

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Caracterización mineralógica de un yacimiento
epitermal aplicando el método de luz transmitida y
luz reflejada**

Juan Alberto de la Cruz Yupanqui

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Nelida Tantavilca Martinez
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 1 de Junio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

CARACTERIZACION MINERALOGICA DE UN YACIMIENTO EPITERMAL APLICANDO EL METODO DE LUZ TRASMITIDA Y LUZ REFLEJADA

Autores:

1. Juan Alberto de la Cruz Yupanqui – EAP. Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 40 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I.....	10
1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.1. Planteamiento del problema.....	10
1.2. Formulación Del Problema.....	10
1.2.1. Problema general.....	10
1.2.2. Problemas específicos.....	10
1.3. Objetivos	11
1.3.1. Objetivos Generales.....	11
1.3.2. Objetivos Específicos.....	11
1.4. Justificación e importancia.....	11
1.5. Hipótesis de la investigación	11
1.5.1. Hipótesis específicas	12
1.6. Identificación de Variables	12
1.6.1. Variable independiente.....	12
1.6.2. Variable dependiente.....	12
1.7. Operacionalización de variables.....	12
CAPÍTULO II.....	14
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes del problema.....	14
2.2. Generalidades	16
2.2.1. Ubicación y Acceso.....	16
2.2.2. Propiedad minera	17
2.2.3. Clima y vegetación	17
2.2.4. Geomorfología	18
2.2.5. Geología.....	19
2.2.5.1. Geología Regional	19
2.2.5.2. Geología local.....	20

2.2.5.3.	Estructura geológica.....	21
2.3.	Bases Teóricas	22
2.3.1.	MICROSCOPÍA ÓPTICA	22
2.3.1.1.	Polarización	22
2.3.1.2.	Refracción y Reflexión	23
2.3.2.	EL MICROSCOPIO DE POLARIZACIÓN	24
2.3.2.1.	Microscopio de polarización de luz transmitida.....	24
2.3.2.2.	Microscopio de polarización de luz reflejada	25
2.3.3.	ESTUDIO CON LUZ REFLEJADA	27
2.3.4.	PREPARACIÓN DE MUESTRAS	27
2.3.5.	GENERALIDADES SOBRE LOS MINERALES	28
2.3.6.	LUZ LINEALMENTE POLARIZADA TRANSMITIDA EN MINERALES TRANSPARENTES	29
2.3.6.1.	En minerales isótropos.....	29
2.3.6.2.	En minerales anisótropos.....	29
2.3.7.	ESTUDIO CON ILUMINACIÓN ORTOSCÓPICA TRANSMITIDA	29
2.3.7.1.	ESTUDIO CON NÍCOLES PARALELOS	29
2.3.7.2.	ESTUDIO CON NÍCOLES CRUZADOS.....	33
2.3.8.	Opacos	38
CAPÍTULO III.....		39
3.	METODOLOGÍA.....	39
3.1.	Métodos y alcance de la investigación	39
3.1.1.	Tipo de investigación.....	39
3.1.2.	Nivel de investigación	39
3.2.	Diseño de la investigación	39
3.2.1.	Descriptivo	39
3.3.	Población y muestra.....	39
3.3.1.	Población	39
3.3.2.	Muestra.....	39
3.4.	Técnicas e instrumentación de recolección de datos.....	39
CAPÍTULO IV.....		41
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
4.1.	SECCIONES PULIDAS.....	41
4.1.1.	Secciones pulidas	41
4.1.1.1.	Muestra 1.....	41

4.1.1.2.	Muestra 2.....	45
4.1.1.3.	Muestra 3.....	49
4.1.1.4.	Muestra 4.....	54
4.1.1.5.	Muestra 5.....	59
CONCLUSIONES.....		65
RECOMENDACIÓN		66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		67
ANEXOS.....		69

AGRADECIMIENTOS

Me faltarían palabras para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo merecen reconocimiento especial a mi Esposa y mis Padres que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo más que suficiente para no decaer cuando todo parecía muy complicado e imposible para salir adelante a pesar de las dificultades se pudo salir adelante y lograr el objetivo anhelado que tanto quise. Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hijos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y estoy seguro que algún día yo me convierta en esa fuerza incondicional para que puedan seguir avanzando en su camino profesional con buenos valores y principios para nuestro país. De la misma manera, agradezco a mi

asesora de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a ti mi Dios todo poderoso, por haberme encaminado y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi Esposa, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional. A mis hijos, Qori, Micaela y Adriano que son los motores de mi corazón. A mi abuelita Cayetana, que ya no está con nosotros pero ella siempre estará en los corazones de mis hijos y por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estuvo dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

RESUMEN

La investigación propuesta tiene como objetivo principal identificar las características petro mineralógicas de la concesión de un yacimiento epitermal. Para lograr este objetivo, se emplea el microscopio polarizante de luz reflejada y luz transmitida para determinar la paragénesis de los minerales y alteraciones presentes en las muestras y obtener información para realizar un modelamiento .

Las estructuras geológicas pertenecientes al distrito San José de Quero, que se presentan como afloramientos, consisten en cuerpos volcánicos de composición granítica-diorítica de naturaleza intrusiva. Estas estructuras secundarias nos proporcionarán el contexto geológico para el estudio de las muestras recolectadas.

Se realizaron secciones pulidas de las muestras se prepararon para el análisis posterior. Los análisis macro y microscópicos se llevaron a cabo en un laboratorio, con el respaldo del gerente general de "Geoexploración Ingenieros Perú S.A.C". Estos análisis proporcionaron datos valiosos que fueron fundamentales para la interpretación de los resultados.

Finalmente, la interpretación de las fotomicrografías obtenidas mediante el microscopio polarizante de luz reflejada. Estas fotomicrografías describen la mineralogía, alteraciones, paragénesis y distribución volumétrica porcentual de todas las muestras analizadas.

La investigación busca brindar una información detallada de las características petromineralógicas de la concesión de un yacimiento epitermal. Este conocimiento puede ser fundamental para añadir valor al yacimiento y para guiar futuras actividades de exploración y explotación minera.

Palabras clave: secciones pulidas-luz reflejada

ABSTRACT

The main objective of the proposed research is to identify the petromineralogical characteristics of the Yurac Rumi epithermal deposit concession. To achieve this objective, the reflected light polarizing microscope is used to determine the paragenesis of the minerals and alterations present in the samples.

The geological structures, which appear as outcrops, consist of volcanic outcrops and bodies of granitic-dioritic composition of intrusive nature. These structures will provide the geological context for the study of the collected samples.

Polished sections of the samples were prepared for further analysis. The microscopic and macroscopic analyzes were carried out in a geological laboratory, with the support of the general manager of "Geoexploración Ingenieros Perú S.A.C". These analyzes provided valuable data that were critical to the interpretation of the results.

Finally, the interpretation of the photomicrographs obtained using the polarizing reflected light microscope. These photomicrographs describe the mineralogy, alterations, paragenesis and percentage volumetric distribution of all the samples analyzed.

The research seeks to provide a detailed understanding of the petromineralogical characteristics of an epithermal deposit concession. This knowledge can be fundamental to add value to the deposit and to guide future exploration and mining activities.

INTRODUCCIÓN

El proyecto minero ubicado en Yurac Rumi, en la región de Junín, distrito de Molinos, a una altitud de 4,500 metros sobre el nivel del mar, se encuentra en la etapa de exploración. La geología de la zona se caracteriza por la presencia de intrusivos pertenecientes a la familia Sucllamachay, los cuales yacen sobre rocas metamórficas del grupo Mitú.

Para comprender adecuadamente este yacimiento, es necesario realizar un estudio detallado utilizando microscopía de luz reflejada. Este método permite observar las características físicas de los minerales a una escala microscópica, lo que resulta esencial para entender su génesis.

El análisis mineralógico debe responder a preguntas específicas, como, por ejemplo, ¿cuáles son los minerales que tienen valor económico?, ¿qué minerales se encuentran asociados con los minerales de mena?, y ¿cuál es la relación textural entre los minerales y la ganga?

Para la industria minera, no es suficiente con identificar los minerales presentes, sino que también es crucial expresar esta información en términos cuantitativos. Los ingenieros de minas y los metalurgistas esperan no solo la identificación de los minerales de interés económico y sus asociaciones, sino también la abundancia relativa de cada uno de estos minerales.

Además, el estudio mineralógico debe prever el comportamiento de estos minerales durante los procesos de concentración mineral. Por lo tanto, es fundamental realizar una descripción cuantitativa de la textura mineral, que incluya las relaciones geométricas y espaciales entre los diferentes constituyentes minerales.

En resumen, el estudio mineralógico utilizando microscopía de luz reflejada debe proporcionar información detallada y cuantitativa sobre los minerales presentes en el yacimiento, sus asociaciones, y su comportamiento durante los procesos de beneficio mineral. Esto es crucial para la toma de decisiones en la exploración y explotación minera.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La correcta identificación de rocas, minerales y las alteraciones presentes en los yacimientos mineros es crucial para el éxito de la prospección y exploración minera. La petromineralogía juega un papel fundamental en este proceso, ya que proporciona información detallada sobre la composición mineralógica de las rocas y los minerales presentes en el yacimiento. Al realizar estudios petromineralógicos de los afloramientos en una concesión minera, se pueden obtener datos importantes sobre la mineralización presente en el área. Esto incluye la identificación de minerales de interés económico, así como la detección de alteraciones hidrotermales u otros signos indicativos de la presencia de depósitos minerales. La aplicación de herramientas geológicas y técnicas de ingeniería de minas en este proceso es fundamental para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos. Esto puede implicar el uso de técnicas de mapeo geológico, análisis petrográfico, microscopía de minerales, entre otros métodos.

Una vez que se ha determinado la mineralogía del afloramiento, se pueden realizar estudios más complejos, como pruebas metalúrgicas, modelado geológico 3D, estimaciones de recursos y reservas minerales, entre otros. Estos estudios proporcionarán información adicional para evaluar el potencial económico del yacimiento y planificar futuras actividades mineras.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo se realizaría la caracterización petromineralogica mediante microscopia óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los minerales de mena y ganga identificados mediante la caracterización mineralogica mediante microscopia óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera?

- ¿Cuál es la paragénesis que se identificó mediante la caracterización mineralógica mediante microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera?
- ¿Cuáles son las alteraciones identificadas mediante la caracterización mineralógica mediante microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos Generales

- Realizar la caracterización petromineralógica mediante microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera Chaupiloma 2007.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los minerales de mena y ganga mediante la caracterización petromineralógica mediante microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera.
- Identificar la paragénesis mediante la caracterización petromineralógica mediante microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera
- Identificar los tipos de alteraciones mediante la caracterización petromineralógica mediante microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera.

1.4. Justificación e importancia

Esta investigación se justifica por la falta de estudios de microscopía óptica de luz reflejada y transmitida además de la poca información mineralógica que se tiene del prospecto minero

Así mismo la importancia que tiene esta tesis es ofrecer una base sólida para un posterior estudio que determine el valor económico que tiene esta concesión a partir de su mineralogía óptica.

1.5. Hipótesis de la investigación

- La caracterización petromineralógica por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera es factible.

1.5.1. Hipótesis específicas

- Se identificará los minerales de mena y ganga por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera
- Se identificará la paragénesis mena por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera.
- Se identificará las alteraciones por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera

1.6. Identificación de Variables

1.6.1. Variable independiente

- Microscopio óptico de luz transmitida y reflejada.

1.6.2. Variable dependiente

- Identificación de rocas y minerales.

1.7. Operacionalización de variables

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES
¿Cómo se realizaría la identificación de rocas y minerales por el método de microscopía óptica de reflejada en la concesión minera	Identificar rocas y minerales por el método de microscopía óptica de luz reflejada en el prospecto minero.	La identificación de rocas y minerales por el método de microscopía óptica de luz reflejada en la concesión minera es factible.	DEPENDIENTE: - Identificación de rocas y minerales.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	
¿Cuáles son los minerales de ganga identificados por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera ?	Identificar los minerales de ganga por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión.	Se identificará los minerales ganga por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera	INDEPENDIENTE: - Microscopio óptico de luz transmitida y reflejada.
¿Cuáles son los minerales mena identificados por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera?	Identificar minerales de mena por el método de microscopía óptica de luz transmitida reflejada en la concesión minera.	Se identificará los minerales mena por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera.	
¿Cuáles son las alteraciones identificadas por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión ?	Identificar los tipos de alteraciones por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera	Se identificará las alteraciones por el método de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada en la concesión minera.	

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Como antecedentes de los problemas explicados anteriormente tenemos a:

- a) Según la tesis titulada “Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007” realizada por Greys Liliba Valenzuela Tello y César Augusto Buendía Marmanillo en 2020, tiene como objetivo principal calcular las reservas y estimar los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007 mediante una evaluación geológica detallada. (1)
- b) Según la tesis titulada “Caracterización Mineragráfica de la Veta 722, U.E.A San Cristobal – Yauli la Oroya” realizada por Jaime Wiber Quispe Saez en 2020, tiene como objetivo principal describir las características mineragráficas de la veta 722 en la Unidad Económica Administrativa (U.E.A) San Cristóbal, ubicada en Yauli, La Oroya. (3)
- c) Según la tesis titulada “Caracterización Geológica y Metodología de Estimación de Recursos en Vetas Angostas del Batolito de Pataz” realizada por Joe Louis Espinoza Montreuil en 2018, tiene como objetivo principal determinar si la propuesta de metodología de estimación es adecuada para estimar recursos minerales en las vetas auríferas angostas del Batolito de Pataz. (6)
- d) Según Álvarez (2019), en su investigación “Caracterización Mineralógica En Especímenes Obtenidos de dos Epitermales en la Región Arequipa”. Nos menciona que se llegó a apreciar distintos aspectos mineralógicos en el entorno epitermal de mayor sulfuración e mediana sulfuración con ayuda de la microscopía óptica de luz reflejada y luz transmitida, como apoyo al estudio se hizo difracción con rayos x. Esto se llevó a cabo gracias a la caracterización de 19 muestras de zonas de alteración y mineralización muy comunes. Terminado el estudio de las 19 muestras obtenidas se llegó a identificar que 9 de ellos eran parte del sistema epitermal de mayor sulfuración, eso fue debido a la presencia de vuggy sílica (sílice residual oquerosa) y de alunita. Las muestras restantes son pertenecientes al sistema epitermal de sulfuración media, notando la presencia de sericita como mineral importante en la alteración consecuente de este tipo epitermal.

- e) Según (1) la tesis “Comportamiento de la mineralización de oro en el batolito de la costa, en la súper unidad Santa Rosa, Chosica – Lima “. La investigación se realizó en los distritos de Lurigancho – Chosica, se realizó un mapeo geológico donde el 70% de rocas son de la Supe unidad Santa Rosa de edad Cretáceo superior; se presume que las fracturas coinciden en una dirección de NO – SE hacia los Andes, de todo ello se observó que las concentraciones de minerales de oro y plata se depositaron en dos zonas. Una de las zonas La Cantuta - 9 de octubre, tiene mayor concentración de oro que cobre y la otra San Antonio-Corossio; contiene una concentración contraria a la primera zona, es decir, tiene mayor concentración en cobre que oro. Se describieron las muestras tomadas del área mapeado y se realizó un estudio petrográfico; se realizaron con el objetivo de identificar el comportamiento del oro en las estructuras de la Super unidad Santa Rosa; sector Chosica, donde se observó que se encuentran a nivel microscópico. A todo ello de las muestras recolectadas se realizaron estudios químicos y presentaron un alto contenido de oro por zonas, por resultado la de mayor contenido la Cantuta.
- f) Según (2) la tesis “ La Caracterización Microscópica de minerales en la Paragénesis del Yacimiento Shalipayco” Nos menciona que se realizó el proceso de “análisis químico y estudio mineralógico bajo el microscopio óptico a un total de 51 muestras de testigos de perforación diamantina al laboratorio de la PUCP ”, a fin de “identificar los principales fases portadores de metales (Zn, Pb, Ag) y metales contaminantes (As)”. En donde se preparó una lámina delgada cubierta para el “análisis de minerales transparentes y secciones pulidas para el estudio de minerales de mena”. “En las zonas mineralizadas del proyecto Shalipayco se ha reconocido en la roca huésped cambios en su textura, permeabilidad y composición, alteraciones epigenéticas y diagenéticas que permitieron la mineralización de Zn, Pb y Ag en los mantos.”

