeceras que a menudo presentan morfologías de fuerte incisión

vertical. Se encuentran en todas las vertientes de las parroquias con pendientes fuertes que varían de 40 a 70 %, abarcan una superficie aproximadamente de 1.058,11 ha, que representan el 7,13 % del territorio. (Cuenca, 2015)

Interfluvio de cimas redondeadas: Esta geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas de perfil transversal suave y redondeado, que ocupa posiciones cimeras. Se presentan en prácticamente todo tipo de ambientes. Se cartografía igualmente como un estrecho polígono, a ambos lados de la divisoria de aguas. Se encuentran en la parte Sur de la parroquia, especialmente en los filos donde nacen las quebradas del Oro y Nambija, y al este en los filos de los barrios El Tambo y Campanilla, presenta pendientes fuertes que varían de 40 a 70 %, abarcan una superficie de aproximada de 203,21ha, que representan el 1,37 % del territorio. (Cuenca, 2015)

Vertiente abrupta Perfil recto, convexo o cóncavo, generalmente con inclinación superior a 70% (clase 7 o más). Si presentan un perfil complejo (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) se considerarán laderas heterogéneas. Esta geoforma se encuentran distribuidas en toda la parroquia, presenta pendiente muy fuertes de 70 a 100 %, y ocupa una superficie de 1.881,25 ha, que representa el 12,67 % del territorio. (Cuenca, 2015)

Vertiente rectilínea Esta geoforma son vertientes de perfil recto e inclinación generalmente comprendida entre 12% (clase 4) a 70% (clase 6). Si presentan mayor inclinación, se consideran dentro del grupo de laderas abruptas. Se encuentran distribuidas en toda la parroquia en pequeñas áreas, presenta pendientes fuertes que varían de 40 a 70 %, abarcan una superficie de aproximada de 1.308,47, que representan el 8,81 % del territorio (Cuenca, 2015)

Coluvio-aluvial antiguo: Son depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte con otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Se encuentran distribuidas en el margen del río Nambija parte alta y en la quebrada Cumay, presenta pendientes medias a fuertes que varían de 25 a 40 %, abarcan una superficie de aproximada de 319,95 ha, que representan el 2,16% del

territorio. (Cuenca, 2015)

Tectónico-erosivo

Relieve colinado alto: Constituyen elevaciones con desniveles relativos que alcanzan los 200 m de altura y sus vertientes poseen un grado de disección baja. Ocupan 835,91 ha que representa un 5,63 %. La pendiente dominante es del 40 al 70%. Predominan en la parte alta de la microcuenca y baja (Namacunza) de la parroquia. (Cuenca, 2015)

Relieve colinado muy alto: Constituyen elevaciones con desniveles relativos que alcanzan los 200 a 300 m de altura y sus vertientes poseen un grado de disección baja. Ocupan 1.830,45 ha que representa un 12,33 %. La pendiente dominante es del 40 al 70%. Esta unidad predomina en toda la parroquia.

Relieve montañoso: Constituyen elevaciones con desniveles relativos que alcanzan mayores a 300 m de altura y sus vertientes poseen un grado de disección baja. Ocupan 1.692,38 ha que representa un 11,40 %. La pendiente dominante es del 40 al 70%. Esta unidad predomina en toda la parroquia.

Otras: Superficie intervenida Se la define como área alterada de forma artificial, en el que es imposible reconocer o asignar ninguna otra Geoforma. Se incluyen en este término, especialmente, embalses y represas, canteras, excavaciones mineras o de otro tipo y rellenos diversos se encuentran en los barrios de Campanilla y Nambija, presenta pendientes fuertes que varían de 40 a 70 %, abarcan una superficie de aproximada de 48,02 ha, que representan el 0,32% del territorio. (Cuenca, 2015)

La morfología de los terrenos de la concesión es típica de zona de montaña, de relieve irregular con pendientes fuertes y escasas zonas planas ubicadas principalmente en el sector Oeste del área cercana a las quebradas.

6.1.5. Topografía

La cota mínima reflejada del sector es de 1740 msnm. Al Noreste y 2120 msnm. En la parte más alta al sureste del área. La erosión ha constituido pequeñas terrazas a lo largo de la quebrada Campanillas que atraviesa el área de Sur a Norte. (Ver anexo 2.4)

6.1.6. Hidrología

La red hídrica de la parroquia es del orden DENDRITICO, la cual tiene como afluente principal el río Nambija, el mismo que desemboca en el río Zamora, en un recorrido de sur a norte, atraviesa casi toda la parroquia; en donde existen otro tipo de afluentes como son: Quebrada del oro, Quebrada del Fierro, Quebrada Cumay, Quebrada de Namacuntza, Quebrada de Congui, como afluentes principales y riachuelos y arroyos como afluentes en época de invierno. (Cuenca, 2015)

La cuenca está conformada por 3 subcuencas principales, que fluyen de Sureste a Noroeste, como son: Rio Nambija, Quebrada Cumay y Quebrada. Namacuntza y sus principales afluentes mencionados con anterioridad. La subcuenca del río Nambija es la más grande de la parroquia y comprende una extensión de 11035,80 has, en donde se puede apreciar que sus afluentes principales nacen en las estribaciones de la Cordillera Real. (Cuenca, 2015)

Siendo la Quebrada Campanillas el principal receptor de la zona del proyecto minero.

6.1.7. Geología Regional

El distrito minero de Zamora está definido principalmente por el Batolito de Zamora, comprendidos en la cordillera Real, el cual está emplazado en una serie de fallas de dirección N-S, divididos en tres segmentos tectónicos a saber: Gualaquiza, Cumbaratza y Zumba. El Batolito de Zamora es una intrusión granitoidea de edad Jurásica, asociado sobre las rocas volcánicas de la unidad Misahualli (Litherland et. Al., 1994), en donde la Unidad Piuntza forma un techo erosionado y moderadamente plano, localizados en los terrenos topográficamente elevados en donde se puede notar sedimentos marinos superficiales y epicontinentales del Cretácico sobre yaciendo discordantemente al arco magmático. (Cuenca, 2015)

6.1.7.1. Litología

La parroquia de San Carlos comprende cuatro unidades bien definidas las mismas que están referenciadas en base a información de escala 1:100000, de la base geológica del Ecuador en donde se distinguen: Batolito de Zamora de edad Jurásica tardío a medio, comprende una extensión de 200 km de largo y 50 km de ancho,

segmentado en tres cuerpos por las fallas de La Canela y Nangaritzza con dirección N-S. Su composición es diorítica-granodiorítica, el cual es considerado en gran medida de la corneanización y skarnificación de las rocas de la Unidad Piuntza; La Unidad Piuntza de edad Triásica media a superior, se presenta como un techo colgante limitado en el subdistrito de Cumbaratza del Batolito de Zamora. Litológicamente la Unidad Piuntza comprende, calizas, variedad de lutitas calcáreas, limolitas, flujos volcánicos y brechas de composición andesítica-basáltica. En el cinturón de Nambija la fracción volcánica se incrementa hacia el Norte, difícilmente diferenciada de la Unidad Misahualli con edad jurásica. El contacto metamórfico ha producido corneanas, cuarcitas y localmente skarns con contenido de oro y mármoles; Depósitos aluviales de edad temprana del Cuaternario, son depositaciones de fragmentos de diversos tipos de roca ígnea, sedimentaria y metamórfica, las cuales producto del intemperismo han logrado acumular depósitos de considerable valor económico los cuales son una fuente de riqueza para el sector minero, haciendo a estos placeres de un alto interés económico; y Depósitos coluviales de edad Cuaternaria, geomorfológicamente datan de fragmentos de roca en colinas con pendientes no muy elevadas, que fueron evolucionando a raíz del desprendimiento de fragmentos de roca del macizo rocoso, originando coluvios-eluvios ricos en minerales producto del arrastre constante por procesos exógenos de los diferentes tipos de rocas que componen la génesis de Zamora. (Cuenca, 2015)

6.1.8. Geología Local

Se encuentran rocas intrusivas como la Granodiorita: que corresponde al Batolito de Zamora, esta unidad litológica se encuentra en la parte inferior de la secuencia estratigráfica en la zona estudiada, aflora al Oeste de la superficie mapeada. La roca varía de color rosado a gris, la textura es media y equigranular, puntualmente se observan facies de fenocristales de hornblenda de hasta 5 mm de tamaño. El Pórfido Riodacítico: es la segunda unidad intrusiva importante, se encuentra emplazada entre el batolito y la secuencia volcánico - sedimentaria, en contacto de falla. La roca en general presenta textura porfídica, rica en cristales, con abundantes fenocristales de plagioclasa, cuarzo, anfíbol y biotita con una masa fundamental microcristalina con cuarzo y feldespato.

La secuencia Volcánico – Sedimentaria: está formada principalmente de rocas piroclásticas en las que la composición parece bastante uniforme (andesítica),

intercaladas con horizontes calcáreos metasomatizados en skarn, dentro de ella tenemos Brechas Volcánicas la composición de éstas parece ser la misma de las tobas, con la diferencia del tamaño y la abundancia de los fragmentos en la roca, presentan textura fluidal. La composición global de la brecha es andesítica; Sedimentos Volcánicos de Grano Medio: Presentan textura semi-porfirítica con clastos subredondeados en una matriz afanítica. Su coloración varía de gris claro a verdoso. Sedimentos Volcánicos de Grano Fino: Rocas donde predominan las texturas granobiásticas, coloración gris verdosa con estructura masiva. Los cristales son subanhedrales y generalmente presentan una alteración parcial a clorita - epidota – calcita; y Rocas Córneas y Skarn: Rocas en las que su mineralogía y textura han sido cambiadas por efectos de metamorfismo de contacto y/o alteración hidrotermal. Poseen textura granoblástica y es de color verde, la alteración de estas rocas es generalmente de clorita - epidota - calcita, con feldespatos parcial o totalmente alterados. Dentro de este tipo de rocas ocurre la mineralización principalmente de oro y cinc. (Velasco, 2017)

En general el sector minero, se encuentra en una secuencia volcano - sedimentaria constituida por rocas piroclásticas (brechas volcánicas y tobas) entre las cuales se intercalan pequeños horizontes de rocas calcáreas metasomatizadas en skarns y asociadas a las mineralizaciones auríferas. Estas rocas se encuentran limitadas al Oeste por intrusivos granodioríticos (Batolito de Zamora) y cuarzo - dioríticos.

6.2. Actualización del Levantamiento Topográfico de la Galería Nivel 10.

La galería nivel 10 contaba con información topografía hasta la abscisa 0+77m, en la actualización se levantó 80m, obteniendo así una galería de 157m de longitud, altura y ancho de 2m respectivamente.