Según (3) la tesis: “Caracterización Minerográfica de la Veta 722, U.E.A. San Cristóbal – Yauli La Oroya 2018 ”. Nos menciona que su estudio “fue resultado del análisis mineralógico de 8 muestras obtenidas de la Veta 722 en las tres zonas (zona alta, media y baja), con el objetivo de definir la caracterización minerográfica de sulfuros y sulfosales, para determinar la secuencia paragenética y el zoneamiento probable de la veta”. En donde se usó la microscopía óptica que permitió identificar: pirita, pirrotina, esfalerita, marcasita, covelita, hematita I,

calcopirita I y II, cobres grises y sulfosales de plomo; con la información obtenida de “minerales y sus texturas observadas en muestras de DDH se ordenaron en Fase A: cuarzo, pirita, arsenopirita, pirrotita, marmatita, calcopirita I. Fase B: tenantita – tetraedrita, freibergita, bournonita, esfalerita, calcopirita II, galena. Fase C: marcasita, ankerita – siderita y minerales secundarios hematita I y II”, covelita, magnetita. Así mismo se llegó a la conclusión de que la zonificación

Según (2) la tesis “Caracterización Mineralógica de la calcopirita y su impacto en la producción de concentrados de Cobre en Minería Estefany S.A.A”. La finalidad de esta investigación fue determinar la ratio de concentración de mineral, y tener la certeza de presencia de cobre en la formación geológica para preparar un diseño de extracción y procesamiento. La investigación se llevó a cabo desde el enfoque cuantitativo y un diseño experimental; realizándose así cuatro etapas de desarrollo. En la primera obteniendo las muestras representantes se observaron ocho frentes de explotación. Se observó que las muestras contenían cantidades aceptables de cobre en minerales sulfurosos como son: calcopirita, bornita y covelita. Se concluye de la prueba realizada de caracterización mineralógica y flotación experimental, la concentración de cobre es de 24% y de una ratio a 4.16; a todo esto, se ha estructurado un sistema de caracterización mineralógica y posterior flotación experimental. calcinación de la veta tiene relación directa con la secuencia paragenética.

2.2. Generalidades

El paraje Yurac Rumi, anexo Quero, distrito Molinos, provincia Jauja, departamento Junín, en Perú, es una zona montañosa con una altitud promedio de 4,500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Esta área geográfica puede presentar una variedad de condiciones climáticas y geológicas que podrían influir en la exploración y prospección minera en el sitio. Es importante considerar estos factores al llevar a cabo actividades de investigación y evaluación en el prospecto minero.

2.2.1. Ubicación y Acceso

Exactamente, la altitud y la topografía de la zona pueden influir significativamente en las condiciones climáticas, como la temperatura, la precipitación y la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos. Además, la geología local puede variar, lo que afectaría la composición y distribución de los depósitos minerales en el área. Es esencial comprender

estas condiciones para planificar y llevar a cabo actividades de exploración minera de manera efectiva y segura. La preparación adecuada y la consideración de estos factores son fundamentales para el éxito de la exploración y prospección en el prospecto minero

2.2.2. Propiedad minera

La propiedad minera está constituida por la concesión minera de código 01-05549-07, 100 has, perteneciente a la empresa minera Monserrat S.A.C. cuyas coordenadas de los vértices son las siguientes:

Tabla N. 3 Coordenadas de los vértices del Prospecto Chaupiloma 2017

Vértice	Coordenadas UTM PSAD 56	
	Norte	Este
1	8,713,000.00	461,000.00
2	8,712,000.00	461,000.00
3	8,712,000.00	460,000.00
4	8,713,000.00	460,000.00
Vértice	Coordenadas UTM WGS84	
	Norte	Este
1	8,712,633.27	460,775.06
2	8,711,633.26	460,775.07
3	8,711,633.26	459,775.08
4	8,712,633.27	459,775.07

Fuente: Resumen del derecho minero por INGEMMET-GEOCATMIN

2.2.3. Clima y vegetación

La descripción del clima y la fisiografía de la zona donde se encuentra ubicado el prospecto minero Chaupiloma 2007 proporciona un contexto importante para comprender las condiciones ambientales en las que se desarrolla la actividad minera.

El clima templado-frío y seco, característico de la región altoandina, se caracteriza por precipitaciones pluviales, nevadas y granizadas durante los meses de diciembre a marzo. Por otro lado, los meses de abril a septiembre son secos y se producen fuertes heladas. Esta variabilidad climática puede influir en las

operaciones mineras y en las medidas de seguridad que deben tomarse para proteger a los trabajadores y las instalaciones.

La topografía abrupta y las cumbres elevadas que forman valles en la zona presentan desafíos adicionales para las actividades mineras, como el acceso a las áreas de trabajo y el transporte de equipos y materiales. Además, la presencia de ríos y cuencas hidrográficas cercanas, como el Río Curimarca, el Tulumayo y el Perené, también puede tener implicaciones en términos de gestión del agua y la protección del medio ambiente.

La zona ecológica de Puna, donde se encuentra ubicado el prospecto, se caracteriza por un relieve relativamente suave, pero también por la presencia de heladas frecuentes que limitan las actividades agrícolas. La vegetación está compuesta principalmente por gramíneas, como el ichu, así como por plantas almohadilladas y rosetadas, que proporcionan alguna utilidad para el pastoreo de ovinos y vacunos en la zona.

En resumen, la comprensión del clima, la topografía y la vegetación de la zona donde se ubica el prospecto minero Chaupiloma 2007 es fundamental para el desarrollo de actividades mineras sostenibles y responsables, que minimicen el impacto en el medio ambiente y maximicen la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

(INGEMMET. Geología del cuadrángulo de Jauja. (7)

2.2.4. Geomorfología

La descripción de las regiones geomorfológicas proporciona información valiosa sobre el entorno en el que se encuentra ubicado el prospecto minero, específicamente en la región de la Cordillera Oriental.

La Cordillera Oriental se caracteriza por su ubicación en dirección NO-SE y está compuesta por picos alineados que superan los 5,500 metros sobre el nivel del mar, como los macizos de Marairazo y Huaytapallana, que incluyen los picos Chuspe, Talves y Cachas. Este relieve montañoso se atribuye en gran parte a la actividad tectónica reciente, especialmente la tectónica postpuna, como se evidencia en la falla inversa de Pariahuanca.

El prospecto minero se encuentra alojado en esta región geomorfológica, lo que implica que está situado en un entorno montañoso con altitudes elevadas y una topografía accidentada. Esta ubicación geográfica puede influir en varios aspectos relacionados con la actividad minera, como el acceso a las áreas de trabajo, la infraestructura requerida y las condiciones climáticas. Además, la presencia de la Cordillera Oriental en la región sugiere la existencia de potencial mineral, ya que las formaciones geológicas asociadas a estructuras tectónicas pueden contener depósitos minerales significativos. Por lo tanto, esta información geomorfológica es relevante para la planificación y la evaluación de la actividad minera en el prospecto.

2.2.5. Geología

2.2.5.1. Geología Regional

La geología regional desempeña un papel fundamental en la comprensión de la configuración geológica de un área específica, ya sea a nivel continental, nacional, regional o local. En el caso del Perú, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) es el organismo encargado de llevar a cabo investigaciones geológicas a nivel nacional y regional, así como de recopilar y almacenar toda la información geológica del país.

El INGEMMET realiza diversas actividades, como el cartografiado geológico nacional y regional, investigaciones geológicas científicas especializadas y análisis en temas relacionados con geofísica, paleontología y disciplinas afines. La información recopilada se almacena en la carta geológica nacional y en boletines especializados.

Las cartas geológicas representan la distribución de rocas y suelos en un área determinada, lo que permite evaluar los recursos naturales presentes, como minerales, aguas subterráneas, petróleo y gas. Además, los mapas geológicos proporcionan información crucial sobre los riesgos geológicos, como inundaciones, aluviones y deslizamientos de tierra, lo que es fundamental para la

planificación del uso del territorio y la mitigación de desastres naturales.

El proceso de obtención de información geológica implica llevar a cabo levantamientos geológicos regionales en todo el territorio nacional, utilizando escalas adecuadas a las características geológicas de cada zona. Estos levantamientos ayudan a comprender la distribución de los recursos naturales y a establecer estrategias para su gestión sostenible y el uso adecuado del territorio.. (9)

2.2.5.2. Geología local

La información geológica proporcionada sobre el prospecto minero es fundamental para comprender la composición y la historia geológica de la zona.

En primer lugar, se destaca que en su mayoría se encuentran afloramientos de rocas ígneas intrusivas, como el granito y la diorita. Estas rocas pertenecen a la familia de los granitos de Sucllamachay, cuya formación se remonta al Cretáceo Superior a Terciario Inferior. La presencia de estas rocas ígneas intrusivas indica una actividad magmática importante en la región durante períodos geológicos anteriores.

Es importante señalar que estas rocas ígneas intrusivas se encuentran sobreyaciendo a rocas metamórficas, como pizarras, esquistos y cuarcitas con venillas de cuarzo. Este grupo de rocas metamórficas pertenece a la formación geológica del Grupo Mitu. La superposición de las rocas ígneas intrusivas sobre las rocas metamórficas sugiere un evento tectónico importante en la historia geológica de la zona, posiblemente relacionado con movimientos de las placas tectónicas y la formación de cordilleras.

Además, se menciona que estas formaciones geológicas están cubiertas por depósitos fluvioglaciares, lo que indica la acción de procesos fluviales y glaciares en el modelado del paisaje actual.

En resumen, la información geológica proporcionada revela la presencia de rocas ígneas intrusivas y metamórficas en el prospecto minero , así como la influencia de procesos tectónicos y sedimentarios en la formación del paisaje geológico actual. Esta

comprensión es esencial para la evaluación y la exploración de recursos minerales en la zona.

2.2.5.3. Estructura geológica

Macizo de Saccsacancha-Sücllamachay es una característica geológica importante en la región, y su composición, estructura y edad geológica proporcionan información valiosa para la comprensión de la geología local y la exploración de recursos minerales en la zona.

Contacto Oriental: En esta zona, el macizo muestra una textura orientada, específicamente una textura de flujo planar subvertical. Esta textura sugiere la presencia de una deformación significativa que ha afectado la orientación de los minerales y la estructura de la roca. Además, la distensión posterior ha provocado la formación de filones básicos, lo que indica la presencia de fracturas en las que se han inyectado magma básico. Esta área puede ser el resultado de procesos tectónicos que han afectado la región.

Interior del macizo: En esta área, las texturas son isotrópicas, lo que sugiere que la roca exhibe una estructura homogénea sin orientación preferencial de los minerales. Esto puede indicar que esta parte del macizo ha experimentado menos deformación tectónica en comparación con el borde oriental.

Borde Occidental: En el borde occidental, correspondiente a la zona de emplazamiento de los productos diferenciados como gabros,



dioritas, tonalitas y porfiroides riolíticos tardíos, las texturas son en general microgranulares. Esto sugiere que estas rocas han experimentado un proceso de enfriamiento más rápido que las rocas del interior del macizo, lo que ha dado como resultado la formación de una estructura de grano más fino.

FOTO N°2: Vista de la estructura del afloramiento
Fuente: Propia

En conjunto, estas observaciones texturales proporcionan información valiosa sobre los procesos geológicos que han afectado el Macizo de Saccsacancha-Sücllamachay, incluida la deformación tectónica, la intrusión magmática y los procesos de enfriamiento diferencial. Esto puede ser crucial para entender la historia geológica de la región y para la exploración de recursos minerales en el área.(9)

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. MICROSCOPIA ÓPTICA

Es una herramienta muy importante para investigaciones geológicas diversas. Esta nos ayuda a describir, identificar y determinar minerales, alteraciones y asociaciones de mena. (9)

2.3.1.1. Polarización

. El método de absorción para obtener luz polarizada linealmente se basa en el uso de materiales polaroides, que son compuestos químicos que absorben una componente específica de la luz. Un ejemplo clásico de polarizador de absorción es el Polaroid, un material que contiene cadenas de moléculas alineadas en una dirección particular. Cuando la luz pasa a través de este material, las componentes de la luz que vibran en la misma dirección que las moléculas alineadas son absorbidas, mientras que las componentes perpendiculares son transmitidas. Esto resulta en luz linealmente polarizada. (9)

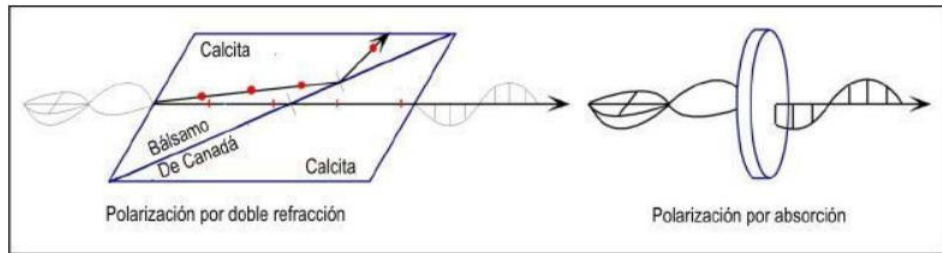


Figura: Métodos para obtener luz linealmente polarizada.

Fuente: Ingemmet

2.3.1.2. Refracción y Reflexión

La reflexión es el fenómeno por el cual un rayo de luz cambia su dirección de propagación al incidir sobre una superficie de separación entre dos medios sin poder atravesarla. La luz refleja en la superficie de separación y sigue la ley de reflexión, que establece que el ángulo de reflexión (R) es igual al ángulo de incidencia (i):

$$i = R = R$$

. (9)

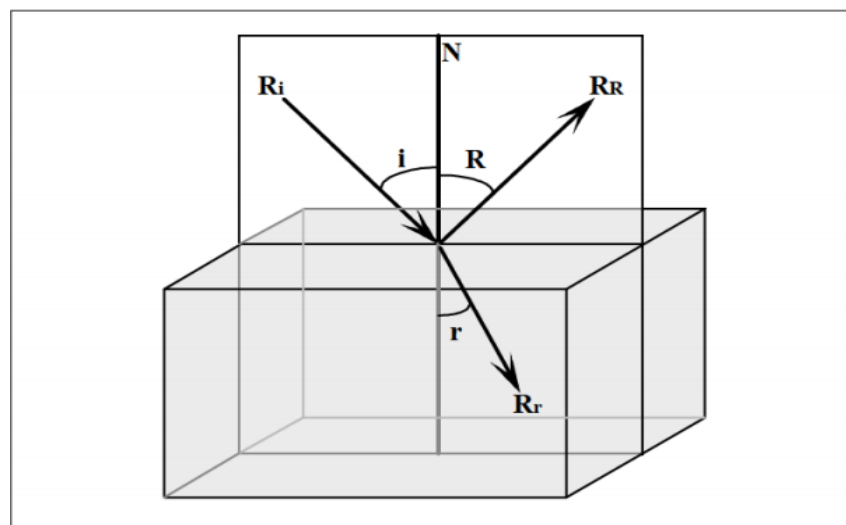


Figura: Rayo incidente (R_i), reflejado (R_r) y refractado (R_r) y sus respectivos ángulos con la normal: Ángulo de incidencia (i), de reflexión (R) y de refracción (r). (9)

Fuente: Ingemmet

2.3.2. EL MICROSCOPIO DE POLARIZACIÓN

2.3.2.1. Microscopio de polarización de luz transmitida

La luz natural consta de ondas electromagnéticas que vibran en direcciones aleatorias. Sin embargo, al pasar a través de un polarizador, la luz se polariza en una sola dirección. Este proceso es fundamental en el análisis óptico de minerales utilizando un microscopio petrográfico, donde se pueden identificar minerales biaxiales y uniaxiales mediante el fenómeno de la doble refracción y la observación de los colores de interferencia. (10)

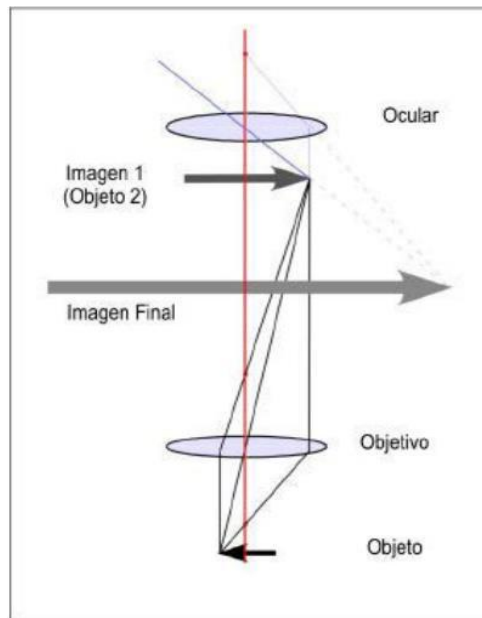


Figura: Esquema del microscopio compuesto: El objeto de estudio ubicado debajo del lente objetivo a una distancia mayor a la focal genera la imagen 1 (real, inversa y más grande), la cual constituye el objeto (objeto 2) del lente ocular, que se ubica por encima a una distancia menor a su distancia focal, generando una imagen final virtual, normal y mucho más grande.

Fuente: Ingemmet

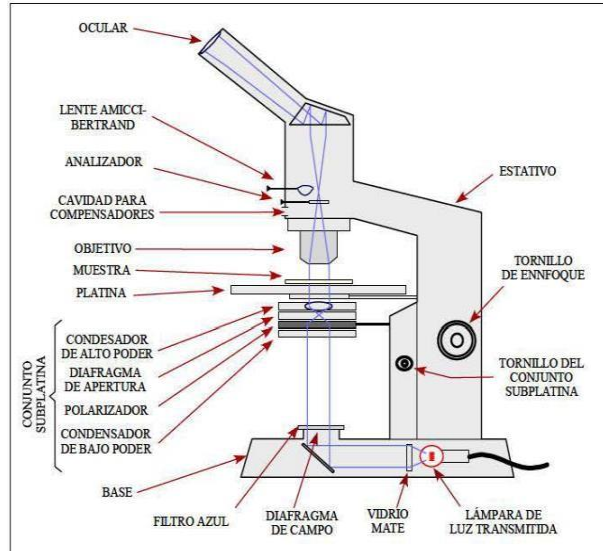


Figura: Microscopio de polarización de luz transmitida

Fuente: Ingemmet

2.3.2.2. Microscopio de polarización de luz reflejada

La información obtenida a través de la microscopía de luz reflejada puede ser complementada con ensayos químicos y físicos para una cuantificación precisa y completa de las especies minerales. Estos ensayos pueden incluir análisis químicos, espectroscopía, y otras técnicas de laboratorio que proporcionen datos sobre la composición y las propiedades de los minerales.(12)

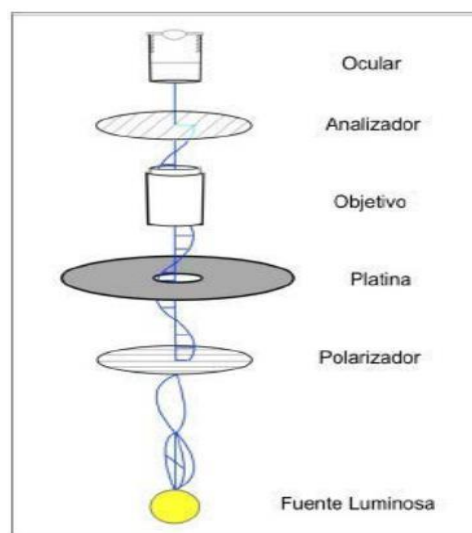


Figura: Esquema del microscopio de polarización: microscopio compuesto provisto de dos polarizadores, uno inferior ubicado debajo de la platina y que permite estudiar a los minerales con luz linealmente polarizada, y otro superior, ubicado entre el objetivo y el ocular y que permite analizar el efecto de la luz linealmente polarizada sobre el mineral estudiado. (13)

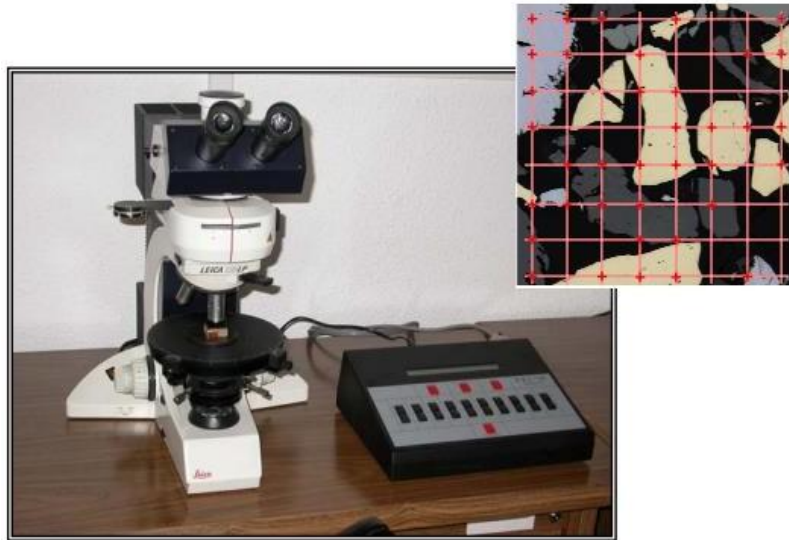


Figura: Contador de puntos acoplado al microscopio óptico.

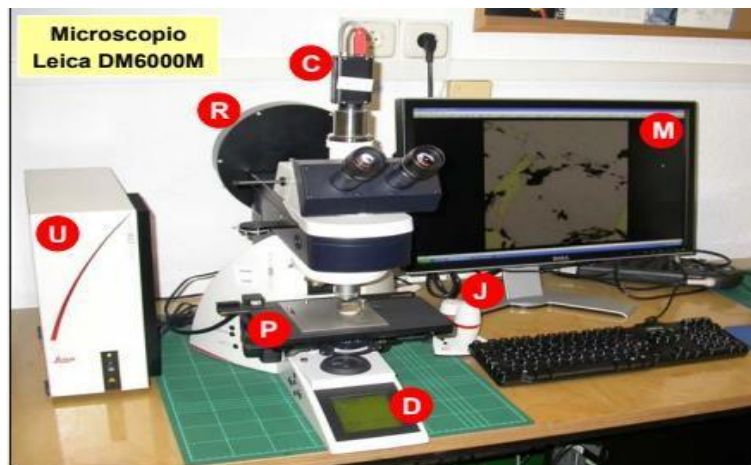


Figura: Microscopio motorizado adaptado para análisis de imagen, con: rueda de filtro(R), cámara digital B/N (C),monitor,(M) ,mando automatizados(J), panel de control (D),platina automatizada XYZ (P) y unidad de control(U)

Fuente: Ingemmet

2.3.3. ESTUDIO CON LUZ REFLEJADA

La microscopía de polarización con luz reflejada es una herramienta esencial para el estudio de minerales opacos, que son aquellos que no permiten el paso de la luz. Estos minerales suelen tener una alta absorción, un índice de refracción generalmente mayor a 2.4 y una alta reflectancia. En este contexto, en la microscopía de luz reflejada, se utiliza el término "mena" para referirse a los minerales opacos, y el término "ganga" para los minerales transparentes o translúcidos que los acompañan.

Es importante destacar que, en el ámbito de la mineralogía y los yacimientos minerales, el término "mena" se refiere al mineral del cual se puede extraer metal de manera económicamente rentable, mientras que "ganga" se refiere a los minerales acompañantes que no tienen importancia económica. En muchos casos, estos pares de términos se corresponden.

El estudio de minerales opacos mediante microscopía de polarización con luz reflejada es fundamental, especialmente en la investigación de yacimientos metálicos. Esta técnica no solo permite identificar los minerales de mena, sino también estudiar sus relaciones geométricas, como texturas y estructuras, la secuencia paragenética o el orden de aparición, así como las alteraciones y otras características relevantes. Esta información es crucial para desarrollar modelos genéticos de yacimientos minerales y guiar adecuadamente el tratamiento metalúrgico para la extracción de los metales. (13)

2.3.4. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Preparación de la muestra:

Para minerales transparentes: Se prepara una sección delgada. Se realizan dos cortes paralelos con aproximadamente 1 mm de separación, luego se pule una cara y se pega sobre una lámina portaobjetos.

Para minerales opacos: Se prepara una sección pulida. El trozo cortado se engasta en una briqueta de resina epoxy u otro producto similar.

Impregnación (si es necesario): Si la muestra es deleznable o muy delicada, se puede impregnar con resina o bálsamo de Canadá al vacío para aumentar su cohesión.

Desgaste y pulido: Las muestras se desgastan sobre superficies de pulido con abrasivos cada vez más finos, comenzando con carborundum y culminando con alúminas o, preferiblemente, con polvo fino de diamante. Con cada abrasivo, se trabaja hasta que desaparezcan las irregularidades obtenidas con el abrasivo anterior.

Espesor (para secciones delgadas): En el caso de secciones delgadas, se debe obtener un espesor de aproximadamente 30 micrómetros, lo cual se verifica observando la coloración del cuarzo entre nicoles cruzados.

Cubrimiento: Finalmente, las secciones delgadas deben ser cubiertas con una lámina cubreobjetos para protegerlas durante el análisis microscópico. Este proceso garantiza que las muestras estén adecuadamente preparadas para su observación bajo el microscopio de polarización, lo que permite obtener resultados precisos y detallados sobre la composición y la estructura de los minerales presentes. (13)

2.3.5. GENERALIDADES SOBRE LOS MINERALES

Los minerales se forman por el ordenamiento de elementos con disposiciones tridimensionales específicas y repetición de la molécula elemental a distancias específicas en direcciones específicas. Ello obedece a clases de simetría de los sistemas cristalinos, de tal manera que cada especie mineral presenta una estructura interna propia, la cual se puede manifestar o no en formas externas. El desarrollo de estas formas depende del ambiente de formación. (15)

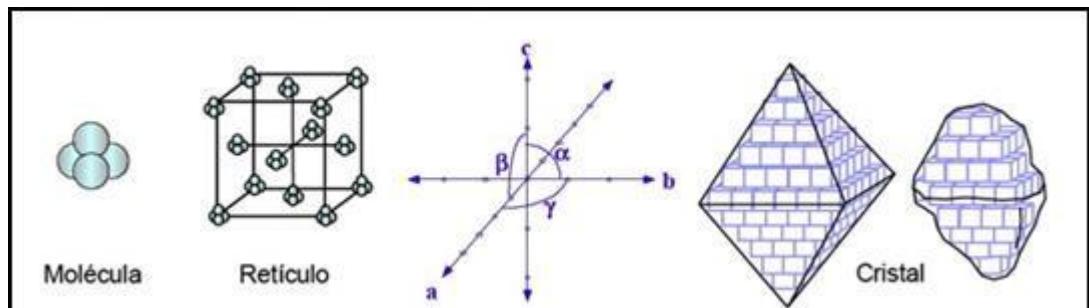


Figura: Sistemas cristalinos

Fuente: Ingemmet

2.3.6. LUZ LINEALMENTE POLARIZADA TRANSMITIDA EN MINERALES TRANSPARENTES

2.3.6.1. En minerales isótropos

Los minerales isótropos, cualquiera sea la orientación del corte, tendremos siempre una sección circular, y cualquiera sea la posición sobre la platina, el rayo de luz linealmente polarizada atravesará al mineral sin variar su dirección de vibración y, en consecuencia, llegará al analizador con una dirección de vibración perpendicular a la dirección privilegiada de éste y no lo podrá cruzar. (15)

2.3.6.2. En minerales anisótropos

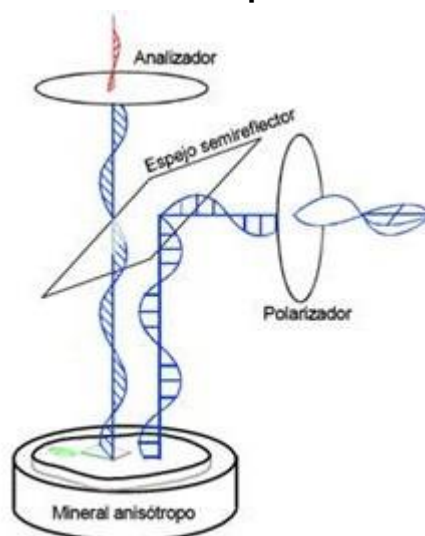


Figura: Mineral Anisótropo

Fuente: Ingemmet

2.3.7. ESTUDIO CON ILUMINACIÓN ORTOSCÓPICA TRANSMITIDA

2.3.7.1. ESTUDIO CON NÍCOLES PARALELOS

2.3.7.1.1. COLOR

El color de un mineral en lámina delgada no presenta tantas variaciones como se verían macroscópicamente; esto se debe a que con un espesor de 30 μm el efecto de las impurezas es mínimo (por ejemplo, tanto el cuarzo rosado como el blanco o el gris los veremos incoloros en sección delgada). (15)

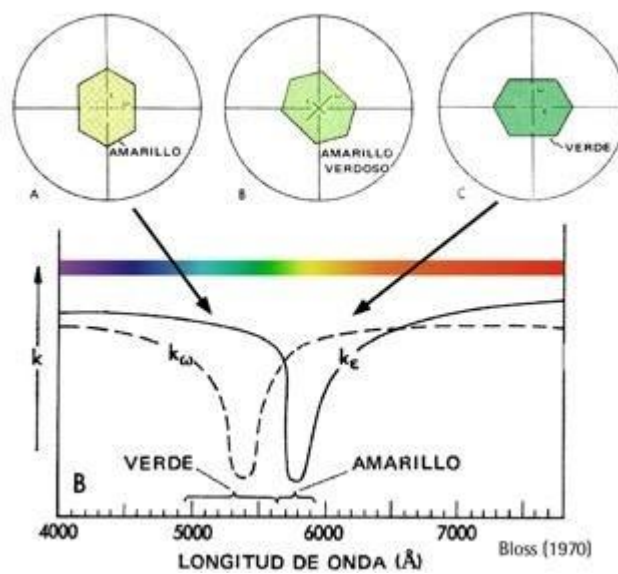


Figura: Descripción de color

Fuente: Ingemmet

2.3.7.1.2. PLEOCROÏSMO

Es la capacidad de algunos minerales de mostrar diferentes colores (o intensidad o tonalidad) cuando la luz es transmitida en direcciones diferentes. (15)

2.3.7.1.3. Determinación del índice de refracción

Los principales métodos para la estimación o determinación del índice de refracción de un mineral son la observación del relieve, la línea brillante y la iluminación oblicua, y el empleo del refractómetro.