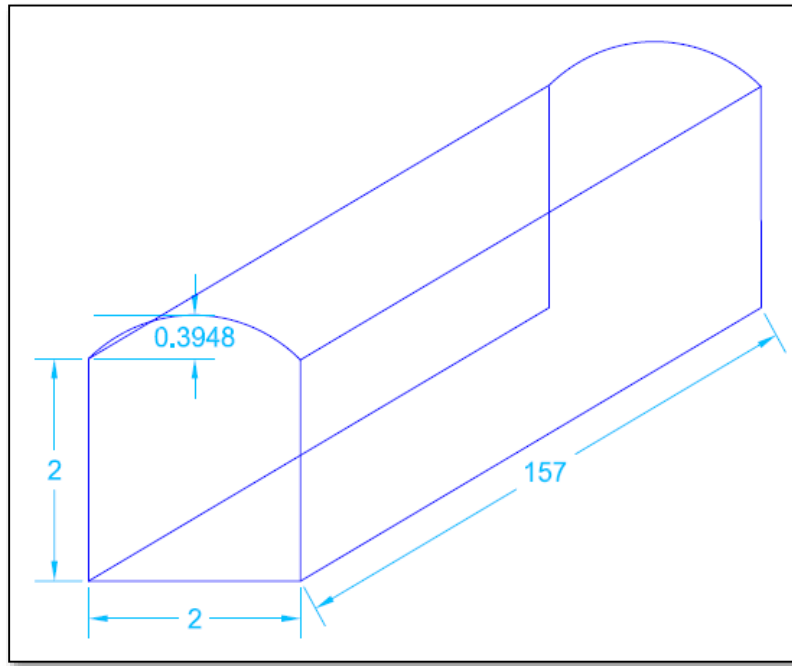


Figura 40. Bosquejo referencial de la galería 10.

La galería es horizontal con una dirección de azimut 306° SE encontrado a 6.5m de la bocamina a la izquierda se encuentra el primer buzón que conecta con el nivel principal de transporte, a los 31m el segundo buzón conecta el nivel 9 con el nivel 10, a los 41m a la derecha se encuentra la entrada al nivel 9, a los 65m se encuentra una entrada de lo que antiguamente ha sido una galería y que en la actualidad ha sido rellenada, a los 75m existe la entrada al nivel 2 hacia la izquierda, a los 107m lado derecho se encuentra el tercer buzón conecta el nivel séptimo cielo con el nivel 10 y a los 139m a la izquierda la entrada hacia la galería 11.

6.3. Levantamiento geológico-estructural

Geología de la Galería Nivel 10

Resultados de láminas delgadas, equipo utilizado: microscopio polarizante.

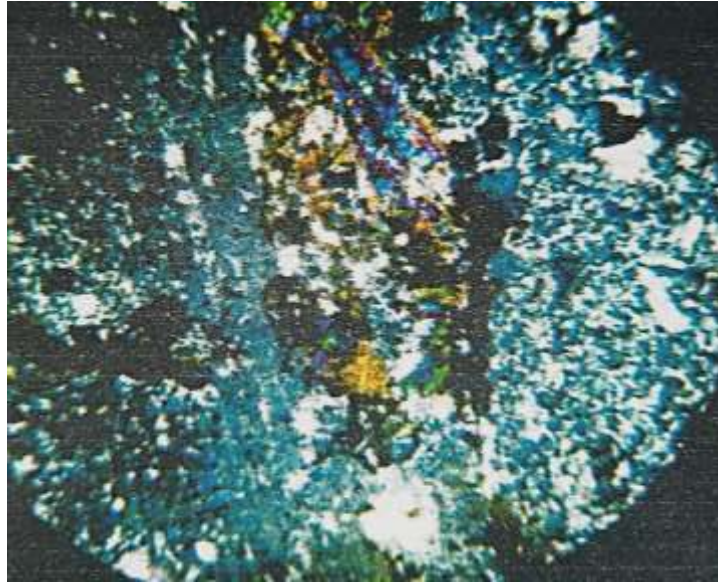


Figura 41. Muestra CM3. Imagen con nicoles cruzados. Fuente: Geominerals

Descripción: roca constituida por matriz finogranular dentro de la cual se encuentran esporádicos fenocristales y fragmentos líticos. Textura: clástico. Minerales primarios: líticos (20%) constituido de relictos fenocristales de plagioclasa con matriz alterada; relictos de minerales máficos, posible piróxeno < 1%. Minerales de alteración: matriz constituida de minerales de relieve bajo posiblemente caolinita así como por minerales de relieve muy bajo (menor al anterior) posiblemente cuarzo-albita microgranular, en conjunto constituyen el 60%, epidota como fenocristales y masas aisladas 10%, biotita microgranular 1%, clorita 5%. Tipo de alteración: Skarnificación. Nombre de la roca: Toba Fina Skarnificada



Figura 42. Muestra CM4. Imagen con nicoles cruzados. Fuente: Geominerals

Descripción: roca de aspecto clástico constituida por granos minerales y matriz. Textura: Clástica. Minerales primarios: cuarzo 70%, relictos de plagioclasa 4%. Minerales de alteración: mineral incoloro, relieve moderado alto, birrefringencia anómala de tercer orden y anaranjado-fucia-azul como máximo color de interferencia, reemplazando mayormente fenocristales de plagioclasa, posible escapolita 28%, calcita en vetillas y reemplazando fenocristales 5%, opacos 1%, mineral prismático, incoloro, relieve moderado, birrefringencia de primer orden posible apatito <1%. Tipo de alteración: posible Skarnificación. Nombre de la roca: Toba Gruesa Skarnificada.

En el mapeo geológico escala 1:250 en la galería nivel 10 (Ver anexo 2.6) puso en evidencia la existencia de rocas volcánicas sedimentarias skarnificadas que se encuentran atravesadas por varias vetillas con azimuts de 50° y 150° de cuarzo-calcita-pirita, hematita y una vetilla de sulfuros de calcopirita, esfalerita, pirita y galena en el metro 77+36 m.

El primer tramo comprende desde el metro 77 al 77+55 está reflejado por tobas finas skarnificadas con presencia de epidota, calcita, cuarzo, pirita y granodiorita. Y el segundo tramo desde el metro 77+55 al 77+75 se denota un cambio en la matriz ya que se encuentra tobas gruesas skarnificadas igualmente con la presencia de epidota, cuarcita, pirita.