	Relieve Negativo	Relieve Neutro	Relieve Positivo		
			Bajo	Medio	Alto
Relieve					
	$n < 1,55$	$\sim 1,55$	1,55-1,60	1,60-1,70	$n > 1,70$
	Nefelina, Zeolitas	Bálsamo de Canadá	Cuarzo, Feldespatos	Apatito, Micas, Carbonatos	Circón, Rutilo, Esfena
Aumentar Distancia Objetivo-Objeto					
Línea de Becke					
	$N_{\text{mineral}} < N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} \sim N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} > N_{\text{medio}}$		
Línea de Becke hacia material de mayor índice de refracción					
Introducir objeto opaco por el lado derecho entre la fuente luminosa y el conjunto subplatina					
Iluminación Oblicua					
	$N_{\text{mineral}} < N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} \sim N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} > N_{\text{medio}}$		

Figura: Lina de Becke

Fuente: Ingemmet

2.3.7.1.4. Tamaño

Para la medición del tamaño de los cristales, se requiere previamente saber las medidas de las unidades marcadas en el ocular. Para determinar el espesor de los granos se requiere previamente conocer la magnitud del desplazamiento vertical de la platina. (15)

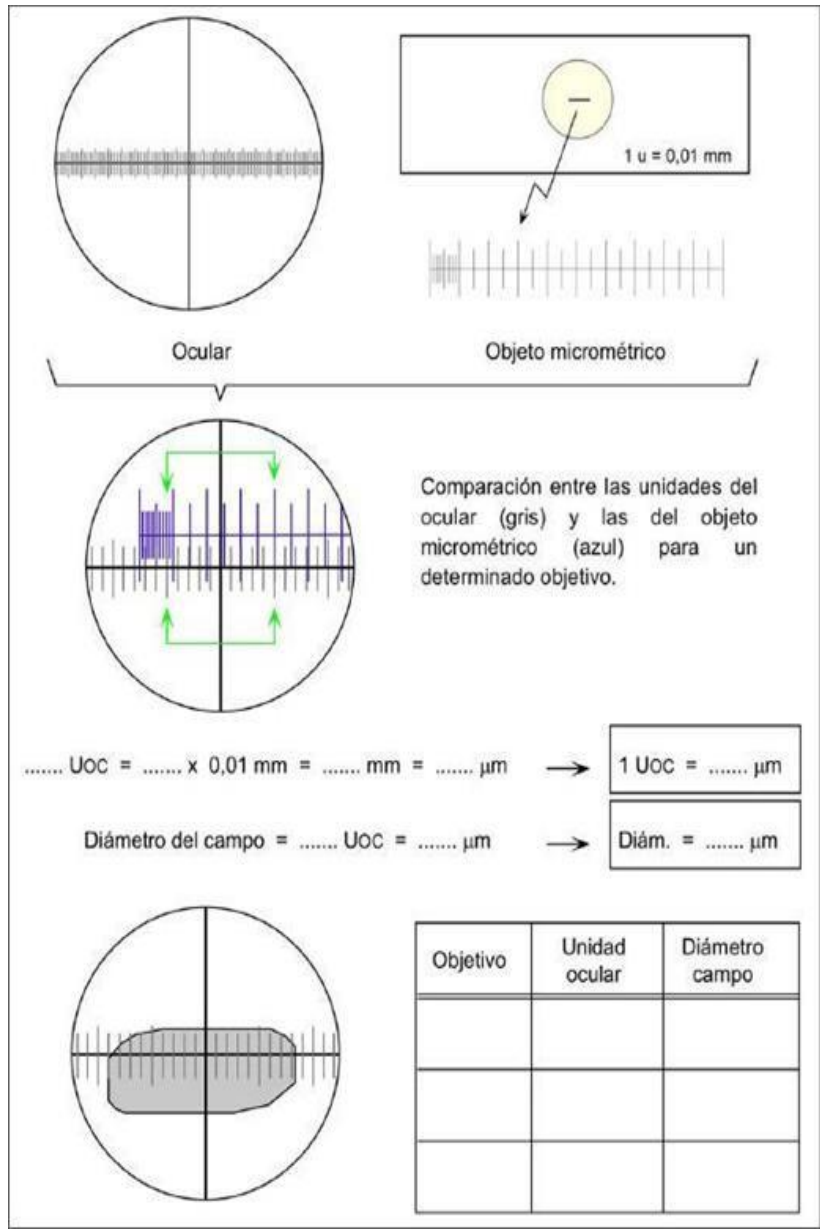


Figura: Medición del tamaño de los cristales

Fuente: Ingemmet

2.3.7.1.5. Forma

Las formas que observamos en las secciones delgadas son reducciones bidimensionales de realidades de tres dimensiones. La observación de diferentes granos de un mismo mineral permite interpretar la forma tridimensional del mismo. (15)

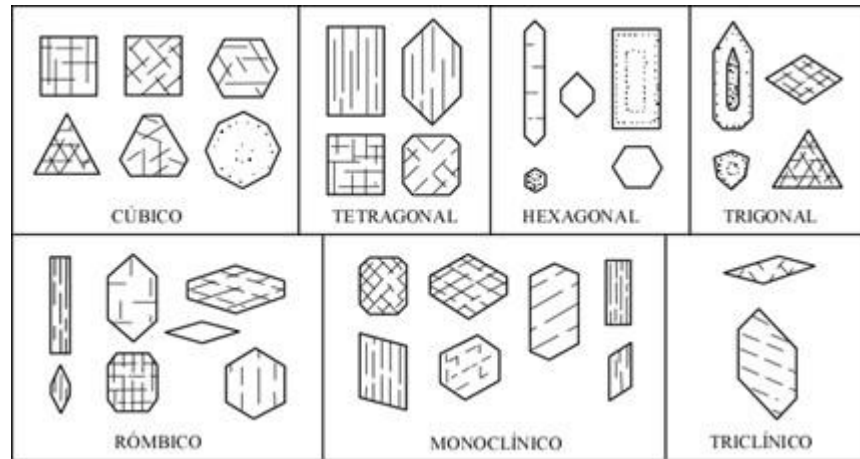


Figura: Forma de los cristales

Fuente: Ingemet

2.3.7.1.6. Clivaje

La calidad del clivaje la podemos calificar como perfecta, buena, mediana, mala, imperfecta o ausente. (15)

2.3.7.2. ESTUDIO CON NÍCOLES CRUZADOS

2.3.7.2.1. Anisotropía

La anisotropía se refiere a la capacidad de ciertos minerales de dejar pasar luz entre nicoles cruzados. (15)

2.3.7.2.2. Extinción

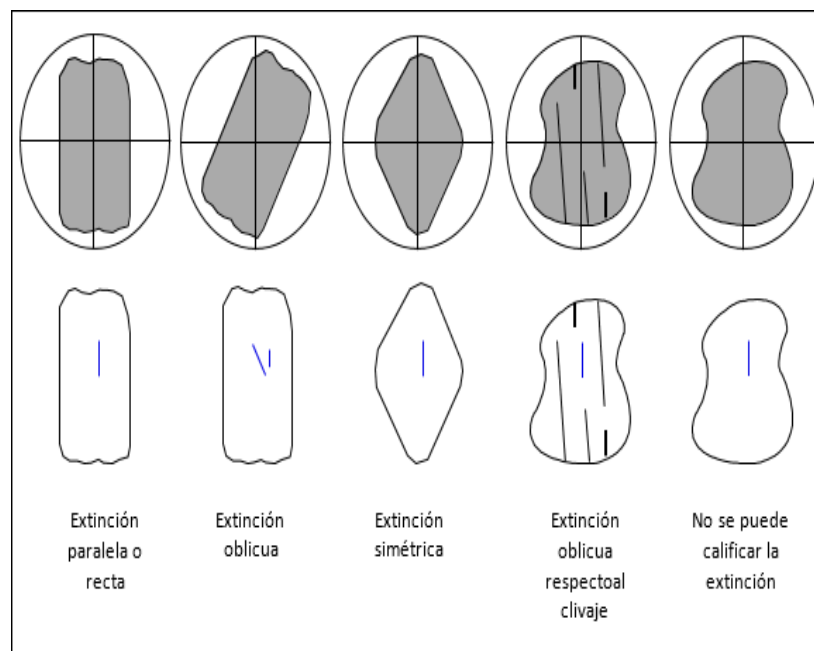


Figura: Tipos de extinción

Fuente: Ingemmet

2.3.7.2.3. Color de interferencia

El color de interferencia depende de la magnitud del desfase y ello depende a su vez de la birrefringencia del mineral y del espesor de la lámina. (15)











	Tetragonal, Hexagonal, Trigonal	Rómbico	Monoclinico	Triclinico
Extinción Paralela	 Apatito	 OrtoPX	 ANF	
	Corte // c	Corte // c	Corte // b	
Extinción Simétrica	 Calcita	 OrtoPX	 ANF	
	Corte // c	Corte ⊥ c	Corte ⊥ c	
Extinción Oblicua	 Calcita	 OrtoPX	 ANF	 PGLs
	Otros cortes	Otros cortes	Otros cortes	Todos los cortes

Figura: Tipos de corte de un mineral

Fuente: Ingemmet

2.3.7.2.4. Birrefringencia. La tabla de Michel-Lévy

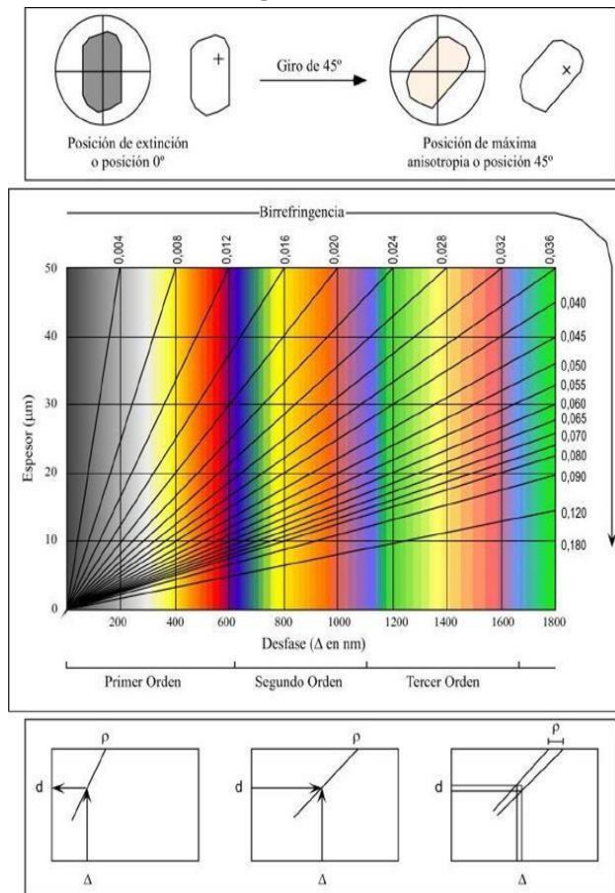


Figura: Birrefringencia. La tabla de Michel-Lévy

Fuente: Ingemmet

2.3.7.2.5. Compensadores

Los compensadores son accesorios ópticos que interponen el paso de los rayos entre los objetos y el analizador para producir retardación. Consisten en la barra de metal con cristales engastados y adecuadamente orientados en la dirección de índice mayor en sentido transversal. (15)

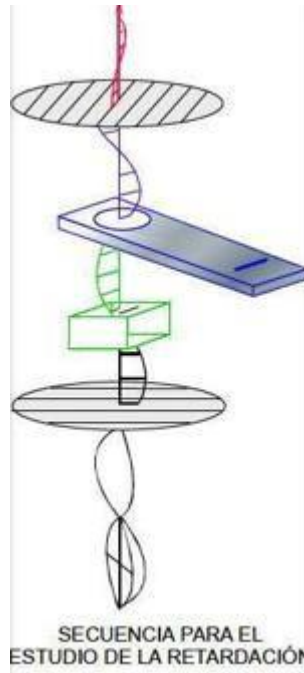


Figura: Secuencia para el estudio de la retardación

Fuente: Ingemmet

2.3.7.2.6. Elongación y diagramas de orientación

Con el término elongación nos referimos a la relación entre las direcciones de los índices de refracción ya identificados y el largo de un cristal de extinción paralela o su paralela. Si el largo es paralelo al índice mayor, diremos que el mineral tiene elongación positiva o que es «largo-lento», y si el largo es paralelo al índice menor, diremos que tiene elongación negativa o que es «largo-rápido» (15)

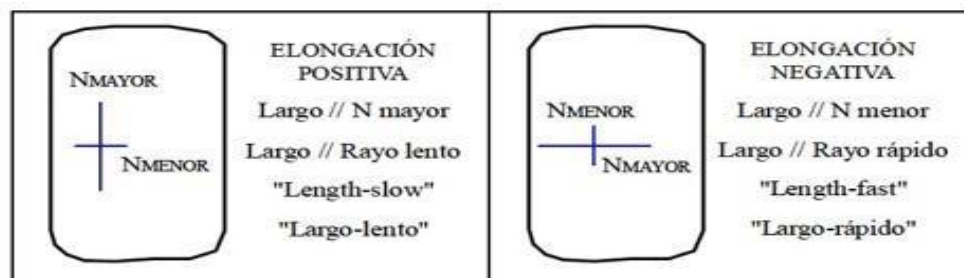


Figura: Elongación y diagramas de orientación

Fuente: Ingemmet

2.3.7.2.7. Maclas

La macla es el agrupamiento regular de dos o más individuos de un mismo mineral con diferente orientación y según alguna ley de simetría (plano, eje o centro de macla). La ley de la macla indica el elemento de simetría y su orientación cristalográfica. (15)

2.3.7.2.8. Desmezclas

Las desmezclas son separaciones de un mineral a partir de otro que ha dejado de ser estable. Las desmezclas pueden presentar formas de discos, husos de diferentes tamaños y frecuencia de ocurrencia. (15)

2.3.7.2.9. Zonamiento

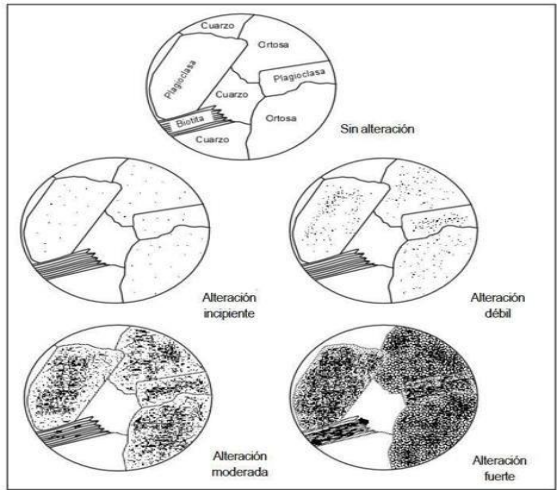
Durante el desarrollo de un cristal se presentan casos de variación de la composición, ya sea a nivel de elementos mayores (caso de series isomórficas) o de elementos de trazas. La variación de la composición se puede evidenciar por la concentración de inclusiones o minerales alterados en determinadas zonas. El zonamiento se evidencia por el cambio de color, pleocroísmo en determinada zona. (15)

2.3.7.2.10. Inclusiones

Las inclusiones son sustancias extrañas atrapadas en un cristal durante su proceso. La naturaleza de las inclusiones y la geometría de la distribución en un cristal da pautas a interpretaciones petrográficas. (16)

2.3.7.2.11. Alteraciones

Los minerales de alteraciones son aquellos que se forman por la descomposición de un mineral preexistente, la alteración comienza a notarse por los bordes de los planos por la debilidad de los granos (clivaje, fracturas) y algunos casos en determinadas zonas.(14)



2.3.8. Opacos

Color	Mineral	Color	Mineral
Blanco a gris blanquecino	Galena	Blanco amarillento	Pirita
	Tennantita		Marcasita
	Arsenopirita		Rutilo
Gris	Esfalerita	Amarillo	Oro Nativo
	Cuarzo		Calcopirita
	Ilmenita	Crema rosáceo	Pirrotita
	Magnetita		Rosáceo, Rojo a marrón
Azul a gris azulado	Covelita	Rosáceo, Rojo a marrón	Cobre nativo
	Calcosita		Enargita
	Digenita		

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo es básico

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es aplicado.

3.1.3 Diseño de la investigación

. No Experimental de forma longitudinal

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

el afloramiento de la concesión minera del yacimiento

3.2.2. Muestra

Las muestras tomadas de forma aleatoria en el afloramiento de la concesión minera.

3.3. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

Como técnicas tenemos:

Cámara fotográfica:

Para documentar visualmente las características del terreno, las muestras y los fenómenos geológicos.

Picotas:

Herramientas de mano para la extracción de muestras de suelo o roca.

Bolsas de muestreo:

Para almacenar y etiquetar las muestras recolectadas de manera segura.

Brújula:

Para determinar la orientación de las estructuras geológicas.

GPS (Sistema de Posicionamiento Global):

Para registrar las coordenadas precisas de los puntos de muestreo.

Microscopio petrográfico:

Para el análisis detallado de las características microscópicas de las muestras en laboratorio.

Máquinas devastadoras y pulidoras:

Para preparar las muestras antes de su análisis microscópico.

Paños Nylon con base adhesiva:

Utilizados para recoger muestras de polvo o partículas finas.

Abrasivos adiamantados para desgaste de muestras:

Herramientas abrasivas para preparar las muestras.

Cemento termoplástico:

Para montar y sujetar las muestras en soportes adecuados.

Laptop:

Para registrar datos en el campo, procesar información y comunicarse con el equipo de trabajo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. SECCIONES PULIDAS.

4.1.1. Secciones pulidas

Muestra 1 Fotomicrografías

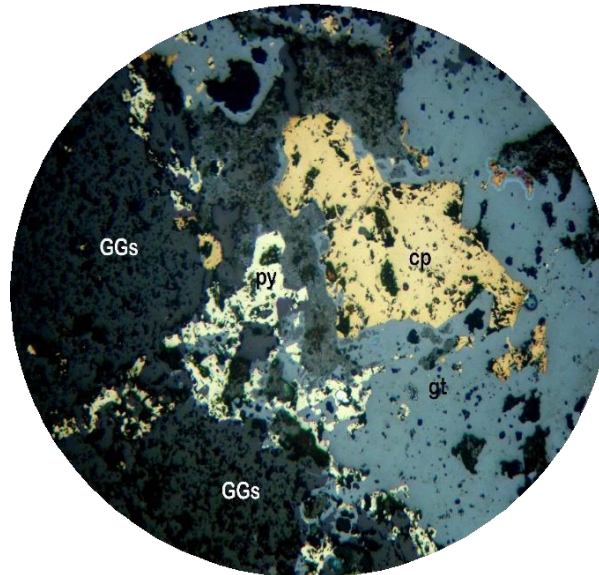


Foto. 1 Los cristales de pirita en forma anhedral (py) y de calcopirita (cp) se encuentran presentes como la matriz de goethita (gt), la cual se ha formado a partir de la alteración de dichos minerales... 100X.

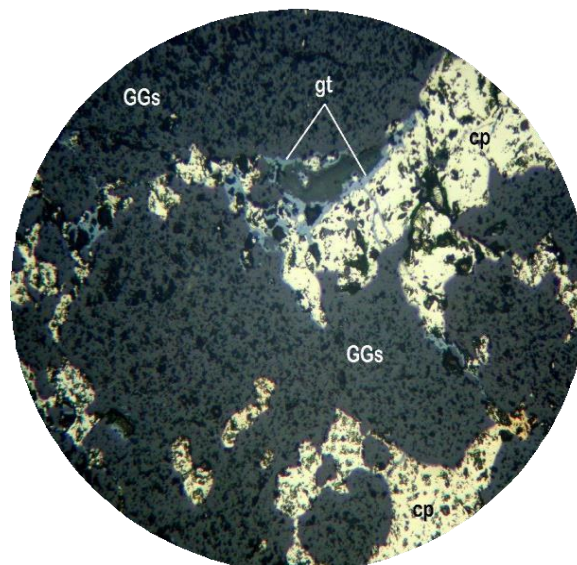


Foto. 2. La calcopirita (cp) se observa relleno de los espacios intersticiales y microfracturas de las gangas (GGs), y en algunas áreas muestra signos de alteración a goethita (gt), especialmente en los bordes.100X.

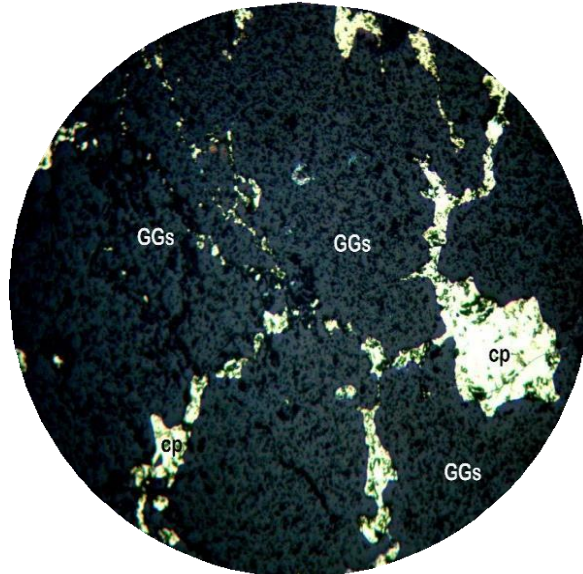
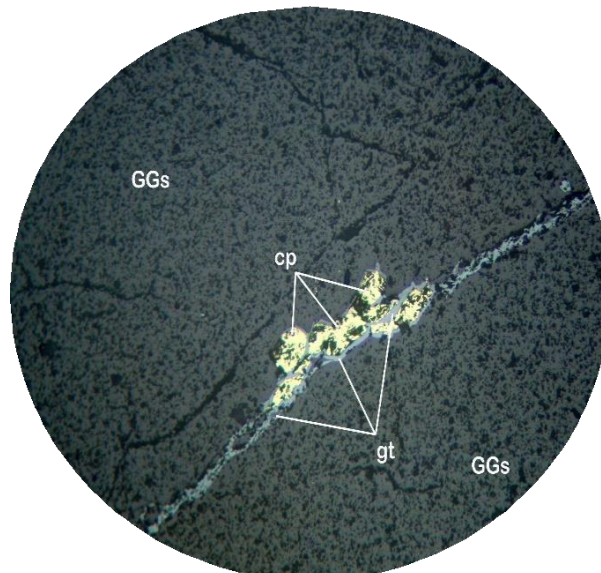


Foto. 3. Los microgranos de calcopirita (cp) llenan los espacios intersticiales, así como también los espacios entre las gangas (GGs).100X.



Fot. 4. La calcopirita (cp), que forma parte integral de la microvena, muestra signos de alteración a goethita (gt).100X.

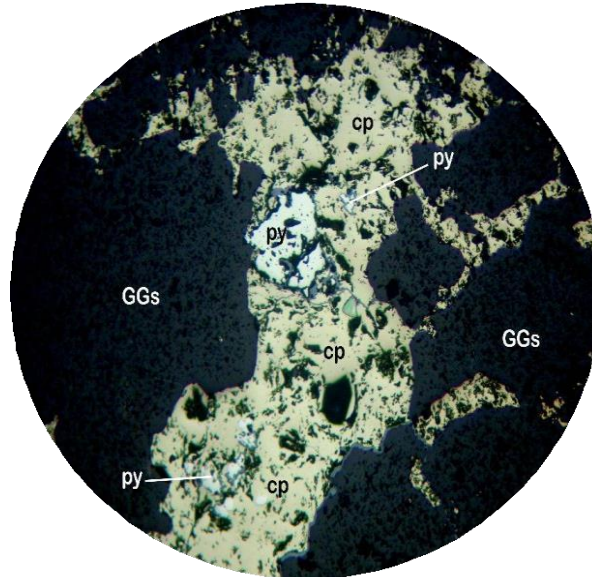


Foto. 5. Los microgranos de calcopirita (cp) reemplazan a la pirita (py), y se nota que esta última se ha ubicado dentro de la microfractura de la ganga (GGs). 100X.

4.1.1.1.1. Mineralogía Y Distribución Volumétrica Porcentual

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FORMULAS Y ABREVIATURAS
Calcopirita	10.00		CuFeS ₂ /cp
Pirita	2.00		FeS ₂ /py
Calcocita		0.04	Cu ₂ S/cc
Goethita		3.00	FeO.OH/gt
Gangas	85.95		GGs
TOTAL	100.00		

4.1.1.1.2. Descripción Microscópica

Basándonos en la descripción proporcionada sobre la composición mineralógica de la muestra observada bajo el microscopio petrográfico, podemos resumir lo siguiente:

Composición de la muestra: La muestra está compuesta por un 14.05% de minerales de mena y un 85.95% de minerales de ganga. Esto significa que la mayoría de la muestra está formada por minerales que no son económica ni industrialmente importantes, mientras que solo una pequeña parte contiene minerales de valor.

Minerales de mena: Los minerales de mena presentes son principalmente sulfuros y óxidos. La calcopirita constituye el 9% de los

minerales de mena. Se identifica por su color amarillo latón, alta reflectancia y forma anhedral. La pirita también está presente, con características de color amarillo y alta reflectancia. Ambos minerales están presentes como relleno en microfracturas. Además, se observa calcocita, identificada por su color gris azulado y reflectancia media, asociada a la calcopirita en las microfracturas.

Minerales de ganga: Los óxidos están representados por la goethita, la cual también se encuentra en las microfracturas asociadas a las piritas y calcopiritas.

En resumen, la muestra contiene una proporción mayoritaria de minerales de ganga, con presencia significativa de sulfuros y óxidos como minerales de mena. La presencia de calcopirita, pirita y calcocita, junto con la asociación con la goethita en las microfracturas, sugiere procesos de formación y alteración hidrotermal que son comunes en depósitos de minerales metálicos.

4.1.1.1.3. Paragénesis

A.- Depositación Hipógena de los Minerales:

- . Pirita.
- . Calcopirita.

B.- Depositación Supérgena de los Minerales:

- . Calcocita
- . Goethita.

4.1.1.1.4. Textura

presenta textura de tipo relleno y de reemplazamiento.

4.1.1.1.5. Interpretación

La descripción detallada de la muestra revela información importante sobre su génesis y la historia de su alteración. Aquí hay un resumen de los puntos clave:

Textura masiva brechada: La muestra exhibe una textura masiva brechada, lo que sugiere que ha experimentado procesos de fracturamiento y brechamiento en el pasado. Esto puede indicar eventos tectónicos o hidrotermales que han afectado la roca original.

Microvenillas rellenas por minerales hidrotermales: Se observan microvenillas en la muestra, las cuales están rellenas por minerales

de origen hidrotermal. Estos minerales incluyen pirita y calcopirita, que son típicos de depósitos formados por procesos hidrotermales.

Pirita y calcopirita: La pirita se presenta como granos subhedrales a anhedrales, con tamaños de hasta 0.320 mm de longitud. Algunos granos de pirita están englobados y reemplazados por calcopirita, lo que sugiere que la calcopirita se formó después de la pirita.

Asociación con microfracturas y goethita: Tanto la pirita como la calcopirita muestran alteración a goethita, especialmente a lo largo de las microfracturas y bordes de los granos. Esta alteración sugiere la circulación de aguas descendentes que han actuado sobre los sulfuros, causando su alteración y reemplazo por óxidos de hierro como la goethita.

En resumen, la muestra parece haber experimentado un proceso hidrotermal que resultó en la formación de microvenillas rellenas de minerales sulfurosos como la pirita y la calcopirita. La presencia de alteración a goethita indica que la muestra ha sido afectada por procesos de oxidación posteriores. Este tipo de características son típicas de depósitos minerales formados en ambientes hidrotermales.

4.1.1.1.6. Observaciones

Se observan macroscópicamente agregados de clastos de cuarzo, en los intersticios están rellenos de sulfuros con alteración a goethitas.

4.1.1.2. Muestra 2 Fotomicrografías

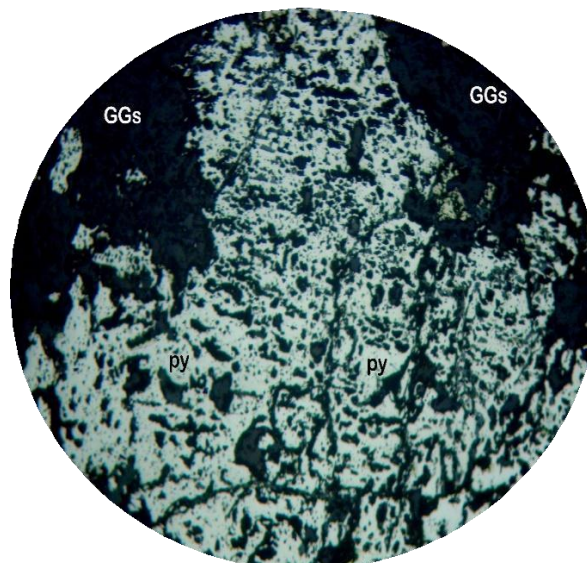


Foto. 1. Se observan granos de pirita (py) con signos similares de lixiviación debido a la circulación de fluidos. 100X.

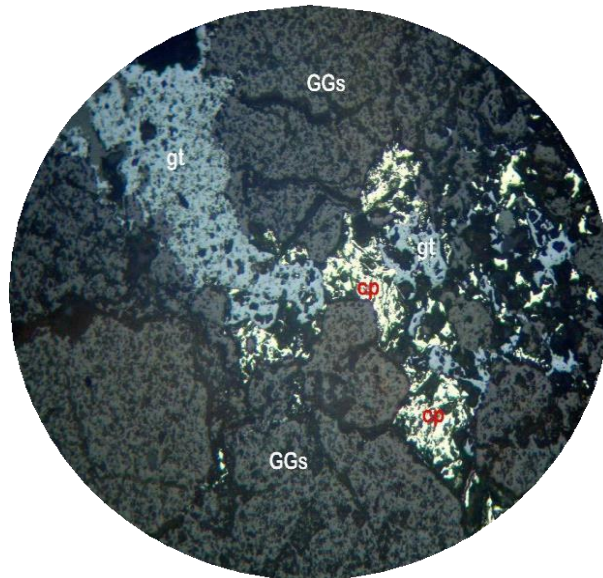


Foto. 2. Los granos de calcopirita (cp) rellenan las microfracturas y muestran alteración a goethita. (gt). 100X.

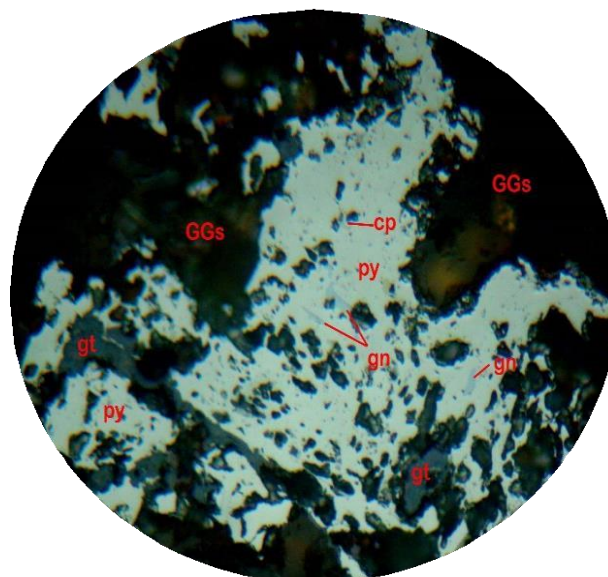


Foto. 3. Pirita granular (py) las oquedades están rellenas por diminutos cristales de calcopirita (cp) y de galena (gn), 500X.

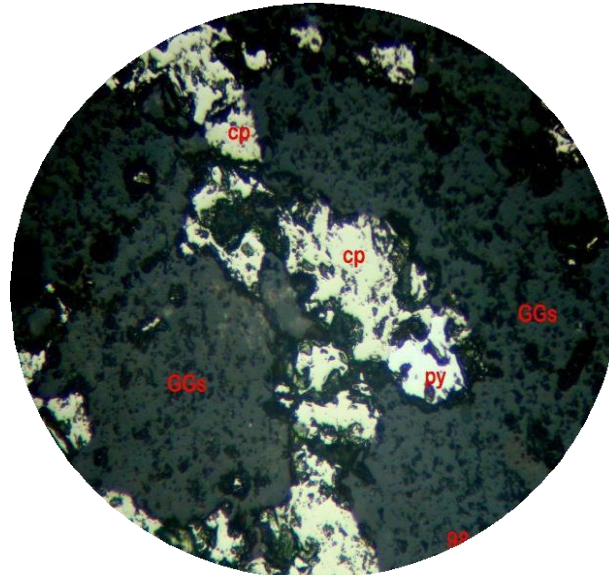


Foto. 4. Pirita de forma anhedral (py) está siendo reemplazado por la calcopirita (cp), en la microfractura de la gangas (GGs). 200X.