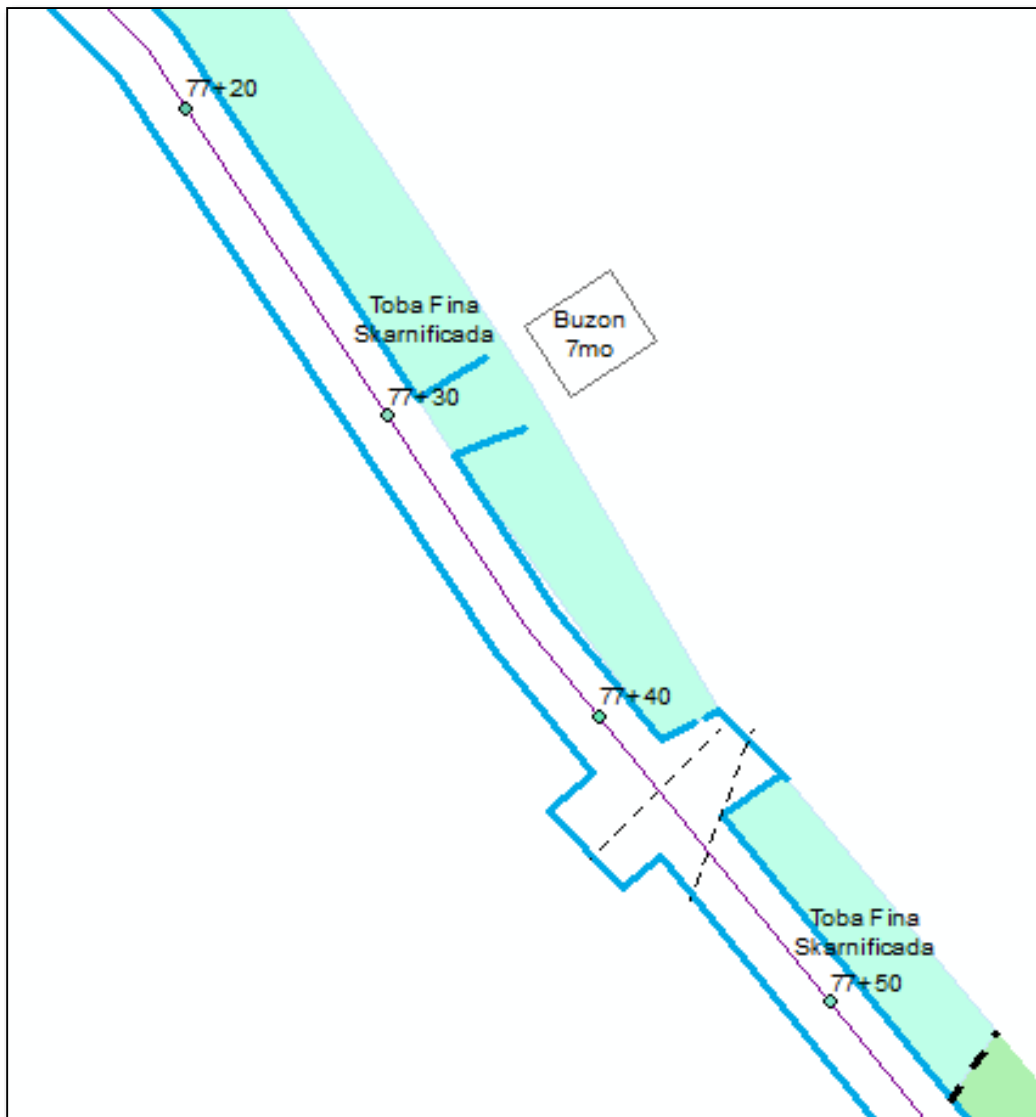


Figura 43. Toba fina skarnificada presente desde el metro 77 al 77+55

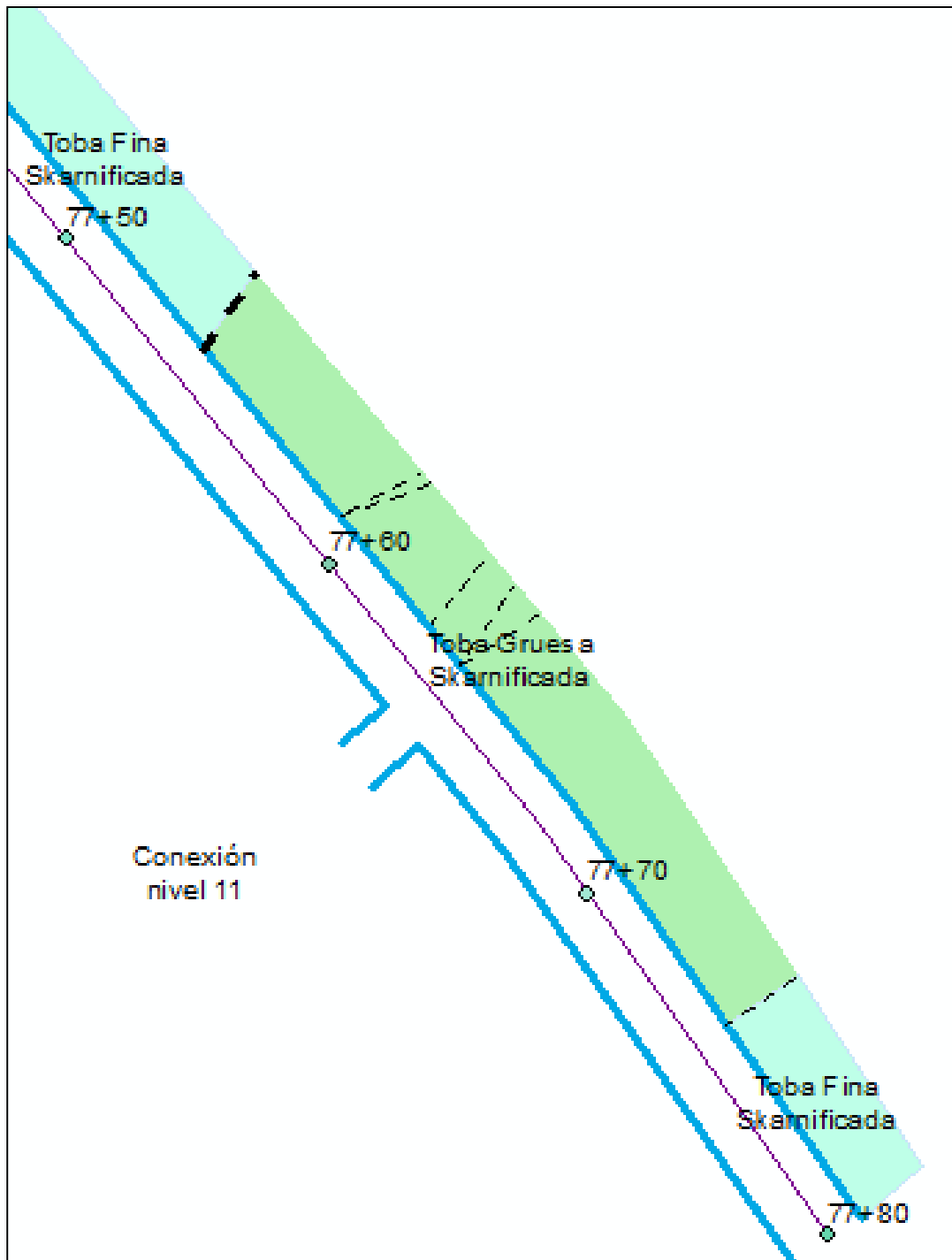


Figura 44. Toba gruesa skarnificada presente desde el metro 77+55 al 77+75

Levantamiento estructural del hastial izquierdo de la galería de interés representa un comportamiento caótico es decir que las estructuras se presentan poli dimensionales, característico de la alteración Hidrotermal.

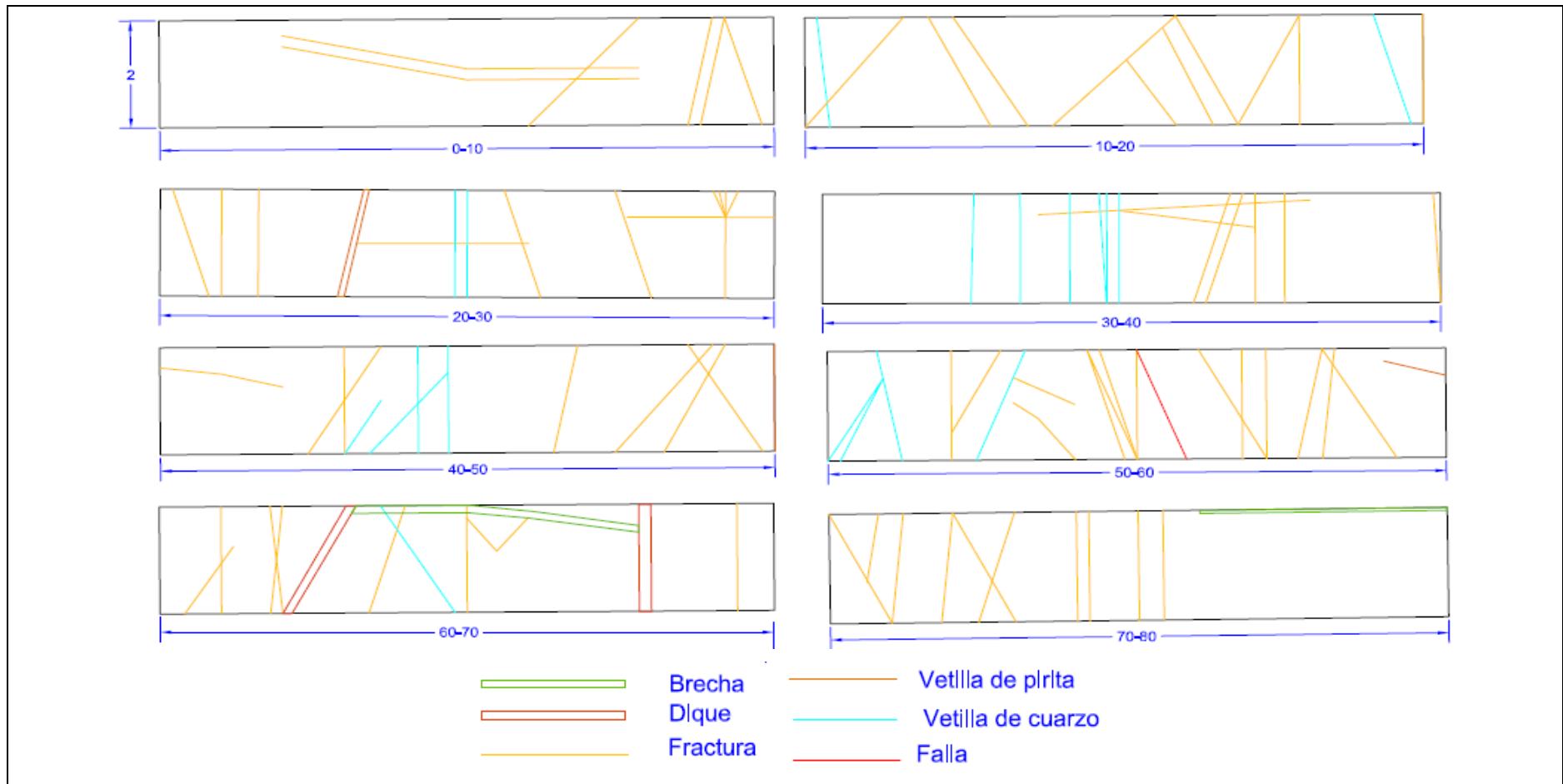


Figura 45. Levantamiento estructural galería 10.

6.3.1. Caracterización geomecánica

CALIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO _ ROCK MASS RATING - (RMR):

CALIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO _ ROCK MASS RATING - (RMR):											Calificación
Resist. matriz rocosa (MPa)	Carga puntual (Is)	>10	10-4	4-2	2-1	Comp. simple			15		
	Comp. simple (Cs)	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1			
$J_v = x(6) + y(2) + z(2)$ RQD (%) = 115 - 3.3Jv RQD (%) = 82		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%			17		
Separación entre diaclasas		>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m			15		
Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m			4		
	Abertura	Nada	<0.1mm	0.1-1.0mm	1.0-5.0mm	>5.0mm			4		
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. rugosa	Ondulada	Suave			5		
	Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5mm	Relleno duro > 5mm	Relleno blando < 5mm	Relleno blando > 5mm			4		
	Alteración	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descomp.			6		
Agua freática	Q por 10m de túnel	Nulo	<10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	>125 l/min			10		
	Estado general	Seco	Ligera. húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo					
VALORACIÓN RMR										80	

Tabla 2. Tabla de valoración RMR.

Valoración RMR	Clase	Calidad
100-81	I	Muy buena
80-61	II	Buena
60-41	III	Media
40-21	IV	Mala
< 20	V	Muy mala

6.4. Estimación del Potencial Aurífero

6.4.1. Perforación

Se realizó la perforación con una recuperación de 62 metros de testigos de 25.2 mm de diámetro. (Ver anexo 2.7)

Tabla 3. Datos de sondeos para la proyección en el Software Recmin

Sondeo	Distancia	Dirección	Inclinación
D	35.58	230	-15
H	12	130	-5
I	15	62	-5

Tabla 4. Datos de coordenadas para la proyección de sondeos en el Software Recmin

Sondeo	Este	Norte	cota	longitud
D	746028.938	746028.938	1799	35.58
H	746030.672	746028.938	1799	15
I	746031.455	746031.455	1799	12



Figura 46. Equipo de perforación

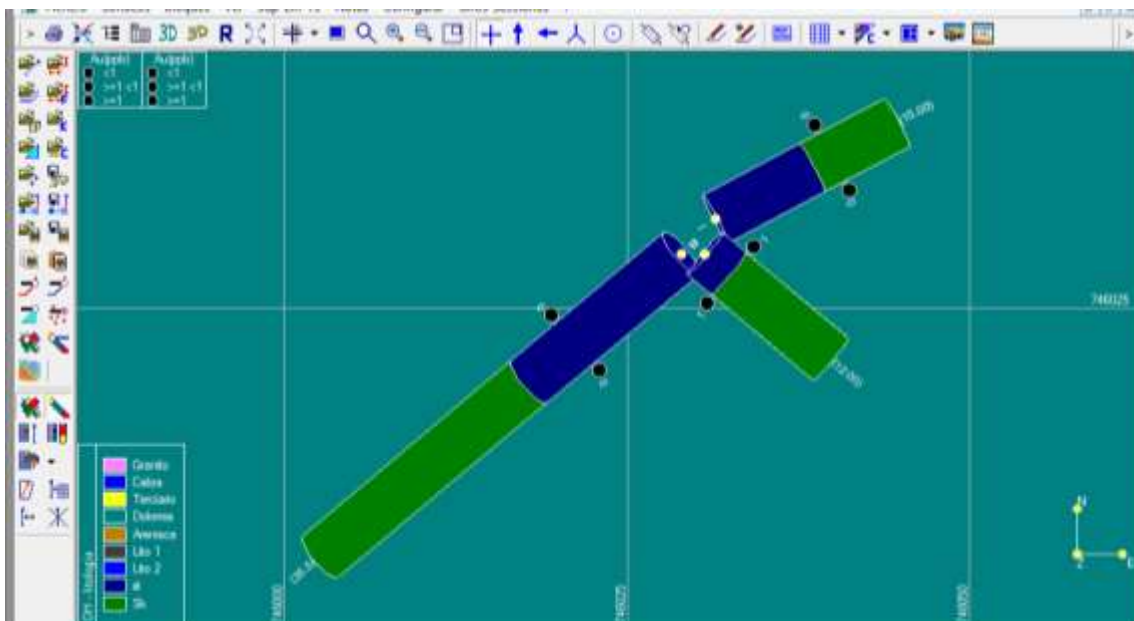


Figura 47. Vista de planta de los sondeos realizados D, I, H. Fuente: Recmin.