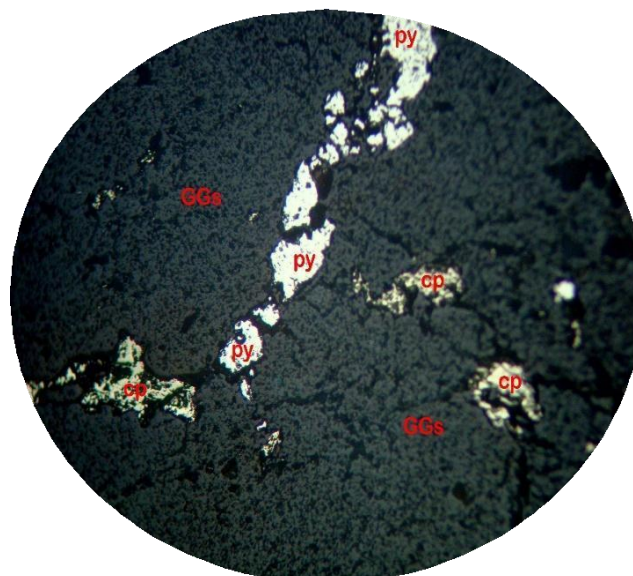


Foto. 5. Pirita de forma anhedral (py) y la calcopirita (cp) relleno los intersticios de las gangas (GGs). 200X.

4.1.1.2.1. Mineralogía Y Distribución Volumétrica Porcentual

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FORMULAS Y ABREVIATURAS
Calcopirita	3.87		CuFeS_2/cp
Pirita	6.57		FeS_2/py
Galena	Trz		PbS/gn
Goethita		1.08	$\text{FeO.OH}/\text{gt}$
Gangas	88.48		GGs

TOTAL	100.00	
--------------	---------------	--

4.1.1.2.2. Descripción Microscópica

La descripción detallada de la muestra proporciona una imagen más completa de la mineralogía y la textura observada bajo el microscopio petrográfico. Aquí hay un resumen de los puntos destacados:

Calcopirita y pirita: La calcopirita se presenta como agregados microgranulares de formas anhedrales, principalmente dentro de microfracturas y porosidades de las piritas. Algunos granos de calcopirita. Por otro lado, la pirita en microfracturas y forma agregados microgranulares que forman las playas irregulares, con tamaños de hasta 1.74 mm de longitud. Algunas piritas tienen formas de hábito cúbico y asociadas a las calcopiritas.

Goethita: La goethita se observa asociada a las piritas y calcopiritas, todas con formas anhedrales rellenas de las microfracturas. Esto sugiere una alteración posterior de los minerales sulfurosos, probablemente causada por procesos de oxidación.

Galena: Se observa galena como partículas diminutas con formas anhedrales dentro de algunas oquedades de lixiviación de las piritas. Los tamaños de las partículas de galena son menores de 10 micras.

En resumen, la muestra muestra una variedad de minerales, incluyendo calcopirita, pirita, goethita y galena, cada uno de los cuales exhibe diferentes formas y asociaciones dentro de la matriz de la roca. Estas observaciones son consistentes con procesos hidrotermales y de alteración que han afectado la muestra a lo largo del tiempo.

4.1.1.2.3. Paragénesis

A.- Deposición Hipógena de los Minerales:

1. Pirita.
2. Calcopirita.

B.- Deposición Supérgena de los Minerales:

1. Goethita.

4.1.1.2.4. Textura

La asociación de los minerales en esta muestra presenta textura de tipo relleno de espacios vacíos y de reemplazamiento.

4.1.1.2.5. Interpretación

La descripción proporcionada detalla una secuencia de eventos relacionados con la formación y alteración de minerales en la muestra.

Aquí hay un resumen de los puntos clave:

Textura general: La muestra exhibe una textura masiva, parcialmente brechada, atravesada por microvenillas que están rellenas por minerales de origen hidrotermal.

Formación de piritas: Las piritas se formaron inicialmente debido a la circulación de fluidos cargados de sulfuros de hierro a través de microfracturas, los fluidos precipitaron las piritas en las microvenillas.

Alteración de las piritas: Posteriormente, los fluidos atacaron a las piritas, lo que resultó en su corrosión y asimilación. La mayoría de las piritas muestran signos de circulación de estos fluidos, con agregados microgranulares de pirita que presentan superficies fuertemente porosas.

Formación de calcopirita: Después de la depositación de las piritas, los fluidos cargados de sulfuros de cobre dieron lugar a la precipitación de calcopirita. El mineral está asociado a la pirita, reemplazando y englobando algunas piritas. Se observan cristales de pirita dentro de algunas calcopiritas, indicando una microisla, con tamaños menores de 8 micras.

Presencia de galena: La galena se encuentra ubicada en algunas porosidades de lixiviación de las piritas, con tamaños de hasta 12 micras de longitud.

Alteración supérgena: La circulación de aguas descendentes meteóricas a través de las microfracturas ha causado la alteración de las piritas y calcopiritas, dando lugar a la formación de goethitas.

En resumen, la descripción revela una secuencia compleja de eventos hidrotermales y supérgenos que han afectado a la muestra, resultando en la formación, alteración y reemplazo de varios minerales.

4.1.1.2.6. Observaciones

Macroscópicamente, se observa coloreados por la presencia de los óxidos de hierro (limonitas), los cuales están asociados a las piritas y calcopiritas que están en las microvenillas

4.1.1.3. Muestra 3

4.1.1.3.1. Fotomicrografías

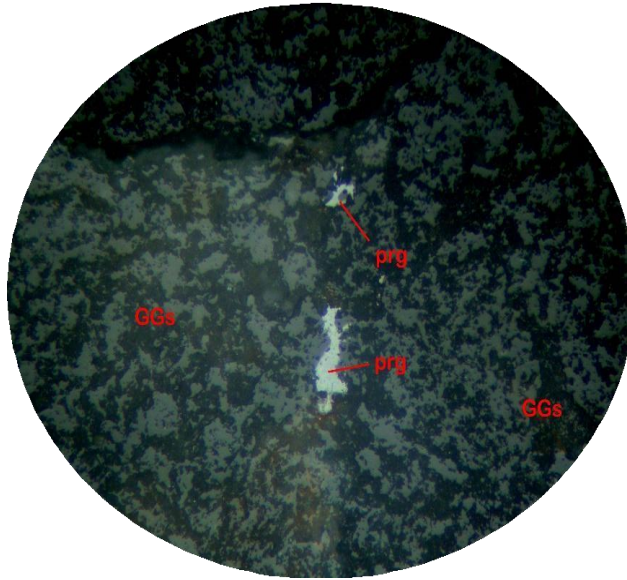


Foto. 1. Cristales anhedrales de pirargirita (prg) como relleno de microfracturas; 200X.

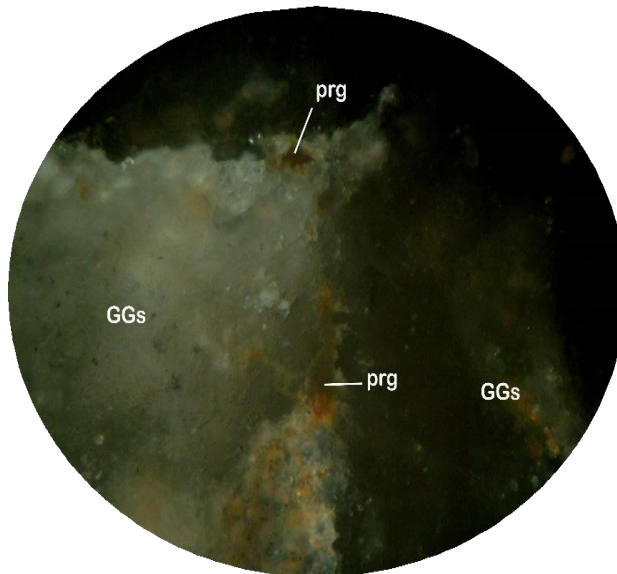


Foto. 2. Se aprecian las reflexiones internas de color rojo de la pirargirita (prg). 200X.

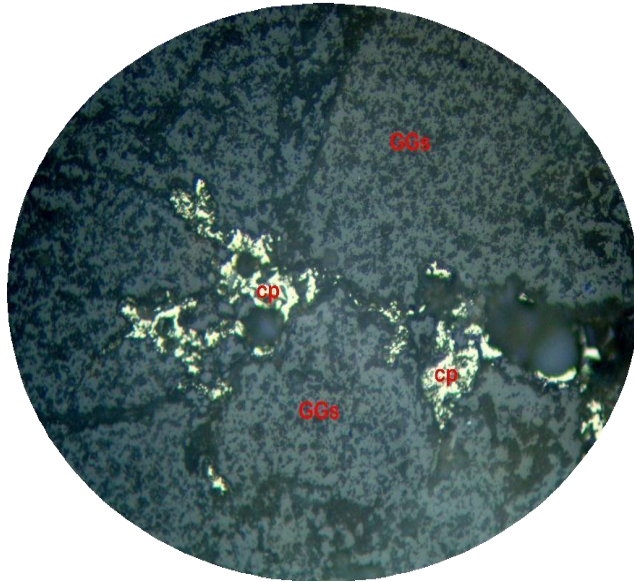


Foto. 3. Calcopirita (cp) esta relleno de las microfracturas e intersticios de las gangas (GGs)

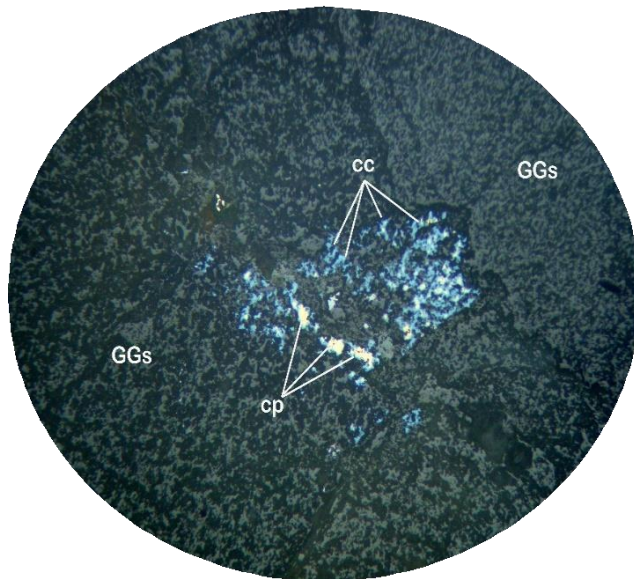


Foto. 4.. La presencia de calcopirita en los agregados microgranulares de calcocita podría indicar una transformación mineral durante la alteración supérgena 200X.

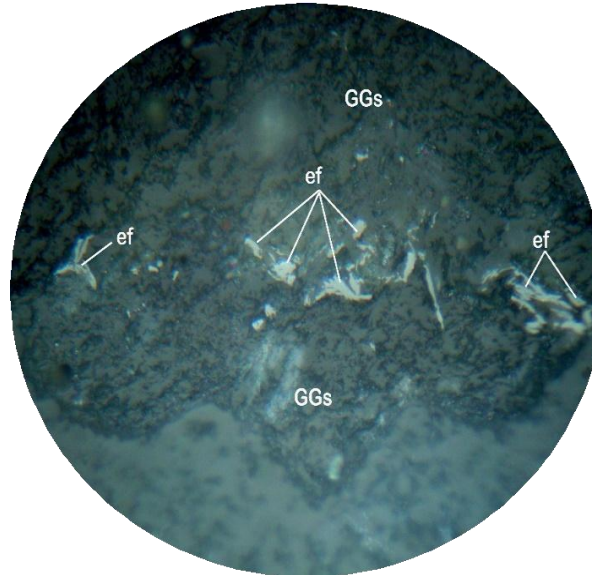


Foto. 5. los cristales anhedrales de esfalerita rellenan las microfracturas, formando las microvenillas. Esto sugiere una alteración o proceso mineral en el que la esfalerita se depositó en las fracturas existentes. 500X.

4.1.1.3.2. Mineralogía Y Distribución Volumétrica Porcentual

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FORMULAS Y ABREVIATURAS
Pirita	0.05		FeS ₂ /py
Pirargirita	Trz		Ag ₃ SbS ₃ /prg
Calcopirita	Trz		CuFeS ₂ /cp
Esfalerita	Trz		ZnS/ef
Calcocita		Trz	Cu ₂ S/cc
Gangas	99,95		GGs
TOTAL	100.00		

4.1.1.3.3. Descripción Microscópica

La descripción proporcionada detalla la presencia de varios minerales adicionales en la muestra, así como sus características y distribución espacial. Aquí hay un resumen de los puntos clave:

Pirargirita: Se encuentra dispersa en microfracturas, con formas anhedrales y tamaños de hasta 0,085 mm de longitud.

Esfalerita: Presenta una distribución espacial dispersa en algunas microfracturas, con formas anhedrales y tamaños de hasta 0,080 mm de longitud.

Calcopirita: Se halla en trazas de microfracturas, con formas anhedrales y tamaños de hasta 0,048 mm de longitud.

Pirita: Se encuentra en las microfracturas de manera dispersa, con formas anhedrales y subhedrales. También forma agregados microgranulares que conforman microplayas irregulares, con tamaños de hasta 0,180 mm de longitud.

Rutilo: Está disperso e incluido en la ganga, con formas anhedrales y tamaños de hasta 0,080 mm de longitud. Algunos rutilos están como agregados microgranulares, mientras que otros son de escasas micras de longitud.

Calcocita: Se asocia con la calcopirita y presenta una textura de tipo corona.

Esta descripción agrega más detalles sobre la composición mineralógica de la muestra, incluyendo la presencia de minerales como pirargirita, esfalerita, rutilo y calcocita, así como sus características morfológicas y distribución en las microfracturas.

4.1.1.3.4. Paragénesis

A.- Deposición Hipógena de los Minerales:

1. Rutilo.
2. Pirita.
3. Calcopirita.
4. Esfalerita.

B.- Deposición Supérgena de los Minerales:

1. Calcocita.

4.1.1.3.5. Textura

La distribución espacial de los minerales en esta muestra presenta textura de tipo relleno de espacio vacío y diseminado.

4.1.1.3.6. Interpretación

La descripción detallada proporciona una comprensión más profunda de la textura y composición de la muestra, así como de los procesos geológicos que han influido en su formación. Aquí hay un resumen de los puntos clave:

Textura Brechada: La muestra muestra una textura brechada, sugiriendo la presencia de una zona cataclástica, posiblemente asociada con metamorfismo cataclástico.

Composición de Clastos: Los clastos están compuestos por rocas metamórficas de naturaleza volcánica metasomatizada. Estos clastos están unidos por la depositación de cuarzo de origen hidrotermal, que se presenta como venillas y playas irregulares.

Minerales Presentes:

Pirita de Primera Fase: Distribuida de manera dispersa dentro de los clastos, con formas anhedrales y tamaños de hasta 0,060 mm de longitud.

Pirita de Segunda Fase: Presente dentro de las microfracturas, con formas anhedrales y tamaños de hasta 0,240 mm de longitud.

Rutilo: Presente en clastos de brecha, posiblemente como producto de la segregación de iones de titanio y su combinación con oxígeno.

Calcopirita: Depositada como resultado de la circulación de soluciones cargadas de cobre, ubicada en las microfracturas.

Esfalerita: Precipitada como resultado de la alteración hidrotermal por soluciones cargadas de sulfuros de zinc.