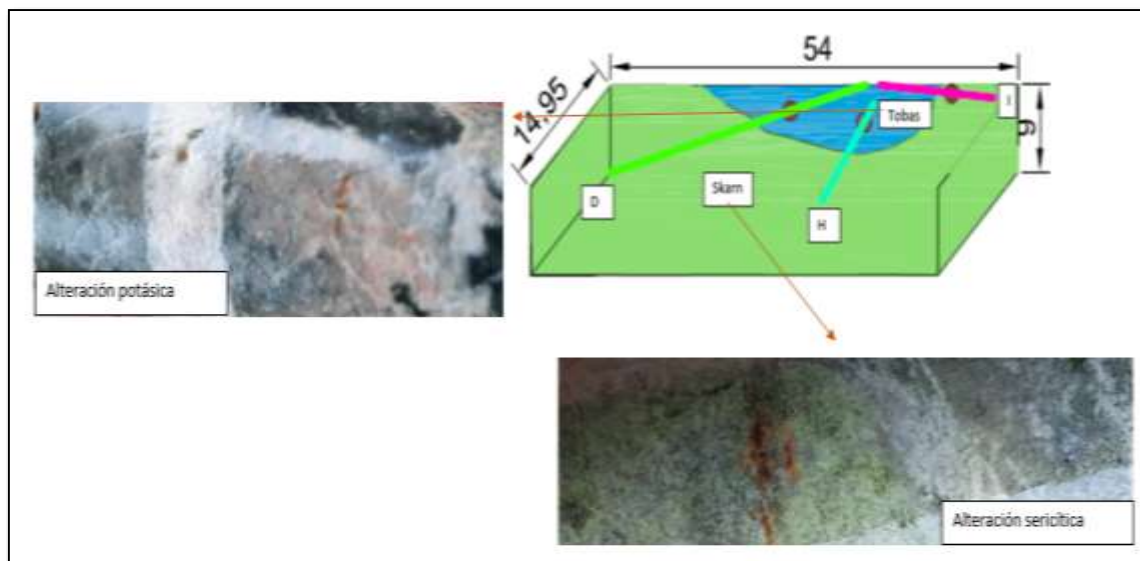


Figura 48. Modelo geológico construido en base al logueo de las perforaciones



Figura 49. Caja 1 de testigos de perforación.

Sondaje 1

De 0 m a 15 m.: matriz de sericita / brecha hidrotermal y clastos de pórfido, con alteración sericiticos fuerte y presencia de sulfuros de débil a moderada intensidad en la matriz, asociado a vetillas de cuarzo y fracturas sin desplazamiento.

De 15 m a 35.58 m.: endoskarn con alteración moderada argilica intermedia

(clorita-sericita), alteración retrograda moderada (clorita > pirita > calcopirita).
Sulfuros diseminados en la matriz.

Sondaje 2

De 0 m a 8 m.: matriz de sericita / brecha hidrotermal con alteración sericíticas fuerte y presencia de sulfuros de débil a moderada intensidad en la matriz, asociado a vetillas de cuarzo y fracturas sin desplazamiento.

De 8 m a 15 m.: skarn retrogrado (clorita > epidota), débil alteración sericítica, sulfuros diseminados y evidencia vetillas de cuarzo.

Sondaje 3

De 0 a 6 m.: matriz de sericita / brecha hidrotermal y clastos de pórfido, con alteración sericítica baja, presencia de sulfuros de débil a moderada intensidad en la matriz, asociado a vetillas de cuarzo y fracturas sin desplazamiento.

De 6 m a 12 m.: skarn retrogrado (clorita > epidota), débil alteración sericítica, sulfuros diseminados y evidencia vetillas de cuarzo.

6.4.2. Determinación del RQD y porcentaje de recuperación de testigos

Tabla 5. Porcentaje de recuperación y porcentaje de RQD del sondeo 1 (D)

Desde (cm)	Hasta (cm)	Recuperación%	RQD %
0	150	66.6	17.33
150	300	70.6	29.4
300	450	88.86	71.46
450	600	91	71.46
600	750	86.33	28.93
750	900	89	17.73
900	1050	85.93	22.46
1050	1200	94.6	40.533
1200	1350	62,2	0
1350	1500	83.33	35.66

1500	1650	84.73	45.46
1650	1800	89.47	40.6
1800	1950	74.47	15.13
1950	2100	65,53	15
2100	2250	77.06	35.9
2250	2400	99.73	32.8
2400	2550	85.2	34.4
2550	2700	83.47	22.27
2700	2850	66.67	10.27
2850	3000	67.66	16.53
3000	3150	30.6	0
3150	3375	59.37	21.94
3375	3500	87.28	56.88
3500	3558	91.72	56.55

Tabla 6. *Porcentaje de recuperación y porcentaje de RQD del sondeo 2 (I)*

Desde (cm)	Hasta (cm)	Recuperación%	RQD %
0	150	51.73	15.93
150	300	95.13	69
300	450	92.26	21.4
450	600	79.46	27.6
600	750	67.86	17.2
750	900	87.93	20.13
900	1050	3	7.13
1050	1254	19.11	0

1254	1350	50.1	31.04
1350	1500	35.33	10.2

Tabla 7. *Porcentaje de recuperación y porcentaje de RQD del sondeo 3 (H)*

Desde (cm)	Hasta (cm)	Recuperación%	RQD %
0	150	83.06	41.13
150	300	88.26	48.3
300	450	89.53	54.53
450	600	49.33	0
600	750	68.8	16.66
750	900	67	23
900	1050	72.4	6.86
1050	1200	61.86	31.4

6.4.3. Selección de muestras

Las muestras seleccionadas, fueron respectivamente etiquetadas y enviadas al laboratorio Albexxus en donde se realizó el análisis de oro total de cada una.

Tabla 8. *Muestras seleccionadas*

Código	De (m)	Hasta (m)	Caja
SCBD	10,30	10,55	2
SCBI	9,50	9,77	2
H	2,25	2,60	1

6.4.4. Resultados de muestras analizadas

Tabla 9. *Resultados de muestras analizadas. Fuente: Albexxus*

Código	De (m)	Hasta (m)	Caja	Oro total (g/tn)
SCBD	10,30	10,55	2	0,2

SCBI	9,50	9,67	2	0,2
H	2,25	2,60	1	0,7

6.4.5. Estimación

Tabla 10. Resultados de la Estimación. Fuente Albexus

G10	Longitud de perforación	Dimensiones de la galería		A(m ²)	Th (m)	Peso específico	T(tn)	Ley (g Au/tn)	Au Total (g)
		Ancho (m)	Altura (m)						
SCBD	36	2	2	72	2	2.7	388,8	0.2	77.76
SCBI	15	2	2	30	2	2.7	162	0.2	32.4
H	12	2	2	24	2	2.7	129,6	0.07	9.072
Total									119.232

7. Discusión

En la caracterización geológica y mineralógica del sector El Tierrero del Distrito minero Nambija menciona las alteraciones hidrotermales entre el Skarn y las tobas son muy notorias, al Noroeste del polígono se observó una alteración hidrotermal de seritización y al Sureste del área se observó una alteración hidrotermal de argilización. La mineralización de interés económico está relacionada a pequeñas vetillas tipo stockwork o pequeñas concentraciones diseminadas en el skarn; los cuales presentan una asociación mineralógica de epidota-adularia-cuarzo-granates. (Veintimilla, 2014)

Referente al Coeficiente de Certeza aplicable al tonelaje del Recurso Inferido Cuando el Bloque Inferido está situado solamente en la continuación de un Bloque Probable o sea que no hay sondajes, o si los hay son escasos, en cuyo caso las muestras son también escasas, o sea que su delimitación está basada en la interpretación estructural y mineralógica principalmente, el Coeficiente de Certeza será entre 30% y 50%. (Castillo, 2018)

Dentro de los estudios realizados además de la caracterización geológico estructural como adicional se ha realiza 3 sondajes con recuperación de testigos y realizando una selección de muestras representativas por sondeo que fueron analizadas obteniendo un tenor bajo, con lo que se puede decir que el coeficiente de certeza estará entre el 30 y 50%.

Mineral potencial es aquella parte de un yacimiento mineral cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con bastante bajo nivel de confianza menor que el del recurso mineral inferido, su estimación se basa mayormente en el conocimiento geológico del yacimiento, es decir muchas veces no depende de la exposición directa de la mineralización económica, sino de indicaciones indirectas tales como: presencia de recurso mineral inferido, anomalías geofísicas o geoquímicas que se correlacionan bien con la geología superficial, la relación con minas vecinas o estructuras cercanas mineralizadas desarrolladas. (Castillo, 2018)

De acuerdo a las fichas para la identificación de la geología local superficial se encuentra la presencia de tobas alteradas silicificadas y epidotizadas, contienen una matriz de sílice alterada y clastos de andesito basalto, con presencia de vetillas de pirita y epidota. Color blanquecino con un pequeño tono rosado dureza ± 7 en la

escala de Mohs. Textura Volcanoclástica. Y la geología de la galería presenta tobas finas skarnificadas y tobas gruesas skarnificadas con la presencia de cuarzo, pirita epidota, calcita.

Mineral submarginal es aquel mineral no económico cuyo valor solo cubre los costos de producción y las regalías correspondientes, por lo que no se debe explotarse aún bajo mejores condiciones previsibles en el mediano plazo, porque su valor no alcanzaría a cubrir los otros gastos. Se requerirá variaciones favorables más allá de lo previsible en los parámetros económicos para transformarse en mineral económicamente explotable. (Castillo, 2018)

Como datos extras tenemos que la mineralización de la galería se repite aproximadamente cada 30-40 metros, denominadas bolsonadas o pulsaciones tras la apertura de la galería se ha ido explotando, la última encontrada y explotada en el metro 122 y tomando en cuenta que la galería posee una longitud de 157 metros, la distancia entre estos 2 puntos sería de 35m a esto se le sumaria el metraje de donde reflejo el tenor de 0,7 g de Au/Tn quedándonos un total de 38m, con lo que podríamos construir una hipótesis que estaríamos cerca de encontrar una pulsación.

La selección de las muestras para análisis de laboratorio se determinó tras el logueo cuyas observaciones fueron no favorables, encontrando características litológicas que reflejan tobas que se diferencian en el tamaño de grano de la matriz, la primera litología presenta una matriz gruesa brechosa que se asume como tobas gruesas skarnificadas con la presencia de alteraciones como la silicificación, seritización o fílica y alteración potásica y tobas skarnificadas finas con una alteración sericítica mínima, aunque la mineralización visualizada es un indicador de un ambiente de formación de yacimientos de oro, estas características van disminuyendo con forme se va a avanzando en la perforación, las vetillas de cuarzo encontradas tienen una potencia máxima de 1cm y mínima de 1mm en este caso se denota un yacimiento skarnificado retrogrado es decir que no ha culminado su formación, conociendo teóricamente que la alteración potásico-propilítico zonificado al desarrollarse en un rango de temperatura decreciente con pH alto (>6-7) casi neutro constante que se aleja gradualmente de una fuente de calor de pórfido a las rocas de la pared y por lo tanto representa un importante componente del modelo para el desarrollo por etapas de los depósitos de pórfidos de Cu-Au.

8. Conclusiones

- El levantamiento topográfico interior mina obtuvo un actualización de 80 metros de longitud, reflejando así la galería con una longitud total de 157 metros.
- La geología de la galería se caracteriza por la evidencia de rocas volcánicas sedimentarias skarnificadas que se encuentran atravesadas por varias vetillas con azimuts de 50° y 150° de cuarzo-calcita-pirita, hematita y una vetilla de sulfuros de calcopirita, esfalerita, pirita y galena. Se encuentra asociada e íntimamente ligada a la fase de alteración hidrotermal de silicificación y argilización - seritización, estas alteraciones se encuentran limitadas tanto hacia la roca caja techo como al piso.
- Estructuralmente, representa un comportamiento caótico es decir que las estructuras se presentan poli dimensionales, característico de la alteración hidrotermal presenta un sistema de fracturamiento de rumbo N-S Y NW-SE.
- Se considera un mineral no potencial cuyos resultados de los ensayos realizados reflejan bajos tenores de 0.2, 0.2 y 0.07 considerando una ley de cabeza para el molino un mínimo de 1 gr de Au/Tn para que sea factible económicamente.
- La valoración del RMR = 80% determinando así la clase II lo que corresponde a una calidad buena del macizo rocoso, reflejando así las condiciones favorables que no demanda sostenimiento.