Pirargirita: Presente en las microfracturas, originada por la circulación de iones de antimonio y plata junto con azufre.

Calcocita: Formando aureolas de alteración alrededor de las calcopiritas como resultado de la alteración supérgena.

Esta descripción proporciona una imagen detallada de los procesos geológicos que han influido en la formación de la muestra, así como de la composición mineralógica y la textura observada.

4.1.1.3.7. Observaciones

los minerales están en las microfracturas.

4.1.1.4. Muestra 4

4.1.1.4.1. Fotomicrografías

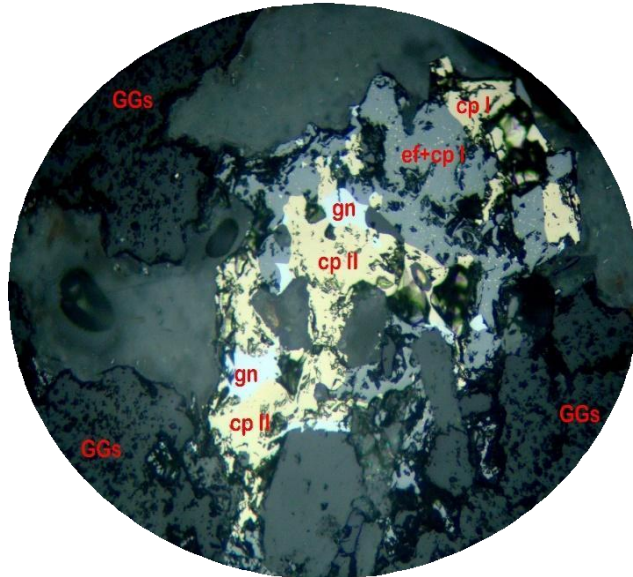


Foto. 1. Esfalerita con exsolución de calcopirita I (ef+cp I) está reemplazada por la calcopirita II (cp II) y por la galena (gn), y ha reemplazado a la calcopirita II (cp II); dentro de las venillas de las gangas (GGs) de la muestra. 200X

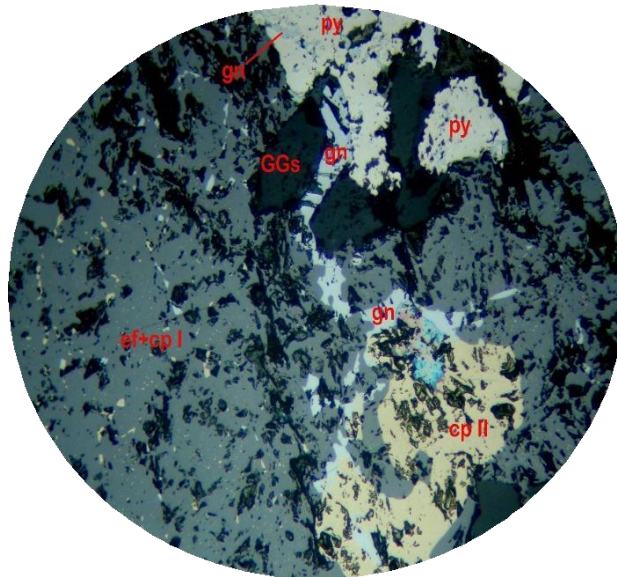


Foto. 2., La pirita (py) con microfracturas es rellena por galena (gn), reemplazada a la esfalerita (ef) y por la galena (gn). en cuyas fracturas se encuentran ubicadas las calcopiritas II (cp II) de segunda fase de cristalización y la galena (gn), la cual es reemplazada por la calcopirita II (cp II). 200X.

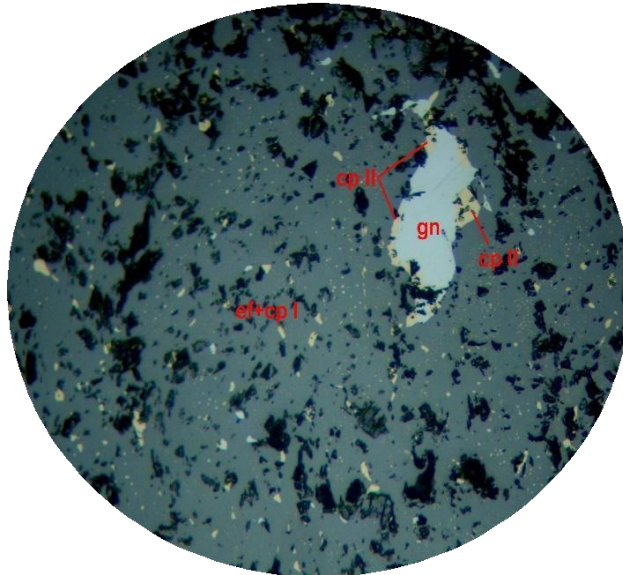
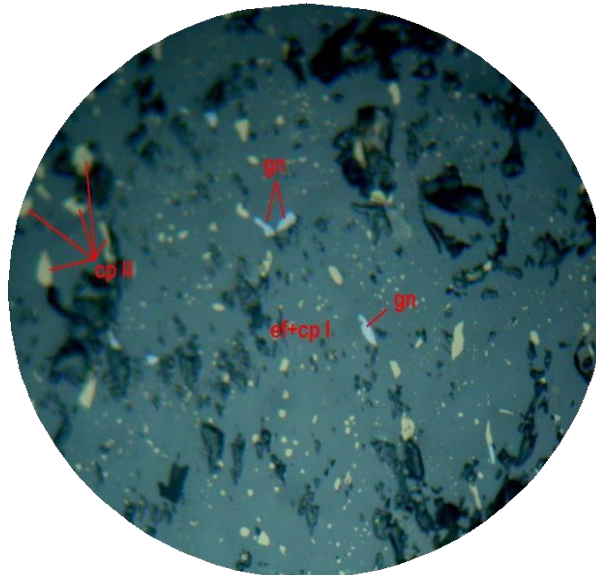


Foto. 3. la esfalerita con exsoluciones de calcopirita I (ef+cp I), la muestra oquedad rellenada por la asociación de galena (gn) que muestra reemplazamiento a la calcopirita II (cp II) de segunda fase de cristalización.



Fot. 4. Playa amplia de esfalerita con exsoluciones de calcopirita I (cp I) de primera fase de cristalización; en la playa se observan oquedades rellenadas por la calcopirita II (cp II) y por la galena (gn), 500X.

4.1.1.4.2. Mineralogía Y Distribución Volumétrica Porcentual

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FORMULAS Y ABREVIATURAS
Calcopirita	1.50		CuFeS ₂ /cp
Pirita	0.05		FeS ₂ /py

Galena	Trz		PbS/gn
Rutilo	Trz		TiO2/rt
Tennantita	Trz		Cu ₁₂ Sb ₄ S ₁₃
Esfalerita	Trz		ZnS/ef
Gangas	98.45		
TOTAL		100.00	

4.1.1.4.3. Descripción Microscópica

Gracias por proporcionar detalles adicionales sobre la composición mineralógica de la muestra. Aquí hay un resumen de los puntos clave:

Composición General:

La muestra está compuesta principalmente por minerales de ganga, que representan el 98.45% del volumen total, y minerales de mena, que representan el 1.55% restante.

Los minerales de mena están principalmente constituidos por sulfuros, mientras que los minerales de ganga son predominantemente silicatos.

Minerales de Mena:

La calcopirita es el mineral de mena más representativo, ocupando el 1.50% del volumen total de la muestra.

Otros minerales de mena, como la esfalerita, la galena y la tennantita, están presentes en cantidades mínimas o en el orden de trazas.

Minerales de Ganga:

El cuarzo es el mineral de ganga más abundante, representando aproximadamente el 55.00% del volumen total de la muestra.

Los feldespatos potásicos y calcosódicos también están presentes como minerales de ganga, aunque en menor medida. Se estima que los feldespatos potásicos constituyen alrededor del 10.00% del volumen total de la muestra, mientras que los feldespatos calcosódicos constituyen aproximadamente el 35.00%.

Esta descripción proporciona una visión general de la distribución de minerales de mena y ganga en la muestra, así como de los minerales específicos que la componen.

4.1.1.4.4. Paragénesis

A.- Depositación Hipógena de los Minerales:

1. Rutilo.
2. Pirita I.
3. Pirita II.

4. Esfalerita.
5. Calcopirita.
6. Tennantita.
7. Galena.

4.1.1.4.5. Textura

La asociación de los minerales en esta muestra presenta textura de tipo relleno de espacio vacío, de reemplazamiento y diseminado.

4.1.1.4.6. Interpretación

Gracias por proporcionar más detalles sobre la textura y la mineralogía de la muestra. Aquí está un resumen de los puntos clave:

Textura Masiva Zonificada:

La muestra exhibe una textura masiva zonificada, con dos áreas distintas: una dominada por cuarzo y la otra por una asociación de cuarzo y feldespatos (potásicos y calcosódicos).

La zona de cuarzo parece corresponder a una vena, mientras que la otra área representa la roca de caja.

Minerales Presentes:

La pirita es el mineral más prominente, con cristales que varían en forma de euhedrales a anhedrales y alcanzan tamaños de hasta 0.420 mm de longitud. Se ubican en los intersticios y microfracturas de las gangas.

El rutilo está presente en trazas dispersas en el área de la roca de caja, incluido en los feldespatos y algunos cuarzos. Sus formas varían de subhedrales a anhedrales, con tamaños de hasta 0.036 mm de longitud.

La tennantita se encuentra en trazas dentro de algunas oquedades de calcopirita y en el contacto entre calcopirita y pirita, lo que sugiere una deposición posterior a estos minerales. Sus formas son anhedrales, con tamaños de hasta 0.028 mm de longitud.

La esfalerita también está presente en trazas, relleno de algunas oquedades en cristales de pirita. Sus formas son anhedrales, con tamaños de hasta 0.015 mm de longitud, y algunas han sido reemplazadas por calcopirita.

La galena se encuentra dispersa en formas anhedrales, ubicándose en algunas oquedades de la pirita. Sus tamaños alcanzan hasta 0.012 mm de longitud, y algunos granos parecen haber reemplazado calcopirita y esfalerita en las oquedades de la pirita.

Estos detalles proporcionan una comprensión más completa de la mineralogía y la textura observadas en la muestra.

4.1.1.4.7. Observaciones

La presencia de áreas teñidas de verde pálido podría indicar la presencia de crisocola en la muestra, relacionada con procesos de alteración supérgena

4.1.1.5. Muestra 5

4.1.1.5.1. Fotomicrografías

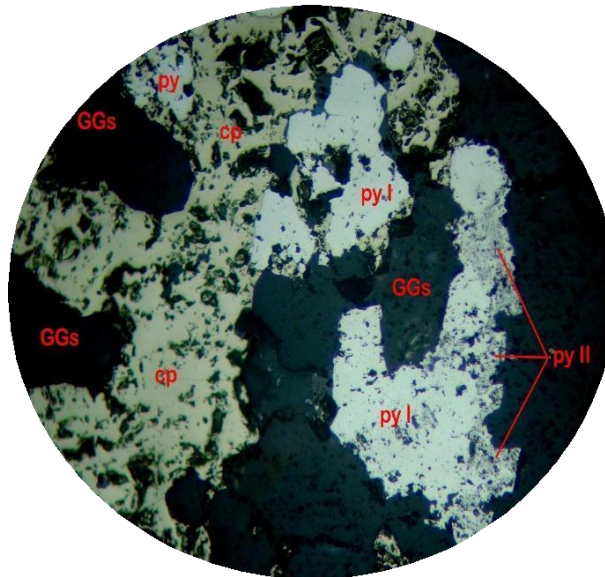


Foto. 1. se aprecia las dos fases de la pirita I y II (py I y py II), la segunda que ha englobado y reemplazado a la de la primera fase; la calcopirita (cp) que ha englobado y reemplazado a la pirita I (py I) de primera fase de cristalización, en las microfracturas. 200X.

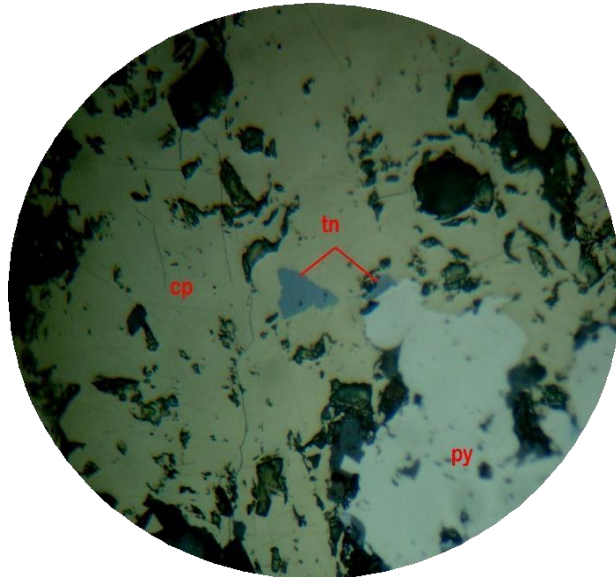


Foto. 2. Tennantita (tn) rellena la oquedad de la calcopirita y en el contacto de la pirita (py) con la calcopirita (cp). reemplazamiento efectuado por la calcopirita (cp) hacia la pirita (py). 500X.

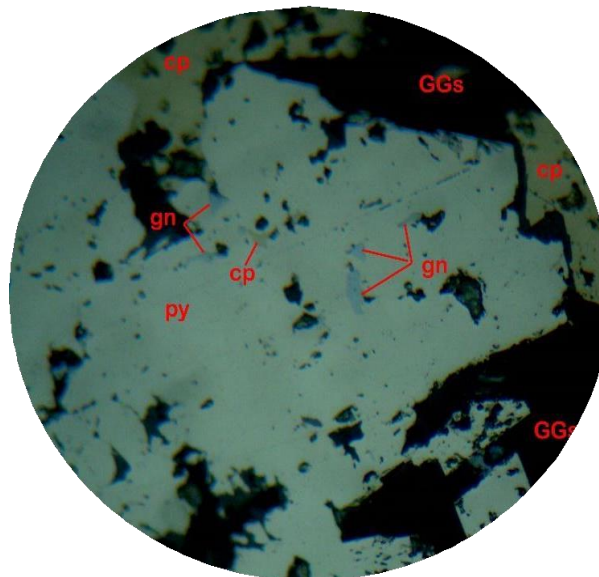


Foto. 3. Cristales de calcopirita (cp) y de galena (gn) como relleno de algunas oquedades de la pirita (py); ésta parcialmente reemplazada por la calcopirita (cp), 500X.

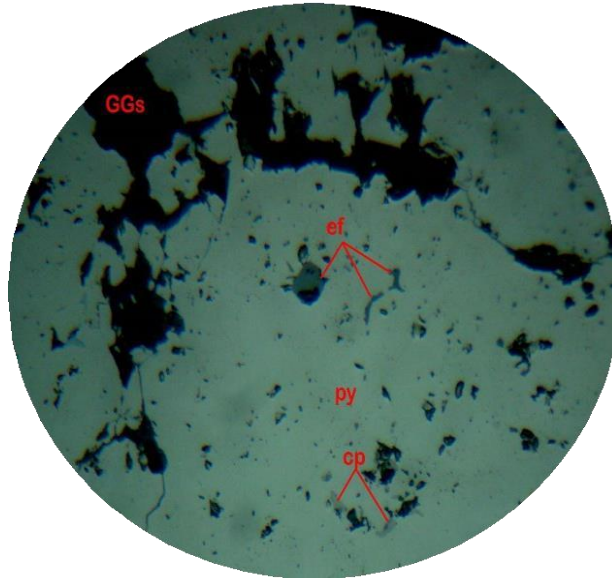


Foto. 4 Las oquedades de la pirita (py) están rellenas por la esfalerita (ef) de escasas micras de diámetro. 500X-

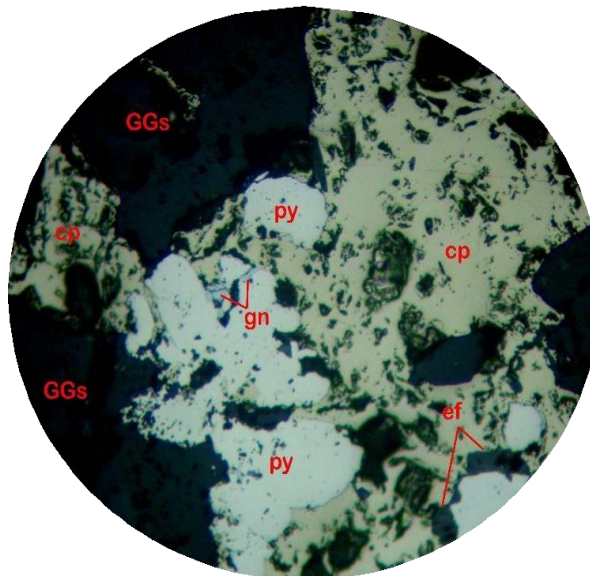


Foto. 5. Cristales anhedrales de pirita (py) englobados y reemplazados por la calcopirita (cp); la calcopirita (cp). Todo esto se halla ubicado en la microfractura de la ganga (GGs). 200X.