9. Recomendaciones

- Llevar un control permanente de la topografía interna y del comportamiento geológico-estructural de las galerías para tener un mejor conocimiento de las zonas mineralizadas.
- Poner en práctica el aseguramiento y control de calidad de las muestras recolectadas tanto superficialmente como interior mina.

10. Referencias Bibliográficas

- Berenguer, T. (2020). Modelación. Obtenido de Estimación de Reservas:
<http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/exploracionminas/wp-content/uploads/2020/05/APUNTES-Modelaci%C3%B3n-Estimaci%C3%B3n-de-Reservas.pdf>
- Carenas M, Giner J, Gonzalez J, Pozo M. (2014). Geología. Obtenido de Paraninfona: :
[https://books.google.com.ec/books?id=g3a6AwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ina+author:%22CARENAS+FERNANDEZ+MARIA+BEATRIZ%22&hl=es-](https://books.google.com.ec/books?id=g3a6AwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ina+author:%22CARENAS+FERNANDEZ+MARIA+BEATRIZ%22&hl=es)
- Castillo, Y. (2018). Propuesta de Estimación de Recusos y Reservas del yacimiento aurífero "FIDAMI" Sancos-Lucanas-Ayacucho. Obtenido de Universidad Nacional del Antiplano:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8622/Castillo_Vilca_Yack.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ccanto, A. (2017). Geología Minera. Obtenido de calameo:
<https://es.calameo.com/read/0003368515e335a67656e>
- Ciencias. (2021). Ciencias 1. Obtenido de La geología en la industria minera:
<https://www.coursehero.com/file/72539145/1-la-geolog%C3%ADa-en-la-industria-mineradocx/>
- Corbett. (2005). Manual de curso corto de Corbett. Obtenido de
http://corbettgeology.com/wp-content/uploads/2018/08/Chapter_1_interactive_single_page_spread_18_2_18.pdf
- Cuenca, Á. (2015). Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia San Carlos de las minas . Obtenido de https://gadparroquialsancarlosdelasminas.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/1960139380001_PDOT-SCM-FINAL-IMPRIMIR-NXPowerLite_30-10-2015_23-47-12_compressed.pdf
- Dante, A. (2014). Topografía y sus aplicaciones. Obtenido de compañía Editorial Continental: <https://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9789702409151.pdf>
- García. (2015). Apuntes de la asignatura. Obtenido de Ampliación de la topografía minera: https://www.upct.es/~minaees/topografia_minera.pdf
- Geonext. (2020). Muestreo Geológico. Obtenido de
<https://www.geoxnet.com/muestreo-geologico/>
- Griem, w. (2020). Depósitos Minerales . Obtenido de
<https://www.geovirtual2.cl/depos/02porfcu10.htm>
- Herrera, J. (2017). Introducción a la Minería (vol.1). Conceptos, tecnologías y procesos. Obtenido de Universidad Politecnica de Madrid:
http://oa.upm.es/63396/1/INTRODUCCION_MINERIA-Edicion2_LM1B1T2_R2-20180110.pdf
- Herrera, J. (2017). Introducción a la Minería Vol III. Obtenido de La exploracion e investigacion minera :
http://oa.upm.es/63399/1/LA_EXPLORACION_Y_LA_INVESTIGACION_MINERA_LM1B1T4-R0-20170918.pdf
- Książkiewicz, M. (2015). Guía Geológica. Obtenido de Algunos Conceptos Geológicos Básicos Junta de Andalucía:
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural._Uso_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/publicaciones_renpa/guia_geologica_s_norte/03_parte_1.pdf

- L. Moliner, O. Librado, L. Martín, M. Herrero, R. Catalán, A. Hernández, M. Martínez, C. Peralta & D. Martín . (2017). Alto de El Caballo. Obtenido de Centro de Estudios Locales Alcorisa: <http://celalcorisa.com/catalogo/patrimonio-natural/patrimonio-abiotico/patrimonio-geologico-y-paleontologico/720-alto-de-el-caballo-en-la-ctra-a-225>
- Lambert, A. (2006). Manual de Muestreo para la Exploración, Minería Subterránea y Rajo Abierto . Obtenido de <https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2021/07/Muestreo-de-Minerales.pdf>
- Estruch y Tapia. (2003). Topografía subterránea para minería y obras. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/41821057.pdf>
- Martín, I. (2007). Introducción a la Geología. Obtenido de Editorial Brujas: https://books.google.com.ec/books?id=4i1_97TllyoC&pg=PA57&dq=GEOLOGIA&hl=es19&sa=X&ved=2ahUKewjthtmEg6ztAhV1sDEKHblWBe8Q6wEwAXoECAAQAQ#v=onepage&q=GEOLOGIA&f=false
- Medina, V. (2016). Geología. Obtenido de The Australasian Institute of Mining and metalurgy, Australian Institute of Geoscientists, and The Minerals Council of Australian (JCR): <https://post.geoxnet.com/codigo-jorc-recursos-y-reservas-minerales/#:~:text=Es%20la%20parte%20econ%C3%B3micamente%20explotable%20e%20un%20Recurso%20Mineral%20Indicado,quando%20se%20explota%20el%20material.>
- Mexicano, Servicio Geológico. (2020). Servicio Geológico Mexicano. Obtenido de Clasificación de Yacimientos: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Clasificacion-de-yacimientos-minerales.html
- PDOT. (2020). Obtenido de San Carlos de las Minas : <https://gadparroquialsancarlosdelasminas.gob.ec/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-pdot/>
- Tarbuck E. y Lutgens F. (2005). Introducción a la Geología.
- Veintimilla, J. (2014). Propuesta de Caracterización geológica y mineralógica del sector el Tirrero, Distrito Minero Nambija. Obtenido de Tesis de Titulación, Universidad Técnica Particular de Loja .
- Velasco, J. (2017). Estudio de Exploración.
- Griem, W. (2020). Porfidos cupríferos- estructuras. Obtenido de Geovirtual2.cl: <https://www.geovirtual2.cl/depos/02porfcu05.htm#:~:text=Stockwerk%20son%20vetills%20peque%C3%B1as%20que,de%20minerales%20de%20formaci%C3%B3n%20hidrotermal.&text=Varias%20muestras%20contienen%20la%20mena,decir%20en%20part%C3%ADculas%20finas%20aisladas.>
- Tarbuck, E., Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la Geología Física*. Obtenido de PEARSON EDUCACION S.A.
- Amstutz, G. (1971). *Glossary of mining Geology, in English, Spanish, French and German*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag. Pp 65.

11. Anexos

Anexo 1. Fichas de descripción de afloramientos

Modelo de fichas de descripción de afloramientos

<i>PROYECTO MINERO CAMPANILLAS</i>					
<i>Ficha</i>	00		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>		
<i>Sector</i>	<i>Campanillas, San Carlos de las minas</i>				
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	X		<i>Litología</i>	<i>Unidad Piuntza</i>	
	Y				
	Z		<i>Mineralización</i>	<i>Epidota-Pirita</i>	
<i>Dimensiones</i>	Largo		<i>Datos Estructurales</i>	<i>Diaclasa</i>	<i>Az. afloramiento</i>
	Alto				
<i>Muestra</i>			<i>Alteración</i>		
<i>Fotografía</i>					

PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	01		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Andesítico-basáltica fracturada con presencia de vetillas de epidota de hasta 50 mm, vetillas de cuarzo y pirita de espesor < 5mm</i>	
<i>Sector</i>	<i>Campanillas, San Carlos de las minas</i>				
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	<i>745883</i>	<i>Litología</i>	<i>Unidad Piuntza</i>	
	<i>Y</i>	<i>9551235</i>			
	<i>Z</i>	<i>1760</i>	<i>Mineralización</i>	<i>Epidota-Pirita</i>	
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	<i>46 m</i>	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Diaclasa</i>	<i>Az. afloramiento</i>
	<i>Alto</i>	<i>30 m</i>		<i>116°/53°</i>	<i>30°</i>
<i>Muestra</i>	<i>A1, A2, A3</i>		<i>Alteración</i>	<i>Hidrotermal</i>	

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	02	<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba, con matriz meteorizada y clastos angulosos de cuarzo con pirita y cuarzo feldespato potásico (ortosa) con vetillas de galena, pirita y epidota, totalmente argilitizada y altamente meteorizada dureza 3, color amarillento rojizo- negro. Textura clástica.</i>		
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas				
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	745840	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza	
	<i>Y</i>	9551178			
	<i>Z</i>	1766 msnm	<i>Mineralización</i>	Epidota-Cuarzo	
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	20m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Diaclasa Az/Inc.</i>	<i>Az/Inc. aflora.</i>
	<i>Alto</i>	5m		313°/72°	50°N/48°E
<i>Muestra</i>	A4,A5	<i>Alteración</i>	<i>Primaria: Hidrotermal Secundaria: Meteorización</i>		

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	03		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba con matriz meteorizada y clastos alterados de cuarzo mineralizado totalmente argilitizada y altamente meteorizada, dureza de ± 3, color amarillento y rojizo-negro, textura clástica.</i>
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas			
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	745824	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza
	<i>Y</i>	9551089		
	<i>Z</i>	1798 msnm	<i>Mineralización</i>	Pirita-Cuarzo
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	30m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Az. afloramiento</i>
	<i>Alto</i>	5m		37°
<i>Muestra</i>	A6-A7		<i>Alteración</i>	Meteorización

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	04		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Andesito Basalto, masiva con presencia de vetillas de pirita y epidota con una fuerte silicificación, color verde azul oscuro con un pequeño tono rosado, dureza ± 7 en la escala de Mohs, textura Afanítica. Zona de contacto se evidencia roca clara.</i>
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas			
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	745896	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza
	<i>Y</i>	9550963		
	<i>Z</i>	1854 msnm	<i>Mineralización</i>	Pirita - Epidota
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	30m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Az. afloramiento</i>
	<i>Alto</i>	25m		215
<i>Muestra</i>	M8		<i>Alteración</i>	Cuarzo – Albita

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	05		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba de cristales alterada con líticos volcánicos silicificada y epidotizada, contiene una matriz de sílice alterada y clastos de andesito basalto, con presencia de vetillas de pirita y epidota. Color blanquecino con un pequeño tono rosado dureza ±7 en la escala de Mohs. Textura Volcanoclástica.</i>	
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas				
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	745953	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza	
	<i>Y</i>	9551107			
	<i>Z</i>	1861 msnm	<i>Mineralización</i>	Cuarzo-Pirita- Epidota	
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	15 m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Diaclasa</i>	Az. afloramiento
	<i>Alto</i>	7 m			215°
<i>Muestra</i>	A9		<i>Alteración</i>	Cuarzo - Albita	

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	06		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba con líticos volcánicos silicificada y epidotizada, contiene una matriz de sílice alterada y clastos de andesito basalto, con presencia de vetillas de pirita y epidota. Color blanquecino con un pequeño tono rosado, dureza ± 7 en la escala de Mohs. Textura Volcanoclástica.</i>
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas			
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	745986	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza
	<i>Y</i>	9551097		
	<i>Z</i>	1878 msnm	<i>Mineralización</i>	Cuarzo- Pirita Epidota
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	12 m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Az. afloramiento</i>
	<i>Alto</i>	7 m		260°
<i>Muestra</i>	A10		<i>Alteración</i>	Cuarzo – Albita

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	07		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba con matriz de cristales silificada alterada, los clastos andesito basalto, presencia de vetillas de cuarzo, pirita y epidota, color blanquecino con pequeño tono rosado, textura Volcanoclástica.</i>
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas			
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	X	745971	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza
	Y	9551071		
	Z	1898	<i>Mineralización</i>	Epidota-Pirita
<i>Dimensiones</i>	Largo	15 m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Az. Aflora/Incl.</i>
	Alto	7 m		78°/75°NW
<i>Muestra</i>	A12		<i>Alteración</i>	Hidrotermal

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	08		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba se encuentra meteorizada donde existe presencia de poca calcita con una fuerte silicificación, presencia de vetillas polidireccionales de cuarzo, pirita y galena en ambos lados de la quebrada.</i>	
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas				
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	745925	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza	
	<i>Y</i>	9550881			
	<i>Z</i>	1852	<i>Mineralización</i>	Epidota-Pirita	
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	29 m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Az. Aflor.</i>	<i>Inc. Aflor.</i>
	<i>Alto</i>	15 m		210°	75° E
<i>Muestra</i>	A15		<i>Alteración</i>	Cuarzo- Albita	

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	09		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba fina, matriz de sílice intermedio a ácido con clastos de roca andesita basáltica < 17mm y presencia de vetillas de Epidota-pirita color morado grisáceo. Textura Volcanoclástica.</i>	
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas				
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	746055	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza	
	<i>Y</i>	9551040			
	<i>Z</i>	1941 msnm	<i>Mineralización</i>	Epidota-Pirita	
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	5m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Diaclasa</i>	<i>Az. afloramiento</i>
	<i>Alto</i>	2m		200°/70°SW	200°/70°SW
<i>Muestra</i>	A11		<i>Alteración</i>	Hidrotermal	

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	10		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Lava basáltica Silicificada y Epidotizada, matriz fina de sílice básico con cristales de plagioclasa con presencia de mineralización de epidota y pirita, color azul verdoso. Textura subporfíritica-afanítica.</i>	
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas				
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	746059	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza	
	<i>Y</i>	9551049			
	<i>Z</i>	1936 msnm	<i>Mineralización</i>	Cuarzo-Epidota-Pirita	
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	10 m	<i>Datos Estructurales</i>		Az. afloramiento
	<i>Alto</i>	2.5 m			178°
<i>Muestra</i>	A16		<i>Alteración</i>	Hidrotermal	

Fotografía



PROYECTO MINERO CAMPANILLAS

<i>Ficha</i>	11		<i>Descripción geológica del afloramiento</i>	<i>Toba Calcosilicatada, matriz de cuarzo, color blanco a gris presencia de cuarzo. Textura porfirítica.</i>
<i>Sector</i>	Campanillas, San Carlos de las minas			
<i>Coordenadas UTM PSAD 56</i>	<i>X</i>	745903	<i>Litología</i>	Unidad Piuntza
	<i>Y</i>	9550759		
	<i>Z</i>	1941 msnm	<i>Mineralización</i>	Cuarzo- calcita -Pirita
<i>Dimensiones</i>	<i>Largo</i>	30 m	<i>Datos Estructurales</i>	<i>Az. afloramiento</i>
	<i>Alto</i>	10 m		125°
<i>Muestra</i>	A18		<i>Alteración</i>	Hidrotermal

Fotografía





Fotografía 1: levantamiento topográfico.



Fotografía 2: Levantamiento topográfico.



Fotografía 3: Levantamiento topográfico interior mina



Fotografía 4: Levantamiento estructural.



Fotografía 5: Logueo de testigos.



Fotografía 6: Toma de muestra representativa.

Anexo 2. Fichas de registro de logueo

SONDAJE 1 CASA 1

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO																			
PROYECTO: PROYECTO SERRANO-CAMPANILAS					OBRA: EXPLORACION NIVEL PRINCIPAL														
CONDIOS		DATOS GENERALES			RESPONSABLES														
Nombre: Condios		Lugar: Condios		Fecha inicio: 22/10/19		Ejecutor: BAZERA			Pagado por:										
Edif: 9-49-2		Número: 9-49-2		Fecha fin: 22/10/1		Diámetro perforación: 100MM			Recibido por:										
Cata: 9-49-2		Intervención: 9-49-2				Caja testigo: TOTAL CAJAS													
Diámetro de perforación	Nivel freático	Módulo de recuperación	Profundidad (m)	Muestra (m)	Perfil Litológico	Descripción litológica	Método de perforación										Observaciones	Caja No.	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11
						Andaluz con fragmentos de cuarzo y granos de pirita													
						Andaluz con cuarzo y mayor presencia de pirita													
						Mayor presencia de pirita Cristalino Textura granular													
						Mayor presencia de pirita visible en la fractura Textura granular Cuarzo, vidrios de cuarzo, presencia de cuarzo													
						Textura porfírica presencia de cuarzo													
						Fracturas con presencia de cemento Oz Oy													
						textura porfírica con presencia de cuarzo, poca presencia de pirita													
						presencia de cuarzo rojo													
						piratina cuarzo rosa con presencia de Oz													
						el vetillo de cuarzo rosa cuarzo, cuarzo rojo, oz													
						mayor presencia de cemento fracturas paralelas al testigo													
						vetillo de cuarzo y color rojo poca presencia de cuarzo, cemento y cuarzo presencia de coloración roja													

OBSERVACIONES

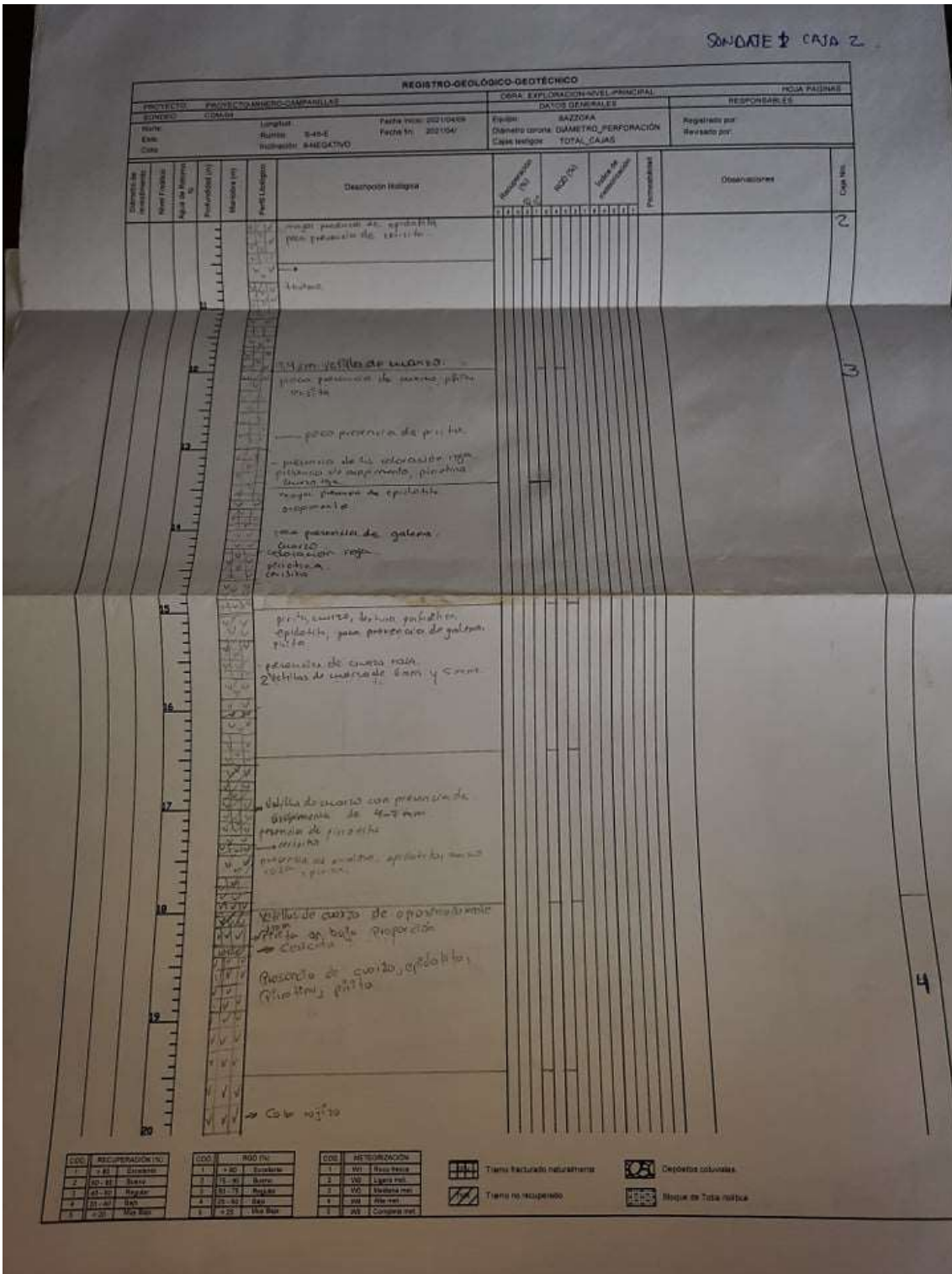
<table border="1"> <tr><th>COO</th><th>RECUPERACIÓN (%)</th></tr> <tr><td>1</td><td>0-30</td></tr> <tr><td>2</td><td>30-40</td></tr> <tr><td>3</td><td>40-50</td></tr> <tr><td>4</td><td>50-60</td></tr> <tr><td>5</td><td>60-70</td></tr> <tr><td>6</td><td>70-80</td></tr> <tr><td>7</td><td>80-90</td></tr> <tr><td>8</td><td>90-100</td></tr> </table>	COO	RECUPERACIÓN (%)	1	0-30	2	30-40	3	40-50	4	50-60	5	60-70	6	70-80	7	80-90	8	90-100	<table border="1"> <tr><th>COO</th><th>RSD (%)</th></tr> <tr><td>1</td><td>0-10</td></tr> <tr><td>2</td><td>10-20</td></tr> <tr><td>3</td><td>20-30</td></tr> <tr><td>4</td><td>30-40</td></tr> <tr><td>5</td><td>40-50</td></tr> <tr><td>6</td><td>50-60</td></tr> <tr><td>7</td><td>60-70</td></tr> <tr><td>8</td><td>70-80</td></tr> <tr><td>9</td><td>80-90</td></tr> <tr><td>10</td><td>90-100</td></tr> </table>	COO	RSD (%)	1	0-10	2	10-20	3	20-30	4	30-40	5	40-50	6	50-60	7	60-70	8	70-80	9	80-90	10	90-100	<table border="1"> <tr><th>COO</th><th>METODIZACIÓN</th></tr> <tr><td>1</td><td>VI</td></tr> <tr><td>2</td><td>VS</td></tr> <tr><td>3</td><td>VS</td></tr> <tr><td>4</td><td>VS</td></tr> <tr><td>5</td><td>VS</td></tr> <tr><td>6</td><td>VS</td></tr> <tr><td>7</td><td>VS</td></tr> <tr><td>8</td><td>VS</td></tr> <tr><td>9</td><td>VS</td></tr> <tr><td>10</td><td>VS</td></tr> </table>	COO	METODIZACIÓN	1	VI	2	VS	3	VS	4	VS	5	VS	6	VS	7	VS	8	VS	9	VS	10	VS
COO	RECUPERACIÓN (%)																																																															
1	0-30																																																															
2	30-40																																																															
3	40-50																																																															
4	50-60																																																															
5	60-70																																																															
6	70-80																																																															
7	80-90																																																															
8	90-100																																																															
COO	RSD (%)																																																															
1	0-10																																																															
2	10-20																																																															
3	20-30																																																															
4	30-40																																																															
5	40-50																																																															
6	50-60																																																															
7	60-70																																																															
8	70-80																																																															
9	80-90																																																															
10	90-100																																																															
COO	METODIZACIÓN																																																															
1	VI																																																															
2	VS																																																															
3	VS																																																															
4	VS																																																															
5	VS																																																															
6	VS																																																															
7	VS																																																															
8	VS																																																															
9	VS																																																															
10	VS																																																															

Tramo fracturado naturalmente

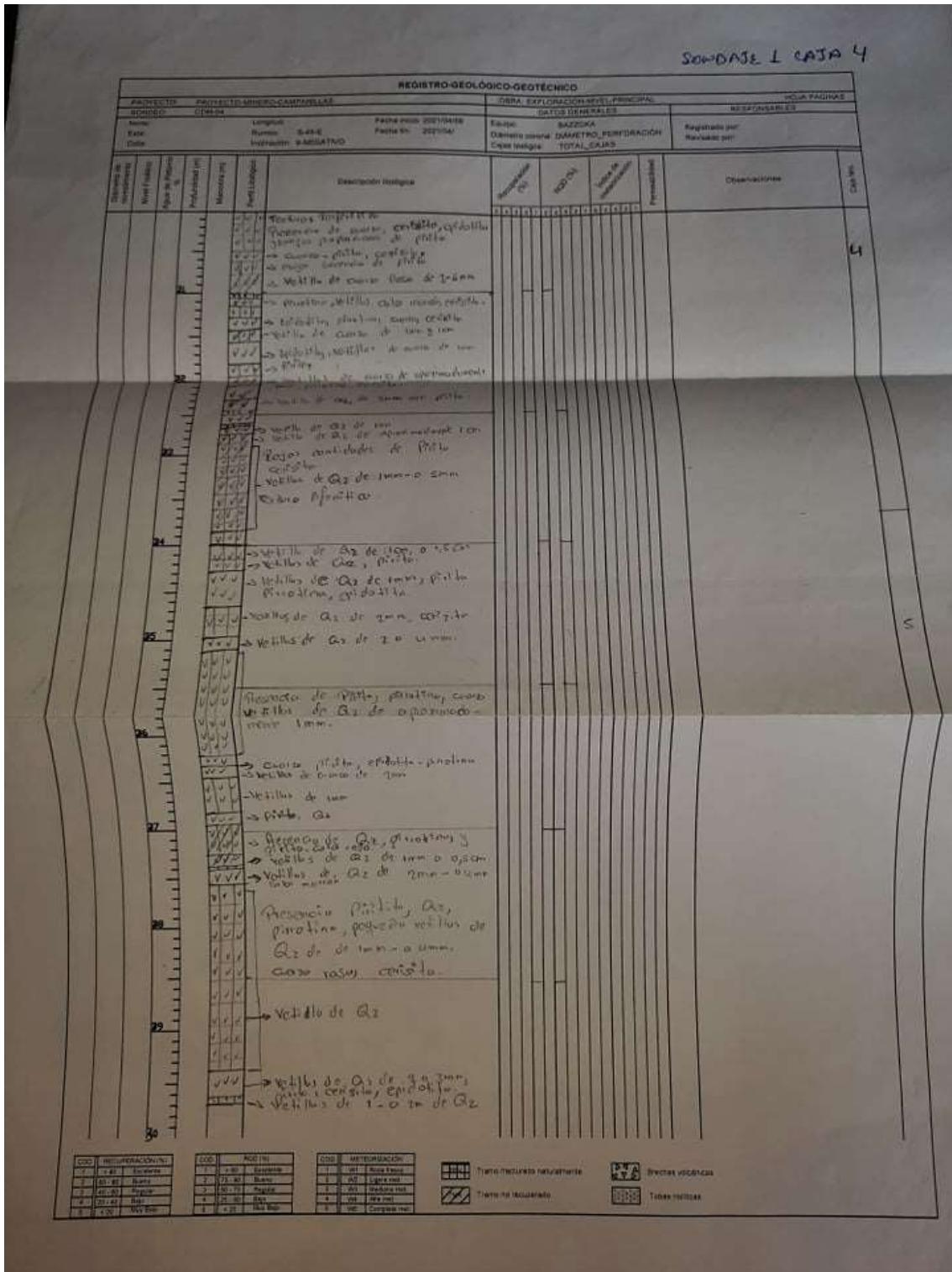
Copillets colapsados

Tramo no recuperado

Fotografía 7: Registro Geológico-Geotécnico del sondaje 1 caja 1



Fotografía 8: Registro Geológico-Geotécnico del sondaje 1 caja 2.



Fotografía 9: Registro Geológico-Geotécnico del sondaje 1 caja 4.

SONDAJE 1 CAJA 6

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO																			
PROYECTO: PROYECTO AMÉRICA-CAMPANILLAS				OBRA: EXPLORACIÓN DEL PRINCIPAL				HOJA PAGINAS:											
SUNOCO				DATOS GENERALES				RESPONSABLES											
Muro:		Longitud:		Fecha inicio:		Escriba:		Registrado por:											
Estado:		Rumbo:		Fecha fin:		Diámetro corona:		Perforado por:											
Caja:		Reducción:		Caja testigo:		Caja testigo:		TOTAL CAJAS:											
Profundidad (m)	Muestra (m)	Punto Litológico	Descripción Litológica	Perforación (%)	SGO (m)	Muestra de laboratorio	Perforación (m)	Observaciones	Caja No.										
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0			Vitales de concreto de 10cm x 10cm poca presencia de piedra textura papirística.						6										
1			FIN																
2			FIN																
3			FIN																
4			FIN																
5			FIN																
6			FIN																
7			FIN																
8			FIN																
9			FIN																
10			FIN																
11			FIN																
12			FIN																
13			FIN																
14			FIN																
15			FIN																
16			FIN																
17			FIN																
18			FIN																
19			FIN																
20			FIN																

Clase	Descripción	Clase	Descripción	Clase	Descripción
1	Gravilla	11	Gravilla	21	Gravilla
2	Gravilla	12	Gravilla	22	Gravilla
3	Gravilla	13	Gravilla	23	Gravilla
4	Gravilla	14	Gravilla	24	Gravilla
5	Gravilla	15	Gravilla	25	Gravilla
6	Gravilla	16	Gravilla	26	Gravilla
7	Gravilla	17	Gravilla	27	Gravilla
8	Gravilla	18	Gravilla	28	Gravilla
9	Gravilla	19	Gravilla	29	Gravilla
10	Gravilla	20	Gravilla	30	Gravilla

	Tierra fina		Tierra gruesa
	Tierra arcillosa		Tierra arcillosa
	Tierra pedregosa		Concreto
	Piedra		Ladrillo
	Ladrillo		Teja

Fotografía 10: Registro Geológico-Geotécnico del sondeaje 1 caja 6

SONDAJE 2 CAJA 1

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO				HOJA FRENTE	
PROYECTO		CANTON		MUNICIPIO	
PROYECTO CARRETERO-CAMPESINAS		CANTON		MUNICIPIO	
DATOS GENERALES		DATOS DE LA SONDA		DATOS DE LA PROYECTANTE	
Nombre	Fecha	Profundidad	Diámetro	Registro por	Revisado por
Carreteras	2014	100m	100mm	Yessmin Espinoza	
Estado	País	Industria	Operación		
Colombia	Colombia	INDUSTRIAL	OPERACIÓN		
DESCRIPCIÓN DE LA SONDA		DESCRIPCIÓN DE LA SONDA		DESCRIPCIÓN DE LA SONDA	
Profundidad (m)	Observaciones	Profundidad (m)	Observaciones	Profundidad (m)	Observaciones
0		0		0	
1	Textura afanítica.	1		1	al inicio cuarzo
2	Textura porfídica.	2		2	Textura afanítica
3	pirocl. cuarzo	3		3	porfídica luego
4	Relieve de fracturas sencillas	4		4	a los 100m textura
5	ocurrente.	5		5	afanítica, a los
6		6		6	0,70m textura
7	Fractura cuarzo polaca 4mm	7		7	porfídica gris
8	Textura afanítica.	8		8	oscura, al 1,20m
9	2m a textura porfídica	9		9	cuarzo de textura
10	mayor presencia de	10		10	afanítica gris
11	pirita color gris - verde	11		11	claro y verde
12	por la presencia de epidoto	12		12	presencia de epidoto.
13	presencia de mineral gris	13			
14	hornblenda?	14			
15		15			
16		16			
17		17			
18		18			
19		19			
20		20			
21		21			
22		22			
23		23			
24		24			
25		25			
26		26			
27		27			
28		28			
29		29			
30		30			
31		31			
32		32			
33		33			
34		34			
35		35			
36		36			
37		37			
38		38			
39		39			
40		40			
41		41			
42		42			
43		43			
44		44			
45		45			
46		46			
47		47			
48		48			
49		49			
50		50			
51		51			
52		52			
53		53			
54		54			
55		55			
56		56			
57		57			
58		58			
59		59			
60		60			
61		61			
62		62			
63		63			
64		64			
65		65			
66		66			
67		67			
68		68			
69		69			
70		70			
71		71			
72		72			
73		73			
74		74			
75		75			
76		76			
77		77			
78		78			
79		79			
80		80			
81		81			
82		82			
83		83			
84		84			
85		85			
86		86			
87		87			
88		88			
89		89			
90		90			
91		91			
92		92			
93		93			
94		94			
95		95			
96		96			
97		97			
98		98			
99		99			
100		100			

Observaciones:

- al inicio cuarzo
- Textura afanítica porfídica luego a los 100m textura afanítica, a los 0,70m textura porfídica gris oscura, al 1,20m cuarzo de textura afanítica gris claro y verde presencia de epidoto.
- Textura afanítica, cuarzo, gris claro, presencia de epidoto, pirita cuarzo, sílice.
- propiedad mayor presencia de pirita alrededor epidoto.
- Textura porfídica, feldspato gris + hornblenda, pirita text.
- Textura porfídica colorado, gris oscuro presencia de feldspato con epidoto pirita por coloración mitad.
- coloración gris claro, con presencia de feldspato.
- Fractura longitudinal no separada.
- a los 7,60 testigo con bondamiento de 47° grados con coloración rosa presencia de feldspato coloración verde por la epidoto y muy presencia de pirita de 4cm.
- mitad de testigo rosa y mitad gris oscuro.

Fotografía 11: Registro Geológico-Geotécnico del sondaje 2 caja 1.

SONDAJE 2 CAJA 3

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO																																																																	
PROYECTO: FERRIS-ESQUARRE/COMPAÑIAS SA					USO: ESTACIONAMIENTO PRINCIPAL			SECTOR: FACILIDAD																																																									
SONDAJE: 12345					DATOS GENERALES			RESPONSABLES																																																									
Fecha: 10/01/2014		Lugar: 8452		Fecha inicio: 2013/04		Código: SAZTECA		Registrado por: Yessenia Espinosa																																																									
Código: 99201700		Reducción: 99201700		Código: 99201700		Código: 99201700		Código: 99201700																																																									
<table border="1"> <tr> <th>Profundidad (m)</th> <th>Descripción Geológica</th> <th>Diámetro (mm)</th> <th>Velocidad (m/min)</th> <th>Rotación (rpm)</th> <th>Presión (kg/cm²)</th> <th>Observaciones</th> <th>Caja No.</th> </tr> <tr> <td>0 - 1.5</td> <td>TN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Tramo NO Recuperado muy frías chuecas pocas manchas que no definen lestrigo</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1.5 - 2.5</td> <td>TN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>may frías chuecas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.5 - 3.5</td> <td>TN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>textura afanítica color gris claro a los 1.5 m x encuentra mineralización color rojo con gran cantidad de oxipimentos. Fracturas con relleno de yeso y talca. Veteado de cuarzo presencia de pirita.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.5 - 4.5</td> <td>TN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>alos 1.50 texturas porfíricas con pirita cuarzo semilla de fractura</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.5 - 5.5</td> <td>TN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Tramo NO recuperado muy frías chuecas a los 1.4 m Fracturas de vetillo de cuarzo de potencia. Sem. presencia de pirita. Cuarzo mal formado druse.</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5.5 - 6.5</td> <td>TN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>en el metro 1.45 mayor presencia de epidota. cuarzo, talca y pirita coloración rosas</td> <td></td> </tr> </table>										Profundidad (m)	Descripción Geológica	Diámetro (mm)	Velocidad (m/min)	Rotación (rpm)	Presión (kg/cm²)	Observaciones	Caja No.	0 - 1.5	TN					Tramo NO Recuperado muy frías chuecas pocas manchas que no definen lestrigo	2	1.5 - 2.5	TN					may frías chuecas		2.5 - 3.5	TN					textura afanítica color gris claro a los 1.5 m x encuentra mineralización color rojo con gran cantidad de oxipimentos. Fracturas con relleno de yeso y talca. Veteado de cuarzo presencia de pirita.		3.5 - 4.5	TN					alos 1.50 texturas porfíricas con pirita cuarzo semilla de fractura		4.5 - 5.5	TN					Tramo NO recuperado muy frías chuecas a los 1.4 m Fracturas de vetillo de cuarzo de potencia. Sem. presencia de pirita. Cuarzo mal formado druse.	3	5.5 - 6.5	TN					en el metro 1.45 mayor presencia de epidota. cuarzo, talca y pirita coloración rosas	
Profundidad (m)	Descripción Geológica	Diámetro (mm)	Velocidad (m/min)	Rotación (rpm)	Presión (kg/cm²)	Observaciones	Caja No.																																																										
0 - 1.5	TN					Tramo NO Recuperado muy frías chuecas pocas manchas que no definen lestrigo	2																																																										
1.5 - 2.5	TN					may frías chuecas																																																											
2.5 - 3.5	TN					textura afanítica color gris claro a los 1.5 m x encuentra mineralización color rojo con gran cantidad de oxipimentos. Fracturas con relleno de yeso y talca. Veteado de cuarzo presencia de pirita.																																																											
3.5 - 4.5	TN					alos 1.50 texturas porfíricas con pirita cuarzo semilla de fractura																																																											
4.5 - 5.5	TN					Tramo NO recuperado muy frías chuecas a los 1.4 m Fracturas de vetillo de cuarzo de potencia. Sem. presencia de pirita. Cuarzo mal formado druse.	3																																																										
5.5 - 6.5	TN					en el metro 1.45 mayor presencia de epidota. cuarzo, talca y pirita coloración rosas																																																											

Fotografía 12: Registro Geológico-Geotécnico del sondeaje 2 caja 3.

SONDAJE 3 CAJA 2

REGISTRO GEOLOGICO-GEOTECNICO									
PROYECTO				CANTON				CANTON	
INSTITUTO VECINAL CAMPESINO				CANTON				CANTON	
Nombre		Lugar		Fecha inicio		Fecha fin		Escala	
								BAEROKA	
Estado		Número		Código		Código		Observaciones	
								11.70 m de 0.4mm - 1cm 2 de 4.75mm	
Código		Indicador		Indicador		Indicador		Indicador	
<p>Descripción litológica</p> <p>Coloración más homogénea textura porfidica. cuarczo plagioclásico. mineralización negra. puede presentarse piedra Vetillo</p> <p>Observaciones</p> <p>Vetillo menor 3 mm a 9 mm</p>									

Fotografía 14: Registro Geológico-Geotécnico del sondaje 3 caja 2

Anexo 3. Logueo de testigos de perforación

Logueo rápido primer sondaje. Elaborado por: Autora

Código	De (cm)	Hasta (cm)	Litología	% Recuperación	RQD %	Caja
SCBI	0	150	Roca andesítica, con	66,6	17,33	1
	150	300	incrustaciones de	70,6	45,86	
	300	450	cuarzo, pirita, epidota,	88,86	29,4	
	450	600	galena, fracturamiento	91	71,46	
	600	750	natural con sericita	86,33	28,93	2
	750	900	como relleno.	89	17,73	
	900	1050	Vetillas de cuarzo	85,93	22,46	
	1050	1200	Mayor presencia de	94,6	40,53	
	1200	1350	epidota, disminuye la	62,2	0	3
	1350	1500	cantidad de sericita	83,33	35,66	
	1500	1650	Vetilla de cuarzo de 1,4	84,73	45,46	
	1650	1800	cm	89,47	40,6	
	1800	1950	Presencia de	74,47	15,13	4
	1950	2100	oropimente.	65,53	15	
	2100	2250	Poca presencia de	77,06	35,9	
	2250	2400	galena.	99,73	32,8	
	2400	2550	Presencia de cuarzo,	85,2	34,4	5
	2550	2700	sericita, epidota, baja	83,47	22,27	
			presencia de pirita,			
			presencia de vetillas			
			de cuarzo rosa de entre 3			
			mm y 6 mm			

2700	2850				66,67	10,27	
2850	3000				67,66	16,53	
3000	3150				30,06	0	6
3150	3375	Material	fino	no	59,37	21,94	
		recuperado.					
3375	3500	Fracturas	paralelas	al	87,28	56,88	
		testigo					
3500	3558				91,72	56,55	

Logueo rápido segundo sondaje. Elaborado por: Autora

Código	De (cm)	Hasta (cm)	Litología	% Recuperación	RQD %	Caja
SCBD	0	150	Roca andesítica,	51,73	15,93	1
	150	300	presencia de	95,13	69	
	300	450	oropimente, roca	92,26	21,4	
	450	600	facturada naturalmente	79,46	27,6	
	600	750	con relleno de sericita,	67,86	17,2	2
	750	900	presencia de epidota	87,93	20,13	
	900	1050	Tramo no recuperado	55,93	7,13	
	1050	1254	Tramo no recuperado	19,11	0	
	1254	1350	Vetillas de cuarzo	50,1	31,04	3
	1350	1500	Presencia de	35,33	10,2	
			oropimente			

Logueo rápido tercer sondaje. Elaborado por: Autora

Código	De (cm)	Hasta (cm)	Litología	% Recuperación	RQD %	Caja
H	0	150	Roca andesita, con	83,06	41,13	1

150	300	bandeamiento de vetillas de cuarzo	88,26	48,3	
300	450	milimétricas	89,53	54,53	
450	600	polidireccionales, fracturamiento natural	49,33	0	
600	750	con relleno de sericita,	68,8	16,66	2
750	900	presencia de hornablenda, presencia	67	23	
900	1050	de piritita, epidota.	72,4	6,86	
1050	1200		61,86	31,4	

Anexo 4 Resultados de laboratorio

INFORME DE ENSAYO

Nº.15239

Cliente	: Ausberto Moises Zuloa Salinas
Dirección	: <u>Lola</u>
Tipo de Muestra	: <u>Mineral</u>
Envase	: Funda Plástica
Condición de la Muestra	: En buenas condiciones para analizar
Recepción de Muestra Nº	: 10777
Fecha de Recepción de Muestras	: 2021-11-25 07:43:18.0
Fecha Inició Análisis	: 2021-11-25
Fecha Terminó Análisis	: 2021-11-25
Fecha de Emisión del Informe	: 2021-11-25

Los datos subrayados son proporcionados por el cliente. Albexus no es responsable por dicha información.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del laboratorio Albexus.

Las actividades del laboratorio se realizan en la sede principal, Piñas.

Los testigos de las muestras se almacenan por un periodo de 2 meses.



INFORME DE ENSAYO

N° 15239

RESULTADOS

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	Comp. N°	Cod. Alb.	Au g/t
Sondaje SCBD		65011	0.2
Sondaje SCBI		65012	0.2
Sondaje H		65013	0.07

Comp. N°: Número de muestras que conforman el compuesto // Cod. Alb.: Código Albexxus

Los resultados solo están relacionados con los ítems de ensayo.

Las muestras fueron proporcionadas por el cliente.

METODOS:

1. Au, Ag: ALB-MET-01. Determinación de Au y Ag por ensayo al fuego.
2. Cu, Pb, Zn, As, Fe: ALB-MET-02. Determinación de Metales por Digestión con HNO₃(cc) por Absorción Atómica.
3. Au, Ag: ALB-MET-04. Determinación de Au y Ag por copelación en barras doré

COMENTARIOS:

FINAL DEL DOCUMENTO

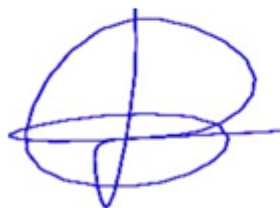


Anexo 5. Certificación de la traducción al idioma ingles del resumen

Certificado

Yo, **Nathali del Cisne Cuenca Collaguazo**, con cédula de Identidad **1105775330**, como **Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Idioma**, certifico que este documento es una versión correcta de traducción literal del español al inglés. También, se certifica la fidelidad de la traducción mas no se asume responsabilidad por la autenticidad o el contenido del documento en lengua de origen.

Miércoles, 18 de mayo del 2022



LIC. NATHALI CUENCA

NRO. De registro SENESCYT de Titulación: 1008-2018-1987008

CEL. 0981207483

Anexo 6. Mapas

Mapa de ubicación

Mapa de Geología Regional

Mapa de geología Local

Mapa de levantamiento topográfico superficial

Mapa de levantamiento topográfico interior mina

Mapa de levantamiento geológico estructural

Mapa de proyección y perfiles de los sondajes realizados

(Ubicados en CD 1)