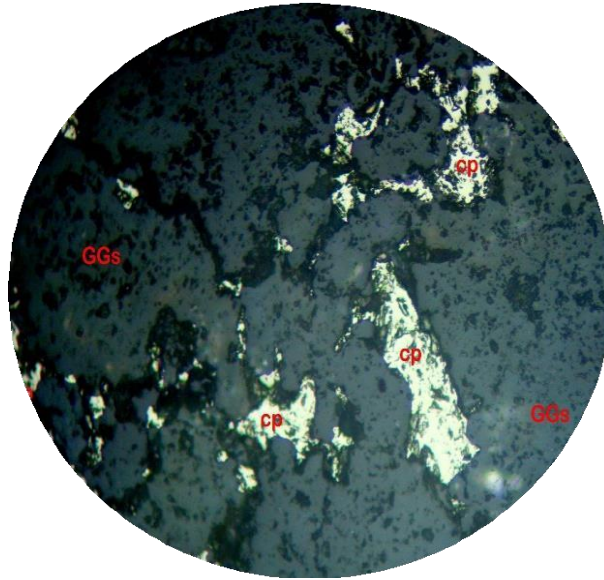


Foto. 6. Cristales anhedrales de calcopirita (cp) están dentro de las microfracturas de las gangas (GGs). 200X.

4.1.1.5.2. Mineralogía Y Distribución Volumétrica Porcentual

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FORMULAS Y ABREVIATURAS
Calcopirita	0.94		CuFeS ₂ /cp
Pirita	0.62		FeS ₂ /py
Esfalerita	11.42		ZnS/ef
Galena	0.15		PbS/gn
Gangas	86.87		GGs
TOTAL	100.00		

4.1.1.5.3. Descripción Microscópica

Gracias por proporcionar más detalles sobre la composición mineralógica de la muestra. Aquí hay un resumen de los puntos clave:

Composición General:

proporcionar una descripción detallada de la composición mineralógica y la textura de la muestra. Aquí está un resumen de los puntos clave:

Composición Mineralógica:

Los minerales de mena representan el 13.13% del volumen total de la muestra.

La esfalerita es el mineral de mena más abundante, con un 11.42% del volumen total.

La calcopirita constituye el 0.94% del volumen total de la muestra.

La galena y la pirita están presentes en proporciones más bajas, con un 0.15% y un 0.62% del volumen total, respectivamente.

Minerales de Ganga:

Los minerales de ganga constituyen el 86.87% del volumen total de la muestra.

Principalmente, la ganga está compuesta por clastos de roca brechada, que representan el 42.87% del volumen total.

Las venillas de cuarzo constituyen el 44.00% del volumen total y están asociadas principalmente con los clastos de roca brechada.

Las venillas están integradas mayormente por una asociación de cuarzos con sulfuros, lo que sugiere una relación espacial entre los minerales de mena y de ganga.

Este análisis detallado proporciona una comprensión completa de la composición mineralógica y la textura de la muestra, lo que es crucial para su interpretación y estudio adicional.

4.1.1.5.4. Paragénesis

A.- Deposición Hipógena de los Minerales:

. Pirita.

Esfalerita – calcopirita I.

Calcopirita II.

Galena.

4.1.1.5.5. Textura

Presenta textura de reemplazamiento y diseminado los espacios vacíos.

4.1.1.5.6. Interpretación

Textura Masiva Brechada:

La roca presenta una textura brechada, caracterizada por clastos de roca brechada y microvenillas rellenas de minerales hidrotermales.

Minerales de Origen Hidrotermal:

La pirita mineral más prominente, con formas que van desde euhedrales hasta anhedrales y tamaños de hasta 0.420 mm de longitud. observan dos fases de generación, diferenciadas por su hábito cristalino.

La esfalerita está presente en microvenillas que rodean los clastos de brecha, con formas anhedrales y tamaños de hasta 1.00 mm de longitud. Forma microplayas irregulares y las microvenillas pueden ser continuas o entrecortadas.

La calcopirita se encuentra en dos etapas de depositación. En la primera etapa, se encuentra en exsolución en la esfalerita, tamaños de 0.020 mm de longitud. En la segunda etapa, se encuentra en microvenillas que rellenan microfracturas, con formas anhedrales y tamaños de hasta 0.420 mm de longitud. Las calcopiritas han reemplazado parcialmente a la pirita y la esfalerita.

La galena se encuentra mayormente dentro de las oquedades de la esfalerita y en menor medida en las microvenillas, donde ha reemplazado a la esfalerita y calcopirita.

Estos detalles proporcionan una descripción detallada de la textura y la mineralogía de la roca en estudio, lo que ayuda a comprender mejor su génesis y evolución

4.1.1.5.7. Observaciones

La observación del contacto entre la venilla de cuarzo y la roca de caja proporciona información sobre la formación y distribución de los minerales en la muestra.

MENA	HIPOGENOS	FORMULA	PORCENTAJE	SUPERGENO
Calcopirita	X	CuFeS ₂ /	16.31	
Pirita	X	FeS ₂ /	9.29	
Esfalerita	X	ZnS/	11.42	
Galena	X	PbS	0.15	
Calcosita		Cu ₂ S/	0.04	X
Goethita		FeO.OH	4.08	X

CONCLUSIONES

la muestra parece haber experimentado un proceso hidrotermal que resultó en la formación de microvenillas rellenas de minerales sulfurosos como la pirita y la calcopirita. La presencia de alteración a goethita indica que la muestra ha sido afectada por procesos de oxidación posteriores. Este tipo de características son típicas de depósitos minerales formados en ambientes hidrotermales. La muestra una variedad de minerales, incluyendo calcopirita, pirita, goethita y galena, cada uno de los cuales exhibe diferentes formas y asociaciones dentro de la matriz de la roca. Estas observaciones son consistentes con procesos hidrotermales y de alteración que han afectado la muestra a lo largo del tiempo.

Minerales Mena: La galena se encuentra mayormente dentro de las oquedades de la esfalerita y en menor medida en las microvenillas, donde ha reemplazado a la esfalerita y calcopirita. Estos detalles proporcionan una descripción detallada de la textura y la mineralogía de la roca en estudio, lo que ayuda a comprender mejor su génesis y evolución. **Minerales de Ganga:** Los minerales de ganga constituyen el 86.87% del volumen total de la muestra. Principalmente, la ganga está compuesta por clastos de roca brechada, que representan el 42.87% del volumen total. Las venillas de cuarzo constituyen el 44.00% del volumen total y están asociadas principalmente con los clastos de roca brechada. Las venillas están integradas mayormente por una asociación de cuarzos con sulfuros, lo que sugiere una relación espacial entre los minerales de mena y de ganga.

Este análisis detallado proporciona una comprensión completa de la composición mineralógica y la textura de la muestra, lo que es crucial para su interpretación y estudio adicional. La descripción revela una secuencia compleja de eventos hidrotermales y supérgenos que han afectado a la muestra, resultando en la formación, alteración y reemplazo de varios minerales. El fenómeno del hidrotermalismo en el yacimiento estudiado ha resultado en la formación de cuarzos primarios y secundarios, que cristalizaron en diferentes etapas. Algunos se formaron como granos individuales mientras que otros aparecieron integrados en una matriz microcristalina. Esta última fue atravesada por microvenillas que contienen goethita, un mineral formado por la precipitación de los fluidos hidrotermales. Estas cavidades son de tamaño micrométrico y tienen una orientación dispersa.

Además, la roca muestra signos de brechización hidrotermal, caracterizada por fragmentos líticos incrustados en la matriz. Estos fragmentos podrían estar asociados con minerales de mena típicos de un yacimiento epitermal de alta sulfuración. La formación de estos minerales está influenciada por las condiciones de pH de los fluidos mineralizantes durante las etapas de cristalización.

RECOMENDACIÓN

1. Las recomendaciones para continuar la investigación y profundizar en el análisis de las características petromineralógicas del yacimiento son las siguientes:
2. Realización de más secciones pulidas siguiendo las vetas: Para obtener un mejor entendimiento de la distribución y composición mineral dentro de las vetas, es útil realizar más secciones pulidas. Esto permitirá una observación más detallada de la textura, la estructura y las relaciones entre los diferentes minerales presentes en las vetas.
3. Realización de estudios de inclusiones fluidas: Analizar las inclusiones fluidas presentes en los minerales puede proporcionar información valiosa sobre las condiciones de temperatura y presión durante la formación del yacimiento, así como sobre la composición de los fluidos involucrados en los procesos hidrotermales.
4. Aplicación de la microtermometría: Esta técnica se utiliza para medir las temperaturas de homogeneización de las inclusiones fluidas, lo que ayuda a determinar las condiciones térmicas bajo las cuales se formaron los minerales. La microtermometría puede ofrecer datos críticos para entender la evolución térmica del sistema y para modelar la génesis del yacimiento.
5. Implementar estas técnicas proporcionará una comprensión más profunda y detallada de las características petromineralógicas y de los procesos geoquímicos y geotérmicos que han influenciado la formación del yacimiento epitermal estudiado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marmanillo, Greyss Liliana Valenzuela Tello y César Augusto Buendía, 2019. Evaluación Geológica del Yacimiento Minero Sierra Antapite S.A.C. - Huaytara - Huancavelica. Repositorio UNDAC [en línea]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1052>
2. Espinoza Bruno, Miguel Angel, 2018. Repositorio UNDAC [en línea]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/431>
3. Quispe, Jaime Wiber Saez, 2020. Repositorio UNDAC [en línea]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1865>
4. Cotrina, Gerardo Fausto Santiago, 2019. Repositorio UNDAC [en línea]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1713>
5. D'Annunzio, María Celeste, 2016. Repositorio Digital UNS [en línea]. Universidad Nacional del Sur. Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2673>
6. Montreuil, Joe Louis Espinoza, 2018. Repositorio UNDAC [en línea]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/430>
7. tcarmona, 2016. Práctica 1. [en línea]. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/practica-1.pdf>
8. Neyra, López. Tipos de microscopía que se realizan en el centro. IPBLN [en línea]. Disponible en: <https://www.ipb.csic.es/servicios/Microscopia/tipos-de-microscopiacutea-que-se-realizan-en-el-centro.html#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20DIC%20con%20luz,contrastes%20fuerter%20y%20en%20relieve>
9. INGEMMET, Servicios INGEMMET [en línea]. Disponible en: https://portal.ingemmet.gob.pe/web/lab/servicios_productos_pm#:~:text=Secciones%20Delgada%20Pulida,en%20minerales%20transparentes%20y%20opacos
10. Melgarejo, Joan Carles y Llovet, Joaquín A. Proenza y Xavier, 2008. Técnicas de caracterización mineral y su aplicación en exploración y explotación minera. *Bol. Soc. Geol. Mex* vol.62, nro.1, pp. 1–3. Lluís Solé i Sabarís, 08028 Barcelona: Serveis Científic Tècnics.

11. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA EN LA INDUSTRIA MINERA, 2010.
Convección minera del vicentenario, vol. 1. Ixtapa, México.
12. Preparación de Muestras Delgadas y Pulidas, 2019. [en línea]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/435308417/INFORME-N-02>
13. Carvalho, Cassio Santos de, 2017. USO DA MICROSCOPIA DE LUZ TRANSMITIDA NA CARACTERIZACAO DE FLUXANTES. *Seminário de Aciaria* [en línea]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/320122254_USO_DA_MICROSCOPIA_DE_LUZ_TRANSMITIDA_NA_CARACTERIZACAO_DE_FLUXANTES
14. Rivera, Luis Humberto Chirif, 2018. Microscopia Optica de Minerales. INGEMMET.
15. INGEMMET, [en línea]. Disponible en: http://www.ingemmet.gob.pe/igm-sidemcat-portlet/verresumen?pCodigo_DM=010554907
16. UNAL-MEDELLIN, [en línea]. Disponible en:
<https://www.medellin.unal.edu.co/~rrodriguez/exogenos/PROCESOS-SUPERGENICOS.pdf> [consulta: 06:58PM Friday, May 03, 2024].
17. Hierro, Ferran. Microscopia optica. Serveis Científico Tècnics [en línea]. Disponible en: <https://sct.uib.es/Instruments-i-equips-dels-Serveis-Cientificotecnics/Area-de-microscopia-optica-i-electronica/Microscopia-optica.cid108042>

ANEXOS

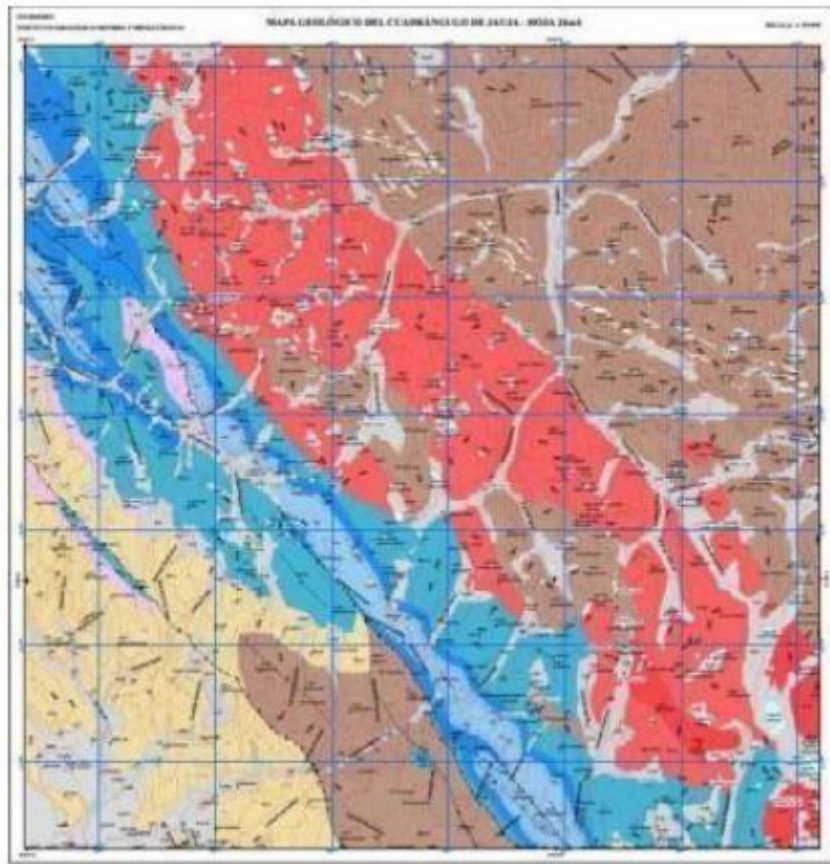
BOCAMINA 4419 m.s.n.m.



AFLORAMIENTO 4419 m.s.n.m.



MAPA GEOLOGICO



CARRETERA AL YACIMIENTO



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .