

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE GEOLOGÍA**



## **TESIS**

**Evaluación Geológica del Yacimiento Minero Sierra  
Antapite S.A.C. - Huaytara - Huancavelica**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Geólogo**

Autor:

Bach. Luis José MEJIA HUERTA

Asesor:

Mg. Reynaldo MEJÍA CACERES

**Cerro de Pasco – Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE GEOLOGÍA**



**TESIS**

**Evaluación Geológica del Yacimiento Minero Sierra  
Antapite S.A.C. - Huaytara - Huancavelica**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Magno LEDESMA VELITA  
PRESIDENTE**

---

**Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI  
MIEMBRO**

---

**Mg. Eder Guido ROBLES MORALES  
MIEMBRO**

**Cerro de Pasco – Perú - 2019**

## **DEDICATORIA**

A mí amada madre estrella que guía mi camino. Mi corazón jamás dejara de amarte.

## **RECONOCIMIENTO**

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaba mi madre por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo.

Gracias a mi madre por ser la principal promotora de mis sueños, gracias a ella por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, y la llegada de sus cafés era para mí como agua en el desierto, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a Dios por brindarme la vida y bendecir mi vida diaria con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman, y a las que yo sé que más amo en mi vida.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

## RESUMEN

Cía. Antapite SAC, pertenece a SierraSunGroup, es un yacimiento Epitermal de baja sulfuración con ensambles formados por cuarzo, adularia, sericita y pirita, el cual explota Oro Au, como subproducto Plata Ag. Se encuentra ubicado en el distrito de Córdova Provincia de Huaytará, - departamento Huancavelica. El objetivo general de esta tesis es hacer una evaluación geológica general, con el motivo de hallar nuevos potenciales mineralógicos (clavos mineralizados) rentables en la mina SIERRA ANTAPITE S.A.C. Para determinar las zonas mineralizadas dentro de la concesión minera SIERRA ANTAPITE S.A.C., y sean consideradas económicamente rentables deben seguir un proceso: analítico, sintético, descriptivo, explicativo, medición, cualitativo y cuantitativo. Realizado los estudios y la reinterpretación de vetas y clavos mineralizados en base a planos de muestreo por niveles, planos geológicos por niveles, corredores económicos se concluye una posible franja de mineralización Au, Ag de sulfuración intermedia. La secuencia Paragenética se resume en 5 estadios; los cuales los estadios IV y V, son de mayor importancia.

**Palabras Claves:** Yacimiento, Paragénesis, Evaluación.

## **ABSTRACT**

Cía. Antapite S.A.C, belongs to SierraSunGroup, is a low sulphidation epithermal deposit with assemblies formed by quartz, adularia, sericite and pyrite, which exploits Oro Au, as a byproduct of Ag Silver. It is located in the district of Córdova Province of Huaytará, - Huancavelica department.

The general objective of this thesis is to make a general geological evaluation, with the purpose of finding new mineralogical potentials (mineralized nails) profitable in the SIERRA ANTAPITE S.A.C. To determine the mineralized zones within the mining concession SIERRA ANTAPITE S.A.C., and to be considered economically profitable, they must follow a process: analytical, synthetic, descriptive, explanatory, qualitative and quantitative measurement.

Carried out the studies and the reinterpretation of veins and mineralized nails based on sampling plans by levels, geological planes by levels, economic corridors concludes a possible strip of mineralization Au, Ag of intermediate sulfidation. The Paragenetic sequence is summarized in 5 stages; which stages IV and V, are of greater importance.

**Keywords:** Deposit, Paragenesis, Evaluation.

## **INTRODUCCIÓN**

Un estudio de evaluación geológica, proyecta una visión analítica y cuantitativa de ciertas zonas anómalas, que contengan en sí, materia valiosa, cuya concentración prometa rentabilidad económica durante su explotación.

El depósito aurífero SIERRA ANTAPITE S.A.C Se encuentra ubicado en la provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica.

La evaluación geológica en el depósito aurífero SIERRA ANTAPITE S.A.C, es el resultado de procesos de prospección y exploración del yacimiento, que al mismo tiempo tiene sus faces como son la recopilación y análisis de la información existente en la empresa, previo al desarrollo de estudio. Otra fase corresponde un trabajo en el mismo campo que consta de un análisis del yacimiento y un muestreo minucioso. En la última fase incluye el procesamiento de datos, síntesis e interpretación de la información obtenida, el cual quedara detallada al pie en la presente tesis.

El contenido de este estudio expone información actualizada del depósito aurífero SIERRA ANTAPITE S.A.C. los datos fueron obtenidos de la misma fuente en el campo. Planos e imágenes fueron obtenidos directamente por el autor en el mismo escenario geológico.

El propósito de esta evaluación geológica se centra en ubicar zonas anómalas económicas de oro y plata en el depósito aurífero SIERRA ANTAPITE S.A.C.

## INDICE

**DEDICATORIA**

**RECONOCIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCION**

	<b>PAGINAS</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	1
1.1    Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	3
1.3. Formulación del problema. ....	3
1.3.1. Problema principal. ....	4
1.3.2. Problemas específicos. ....	4
1.4. Formulación de Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General. ....	4
1.4.2. Objetivos Específicos. ....	5
1.5. Justificación de la investigación.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5
<b>CAPITULO II</b> .....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1    Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases Teóricas – Científicos. ....	8
2.2.1 Mapeo Geológico. ....	8
2.2.2 Muestreo Geoquímico. ....	9
2.2.3 Propiedad Minera. ....	9
2.2.4    Marco Geológico Distrital .....	11
2.3. Definición de Términos Básicos.....	11

2.4. Formulación de Hipótesis. ....	30
2.4.1. Hipótesis General.....	30
2.4.2. Hipótesis Específico. ....	31
2.5. Identificación de Variables. ....	31
2.5.1. Variables Independientes .....	31
2.5.2. Variables Dependientes .....	31
<b>CAPITULO III</b> .....	32
<b>METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION</b> .....	32
3.1. Tipo de Investigación.....	32
3.2. Métodos de Investigación. ....	33
3.2.1.- Planeamiento Previo del Área de Trabajo. ....	33
3.2.2.- Trabajo de Campo. ....	33
3.2.3.- Equipo.....	33
3.2.4.- Fase de Gabinete. ....	34
3.3. Diseño de Investigación. ....	34
3.3. Población y Muestra. ....	34
3.3.1. Población.....	34
3.3.2. Muestra. ....	35
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. ....	35
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos. ....	35
<b>CAPITULO IV</b> .....	37
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> . ....	37
4.1. Descripción del Trabajo de Campo. ....	37
4.1.1 Ubicación y Acceso.....	37
4.1.2 Geografía.....	38
4.1.4 Geomorfología. ....	39
4.2 Geología Regional del Yacimiento .....	40
Minero. ....	40
4.2.1 Marco Geológico General.....	40
4.2.2. Substrato Pre volcánico. ....	40
4.2.3 Batolito de la Costa. ....	43

4.2.4 Unidades Basales. ....	44
4.2.5 Intrusitos Sub – volcánicos.....	48
4.3 Geología Estructural.....	49
4.4 Geología de la mina Antapite.....	51
4.4.1 Litología.....	51
4.4.2 Metalogenia.....	52
4.4.3 Petroquímica de las Rocas Ígneas.....	54
4.5 Alteración Hidrotermal .....	57
4.6 Geología Económica.....	59
4.6.1 Mineralización.....	59
4.6.2 Mineralogía.....	61
4.6.3 Paragénesis.....	64
4.7.1 Veta Zorro Rojo.....	65
4.7.2 Veta Pampeñita.....	66
4.7.3 Veta Antapite.....	67
4.7.4 Veta Katy.....	68
4.7.5 Veta Verónica.....	70
4.8 Minegrafía de la Veta Zorro Rojo.....	72
4.9 Conceptos y Procedimientos en el Cálculo de Reservas.....	75
4.9.1 Mineral de Reservas.....	75
4.9.2 Recursos Minerales.....	76
4.9.3 Otros Minerales.....	81
4.10 Re-Interpretación del modelo geológico del yacimiento de Antapite.....	86
4.10.1 Progresos Geo-Científicos .....	88
4.10.1 Nuevas Tecnologías y Equipos.....	89

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1 Identificación y determinación del problema**

La historia de la minería se inicia hace cuarenta y un mil años cuando el hombre paleolítico utilizaba óxidos de hierro para realizar pinturas rupestres y durante milenios se sirvió de la minería hasta hacer grandes viajes espaciales. La minería siempre permaneció al servicio del progreso y bienestar. No solo acompañó al hombre en su permanente evolución, sino que lo condujo al enorme progreso tecnológico e industrial, que caracteriza al mundo contemporáneo y civilizado.

La minería en el Perú se remonta a milenios, las obras de arte fabricados en oro, plata y cobre demuestran una maestría genial y única que aun hoy asombran al mundo.

El Perú está ubicado en un escenario con gran actividad geológica, la subducción permite la elevación de los andes, en ellas guardan grandes yacimientos de distintos metales. La mina SIERRA ANTAPITE S.A.C se encuentra en el mismo escenario andino.

Para determinar las zonas mineralizadas dentro de la concesión minera SIERRA ANTAPITE S.A.C., sean consideradas económicamente rentables deben seguir un proceso: analítico, sintético, descriptivo, explicativo, medición, cualitativo y cuantitativo, en este proceso uno de los pasos importantes es el reconocimiento del problema.

Por lo tanto, es importante realizar una evaluación y reinterpretación geológica, y así determinar el zoneamiento de las alteraciones y los clavos mineralizados (ore shoots), todo ello con la finalidad de continuar con la producción y aumentar las reservas.

## **1.2. Delimitación de la Investigación.**

El estudio se limitara en Cia. Sierra Antapite seleccionadas intencionalmnete.

El móvil de esta investigación radica en el hecho de averiguar el comportamiento geológico, mineralógico del intrusivo (Batolito de la Costa).

## **1.3. Formulación del problema.**

Dada las consideraciones, tenemos las siguientes

Preguntas:

¿Es posible hacer una evaluación geológica para encontrar clavos mineralizados en el yacimiento minero SIERRA ANTAPITE S.A.C.?

¿El conocimiento de las ciencias geológicas de Cía. Antapite, contribuirá a la reinterpretación del yacimiento y ubicación de nuevos clavos mineralizados?

### **1.3.1. Problema principal.**

¿Cuál es la importancia de tener conocimiento geológico del tipo de yacimiento en las principales estructuras mineralizadas en la mina SIERRA ANTAPITE S.A.C.?

### **1.3.2. Problemas específicos.**

¿Cómo se puede hacer una descripción geológica de las estructuras mineralizadas?

¿Qué estrategias metodológicas utiliza el Geólogo para describir e indicar las principales unidades geológicas?

¿En qué medida la paragénesis puede describir la mineralización en la mina SIERRA ANTAPITE S.A.C.?

¿Cómo desarrolla el Geólogo todas las características obtenidas en el estudio, para definir el tipo de yacimiento de la mina SIERRA ANTAPITE S.A.C.?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General.**

- Hacer una evaluación geológica general, con el motivo de hallar nuevos potenciales mineralógicos rentables en la mina SIERRA ANTAPITE S.A.C.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Diferenciar y puntualizar las distintas estructuras y unidades litológicas mineralizadas, en el yacimiento minero SIERRA ANTAPITE S.A.C.
- Determinar el orden de cristalización de los minerales que componen una roca, y también el modo de origen de las rocas y los minerales.

#### **1.5. Justificación de la investigación.**

El presente estudio tiene una gran importancia pues conocer las estructuras mineralizadas permitirá extender la vida de la mina, además de contribuir este al desarrollo de nuestro país.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación.**

- Escasa base de datos actualizados en los estudios geológicos.
- Deficiente apoyo económico de la empresa minera.
- Tiempo limitado para realizar la tesis, en la que está contenida todo el presente estudio.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de estudio.**

Los primeros trabajos de reconocimiento de Cía. Antapite fueron realizados en 1994 por Buenaventura Ingenieros S.A. En 1995 la Cía. Inversiones Mineras del Sur S.A. a través de un acuerdo con la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. inicia las exploraciones con túneles en las Vetas Antapite y Zorro Rojo, además de iniciar trabajos de exploración en el C<sup>o</sup> Antapite.

En el año 1999 se realizaron trabajos de exploración sobre las áreas aledañas a las vetas principales por parte de BISA, en los cuales se definieron las áreas de Occocancha, y Carmencita; así mismo se realizó un estudio de Interpretación Geoquímica de sedimentos de escorrentía del área de Antapite.

En el año 2000 se continuó y finalizó El Estudio Geológico del área del proyecto, y se empezó con estudios a la escala 1/2000 de las zonas denominadas Cº Antapite, Carmencita y Occocancha y otras áreas más al Norte de esta última, a cargo de una brigada de exploraciones de Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.

En el año 2001 se completó el Estudio Geológico A escala 1/10,000 del área que abarca el proyecto Antapite, por parte del Dr. C. Ángeles, Dr. D. Noble y el Ing. W. Amaya, por encargo de Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.

Durante el año 2003 se desarrolló también un programa de exploraciones en el área de Antaco donde se realizó trincheras sobre las vetas Malaquita, Amatista, Furiosa, Vanesa, Esmeralda, Rubí, Paloma, Mariana y La extensión SE de la veta

Zorro Rojo en el área de Ocoyo, siendo la veta más importante la veta Amatista; donde se inició las exploraciones con labores subterráneas y se pudo ubicar algunas reservas de Au.

Es importante el hallazgo de mineral en el nivel 3285. Extremo NW, de la Veta Pampeñita 1, lo que nos lleva a buscar un nuevo clavo hacia esta zona en las demás vetas.

En el extremo SE (Pique 504) Veta Zorro Rojo, Nivel 3070, se evidencia estructura hasta de 8.00 m, con ramales hacia el SW (techo de la Veta Zorro Rojo) que nos permitió recuperar reservas, con el inicio del nivel 3010, hacia el NW (a partir del Pique 504) no se evidencio lo encontrado en el nivel superficie.

En la veta Reyna se generó algo de reservas en el extremo NW (clavo 4) y con el inicio del nivel 3080 a partir del Pique 790 se generará reservas a corto plazo.

## **2.2. Bases Teóricas – Científicos.**

### **2.2.1 Mapeo Geológico.**

Es la forma de plasmar las características físicas de la naturaleza sobre un formato entendible utilizando el papel o cualquier medio digital. A través de ello se logra alcanzar el

conocimiento sobre la estructura y composición de la corteza terrestre las cuales eran susceptibles a plasmarse dentro de los planos más exactos.

### **2.2.2 Muestreo Geoquímico.**

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

### **2.2.3 Propiedad Minera.**

Sierra Antapite S.A.C. es titular de un grupo de concesiones mineras ubicadas en la provincia de Huaytará del Departamento



#### **2.2.4 Marco Geológico Distrital**

Más de un millar de metros de roca volcánica y vulcano-sedimentaria de probable edad Eoceno – Oligoceno (Cenozoico) afloran en el área del Proyecto Antapite, ubicadas en discordancia sobre un substrato pre volcánico compuesto por sedimentos mesozoicos en el área de la Veta Carmencita (Sector NW del área de estudio), a una cota de 3,600m y también reposan en discordancia sobre las unidades del Batolito de la Costa en el área de Ocobamba (Sector SE del área del proyecto) a una cota de 2,900m.

#### **2.3. Definición de Términos Básicos**

**Depósitos de Au-Ag de baja sulfuración.-** Vetas de cuarzo, stockworks y brechas de oro, plata, electrum, argentita, pirita, con cantidades menores y variables de esfalerita, calcopirita, galena, a veces con tetraedrita y sulfosales en niveles altos o cercanos a la superficie. La mena normalmente exhibe texturas de relleno de espacios abiertos y está asociada a sistemas hidrotermales relacionados a volcanismo o geotermiales.

**Marco Tectónico.-** Arcos de islas volcánicas y arcos magmáticos de márgenes continentales activos; también en campos volcánicos continentales relacionados a estructuras de extensión.

**Ambiente de depositación.-** Sistemas hidrotermales de nivel alto, desde profundidades de 1 km a fuentes termales superficiales. Sistemas de fallas regionales relacionadas a grabens, calderas resurgentes, complejos de domos de flujo y raramente sistemas de mar-diatremas. Estructuras de extensión en campos volcánicos (fallas normales, ramificaciones de vetas, vetas en echelon, lazos cimoides, etc.)

**Edad de mineralización.-** Cualquier edad, pero los depósitos terciarios son los más abundantes debido a que se trata de depósitos formados cerca de la superficie y que pueden ser erosionados fácilmente.

**Rocas huésped/asociadas.-** Rocas volcánicas de distintos tipos, predominando aquellas de tipo calco-alkalino.

**Forma de depósitos.-** Las zonas de mena están típicamente localizadas en estructuras, pero pueden ocurrir en litologías permeables. Las zonas de mena centradas en conductos

hidrotermales controlados por estructuras típicamente tienden a abrirse hacia arriba.

**Textura.-** Relleno de espacios abiertos, bandeamiento simétrico y de otros tipos, crustificación, estructura de peineta, bandeamiento coloforme y brechización múltiple.

**Adularia.-** La adularia es un mineral que se suele presentar estriado en un característico color blanco o incoloro y normalmente también recubierto con tonos verdes. Suelen ser formas de prisma alargadas o planas, aunque también formas rómbicas que se unen hasta formar estructuras complejas que se llaman maclas. Estas piedras tienen un brillo vítreo y su origen radica en la transformación de las soluciones minerales que suelen tener lugar en las aguas termales. Fórmula:  $(\text{Si}_6\text{O}_{18})\text{Al}_2\text{Be}_3$ . Dureza: 7-8. Color: Incoloro. Mineral: Silicatos

**Albita.-** Es un mineral del grupo de los silicatos, subgrupo tectósilicatos y dentro de ellos pertenece a los feldespatos denominados plagioclasas. Es un aluminosilicato de sodio, que puede llevar calcio o potasio sustituyendo al sodio en la red cristalina, pero por definición de albita debe tener mucho más sodio (más de 90%) que calcio y potasio juntos (menos de 10%).

Presenta un aspecto de cristales bien formados blancos, casi siempre maclados. La macla de cristales aplanados juntos crea el efecto de estriaciones en la superficie del cristal, siendo tan característica que se designa como macla de albita.

**Alteración.-** Mineral que se forma como producto de reacciones fisicoquímicas de fluidos hidrotermales o de actividad ígneo - volcánica con minerales que componen las rocas encajantes. Se excluyen los minerales formados por meteorización o intemperismo. Los tipos de alteración hidrotermal más comunes son: potásica, skarn, fílica, propílica, argílica, subpropílica, albitización, piritización, carbonatización, ceolitización, alunitización, caolinización, silicificación, dolomitización, turmalinización, epidotización, argílica avanzada, sericítica, cloritización.

**Andesita.-** Es una roca ígnea, volcánica, de composición intermedia, que contiene entre unos 52 y peso 63% sílice ( $\text{SiO}_2$ ). Andesitas contienen cristales compuestos principalmente de feldespato plagioclasa y uno o más de los piroxeno minerales (clinopiroxeno y ortopiroxeno) y cantidades menores de hornblenda.

**Argílica.-** Caracterizada por la destrucción total de feldspatos en condiciones de una hidrólisis muy fuerte, dando lugar a la formación de caolinita y/o alunita. Gran parte de los minerales de las rocas transformados a dickita, caolinita, pirofilita, diásporo, alunita y cuarzo. También se puede encontrar jarosita, pirita y/o zunyita.

**Arsenopirita.-** La arsenopirita, también llamada mispíquel (denominación de los mineros alemanes), es un mineral de fórmula química  $\text{FeAsS}$ . Contiene el 46% de arsénico, 34,3% de hierro y un 19,7% de azufre, junto a otros minerales.

**Bournonita.-** La bornita o erubescita es un mineral del grupo de los Sulfuros. Es un sulfuro de hierro y cobre, de color cobre manchado con iridiscencias púrpuras, por lo que se le da el apodo de pavo real mineral.

**Brechas.-** En geología, brecha es una roca sedimentaria detrítica compuesta aproximadamente en un 50 % de fragmentos angulares de roca de tamaño superior a 2 milímetros unidos por un cemento natural.

**Calcita.-** La calcita es un mineral formado por carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), de la clase 05 de la clasificación de Strunz, los

llamados minerales carbonatos y nitratos. A veces, se usa como sinónimo caliza, aunque es incorrecto pues esta última es una roca, no un mineral.

**Calcopirita.-** Químicamente es un disulfuro de hierro y cobre metalizado, de la clase 2 de los minerales.

Los cristales son pseudotetraedros, corrientemente con recubrimiento de tetraedrita o tennantita. La mayoría de las veces se la encuentra en forma masiva y las pocas veces que se ven los cristales están muy maclados y aplanados.

Forma una serie de minerales de solución sólida con la eskebornita ( $\text{CuFeS}_2$ ), sustituyendo gradualmente el anión sulfuro por el seleniuro.

Se clasifica dentro de los sulfuros.

**Caolinita.-** La caolinita es un mineral de arcilla que forma parte del grupo de minerales industriales, con la composición química  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Se trata de un mineral tipo silicato estratificado, con una lámina de tetraedros unida a través de átomos de oxígeno en una lámina de octaedros de alúmina.

**Clorita.-** Es el nombre genérico de unos aluminosilicatos, del grupo de los filosilicatos, en algunos de los cuales predomina el hierro, mientras que en otros es más importante la proporción de manganeso y de otros metales.

El término clorita procede del griego *chloros*, que significa verde, en alusión al color predominante en todos los minerales de este grupo.

Son minerales de origen metamórfico que cristalizan en el sistema monoclinico y que se encuentran en forma de láminas flexibles de color verde. Se forman por transformación y alteración de la augita, la biotita y la hornblenda.

**Correlaciones.-** El método de emplear similitudes entre unidades geológicas a fin de extender espacialmente la información geológica recibe el nombre de correlación. Dicha correlación puede ser de tipo litológico (cuando se comparan características de los tipos de roca dentro de las secuencias sedimentarias).

**Cuarzo.-** El cuarzo es un mineral compuesto de sílice. Tras el feldespato es el mineral más común de la corteza terrestre estando presente en una gran cantidad de rocas ígneas,

metamórficas y sedimentarias. Destaca por su dureza y resistencia a la meteorización en la superficie terrestre. Fórmula química:  $\text{SiO}_2$  Densidad:  $2,65 \text{ g/cm}^3$

**Diorita.-** Es una roca plutónica compuesta por dos tercios de feldespatos del grupo de las plagioclasas y un tercio de minerales oscuros, generalmente hornblenda, aunque pueden contener también biotita y a veces piroxeno. Si un magma diorítico alcanza la superficie, se forma una roca efusiva llamada andesita. Las dioritas son comunes en zonas de orogenia. Son rocas de composición intermedia entre los granitoides, y el gabro.

**Diques.-** En geología, un dique es una formación ígnea intrusiva de forma tabular. Su espesor es generalmente mucho menor que sus restantes dimensiones y puede variar de algunos milímetros hasta muchos metros, mientras que su extensión lateral puede alcanzar muchos kilómetros. Las intrusiones de diques se suelen producir a favor de fracturas de carácter distensivo.

Un dique atraviesa capas o cuerpos rocosos preexistentes, lo que implica que un dique es siempre más reciente que la roca en la cual está contenido. Casi siempre presentan una gran

inclinación o una inclinación próxima a la vertical, pero la deformación de origen tectónica puede provocar la rotación de los estratos atravesados por el dique de tal forma que este puede volverse horizontal. Las intrusiones conformadas casi horizontalmente a lo largo de estratos son llamadas sills.

**Epidota.-** La epidota es un mineral sorosilicatado de calcio, aluminio y hierro, que responde a la fórmula  $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe})_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$ . Cristaliza en el sistema monoclinico. Posee cristales bien formados con cierta frecuencia, comúnmente con un hábito prismático, con una dirección de elongación perpendicular al plano, único, de simetría. Sus facetas están habitualmente estriadas en profundidad. La mayoría de los caracteres de los minerales, como el color, las constantes ópticas, y la gravedad específica varían dependiendo del contenido en hierro. Su dureza es de 6,5. El color es verde, gris, marrón o casi negro, pero lo más común es que posean un brillo característico verdoso, con matices amarillentos o pistacho. El pleocroísmo es fuerte, y los colores pleiocroicos son el verde, amarillo y marrón. Sin embargo, la clinozoisita, un tipo de epidota, es blanca o rosa pálido, debido a su bajo contenido en

hierro; posee la misma composición química, de hecho, que el mineral zoisita.

**Esméctita.-** Una categoría de minerales de arcilla que tienen una estructura cristalina de tres capas (una capa de alúmina y dos capas de sílice) y que presentan la característica común de hinchamiento por hidratación cuando se exponen al agua. La montmorillonita es un mineral de arcilla de esmectita bien conocido por los que trabajan en perforación y con fluidos de perforación. Su forma sódica, la bentonita, es un aditivo para lodo a base de agua ampliamente utilizado. También se utiliza como aditivo para lodo a base de aceite cuando se lo hace dispersable en aceite mediante tratamiento de la superficie. Las arcillas de esmectita que existen en forma natural en las lutitas causan problemas en los pozos y de control del lodo debido a sus características de hinchamiento por hidratación y dispersión coloidal.

**Exploración.-** La exploración geológica tiene por objetivo realizar un reconocimiento general o de detalle de un sector para evaluar su factibilidad económica en términos de explotación mineral.

Esta tarea requiere de profesionales expertos, metodologías modernas, la mejor de las tecnologías disponibles, y un incesante ciclo de revisiones y chequeos cruzados de información de diversa naturaleza y fuente.

Solo con lo anterior se tendrá una visión clara, acabada y concluyente de las reales posibilidades económicas de las áreas estudiadas.

**Explotación.-** Antes de proceder a establecer el significado del término explotación minera que ahora nos ocupa, es interesante determinar, en un primer momento, el origen etimológico de las dos palabras que lo componen. Vocablos ambos que emanan del latín:

- Explotación es fruto de la suma de tres elementos latinos: el prefijo “ex”, que puede traducirse como “hacia fuera”; el verbo “plicare”, que es equivalente a “hacer pliegues”; y el sufijo “-ción”, que es sinónimo de “acción y efecto”.
- Minera, por su parte, emana del vocablo latino “mina”, y este, a su vez, del griego. En ambos casos se usaba para referirse a una unidad de cuenta de dinero o bien a una unidad que se empleaba para pesar metales.

**Galena.**- Es un mineral del grupo de los sulfuros. Forma cristales cúbicos, octaédricos y cubo-octaédricos. Su dureza Mohs de 2,5 a 3. La disposición de los iones en el cristal es la misma que en el cloruro de sodio (NaCl), la sal marina. Su fórmula química es PbS.

**Granitos.**- Es una roca ígnea plutónica formada esencialmente por cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa y mica.

El término granito abarca varias rocas de aspecto granular y de colores claros, pero con proporciones diferentes entre sus minerales. Para referirse a todas ellas los geólogos han definido el término granitoide. Según los estándares de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, son granitoides las rocas plutónicas cuyo contenido en cuarzo está comprendido entre el 20 y el 60 %. Esto incluye rocas como las tonalitas y las sienitas con cuarzo.

**Granodioritas.**- (de « grano » y de « diorita ») es una roca ígnea plutónica con textura fanerítica parecida al granito. Está principalmente constituida por cuarzo (>20%) y feldespatos, pero contrariamente al granito, contiene más plagioclasas que ortosa.

**Hidrotermal.**- Proceso en que interviene el agua a temperatura superior a la normal y gran cantidad de sales en disolución, se considera hidrotermal el proceso en el que el agua supera los 20°C

**Hornfels.**- Es una palabra alemana, que significa "piedra con forma de cuerno", debido a su frecuente asociación con el "Glaciar del Matterhorn", en los Alpes.

**Illita.**- Es un mineral de la clase 9 silicatos, según la clasificación de Strunz, del grupo de las micas. Es una arcilla no expansiva, micácea. La illita es un filosilicato o silicato laminar.

**Intrusivos.**- En geología, una intrusión es un cuerpo de roca ígnea que ha cristalizado desde el magma fundido bajo la superficie terrestre. Los cuerpos de magma que se solidifican subterráneamente antes de que emerjan a la superficie se llaman plutones, nombrados así por Plutón, el dios romano del inframundo.

**Magnetita.**- La magnetita (o piedra imán) es un mineral de hierro constituido por óxido ferroso - diférrico ( $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ ). Probablemente debe su nombre a la ciudad griega de Magnesia de Tesalia, en la actual prefectura de

Magnesia. No obstante, una fábula de Plinio el Viejo atribuye el nombre al de un pastor de nombre Magnes que descubrió este mineral en el monte Ida, observando que se adhería a los clavos de su calzado. Otros nombres que recibe este mineral son ferroferrita y morpholita.

**Mapeo.-** El mapeo geológico es fundamental en cualquier proyecto de exploración. Una exploración eficaz requiere una comprensión profunda de los controles litológicos y estructurales de la mineralización. Estos conocimientos deben obtenerse a través del mapeo geológico en las etapas iniciales de un programa de exploración. Cartografía, la creación de mapas.

**Marcasita.-** Es un mineral del grupo de los sulfuros. Su nombre proviene del Árabe marcaxita y del persa marcaxixa que es la forma de denominar a la pirita del que es dimorfo y con el que comúnmente se confunde. Contiene aproximadamente 46,6% de hierro y 53,4% de azufre, por tanto su fórmula es  $\text{FeS}_2$ .

**Mineralización.-** Este término se utiliza casi exclusivamente para la introducción de minerales menas y de minerales ganga en rocas preexistentes. Ya sea por vetas o fracturas, reemplazamiento (5 y 6) o de manera diseminada. La mineralización puede considerarse en cualquier escala; desde

una muestra de roca hasta una región de varios miles de kilómetros cuadrados. El término puede también utilizarse en un sentido estratigráfico; que puede referirse a una «mineralización post-Carbonífera», significando la formación de depósitos minerales asociados con los granitos Hercinianos.

**Oro.-** El oro es un elemento químico cuyo número atómico es 79. Está ubicado en el grupo 11 de la tabla periódica. Es un metal precioso blando de color amarillo. Su símbolo es Au (del latín aurum, 'brillante amanecer').

**Paragenética.-** El orden cronológico de depositación mineral se conoce como la secuencia paragenética o paragénesis de un depósito mineral, mientras que la distribución espacial se conoce como zonación. La secuencia temporal de depositación de minerales se conoce como secuencia paragenética o paragénesis. Esta se determina principalmente en base a estudios microscópicos con luz reflejada de secciones pulidas, utilizando los criterios texturales mencionados en la sección precedente, pero la relación entre distintas venillas constituyen también antecedentes valiosos al respecto.

**Pirargirita.-** La pirargirita es un mineral de dureza 2,5 a 3 en la Escala de Mohs. Es conocido desde el siglo XVI, con distintas

denominaciones, aunque no fue descrito hasta 1831 por Ernst Friedrich Glocker. Forma parte de la familia de los sulfuros. Es caracterizado por su color rojo oscuro.

**Pirita.-** La pirita es un mineral del grupo de los sulfuros cuya fórmula química es  $\text{FeS}_2$ . Tiene un 53,48% de azufre y un 46,52% de hierro. Frecuentemente macizo, granular fino, algunas veces subfibroso radiado; reniforme, globular, estalactítico. Insoluble en agua, y magnética por calentamiento. Su nombre deriva de la raíz griega pyr (fuego), ya que al rozarla con metales emite chispas, lo cual intrigaba al mundo antiguo. También conocida como "el oro de los tontos" o "el oro de los pobres" por su gran parecido con el oro.

**Pirofilita.-** La pirofilita es un mineral del grupo VIII (silicatos) según la clasificación de Strunz. Es un silicato de alumina hidratado, cuya fórmula es  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  y su composición teórica es 66,7%  $\text{SiO}_2$ , 28,3%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 5%  $\text{H}_2\text{O}$ . Normalmente está mezclado con caolinita, alunita y cuarzo.

Normalmente se presenta en forma de laminillas o en agregados foliáceos o radiados, debido a su estructura y fractura micáceas, lo que además la hace ser suave y untuosa al tacto.

**Pirrotita.-** La pirrotina o pirrotita es un mineral del grupo II (sulfuros), según la clasificación de Strunz, poco frecuente cuya composición es sulfuro de hierro (II) no estequiométrico con un contenido variable de hierro:  $\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$  ( $x = 0 - 0,2$ ). Se encuentra junto a la pentlandita en rocas ígneas básicas, en filones y en rocas metamórficas. También se encuentra a menudo junto a la pirita, marcasita y magnetita, o presente en los meteoritos llegados a la Tierra.

**Plutónica.-** Las rocas plutónicas o rocas intrusivas son las que se forman a partir de un enfriamiento lento, a gran profundidad y en grandes masas del magma. Son uno de los dos tipos en que se clasifican las rocas ígneas en función de su origen. Se oponen así a las rocas volcánicas o extrusivas, que se forma al solidificarse el magma (lava) que emerge a la superficie de la corteza terrestre, entrando en contacto abrupto con la atmósfera o cuerpos de agua.

Se llama plutones a los afloramientos de este tipo de roca, como por ejemplo los batolitos, los lacolitos, los sills y los diques. Estos afloramientos muchas veces son visibles producto de la erosión que ha retirado otras rocas que los cubrían previamente.

**Proustita.**- Es un mineral de la clase de los minerales sulfuros, y dentro de esta pertenece al llamado “grupo de la proustita”. Fue descubierta en 1832 en una mina de Brand-Erbisdorf en los montes Metálicos, en el estado de Sajonia (Alemania), siendo nombrada así en honor del químico francés Louis Proust.

**Reservas.**- La clasificación de los recursos minerales es la clasificación de los depósitos minerales basado en su certeza geológica y valor económico. Los depósitos minerales pueden ser clasificados como: Ocurrencias de mineral o prospectos de interés geológico pero no necesariamente de interés económico.

**Sericita.**- Es una mica de grano fino, similar a la moscovita, illita o paragonita. La sericita es un mineral de alteración común de los feldespatos ortoclasa o plagioclasas en áreas que han sido sometidas a alteraciones hidrotermales asociadas típicamente con cobre, estaño u otros depósitos de mineral hidrotermal.

**Stocks.**- En geología, un stock (del inglés) es una intrusión discordante ígnea que tiene una superficie expuesta de menos de 100 kilómetros cuadrados y que solo difiere de un batolito en que es menor que éste. La mayoría de stocks son probablemente las cúpulas de batolitos ocultos

**Sulfuración.**- Las importantes diferencias en las características químicas de los fluidos mineralizantes, responsables de deposición mineral dentro del ambiente epidermal, son el criterio en base al cual se establecen los dos tipos principales de depósitos epidermales.

**Tectónica.**- La tectónica es la especialidad de la geología que estudia las estructuras geológicas producidas por deformación de la corteza terrestre, las que las rocas adquieren después de haberse formado, así como los procesos que las originan.

**Tetraedrita.**- La tetraedrita es un mineral del grupo de los sulfuros. Es un antimonio sulfuro de hierro y cobre, de color muy oscuro.

Es el extremo con antimonio de una serie de solución sólida cuyo otro extremo lo ocupa la tennantita con al arsénico - ver fórmulas en la tabla adjunta. Es casi imposible ver en la naturaleza ambos extremos de la serie en estado puro, lo normal es ver una serie de variedades intermedias. De los dos, la tetraedrita es más común.

**Unidades.**- Una formación o formación geológica es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes

(composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

**Yacimiento.-** Yacimiento geológico: Una acumulación significativa de materiales geológicos, (minerales, gases, petróleo, etc.). Paleontológico: Lugar donde se hallan restos fósiles.

## **2.4. Formulación de Hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis General.**

El estudio geológico, mineralógico, petrológico y estructural, nos permitirá determinar la fuente distal y proximal de los clavos mineralizados, por ende nos definirá el zoneamiento de la mineralización y alteración el cual nos permitirá acertar con nuevas estructuras mineralizadas en la mina SIERRA ANTAPITE.

### **2.4.2. Hipótesis Específico.**

- La evaluación geológica general nos indicará con acierto las unidades geológicas y sus estructuras mineralizadas económicas rentables en la MINA SIERRA ANTAPITE.
- Al determinar el orden de cristalización de los minerales que componen una roca, y también el modo de origen de las rocas y los minerales, podremos determinar la paragénesis del yacimiento.
- La evaluación de las estructuras mineralizadas, nos indicara el tipo de yacimiento del presente estudio.

## **2.5. Identificación de Variables.**

### **2.5.1. Variables Independientes**

Evaluación geológica general.

### **2.5.2. Variables Dependientes**

Estructuras mineralizadas económicas rentables.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION.**

#### **3.1. Tipo de Investigación.**

El tipo de investigación que se realizará en la mina SIERRA ANTAPITE S.A.C. de acuerdo al problema planteado, es de carácter descriptivo y explicativo. Todo ello mediante la recopilación, procesamiento, interpretación de datos e información de forma cualitativa y cuantitativa de Cía. Antapite. Obtenidos en la primera etapa de trabajo, pasando la etapa analítica y finalmente a la etapa de interpretación.

### **3.2. Métodos de Investigación.**

Los lineamientos seguidos para lograr una evaluación geológica detallada en el presente estudio, son métodos de investigación que incluyen la toma de datos, procesamiento y análisis de relación de las variables.

En tal asunto demostramos la metodología de investigación.

#### **3.2.1.- Planeamiento Previo del Área de Trabajo.**

En este paso se hace uso de toda información ya antes obtenida en el campo. Referimos la inclusión de planos topográficos, planos geológicos, secciones. Así como banco de datos de leyes.

#### **3.2.2.- Trabajo de Campo.**

Este proceso implica el reconocimiento de campo, en la misma zona de estudio. Incluye la descripción geológica, cartografiado y toma de muestras de la zona de interés.

#### **3.2.3.- Equipo.**

En los trabajos de campo se utiliza un GPS, brújula, planos, protractor, lupa, rayador, colores, picota,

flexometro, wincha, tablero de apuntes y en trabajos de gabinete tenemos ordenadores con sus respectivos softwares.

#### **3.2.4.- Fase de Gabinete.**

Los datos obtenidos serán procesados de acuerdo a las necesidades. Serán expresos en forma de planos, también procesados por ordenadores y expresados en tablas, diagramas e imágenes. Los cuales se incluirán en forma textual en esta tesis.

### **3.3. Diseño de Investigación.**

Nuestro estudio muestra la estructura de un proyecto de tesis. Es descriptivo, explicativo, cualitativo, cuantitativo, analítica, y interpretación.

- Objetivo general
- Hipótesis general
- Conclusiones generales

### **3.3. Población y Muestra.**

#### **3.3.1. Población.**

La evaluación geológica se realizó en afloramientos superficiales y en interior de la mina, en las vetas del yacimiento minero SIERRA ANTAPITE S.A.C.

### **3.3.2. Muestra.**

Se tomaron 5500 muestras geoquímicas.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

La recolección de datos se obtiene en documentos teóricos preliminares y obtenidos en campo. Las herramientas útiles para administrar una buena recolección de datos son: Guía de análisis documental, guía de observación.

### **3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.**

La lectura de antecedentes nos da una visión de la geología, el cual nos ayuda mucho en el estudio y sirve de teoría para la presente tesis.

Los mapeos serán útiles en gabinete para construir secciones y planos topográficos, geológicos y geoquímicos. Esto con ayuda de softwares como AUTOCAD, ARCGIS, MINESIGHT demostraran de forma muy explícita imágenes en tres dimensiones de la disposición del mineral.

En tanto las muestras tomadas en campo serán analizadas por el contenido de los minerales de interés, estas serán expresadas en leyes, las que con ayuda del software EXCEL convertiremos tablas de leyes (bases de datos) en gráficos, cuadros, diagramas, planos de cubicación y planos geoquímicos.

Imágenes satelitales serán procesadas con el programa ENVI, para indicar en el lugar exacto de la imagen, la ubicación de las zonas anómalas de mineralización.

Muestras de minerales serán estudiadas por inclusiones fluidas.

Toda esta información será procesada y almacenada en forma digital e impresa. La cual servirá como tesis. **(Ver Planos 2,3)**

## **CAPITULO IV**

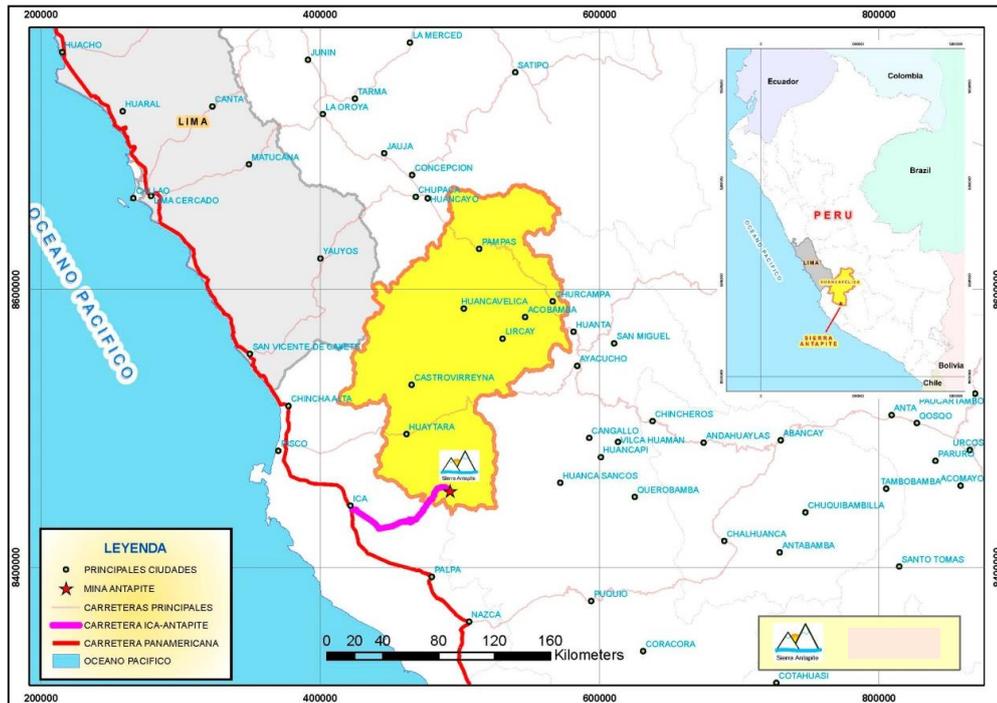
### **RESULTADOS Y DISCUSION.**

#### **4.1. Descripción del Trabajo de Campo.**

##### **4.1.1 Ubicación y Acceso.**

El distrito minero de Antapite se ubica en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental, en la parte meridional de la provincia de Huaytará, Departamento de Huancavelica; en las cabeceras de los ríos Ica y Grande, sobre las coordenadas centrales UTM 8'459,000 N y 492,000 E, entre las cotas 3,000 msnm y 4,100 msnm.

Es accesible desde la ciudad de Ica (km 307 de la Panamericana Sur), poblado de los Aquijes, de donde parte la vía afirmada hacia Tingue – Córdova – Antapite de 130 km.



**Figura 2** Ubicación de la Mina

#### 4.1.2 Geografía.

Sobre los 3,800 m.s.n.m. el relieve es de sierra alta, con superficies onduladas y suaves; a menor cota la superficie es más agreste, controlada por la acción erosiva de los ríos juveniles que forman lechos profundos, en relación con el levantamiento de los Andes.

La cota más baja es de 1,800 msnm en la localidad de Ocoyo, en el lecho del río Grande y la más alta de 4370 msnm en el punto conocido como señal Cerro Huaranjayoc, al NE.

#### **4.1.3 Hidrografía.**

El sistema hidrográfico se alimenta de las precipitaciones, éstas han dado origen a cursos de agua, los que generalmente presentan escorrentía en épocas de lluvia (Diciembre – Abril), mientras que el resto de meses del año los días son mayormente cálidos y secos. Está representada principalmente por la Quebrada de Laramarca y el río Querco, este último conformado por los riachuelos Rondon y Pichamayo constituyen las nacientes del río Grande.

#### **4.1.4 Geomorfología.**

El área de la mina, se encuentra emplazada en la unidad geomorfológica denominada; Zona de Laderas Altas. Esta unidad comprende las altas estribaciones inmediatas a la Unidad Divisoria Continental y

corresponde a los sectores occidentales que forman las cabeceras de los ríos Pisco, Ica y Grande.

## **4.2 Geología Regional del Yacimiento**

### **Minero.**

#### **4.2.1 Marco Geológico General.**

Más de un millar de metros de potencia de roca volcánica y volcánico - sedimentaria de probable edad Eoceno – Oligoceno(Cenozoico) afloran en el área del Proyecto Antapite, ubicadas en discordancia sobre un substrato pre volcánico compuesto por sedimentos mesozoicos en el área de la Veta Carmencita (Sector NW del área de estudio), a una cota de 3,600m y también reposan en discordancia sobre las unidades del Batolito de la Costa en el área de Ocobamba (Sector SE del área del proyecto) a una cota de 2,900m.

#### **4.2.2. Substrato Pre volcánico.**

El substrato pre volcánico Mesozoico está representado por:

**Formación Labra.-** Con una potencia aproximada de 4 Km, posiblemente esta acumulación sea en parte tectónica (C. Ángeles, 2000). Se compone de secuencias con espesores de más de 30 m de ortocuarcitas blancas, alternando con paquetes de areniscas rojizas de estratificación delgada, de grano fino con intercalación.

De lutitas grises oscuras con abundantes restos de plantas. Esta secuencia parece contener por lo menos una intercalación volcánica de toba de lapilli propilitizada, además hay varios sills dentro de la secuencia compuesta por microdiorita de más de 100 m de espesor.

**Formación Gramadal.-** Descompuesta en dos partes; inferior y superior. Consta de unos 300 m de tobas mayormente redepositadas, tobas soldadas, y algunos niveles de calizas mayormente cornubianitizadas, con algunos sills emplazados, denominada Gramadal inferior. La secuencia Gramadal superior tiene unos 80 a 100 m. de espesor y se compone de calizas, chert y

escasas intercalaciones de areniscas de grano fino hacia El tope.

**Formación Hualhuani.-** Llamada así tentativamente (C. Ángeles, 2000) presenta más de 300 m de areniscas de cuarzo y conglomerados, está presente al SE del C<sup>o</sup> Pucrupata en donde su base no aflora.

**Formación Chaclatacana.-** Tiene más de 300 m de potencia, su parte alta se encuentra cortada por un Stock (C<sup>o</sup> Pucrupata) o por la erosión pre-volcánica terciaria. Está compuesto de material volcano-sedimentario de volcarenitas gris-verdosas de grano medio a grueso con abundante plagioclasa, con intercalaciones de volcarenitas conglomerádicas y conglomerados de clastos redondeados a subredondeados de hasta más de ½ m, constituido de pórfidos andesíticos diversos.

Esta secuencia en la región de Antapite, se encuentra en una posición estratigráfica análoga a la genuina formación Chaclatacana de Huancavelica, se

considera como su posible expresión lateral, al parecer enteramente volcánica sedimentaria (C. Ángeles, 2000).

**Formación Chúlec.-** Compuesta de gruesos bancos de caliza alternados de caliza margosa, tiene un afloramiento restringido, ubicado al SO del C° Pucrupata.

#### **4.2.3 Batolito de la Costa.**

Está expuesto en las partes profundas de las quebradas que bajan hacia El Río Grande en el área de Ocobamba - Laramarca – Querco. Las facies más comunes comprenden a tonalitas y granodioritas. Moore (1984) atribuye a estas intrusiones a la Superunidad Incahuasi, del segmento de Arequipa, obteniendo edades radiométricas K/Ar de dos muestras de  $82.7 \pm 2.9$  Ma en hornblenda,  $84.4 \pm 2.8$  Ma en biotita para una muestra y de  $82.3 \pm 3.1$  Ma en hornblenda y  $83.6 \pm 2.8$  Ma para la otra muestra, correspondiendo la base del Campaniano.

#### **4.2.4 Unidades Basales.**

La serie Volcánica – Terciaria, es algo bimodal, variando desde andesitas basálticas a dacitas y tentativamente ha sido dividida en un conjunto basal piroclástico, conformado por las Tobas Callanca y Ocobamba, ubicadas en el sector centro oriental.

Del área cartografiada, e inmediatamente al Este de Ocobamba, dispuestas sobre El batolito. Han sido ubicadas también con la perforación diamantina, en las vetas Zorro Rojo, Reyna y Soledad sobre el área de nuestras operaciones.

La Toba Ocobamba es un depósito compuesto por fragmentos redondeados a subredondeados de las propias tonalitas, así como de granitoides rojos, envueltos en una matriz tufácea rojiza andesítica en la base, seguido de un espeso paquete de toba soldada rojiza andesítica con una clara fabrica eutaxítica, completado por tobas rojizas poco o no soldadas.

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA

## MINA ANTAPITE

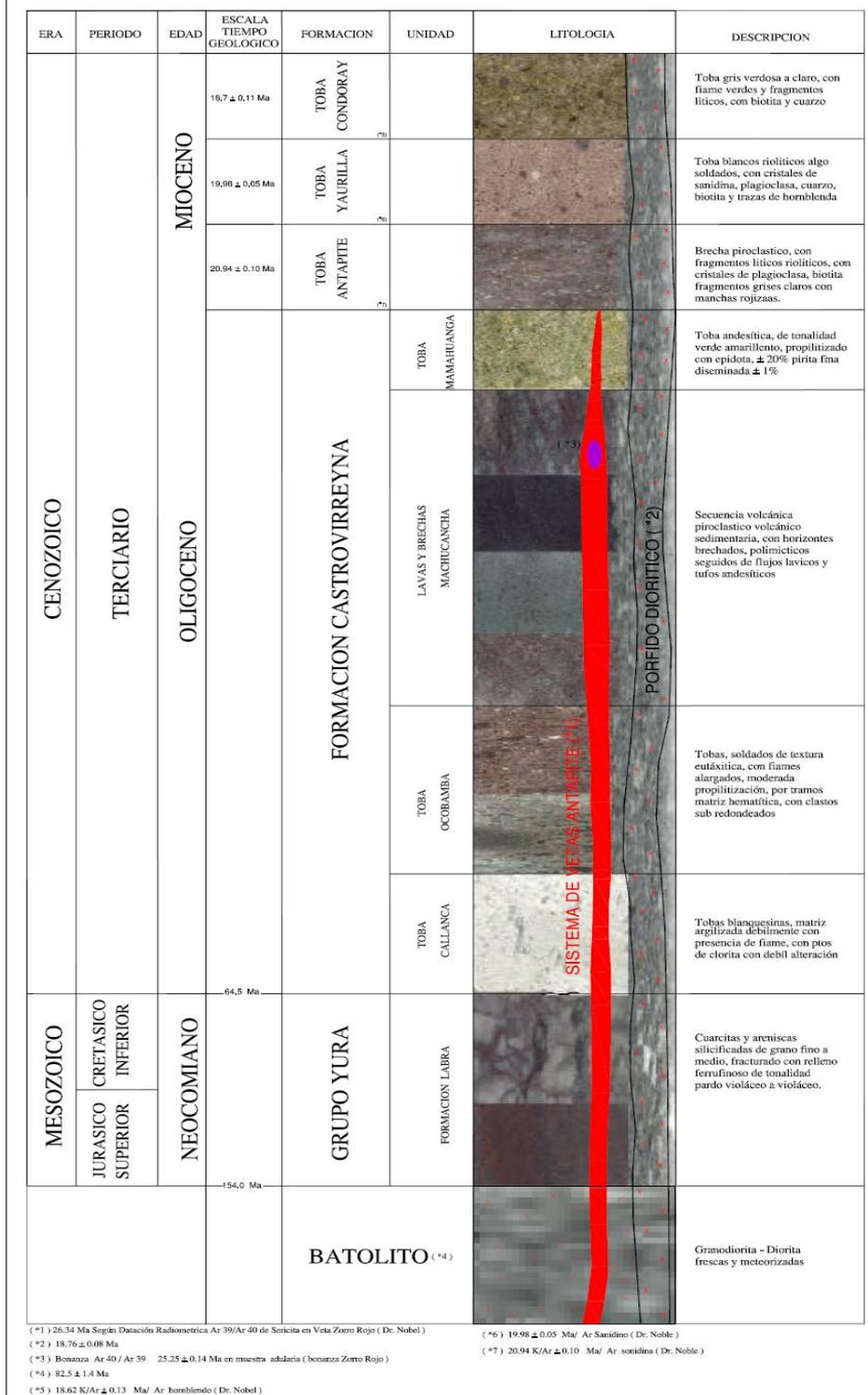


Figura 3 Columna Estratigráfica - Antapite

Por encima de estas secuencias, diversas unidades extrusivas, efusivas, piroclásticas y volcano sedimentarias que pueden ser aproximadamente agrupadas en tres secuencias. Cada secuencia empieza con domos de flujo, coladas de lavas y piroclásticos predominantemente de caída (Unidades Inferior, Intermedia y Superior).

**Unidad Inferior.-** Está compuesta por lavas, domos y brechas inferiores (Machucancha), tobas y lahares Chonura, todos de naturaleza andesítica a andesítica basáltica con facies fragmentales de brechas polimícticas y autobrechas.

**Unidad Intermedia.-** La unidad intermedia compuesta por lavas, domos y brechas intermedias, lahares y tobas Tayaorcco, tobas Sanquiccacca, Piedra redonda y Antapite de naturaleza que varían de lavas andesíticas, a basálticas con plagioclasa labradorítica, clino y orto piroxenos. Además presenta brechas con matriz de aspecto tufáceo con líticos de talla menor y cristales rotos.

Así mismo se encuentran en estas secuencias lentes de muy pocos centímetros a varios decímetros de espesor de arenitas muy gruesas tufáceas, a veces con laminación oblicua, hasta limolitas arcillosas pobremente laminadas.

**Unidad Superior.-** La Unidad Superior está compuesta por acumulaciones volcánicas sedimentarias y piroclásticas, a veces notablemente voluminosas, que tienden a rellenar depresiones tectónicamente controladas como las unidades Chonura, Tayaorcco, Mamahuanga y posiblemente Altarniyoc, son de naturaleza predominantemente andesítica de color gris a gris verdoso con cristales de plagioclasas y raramente biotitas, también tobas blancas y rosadas con plagioclasas y escasa biotita. El material de los lahares es polimíctico con bloques que ocasionalmente pueden llegar a sobrepasar los 4m de tamaño, con escaso redondeamiento y matriz arenosa – limosa compuesta en gran parte de cristales de plagioclasa rotas.

Así mismo, intercalados se encuentran en estas secuencias lentes de muy pocos centímetros a varios decímetros de espesor de arenitas muy gruesas, tufáceas, a veces con laminación oblicua, hasta limolitas arcillosas pobremente laminadas.

Estas tres unidades están intercaladas con coladas piroclásticas andesíticas, dacíticas y posiblemente riódacíticas como las Tobas Zonada, Runahuañuscca, Yaurilla y Pererochayoc. Hay además por lo menos dos importantes centros piroclásticos dacíticos a andesíticos como son las Tobas Sanquiccacca en El sector de Piedra Redonda y Antapite en El C<sup>o</sup> Antapite, que deben haber funcionado durante y al final de la Unidad Intermedia.

#### **4.2.5 Intrusitos Sub – volcánicos.**

La actividad volcánica del área de Antapite se clausura con un grupo de intrusivos subvolcánicos, tanto Stocks andesíticos, como volúmenes menores de diorita, de color gris a gris verdoso algunos de ellos bastante densos, con fenocristales de plagioclasa y ocasionalmente piroxenos y/o anfíboles (hornblenda),

siempre por lo menos moderadamente propilitizados. Así mismo diques andesíticos rectilíneos porfíricos gris medio a oscuro con fenocristales.

Por último algunos testigos de coladas piroclásticas dacíticas provenientes de fuera del área de Antapite, y posiblemente bastante más jóvenes reposan sobre la serie volcano sedimentaria arriba aludida, equivalente a la Formación Pócoto. **(Ver Plano 4)**

#### **4.3 Geología Estructural.**

Estructuralmente el área del Proyecto Antapite está controlado por dos sistemas regionales importantes, el primero de rumbo andino, que se manifiesta como un corredor estructural de rumbo N 50°-60°W, con evidencia de movimientos sinestrales y caída gravitacional al Suroeste, destaca en este sistema la falla Chocllanca – Ocoyo relacionada directamente con la veta principal Zorro Rojo.

El segundo sistema es de rumbo transandino representado por las fallas Runahuañuscca y Yaurilla en el área NW del distrito.

Estos dos sistemas delimitan el sector de mayor concentración de focos volcánicos y estarían controlando la mineralización en fracturas tensionales de las vetas Carmencita, Isabel y Verónica - Cecilia – Lucia, entre otras.

En la zona del Cerro Antapite se tiene que sobre la secuencia Machucancha, reposan lavas intermedias, las cuales son a su vez intruidas por la Toba Antapite, formando un borde de depresión el cual es rellenado por las Tobas y lahares Mamahuanga, finalmente la zona es afectada por un conjunto de stocks andesíticos-dioríticos y diques.

Esta zona sería el área de convergencia de los dos sistemas regionales principales, el WNW-ESE denominado Chocclanca – Ocollo y el SW – NE (Runahuañuscca – Yaurilla). **(Ver Plano 5)**

## **4.4 Geología de la mina Antapite.**

### **4.4.1 Litología.**

El yacimiento Epitermal de Baja Sulfuración Antapite, se encuentra hospedada en diversas unidades volcánicas y volcano sedimentarias; Ángeles (2003), tales como lavas, brechas, lahares y tobas, de composición, andesítica, tendiendo a traquita del oligoceno; los cuales están cortados por pequeños stocks y diques sub-volcánicos.

Los afloramientos de rocas alrededor de la mina registran edades entre 18.6 Ma y 27.1 Ma. (Noble, 2001); datado en plagioclasas con el método Ar/Ar.

Los stocks dioríticos y los diques de composición andesítica; que cortan a las unidades arriba mencionadas, reportan una edad de 18.8 Ma (Noble, 2001).

En las quebradas que bajan hacia la quebrada del Rio Grande, en los poblados de Ocobamba, Laramarca y Querco, se tiene expuesto el Batolito de la Costa. Las facies más comunes son tonalitas y granodioritas de la Super Unidad Incahuasi, cuyas edades radiométricas K/Ar de dos muestras dan  $82.7 \pm 2.9$  Ma en hornblenda,  $84.4 \pm$

2.8 Ma en una muestra de biotita; y  $82.3 \pm 3.1$  Ma en hornblenda y  $83.6 \pm 2.8$  Ma también en hornblenda, (Moore, 1984) **(Ver Plano 6)**

#### **4.4.2 Metalogenia.**

Regionalmente el yacimiento Antapite, está relacionado al Cinturón Metalogenético de Au Mesotermal (Orogénico) del Batolito de la Costa, con dominios estructurales de controlado por dos sistemas regionales importantes, el primero de rumbo andino, que se manifiesta como un corredor estructural de rumbo N  $50^{\circ}$ - $60^{\circ}$ W, con evidencia de movimientos sinestrales y caída gravitacional al Suroeste que controlan la mineralización de Oro y se habría originado en el Eoceno Oligoceno (Cenozoico). Otros yacimientos de origen Mesotermal de Oro son los yacimientos del Batolito de Patáz y Ananéa en Puno. (Ver Fig N° 4).

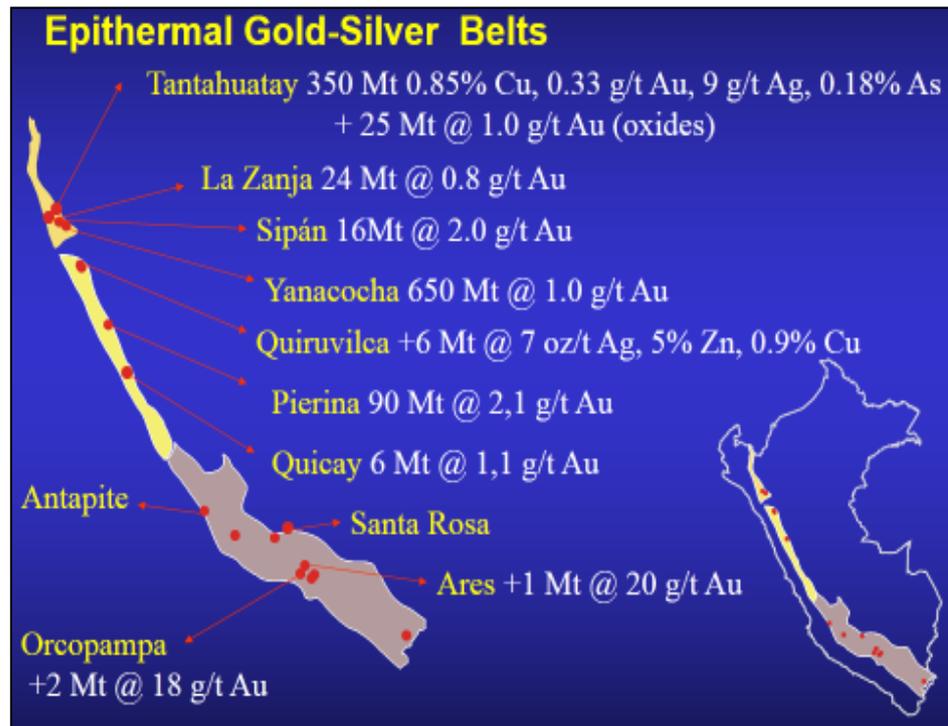


Figura 4 Metalogenia.

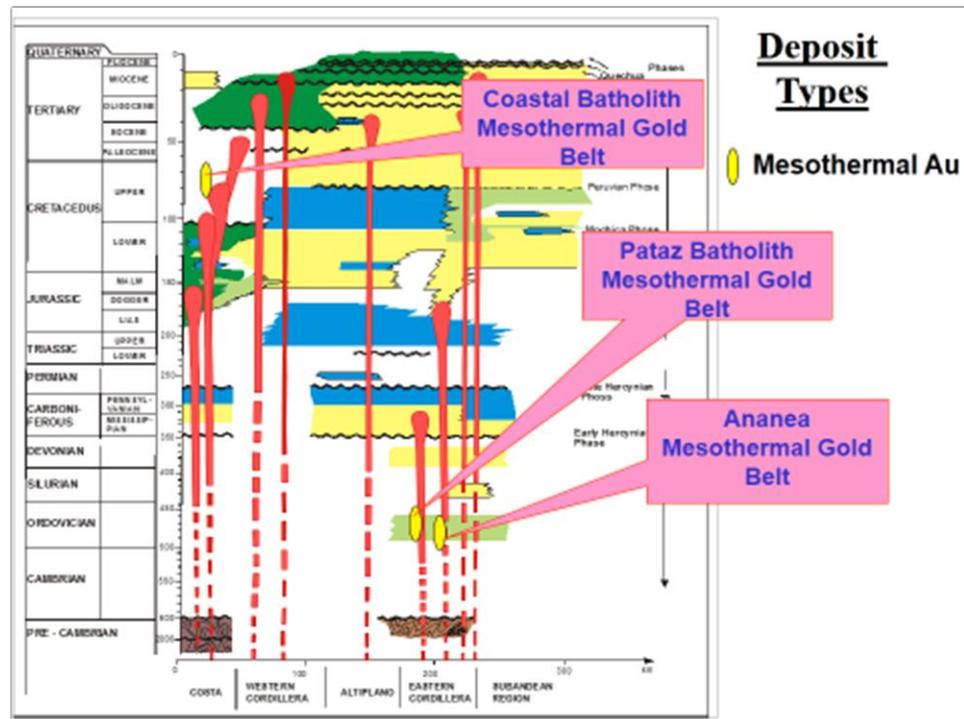


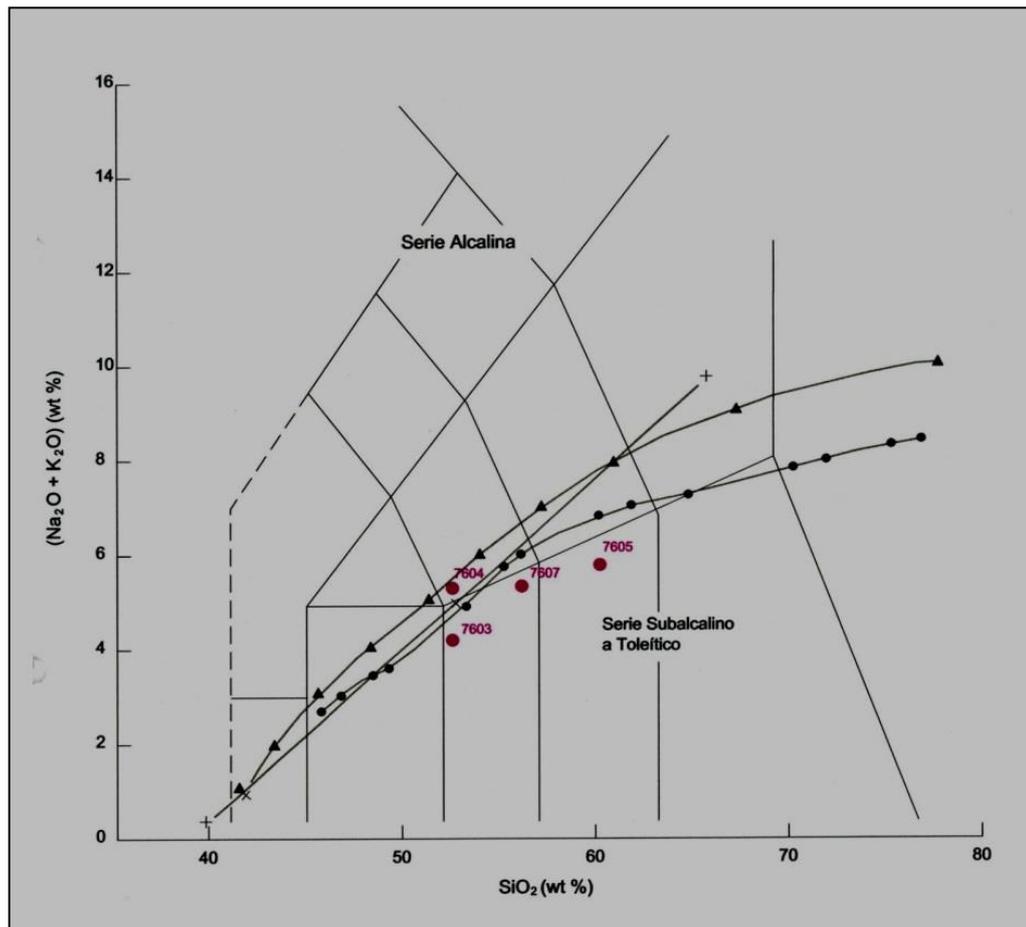
Figura 5 Tipos de Depósitos

#### **4.4.3 Petroquímica de las Rocas Ígneas**

En base al análisis de 4 muestras de roca, proveniente de la mina Antapite; se ha logrado determinar la clasificación de las rocas ígneas y plutónicas.

##### **Clasificación de las rocas ígneas**

En base al diagrama  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ ; de Le Bass et al. (1986), las rocas ígneas de Antapite caen dentro del campo subalcalino y son de composición andesítica basáltica a traquiandesita. Los stocks y diques que cortan a toda la secuencia volcánica de Antapite; se clasifican como dioritas. Además en la sub división de las rocas sub alcalinas, estas se definen como calco-alcalinas. (Fig 06).

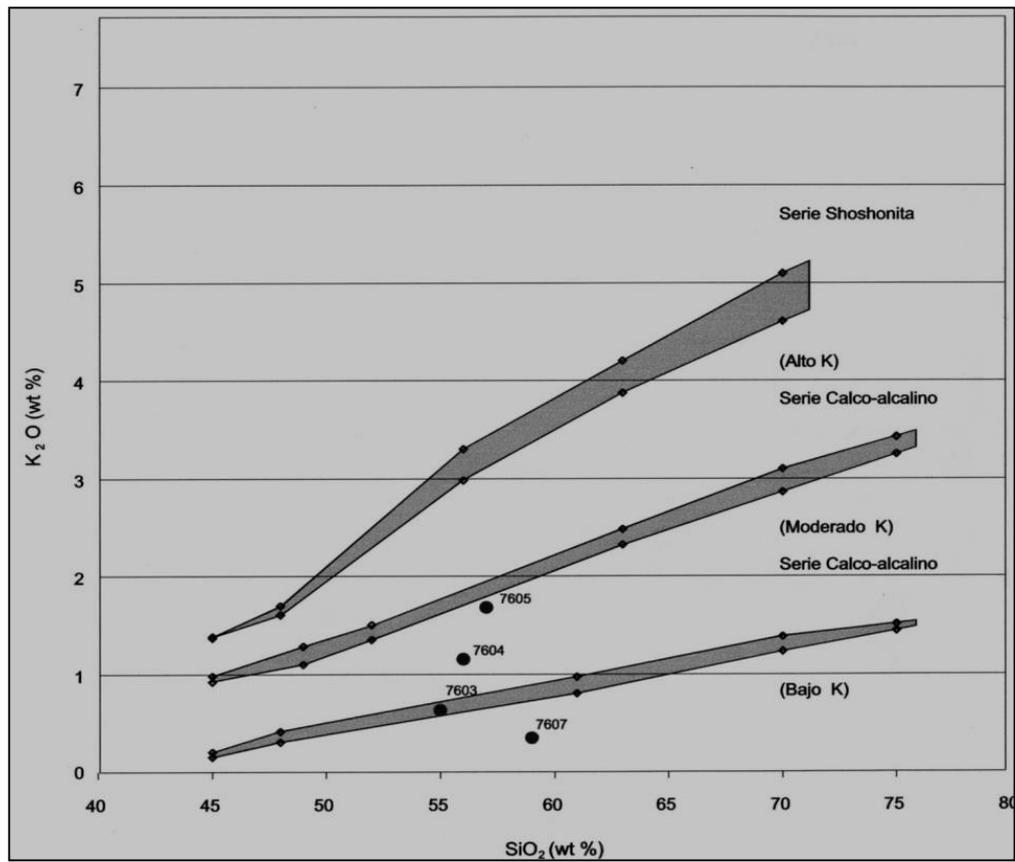


**Figura 6** Diagrama para representar Rocas Magmáticas

Total álcali – sílice, Clasificación de rocas de IUGC de Le Bass et al. (1986).

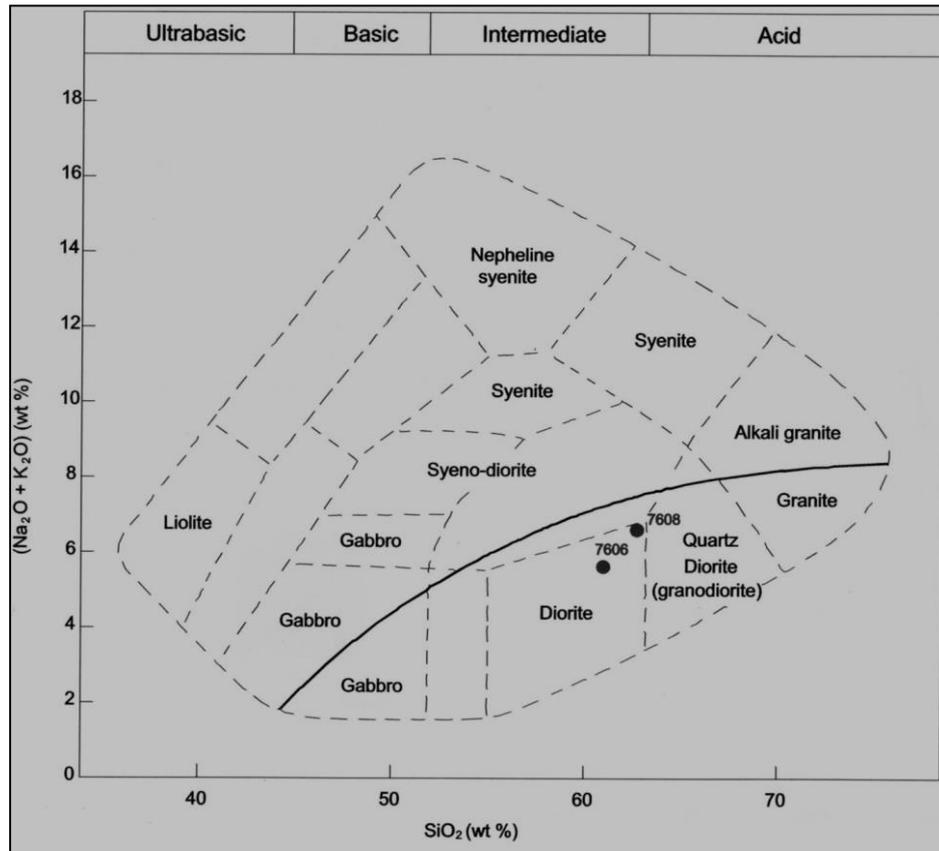
7603=Lava Machucancho, 7604=Tufo Brecha Machucancho, 7605=Dique domo,

7607=Sub volcánico.



**Figura 7** Clasificación de series Calco-Alcalinas

Clasificación de series calco – alcalinas (Pecherillo y Taylor, 1976) modificado y ampliado por Le Maitre (1989).



**Figura 8** Clasificación Química de Rocas Plutónicas

70606=7608=Diorita Antapite

#### 4.5 Alteración Hidrotermal

La secuencia volcánica en la cual está emplazada el Yacimiento de Antapite, y de acuerdo al tipo de depósito al cual pertenece, presenta una alteración característico de Baja Sulfuración (Cuarzo – Adularia – Sericita). Dicha alteración se da por fluidos formados por aguas principalmente meteóricas y pH cercano al neutro.

La distribución vertical y espacial de la zona de alteración, indica una posición zonal de los niveles menos erosionados, considerando como termómetros la presencia de pirofilita (200°C a 250°C, pH 4 a 5), alunita (< 300° C, pH 3), cuarzo opalino (<100° C, muy bajo pH), calcedónico (100°C – 200°C) y jaspe. Los minerales de alteración hidrotermal presentes se caracterizan por ser estables en ambientes con pH cerca al neutral a alcalinos y temperaturas por encima de 250°C (sericita – adularia).

Se puede diferenciar tres zonas de alteración, partiendo de la veta hacia el exterior: en la primera, la silicificación, representada por cuarzo blanco, cuarzo calcedónico y sílice gris con puntos finos de sericita. Estos minerales son los componentes principales de las vetas; la segunda: la argílica, se da cerca a las vetas, y los minerales principales son sericita – cuarzo – adularia – calcita, esta alteración pertenece a la composición mineralógica de la alteración filica, en los epitermales se forma dentro de un pH de 4 – 6 y temperatura aproximada entre 250°C – 300°C. Esta composición es de mayor presencia dentro del grupo de las

arcillas y generalmente ocurre de manera contigua o conjunta con las vetas de cuarzo y por último la más alejada a las vetas, la propilítica; en la que se puede apreciar clorita – calcita – illita – esmectita – caolinita – albita – epidota y magnetita.

La termometría de formación de los minerales presentes en las dos primeras define una posición relativamente profunda del sistema epitermal.

## **4.6 Geología Económica.**

### **4.6.1 Mineralización.**

La mineralización de las vetas de la mina ANTAPITE, es del tipo relleno de fracturas, su origen es hidrotermal de baja sulfuración con cuarzo, adularia, sericita y pirita; la mineralización es aurífera con plata subordinada, el oro se encuentra en estado nativo o como electrum y está relacionada a paragénesis tardías de cuarzos asociados con diversos sulfuros principalmente piritas con trazas de esfalerita, galena, calcopirita y puntos de sulfosales como tetrahedrita y bournita.

La mineralización aurífera económica, ocurre en paragénesis tardías de cuarzo gris, calcedónico, blanco y cuarzo hialino; con un cociente de relación de Ag/Au de 1/1 a 1.5/1. Las características mineralógicas, texturales y geoquímicas de las vetas de la mina Antapite, presentan niveles intermedios a profundos de sistemas epitermales.

La alteración epitermal está restringida generalmente a un halo delgado pegado a las vetas, con la presencia de cuarzo – sericita – adularia, esta última reconocida al microscopio, por tensión y difracción de rayos X. Una datación radiométrica  $Ar^{39}/Ar^{40}$  realizada por el Dr. C. Noble sobre sericitas en la veta Zorro Rojo da una edad de  $26.34 \pm 0.21$  Ma. La sericita se presenta como reemplazamiento de feldespatos o adularia, relacionado al cuarzo y rellenando cavidades de la veta. Hacia las cajas frescas se tiene luego una alteración propilítica con la presencia de clorita, epidota, calcita, cuarzo plagioclasas y esméctica.

**Tabla 1***Características del Yacimiento Epitermal de Baja Sulfuración.*

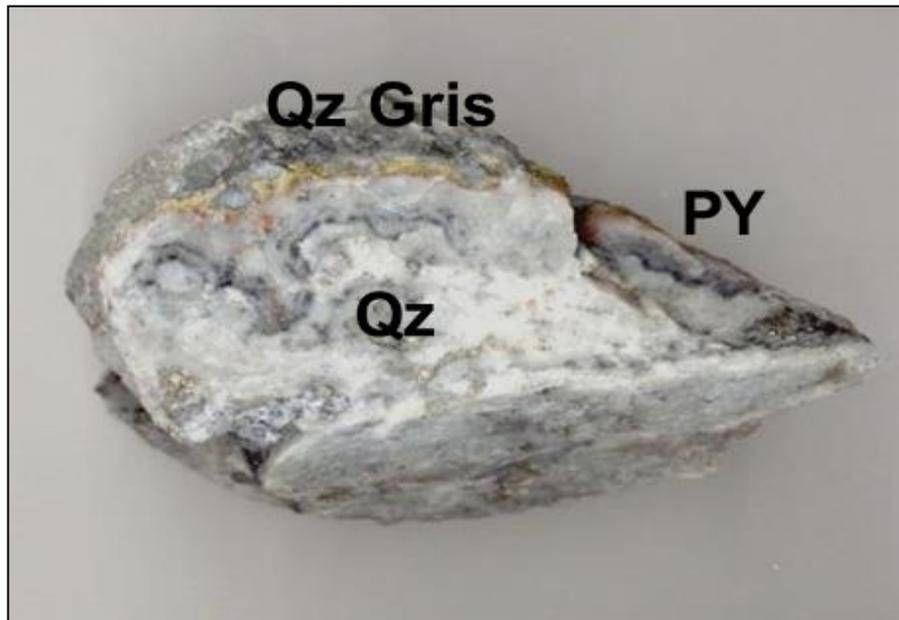
Roca Huésped	Rocas Volcánicas
Cota de Veta	3,100 – 3,500
Rumbo Preferente	N 60° - 80° W
Textura de la Veta	Bandeado, coloforme, criptocristalino
Alteración de la Caja	Proximal: sericita-adularia-cuarzo-calcita+-clorita
Mineralogía de mena	Au libre, electrum, cpy, esf, gn, Cgrs, Ag, mc, apy
Metales	Au-Ag, Pb, Zn, Cu, Mn +- (Sb, As, Hg)
Rasgos Importantes	Sericita >250°C-300°C T; Ph 4-6
Edad de la Mineralización	26.3+-0.21 ma. Sericita (Zorro Rojo)

*Fuente: Cía. Antapite.***4.6.2 Mineralogía.**

En base a los estudios petromineralógicos se ha podido determinar la mineralogía de la Mina Antapite, el cual está dado por los siguientes minerales de mena y ganga:

**Minerales de ganga.-** Cuarzo, Sericita, calcita.

**Minerales de mena.-** Pirita, Arsenopirita, Marcasita, Esfalerita, Calcopirita, Galena, Oro nativo, Electrum, Magnetita, Covelita, Cobres Grises, Digenita.



**Foto 1** Oro relacionada a Qz gris y sulfuros de Py



**Foto 2** Textura Coloforme de Qz blanco y amatista  
Intercalados relleno de roca Fracturada



**Foto 3** *Textura Brechada Qz hialino y calcedonico*

La mineralogía de las vetas de la Mina Antapite, se caracterizan por presentar diversas generaciones de cuarzo, observándose entre ellos: bandas de cuarzo blanco y amatista y textura reemplazamiento de calcita cortadas por venas tardías de cuarzo hialino, colofome, calcedonico blancas y grises. El Au, se deposita principalmente en el cuarzo colofome, hialino blanco y gris.

### 4.6.3 Paragénesis.

La secuencia paragenética de las vetas de la Mina Antapite, se resume en cinco estadios paragenéticos. (Fig. 9).

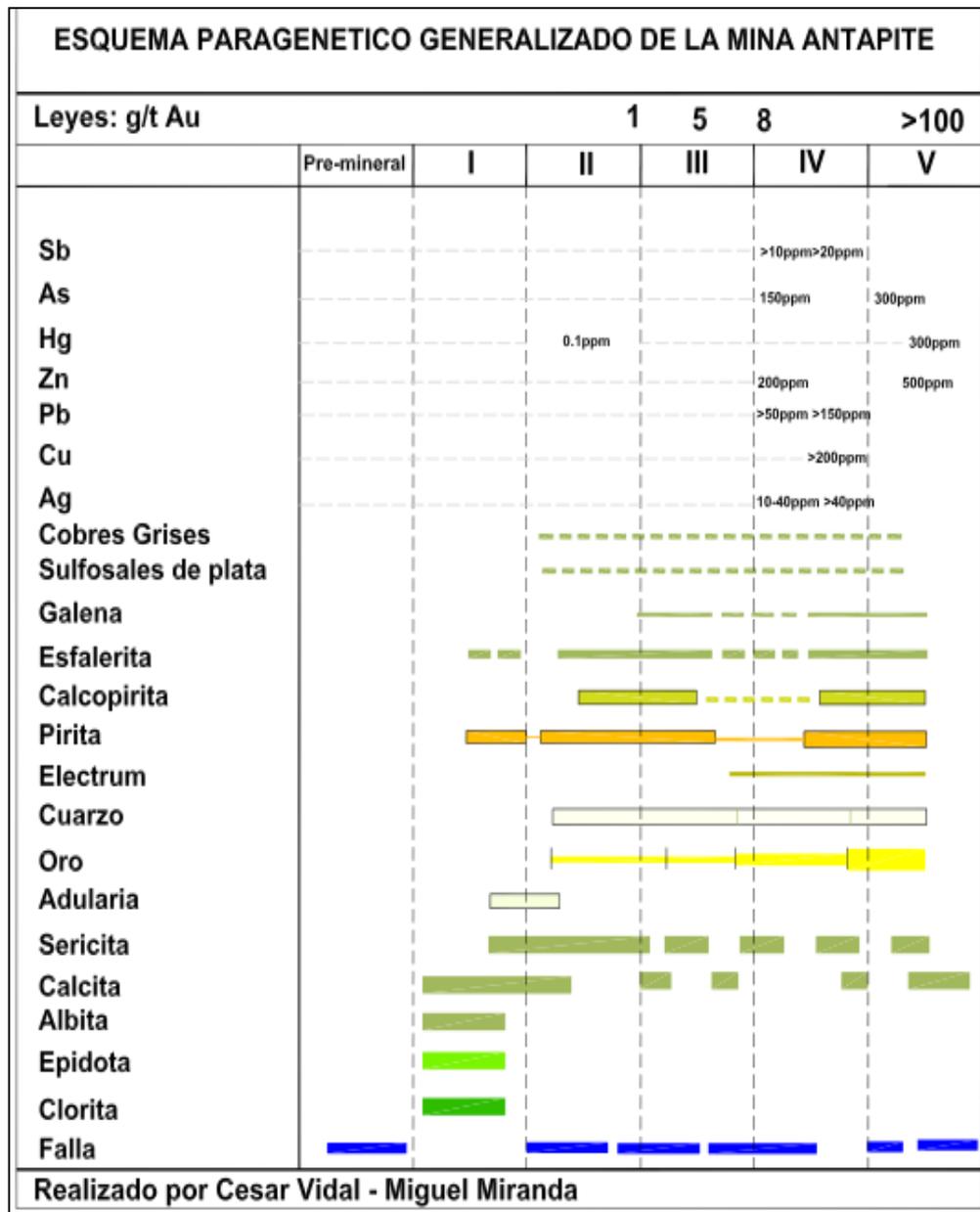


Figura 9 Cuadro Paragenetico - Mina Antapite

## 4.7 Estructuras Mineralizadas.

### 4.7.1 Veta Zorro Rojo.

Estructura cuyo rumbo promedio es N 58° W, 75° SW de buzamiento, en superficie se tiene reconocido con trincheras y tiene una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 4,650 m.

La mineralización está compuesta principalmente por cuarzo lechoso, venillas de cuarzo hialino, venillas delgadas de cuarzo amatista y gris, con anchos que varían de 0.40 a 7.00 m, con limonitas y arcillas rellenando cavidades o impregnado en fracturas, el ensamble mineralógico es de tipo relleno de fracturas, con cuarzo adularia, sericita y pirita, con contenido de Au y Ag subordinada.

En esta veta se tiene 1'239,218 tms de reserva con ley de 3.40 g/t Au, y un ancho de 2.16 m. **(Ver Plano 7)**



**Foto 4** Clavo 34. Central banded Qz vein & breccia margins

#### 4.7.2 Veta Pampeñita.

Estructura cuyo rumbo promedio es N 60°-70° W, 64° NE de buzamiento, en superficie se tiene reconocido con canales y tiene una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 350 a 400 m, de cuarzo blanco lechoso.

La mineralización está compuesta principalmente por bandas de cuarzo de tres generaciones (lechoso, blanco y gris) de textura crustificada, y diseminación de pirita., con anchos que varían de 0.50 a 2.00 m, con relleno de limonitas y arcillas en la matriz, el ensamble mineralógico es de tipo relleno de fracturas, con cuarzo adularia, sericita y pirita, con contenido de Au.

En esta veta se tiene 167,346 tms de reserva con ley de 3.41 g/t Au, con un ancho de 1.31 m y 183,041 tms de mineral potencial con 2.5 m de ancho. **(Ver Plano 8)**



*Foto 5 Mineralización - Veta Pampeñita.*

### 4.7.3 Veta Antapite.

Estructura cuyo rumbo promedio es N 58° W, 71° SW de buzamiento. En superficie se tiene reconocido con canales y trincheras, en una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 1,000 m, compuesto por crestones de cuarzo blanco lechoso, con anchos que van desde 0.40 m a 1.90 m, con bandas intermedias de roca volcánica argilizada que en conjunto dan un ancho total de 10 m.

La mineralización está compuesta principalmente por cuarzo blanco lechoso, cortados por venillas de cuarzo hialino y gris de hasta 5 cm de ancho, con presencia de limonitas rellenando cavidades y fracturas, con diseminación de pirita y concentraciones esporádicas de esfalerita y galena, con contenido de Au.

En esta veta se tiene 260,484 tms de reserva con ley de 3.48 g/t Au, 1.25 m de ancho y 544,482 tms de mineral potencial con un ancho de 2.00 m. **(Ver Plano 9).**



*Foto 6 Mineralización veta Antapite*

#### 4.7.4 Veta Katy.

Estructura cuyo rumbo promedio es de N 60° W y buzamiento de 70° NE, tiene un ancho entre 0.30 a 0.60 m; esta estructura se desarrolla por debajo del nivel 3285, se tiene reconocido en los niveles 3240, 319 y 3130, con galerías, chimenea y sub niveles, esta veta presenta texturas de brecha hidrotermal con bandas y venillas de cuarzo blanco, cuarzo gris y cuarzo hialino, también se presentan diseminados de pirita fina con arcillas y cloritas.

En esta veta se tiene 38,262 tms de reserva con 6.23 g/t Au de ley y 0.71 m de ancho. El mineral potencial es de 16,980 tms con un ancho de 0.80 m. **(Ver Plano 10)**

**Tabla 2**

*Tarjeta de Muestreo Tajo 116 NW*

Fecha	Canal	Referencia			Ensayes		E	Promedio de Canales		Cálculos	
		Punto	L	N°M	Ancho	g/t Au		Ancho	g/t Au	B	
05/05/2019	C-0	C/BC+	PI	ANCM-00836	0.20	6.07				DE:	0
			TD	ANCM-00837	0.75	3.57	0.95	9.64	A:	26	
	C-2	C	ANCM-00838	0.50	2.43	0.50	2.43	Long:	28		
	C-4	C	ANCM-00839	0.30	8.37	0.30	8.37	Ancho:	0.59		
	C-6	C	ANCM-00840	0.35	2.07	0.35	2.07	g/t Au	83.46		
	C-8	C	ANCM-00841	0.25	31.30	0.25	31.30				
	C-10	C	ANCM-00842	0.40	12.86	0.40	12.86				
	C-12	PI	ANCM-00843	0.30	14.60	0.30	14.60				
			TD	ANCM-00844	0.60	1.20	X				
	C-14	PI	ANCM-00845	0.30	170.97						
			TD	ANCM-00846	0.50	48.33	0.80	219.30			
	C-16	PI	ANCM-00847	0.60	201.47						
			TD	ANCM-00848	0.20	18.40	0.80	219.87			
	06/05/2019	18	PI	ANCM-00849	0.30	6.90					
C				ANCM-00850	0.60	67.83	0.90	74.73			

		TD	ANCM-00851	0.30	0.90	X	
20		PI	ANCM-00852	0.20	100.82		
		TD	ANCM-00853	0.80	22.26	1.00	123.08
22		PI	ANCM-00854	0.20	73.43		
		TD	ANCM-00855	0.75	35.83	0.95	109.26
24		C	ANCM-00856	0.30	42.53	0.30	42.53
26		C	ANCM-00857	0.50	7.13	0.50	7.13

**Fuente:** Cía. Antapite.

#### 4.7.5 Veta Verónica.

Estructura cuyo rumbo promedio es N 48° W, 72°SW de buzamiento, con una potencia promedio de 0.78 m se encuentra ubicada al techo de la veta Antapite.

La mineralización es de origen hidrotermal de baja sulfuración con ensamble formado por cuarzo, pirita, clorita y óxidos de hierro. El oro ocurre en paragénesis con cuarzo gris con intercalación de cuarzo blanco en estado nativo o como electrum, asociados con sulfuros principalmente pirita. La litología se encuentra conformada de tobas y lavas de la formación Machucancho.

En esta veta se tiene 14,953 tms de reserva con 5.33 g/t Au y 0.78 m de ancho. Mineral potencial se tiene 1,654 tms con un ancho de 0.80 m. **(Ver Plano 11).**

**Tabla 3**

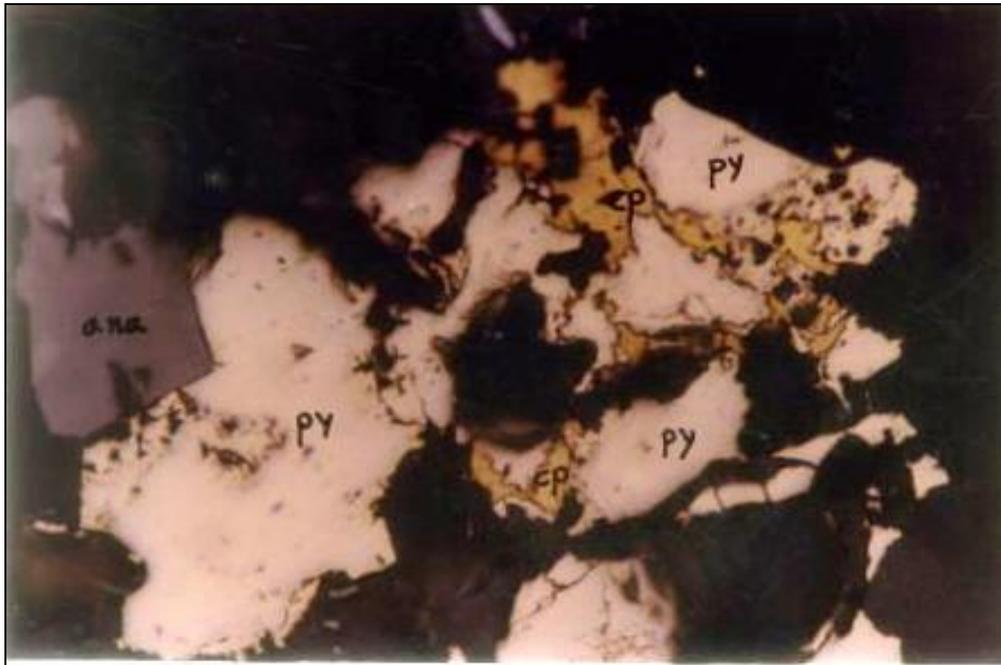
*Tarjeta de Muestreo Tajo 988 NW*

Fecha	Punto	Referencia			Ensayes		E	Promedio de Canales		Cálculos	
		CANAL	L	N°M	Ancho	g/t Au		Ancho	g/t Au	B	
21/04/2019	C/BC+	C-00	PD	ANCM#000686	0.70	13.63		0.70	13.63	DE:	0
			C	ANCM#000687	0.50	0.30	X			A:	24
			TI	ANCM#000688	0.30	<0.05	X			Long:	26
		C-02	PD	ANCM#000689	0.25	21.87		0.25	21.87	Ancho:	0.60
			C	ANCM#000690	1.00	0.17	X			g/t Au	16.27
			TI	ANCM#000691	0.20	0.33	X				
17/04/2019	C/BC+	C-04	C	ANCM#000701	0.30	21.73		0.30	21.73		
			C-06	C	ANCM#000702	0.50	16.17				0.50
		C-08	PD	ANCM#000703	0.50	37.67		1.00	25.02		
			TI	ANCM#000704	0.50	12.37					
		C-10	PD	ANCM#000705	0.30	37.60		0.30	37.60		
			TI	ANCM#000706	0.20	1.80	X				
		C-12	PD	ANCM#000707	0.40	16.97		0.70	12.88		
			TI	ANCM#000708	0.30	7.43					
		C-14	PD	ANCM#000709	0.60	29.40		0.95	21.75		
			TI	ANCM#000710	0.35	8.63					
		C-16	PD	ANCM#000711	0.20	11.30		0.20	11.30		
			TI	ANCM#000712	0.40	0.40	X				

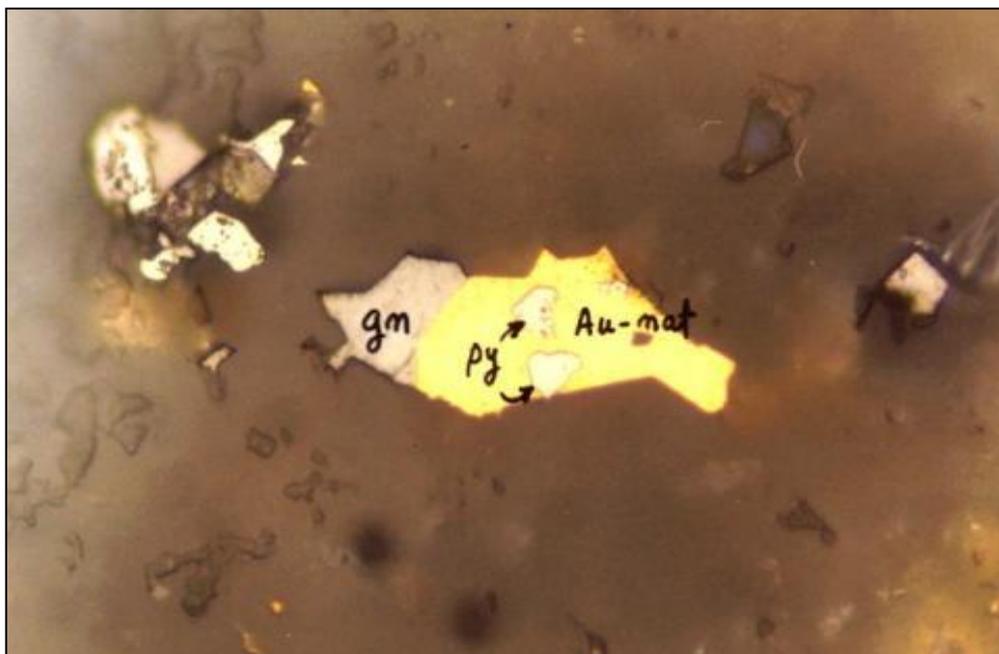
C-18	PD	ANCM#000713	0.20	0.80	X		
	TI	ANCM#000714	0.30	9.97		0.30	9.97
C-20	PD	ANCM#000715	0.20	4.10	X		
	C	ANCM#000716	0.50	8.20			
	TI	ANCM#000717	0.35	6.67		0.85	7.57
C-22	PD	ANCM#000718	0.30	7.07			
	C	ANCM#000719	0.40	13.66			
	TI	ANCM#000720	0.60	4.90		1.30	8.10
C-24	PD	ANCM#000721	0.50	2.67	X		
	TI	ANCM#000722	0.50	19.84		0.50	19.84

Fuente: Cía. Antapite.

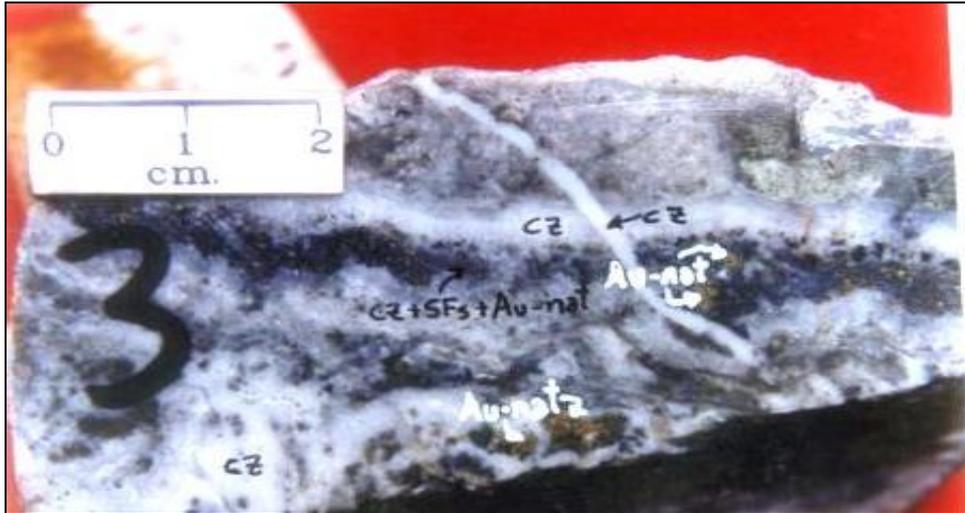
#### 4.8 Minegrafía de la Veta Zorro Rojo.



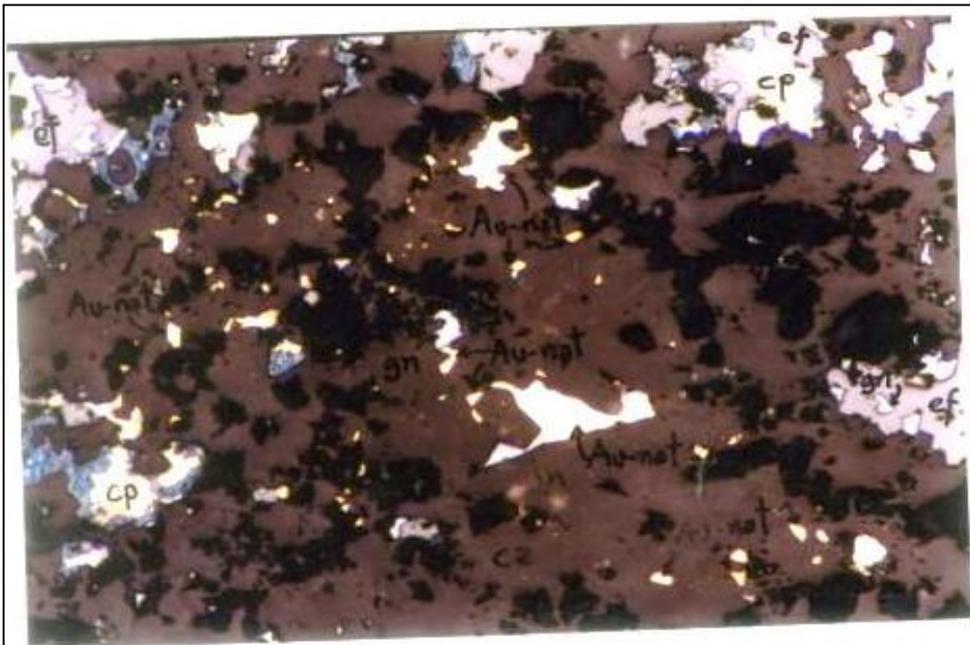
**Foto 7** veta Zorro Rojo(sección pulida), se observan granos de Py corroídas por playa pequeñas de Cpy



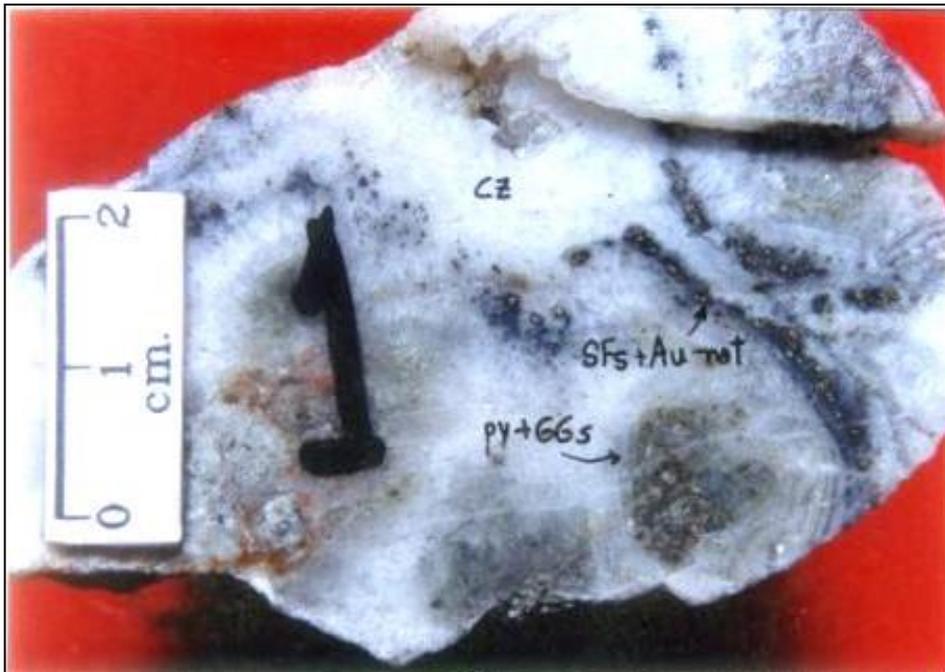
**Foto 8** Oro nativo en Qz con inclusiones de Py y Gn adyacente



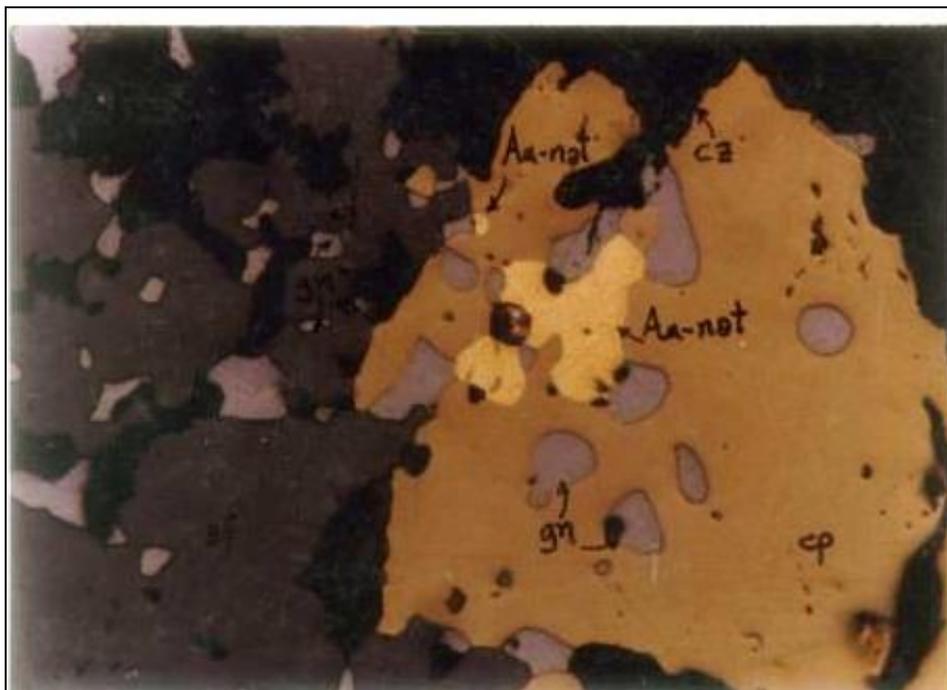
**Foto 9** veta Zorro Rojo, corte de muestra de mano de donde se observa el Qz claro de grano más grueso y las zonas grises más oscuras donde se encuentran el Au nativo



**Foto 10** veta zorro rojo (sección pulida. se observa numerosas inclusiones de Au nativo en el Cz la más pequeña mide  $8\mu$  y las más grandes  $192\mu$ , algunas están asociadas a Cpy y Gn.



**Foto 11** veta zorro rojo, corte de muestra de mano donde se observa el Qz masivo y las franjas oscuras curvadas que contienen los SFs y el Au nativo. Hay zonas porosas algo amarillentas con GGs blanda y disseminación de Py



**Foto 12** veta zorro rojo (sección pulida), se observan inclusiones de Au nativo (120 y 12 $\mu$ ), dentro de la Cpy asociadas a inclusiones redondeadas de Gn que esta asociadas Sfa y cz.

## **4.9 Conceptos y Procedimientos en el Cálculo de Reservas.**

Para la mina Antapite, estamos empleando los siguientes conceptos y procedimientos.

### **4.9.1 Mineral de Reservas.**

Como reservas estamos considerando, por su valor económico; mineral mena y mineral marginal. (De acuerdo al Cut Off adjunto).

**Mineral de Mena:** Aquel mineral que tiene ley mayor de 10.00 g/t de oro. El promedio del bloque de cubicación considera leyes y anchos diluidos. En la sección longitudinal de la veta tienen color rojo – color magenta.

**Mineral Marginal:** Aquel mineral que se encuentra presente en las labores mineras desarrolladas y que tiene una ley mayor o igual a 10.00 g/t Au y menor a 4.00 g/t Au. El promedio del bloque de cubicación considera leyes y anchos diluidos. Son pintados en la sección longitudinal de la veta de color naranja.

#### **4.9.2 Recursos Minerales.**

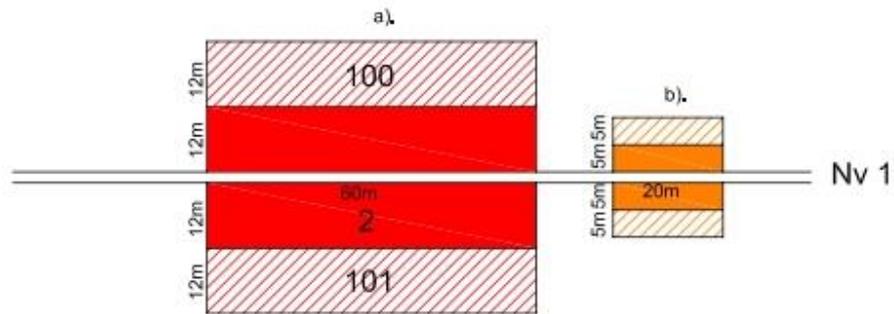
Como **Recursos Minerales** se está considerando aquellos que se encuentran dentro de la franja probable de mineralización que lo estamos llamando Mineral Inferido (Prospectivo) y Mineral Indicado por Sondajes.

**Mineral Inferido (Prospectivo)**, aquel mineral que se encuentra en las zonas de mineralización conocida (blocks cubcados, reservas) y se le consideran una probabilidad de 75% de su existencia, faltan desarrollar y probarlos con labores mineras para convertirlos en reservas. En las secciones longitudinales de cada veta se les ha pintado de color celeste achurado. Las leyes y anchos se toman como referencia a los blocks circundantes a las reservas.

**Mineral Indicado por Sondajes Diamantinos:** Aquel que ha sido cortado con sondajes diamantinos realizados. El punto de corte está relacionado en la proyección de la veta respectiva y los anchos, leyes

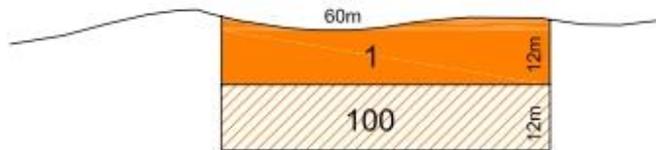
Tonelajes están referidos al punto de corte sin dilución y a un área de influencia alrededor del sondaje. El ancho final de la veta está relacionado al promedio de la franja mineralizada y el tonelaje calculado final se considera en un 75% de continuidad. A este mineral no se le considera dentro de las reservas, porque necesita de labores mineras de desarrollo para probar su continuidad y ley de mineral.

### Figura 1



- a). Longitud de mineral entre 25m y 100m, la altura será 20% de la longitud de dicha longitud. En este caso para 60m es 12m
- b). Longitud de mineral entre 10m y 25m, la altura será de 5m.

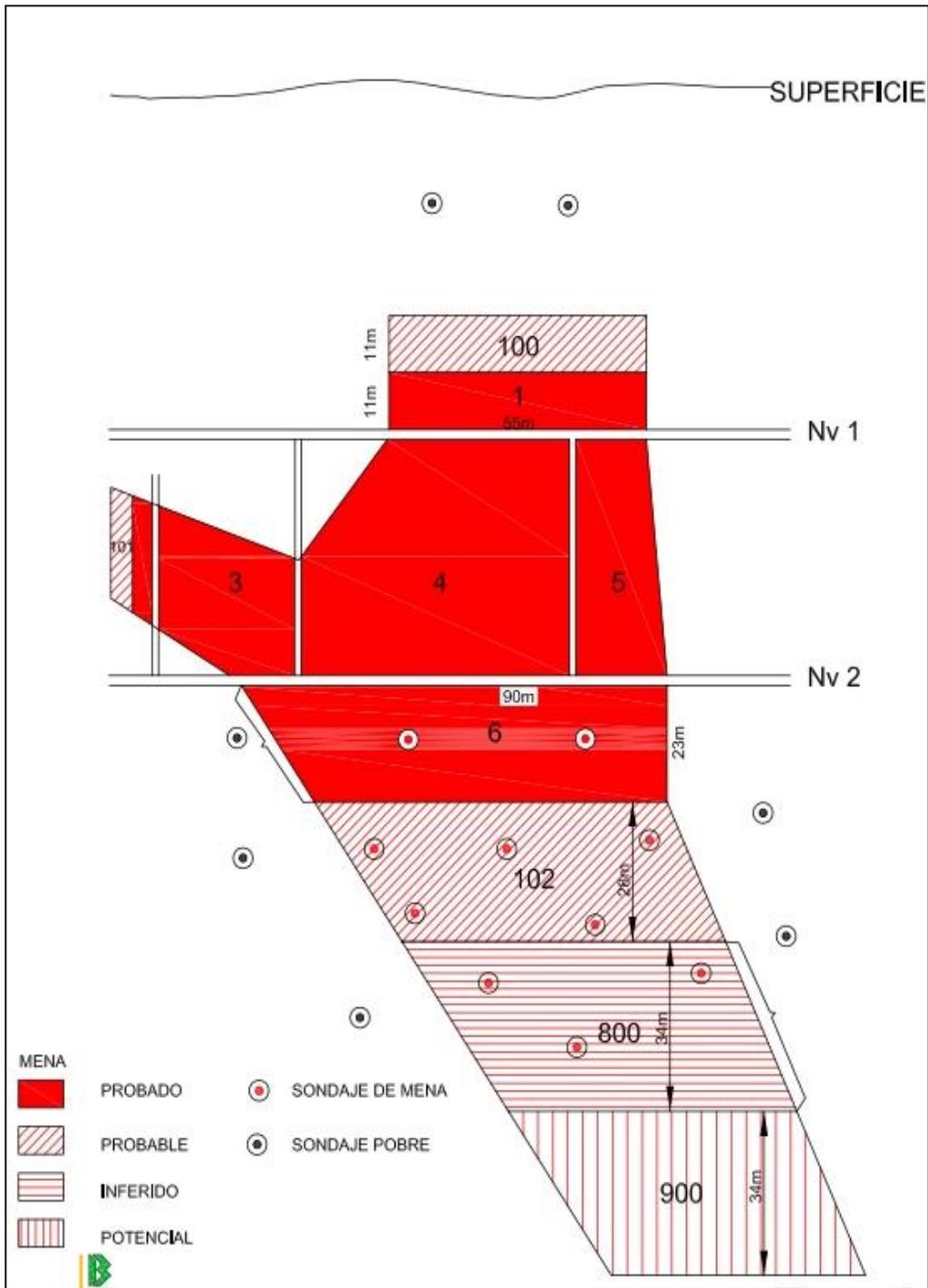
### Figura 2



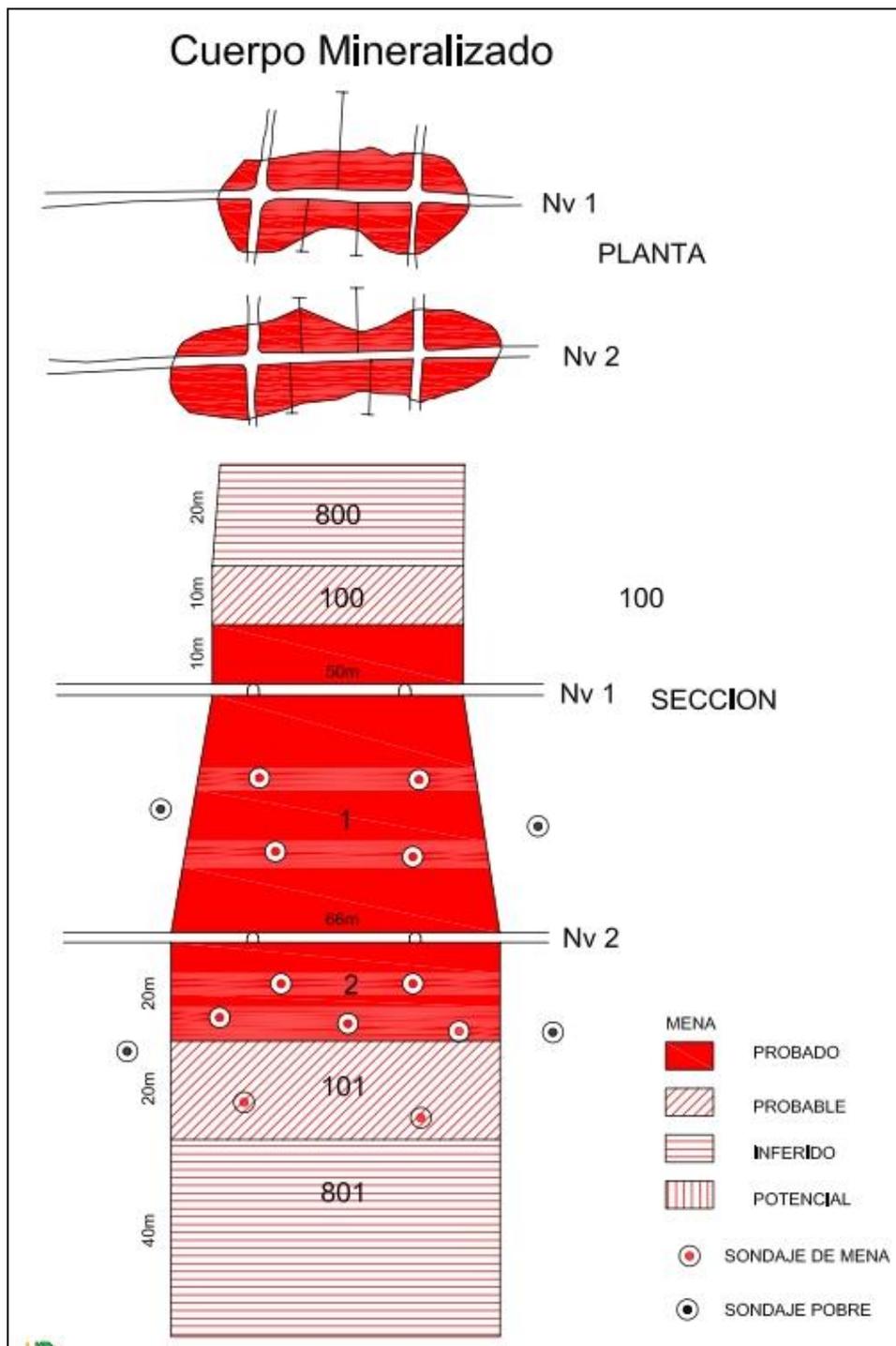
Longitud de mineral entre 25m y 100m, la altura será 20% de la longitud en este caso para 60m → 12m de altura



**Figura 10** Consideraciones para Clasificación de Bloques 1/500.



**Figura 11** Consideraciones para clasificación de bloques 1/500



**Figura 12** Consideraciones para clasificación de bloques 1/500.

#### **4.9.3 Otros Minerales.**

Como otros minerales estamos considerando a Mineral Submarginal, Mineral de Baja Ley y Potencial.

**Mineral Submarginal**, aquel mineral que se encuentra presente en las labores mineras desarrolladas y que tiene una ley mayor o igual a 4.00 gr/tm Au, y menor a 2.00 gr/tm Au. Y no suma al total de reservas en el presente inventario. En la sección longitudinal de cada veta, se les ha pintado de color azul.

**Mineral de Baja Ley.-** aquel mineral que se encuentra presente en las labores mineras desarrolladas y que tiene una ley mayor o igual a 2.00 gr/tm Au y menor a 1.20 gr/tm Au y no suma al total de reservas en el presente inventario, en la sección longitudinal de cada veta se les ha pintado a cada block de color verde.

**Mineral Potencial.-** Aquel mineral que se encuentra interpretado dentro de la posible franja mineralizada, como continuidad de la mineralización en una veta. Su presencia está definida por el corte de estructura, no por su valor económico, por algunos sondajes diamantinos y por interpretación geológica. Estamos considerando una estimación de tonelaje sin leyes definidas. Se le considera

dentro del concepto de otros minerales y necesita ser evidenciado con labores mineras y/o sondajes diamantinos. En las secciones longitudinales esta demarcado con un achurado inclinado de color naranja.

En el presente inventario se está considerando solamente como mineral potencial a las vetas que están en actual trabajo exploratorio con un 50% y 60 % de factor de continuidad; por lo tanto, el total indicado en el no representa el total del potencial que pudiera tener el distrito minero Antapite.

Los minerales prospectivos y potenciales estimados no suman a las reservas calculadas.

**Tabla 4***Distribución de Recursos por Niveles*

<b>Nivel</b>	<b>tms</b>	<b>g/t Au</b>	<b>Ancho</b>	<b>Onzas</b>
3470	31,665	2.90	1.30	2,949
3465	2,345	3.57	0.80	269
3415	79,375	3.69	2.23	9,411
3360	152,901	3.88	2.23	19,054
3340	111,360	3.40	1.96	12,184
3285	209,460	3.46	2.17	23,277
3260	16,511	2.97	0.91	1,576
3240	236,960	3.08	2.12	23,470
3200	53,470	3.06	0.86	5,258
3190	322,849	3.07	2.04	31,899
3140	36,342	3.93	0.92	4,597
3130	276,314	2.98	1.99	26,493
3080	9,570	3.98	0.93	1,225
3070	126,505	3.37	1.66	13,716
3010	12,682	2.82	1.00	1,150
	<b>1,678,310</b>	<b>3.27</b>	<b>1.94</b>	<b>176,527</b>

*Fuente: Cía. Antapite.*

**Tabla 5***Reservas por Niveles 2019*

<b>Nivel</b>	<b>tms</b>	<b>g/t Au</b>	<b>Ancho</b>	<b>Onzas</b>
3700	29,181	5.25	1.11	4,925.254
3465	5,046	3.91	0.79	634.390
3415	1,950	4.30	0.85	269.791
3360	4,680	6.19	0.97	932.013
3340	3,242	4.96	0.74	517
3325	5,885	5.71	1.00	1,081
3315	4,969	6.26	0.94	1,001
3285	31,258	5.24	1.03	5,263
3260	4,208	6.53	0.93	884
3240	37,621	4.74	0.92	5,729
3200	11,706	5.28	0.79	1,986
3190	78,729	4.79	0.96	12,132
3140	3,847	6.01	0.80	743
3130	58,365	4.80	0.83	9,232
3080	1,016	7.94	0.88	259
3070	25,515	6.49	0.81	5,323
3020	462	4.79	1.07	71
	<b>307,681</b>	<b>5.13</b>	<b>0.93</b>	<b>50,984</b>

**Fuente:** Cía. Antapite.

**Tabla 6***Reservas y Recursos por Niveles 2019*

<b>Nivel</b>	<b>tms</b>	<b>g/t Au</b>	<b>Ancho</b>	<b>Onzas</b>
3700	29,181	5.25	1.11	4,925
3470	31,665	2.90	1.30	2,949
3465	7,391	3.80	0.80	904
3415	81,325	3.70	2.19	9,680
3360	157,581	3.94	2.08	19,987
3340	114,602	3.45	1.93	12,701
3325	5,885	5.71	1.00	1,081
3315	4,969	6.26	0.94	1,001
3285	240,718	3.69	2.03	28,540
3260	20,719	3.69	0.91	2,460
3240	274,581	3.31	1.95	29,199
3200	65,176	3.46	0.85	7,245
3190	401,578	3.41	1.83	44,031
3140	40,190	3.41	0.91	5,340
3130	334,679	3.30	1.78	35,500
3080	10,585	4.36	0.92	1,485
3070	152,020	3.90	1.51	19,038
3020	462	4.79	1.07	71
3010	12,682	2.82	1.00	1,150
	<b>1,985,990</b>	<b>3.54</b>	<b>1.78</b>	<b>226,285</b>

**Fuente:** Cía. Antapite.

#### **4.10 Re-Interpretación del modelo geológico del yacimiento de Antapite.**

El depósito Mineral de Au-Ag de alta sulfuración (HS) de Antapite, está conformado por estructuras filonianas (Vetas auríferas de alta ley), hospedadas por rocas volcánicas y volcanosedimentarias, de edad Eoceno-Oligoceno que sobreyacen en discordancia erosiva a un sustrato de sedimentos mesozoicos del Neocomiano y/o directamente sobre un basamento de rocas ígneas de edad cenomaniano a oligoceno que conforman el Batolito de la Costa. La litología en la mina Antapite está compuesta principalmente por 4 tipos (según sus edades), en la base se encuentran las rocas sedimentarias del grupo Yura y el batolito de la costa, sobre estas rocas en contacto erosional están los volcánicos Castrovirreyna donde se alojan los principales clavos económicos, finalmente cubriendo a los volcánicos Castrovirreyna están las tobas Antapite, Yaurilla y Condoray (volcánicos reciente).

La producción de Antapite se inicia el año 2000, actualmente supera 800,000 Oz-Au, las reservas minadas provienen exclusivamente de la explotación de clavos mineralizados de numerosas estructuras, que constituyen la franja de

mineralización económica superior, hospedada en unidades volcánicas del terciario inferior a medio; por debajo de la misma, tanto en los sedimentarios mesozoicos como en el batolito de la costa, el alcance de las perforaciones, no han interceptado mineralización económica.

Progresos en el conocimiento geológico por aportes de Geocientíficos (Sillitoe, Simmons, White, Camprubí, Hedenquist, Hayba, Arribas, Healt, etc.) sobre características y modelos de depósitos, ensamble mineral y de alteración, controles y zonificación, elementos trazadores; también, avances importantes en estudios de Inclusiones Fluidas, Isótopos Estables y Dataciones, han contribuido en el descubrimiento de mineralización económica de Cu-Au, por debajo del límite inferior de ebullición en yacimientos epitermales análogos a Antapite; soporte importante para dichos éxitos de exploración fue el uso de herramientas de última generación para la prospección, como sensores remotos e imágenes satelitales, métodos geofísicos diversos, con mejor acercamiento y resolución mediante Drones.

Al norte de los clavos principales de Antapite, geofísica demostrativa confirmó la continuidad de la mineralización en las vetas existentes (constituye una herramienta útil), en base a

revisión de data antigua y modelamiento geológico, se han definido importantes recursos prospectivos en dicho sector. Teniendo en cuenta todos estos aspectos y los resultados recientes, se recomienda diseñar un programa de exploraciones, en busca de mineralización económica, tanto en el batolito de la costa como en los sedimentarios Yura. Es fundamental el uso de la geofísica y otras herramientas disponibles, estudios de investigación y actualizar conocimientos. Para definir posible mineralización económica, se propone realizar sondajes desde el nivel 3070 hacia las cotas 2,500-2,600 msnm.

#### **4.10.1 Progresos Geo-Científicos**

Progresos en el conocimiento geológico por aportes de Geocientíficos (Sillitoe, Simmons, White, Camprubí, Hedenquist, hayba, Arribas, Healt, etc.) sobre características y modelos de depósitos, texturas, ensamble mineral y de alteración, controles y zonificación, elementos trazadores; también, avances importantes en estudios de Inclusiones Fluidas, Isotopos Estables y Dataciones, han contribuido en el descubrimiento de mineralización económica de Cu-Au, por debajo del límite inferior de ebullición en yacimientos epitermales análogos a Antapite.

#### **4.10.1 Nuevas Tecnologías y Equipos.**

Soporte importante para dichos éxitos de exploración lo constituye el uso de herramientas de última generación para la prospección, como sensores remotos e imágenes satelitales, métodos geofísicos diversos, con mejor acercamiento y resolución mediante Drones.

Al norte de los clavos principales de Antapite, geofísica Con Georadar confirmó la continuidad de la mineralización de las vetas existentes (constituye una herramienta útil), en base a revisión de data antigua y modelamiento geológico, se han definido importantes recursos prospectivos en dicho sector.

Durante la fase de exploración, se necesitan técnicas geofísicas para la identificación y localización de depósitos y yacimientos minerales. **(Ver Plano 12)**

## CONCLUSIONES

1. Realizado la caracterización geológica concluimos que CIA SIERRA ANTAPITE, se define que es un depósito de baja sulfuración con ensambles formados por cuarzo, adularia, sericita y pirita.
2. Realizado la reinterpretación de vetas y clavos mineralizados en base a planos de muestreo por niveles, planos geológicos por niveles, corredores económicos se concluye una posible franja de mineralización Au, Ag de sulfuración intermedia (1, 2, 3,4) (Ver Plano N<sup>o</sup>. 12)
3. La veta principal (Zorro Rojo) presenta 2 clavos principales; El clavo 1 se ubica a la altura del pique 420 y el segundo clavo a la altura del pique 504, se presentan como dos tramos separados probablemente por reactivación de fractura de la veta; el clavo 2 está dislocado por una falla de rumbo NE-SW denominada Falla Raquel, la mineralogía indica mayor presencia de sulfuros frescos como pirita, calcopirita en el clavo 2, en este clavo ocurren las concentraciones de mineral de bonanza.
4. Al SE del clavo 2 se encuentra el clavo Carolina, la cual se encuentra hospedado netamente en el batolito (pre volcánicos),

este clavo fue reconocido con sondajes diamantinos. A 2 km al SE del clavo 2 se encuentra el clavo Pucarumi-Furiosa y Sandra, y más al Sur se encuentra el clavo Antaco, la cual también se encuentra en el batolito.

5. La litología en la mina Antapite está compuesta principalmente por 4 tipos (según sus edades), en la base se encuentran las rocas sedimentarias del grupo Yura y el batolito de la costa, sobre estas rocas en contacto erosional están los volcánicos Castrovirreyna donde se alojan los principales clavos económicos, finalmente cubriendo a los volcánicos Castrovirreyna están las tobas antapite, Yaurilla y Condoray (volcánicos reciente) (Ver Plano Nro. 06).
6. La franja económica va de 200 m a 350 m de potencia y los clavos económicos se encuentran dentro de los volcánicos con excepción del clavo Carolina que se encuentra netamente en el batolito (mineralización pre volcánico), esta evidencia y la continuidad de las vetas en el batolito nos hace pensar en la posible existencia de más clavos económicos en profundidad, ya sea como hidrotermales de baja sulfuración pre volcánicos y/o

hidrotermales de sulfuración intermedia conteniendo Au, Ag con Cu.

7. Realizado el muestreo y mapeo geológico a detalle se comprueba tener vetas angostas de alta Ley caso veta Katy, verónica, Mabel, etc.

## RECOMENDACIONES

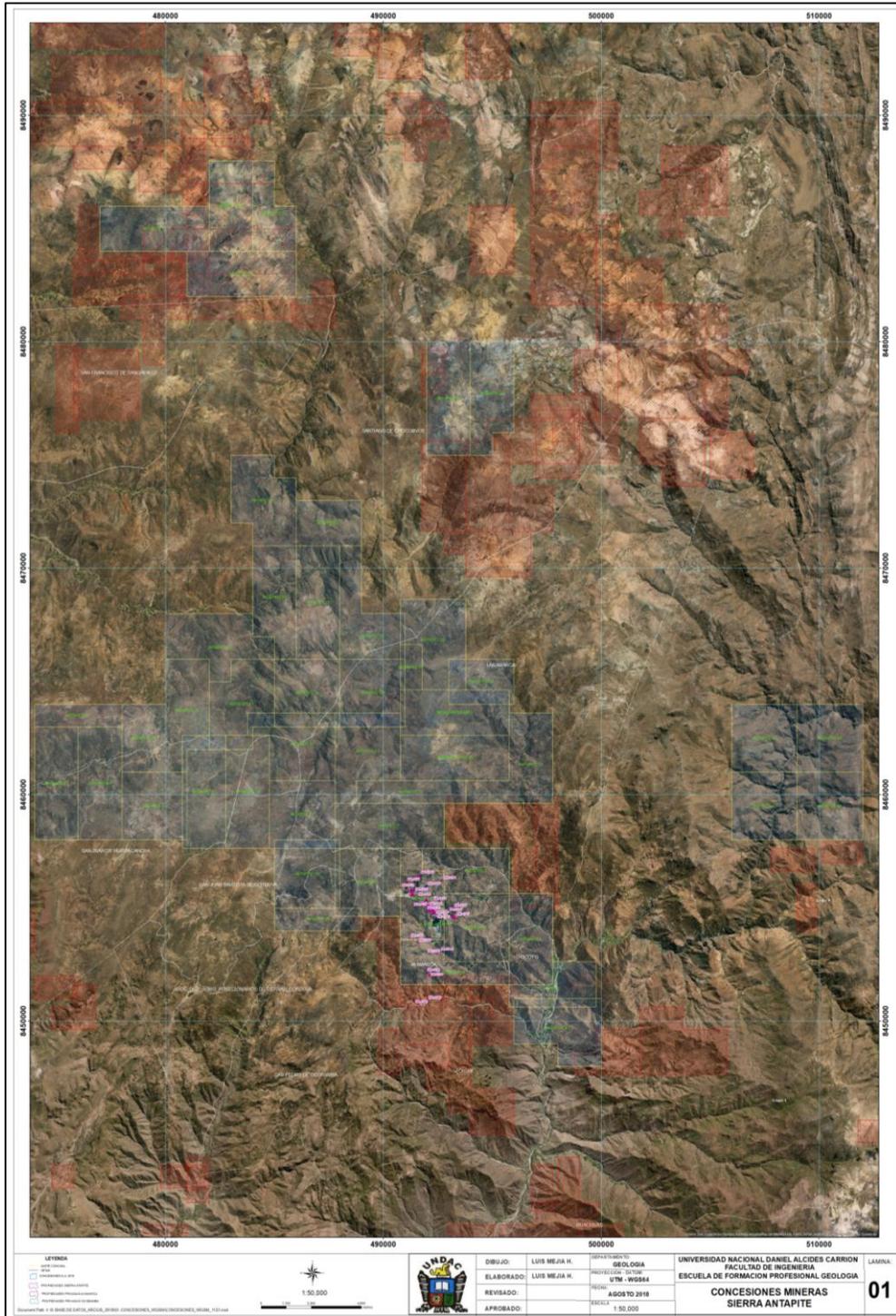
1. Realizar sondajes diamantinos DDH, desde el nivel 3070  
Hacia los posibles clavos mineralizados, para su verificación,  
en las cotas 2,500-2,600 msnm. **(Ver Plano 13)**
2. Realizar crucero de 330m aproximadamente, desde la galería  
490 SE Nv 3070, y realizar sondajes diamantino de 700m  
aproximadamente, para poder cortar la proyección de la veta  
zorro rojo, y veta ramal.
3. Realizar perforaciones diamantinas del Nv 3240 hacia al SE,  
buscando las secuencias de las vetas angostas de alta ley,  
vetas: Katy, Pampeñita piso, zafiro, verónica, ramal.
4. Corroborar y revisar la información al detalle del clavo carolina,  
e implementar patrones de control de mineralización en el  
batolito de la costa, y plantear sondajes de verificación en  
intrusivos. **(Ver Plano 16)**
5. Hacer el seguimiento y control estricto (muestreo y mapeo  
geológico), de acuerdo al avance a las vetas angostas de alta  
ley, caso Vetas Katy, Verónica. Y así incrementar nuestras  
reservas.

6. Se recomienda diseñar un programa de exploraciones, en busca de mineralización económica, tanto en el batolito de la costa como en los sedimentarios Yura. Es fundamental el uso de la geofísica, Inclusiones Fluidas y otras herramientas disponibles, estudios de investigación y actualizar conocimientos. Para definir posible mineralización económica, se propone realizar sondajes desde el nivel 3070 hacia las cotas 2,500-2,600 msnm. **(Ver Plano 15)**

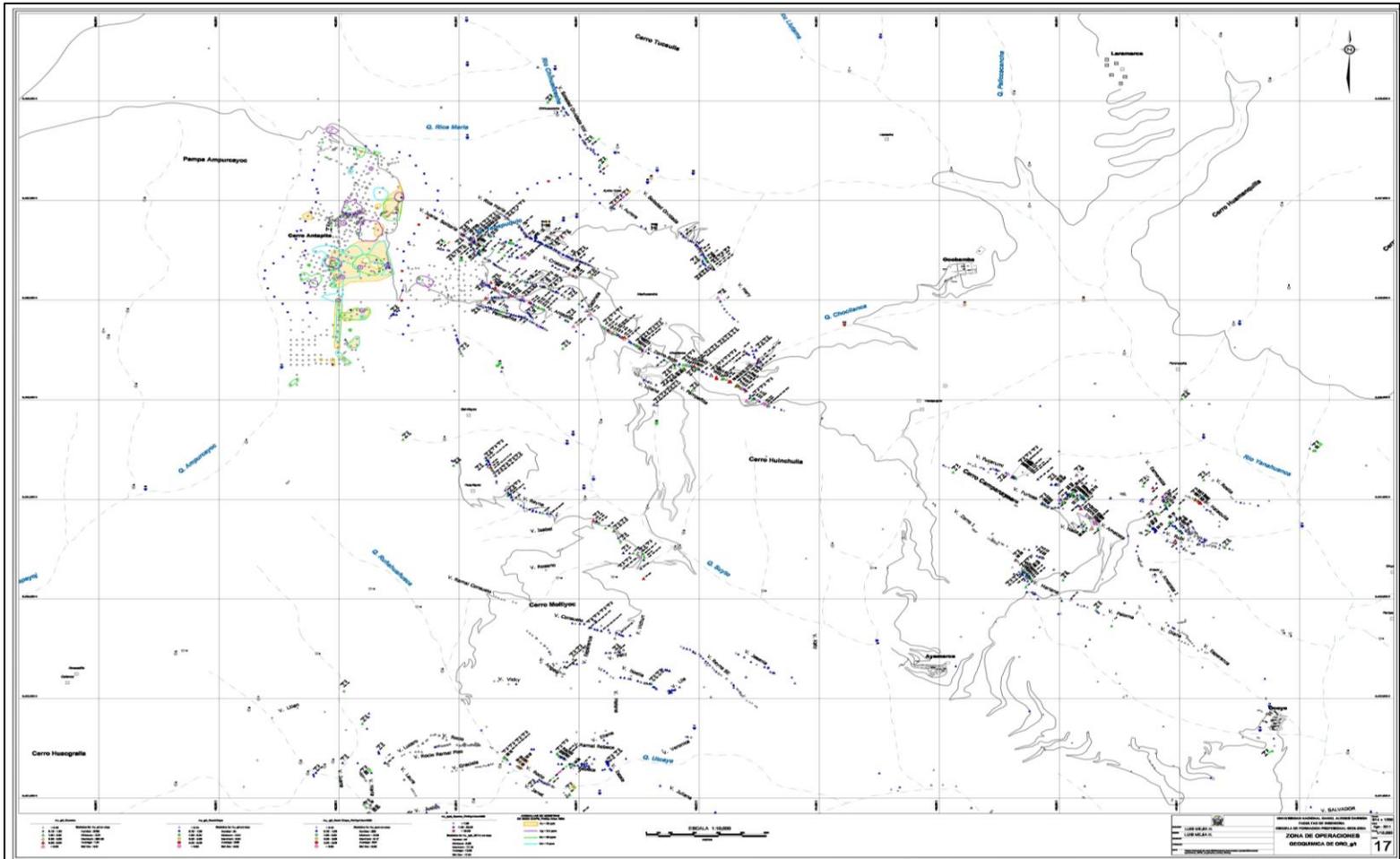
## BIBLIOGRAFÍA

- Carlos, A. (2000). *Geología del Area del Proyecto Antapite*. Huaytara, Huancavelica: Informe interno Cia, de minas Buenaventura S.A.A.
- E., L. (2005). *Analisis del comportamiento Estructural de Veta Antapite*. Huaytara, Huancavelica: Informe Interno Cia. de minas Buenaventura.
- Jhon, M. (2005). *Analisis Log - Log de muestras de Geoquimica de la Veta Pampeñita 01*. Huaytara - Huancavelica: Informe Interno de Minas Buenaventura S.A.A.
- Jhon, M. (2007). *Analisis Veta Zorro Rojo*. Huaytara, Huancavelica: Informe Interno de Cia. de minas Buenaventura.
- Jorge, G. (2008). *Caracterizacion Mineralogica y Geoquimica de la Veta Pallancata*. Ayacucho, Peru: Tesis Maestria.
- Miguel, M. (2001). *Mineralogia de Veta y alteraciones relacionada a Zonas Auríferas Mina Antapite*. Huaytara, Huancavelica: Informe Interno de Cia de minas Buenaventura.
- Palacios, O. (1994). *Geología de los Cuadrangulos de Santiago de Chocorvos y Paras, Boletin No 39*. Lima: INGEMMET.
- Quispe, J. (2006). *Caracteristicas Estructurales e Isotopos de Plomo de las Mineralizaciones Auríferas de la Franja Huaytara -Tantara*. Huaytara, Huancavelica: Cia de minas Buenaventura.

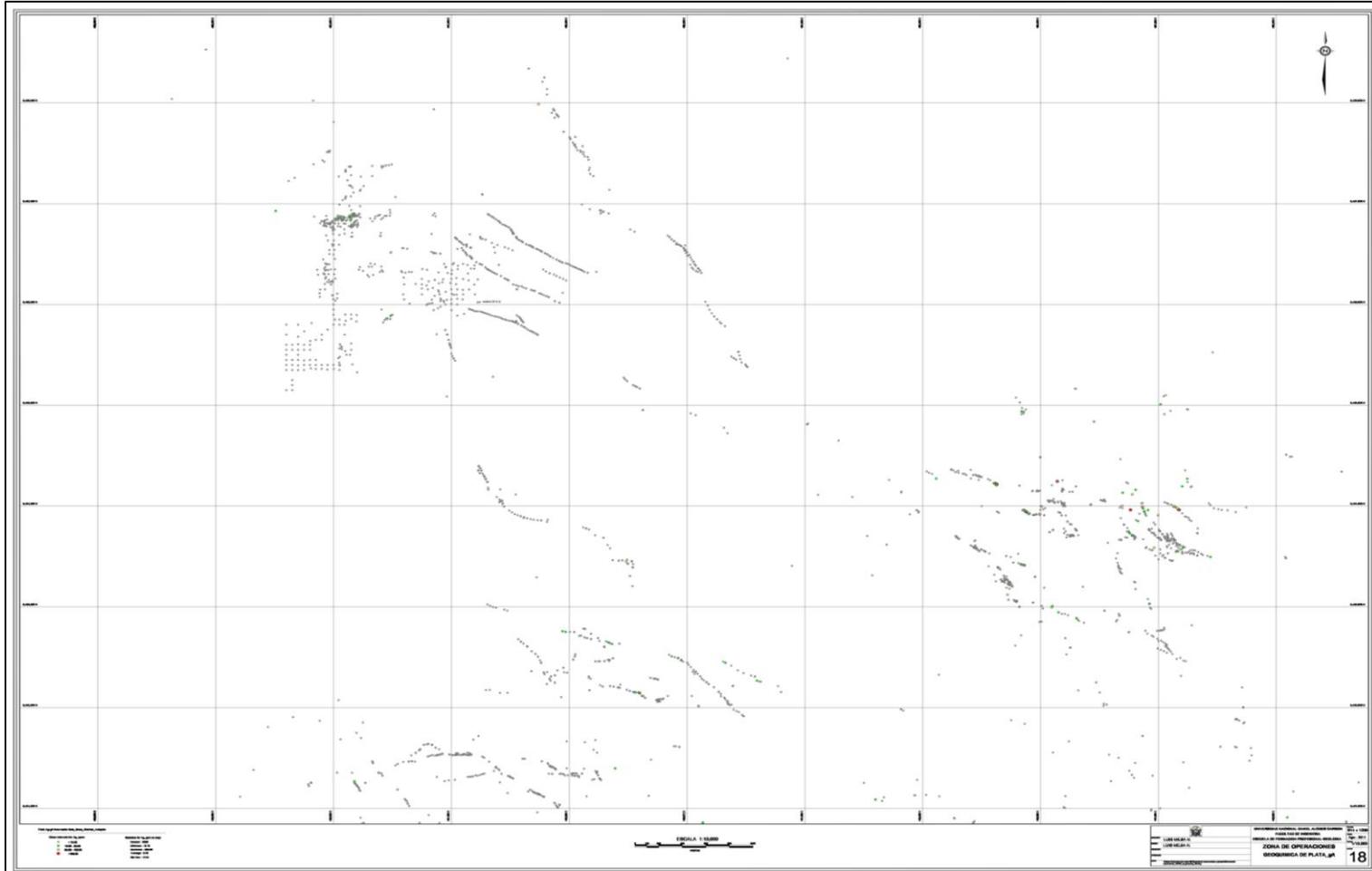
# **ANEXOS**



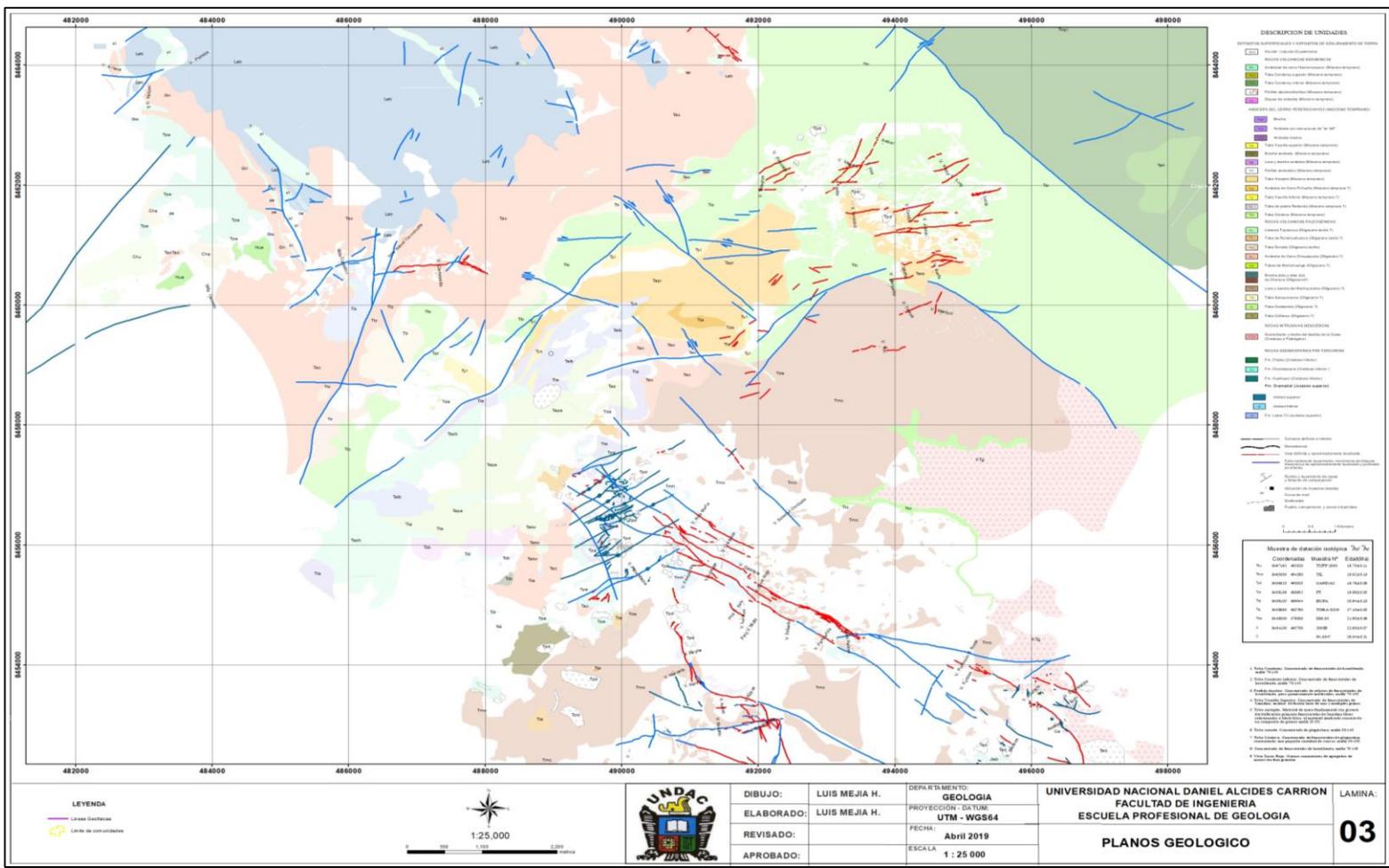
*Plano 1 Concesiones Mineras - Sierra Antapite*



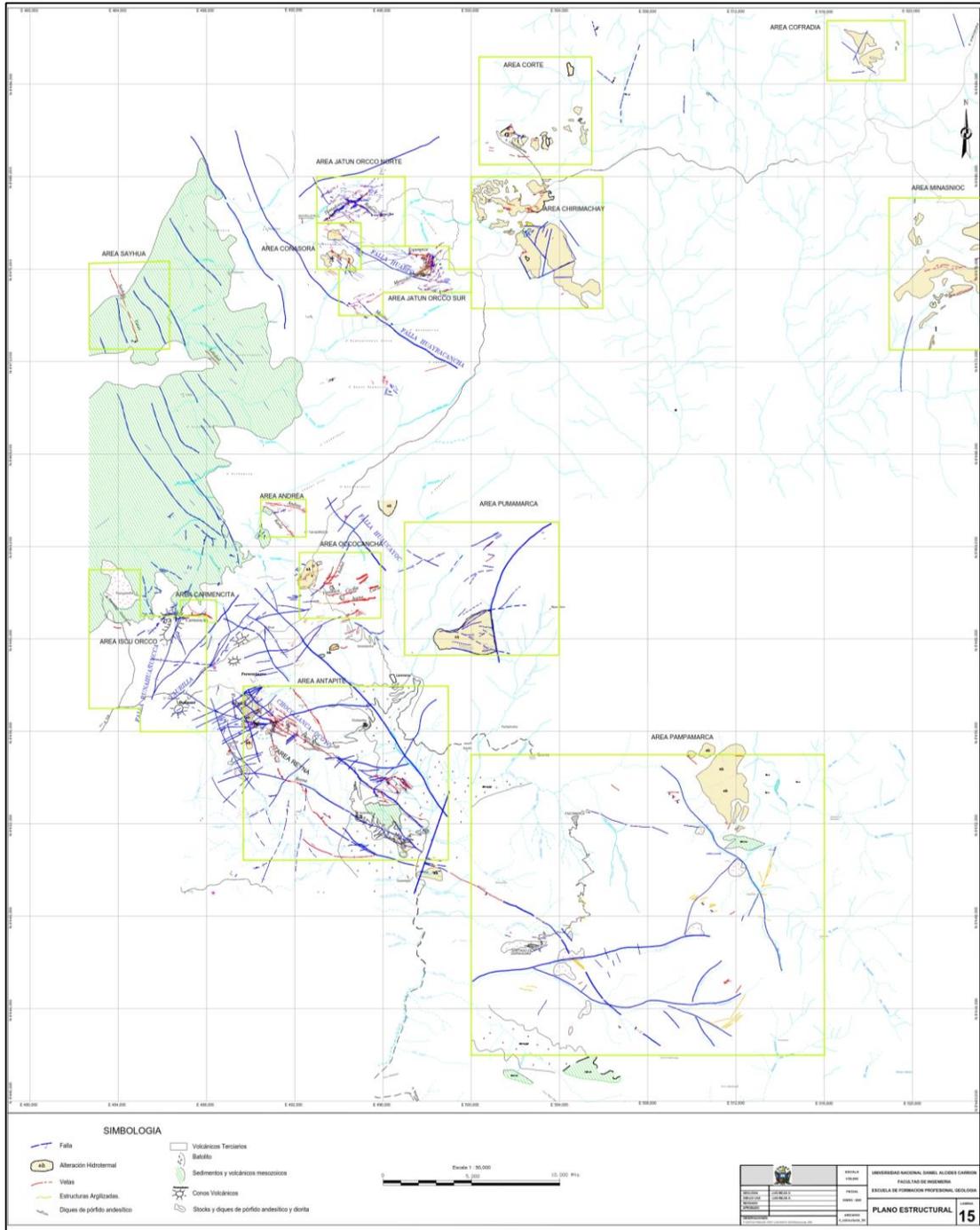
*Plano 2 Geoquímica de Oro - Au*



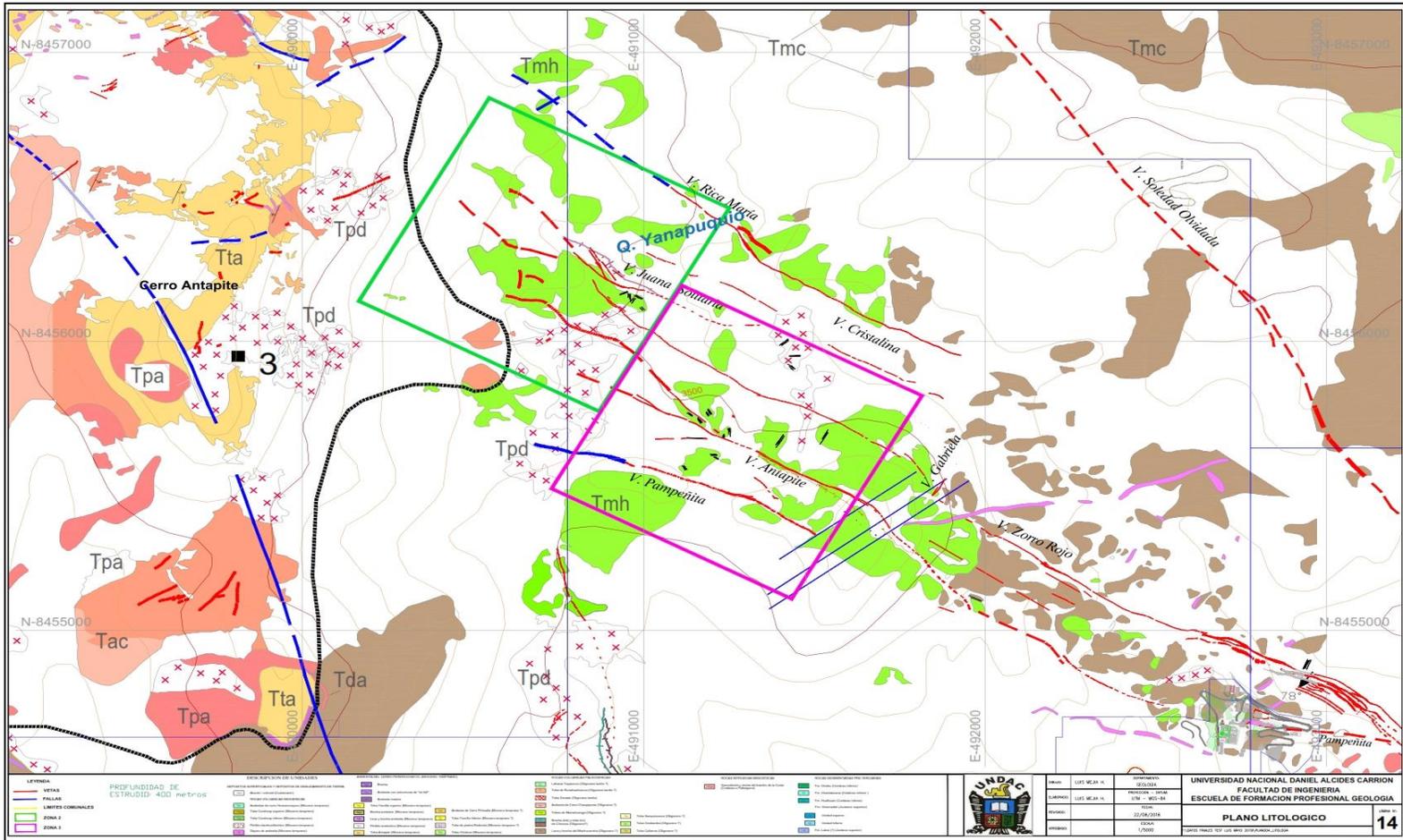
**Plano 3** Geoquímica de Plata - Ag



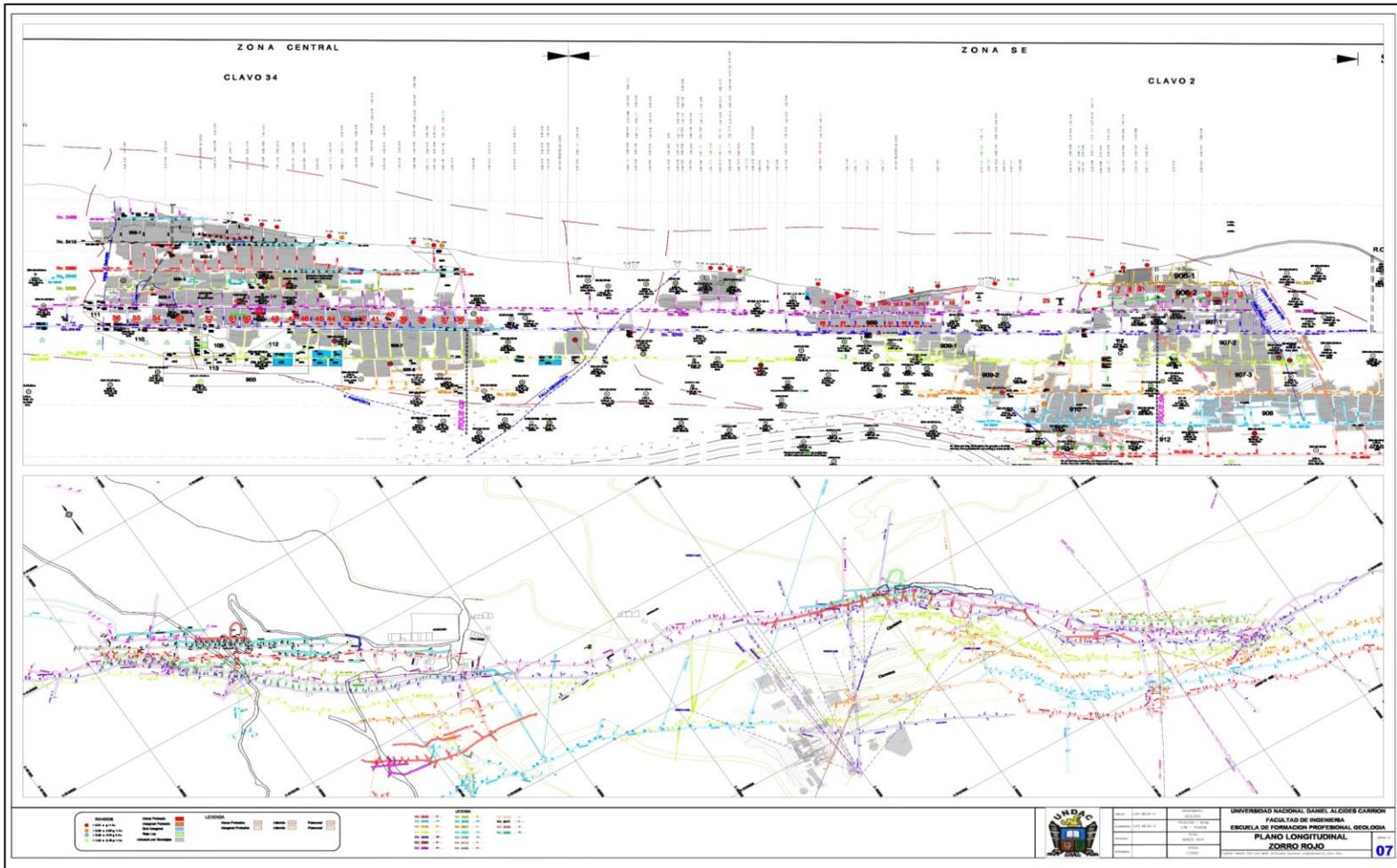
Plano 4 Plano Geológico Regional



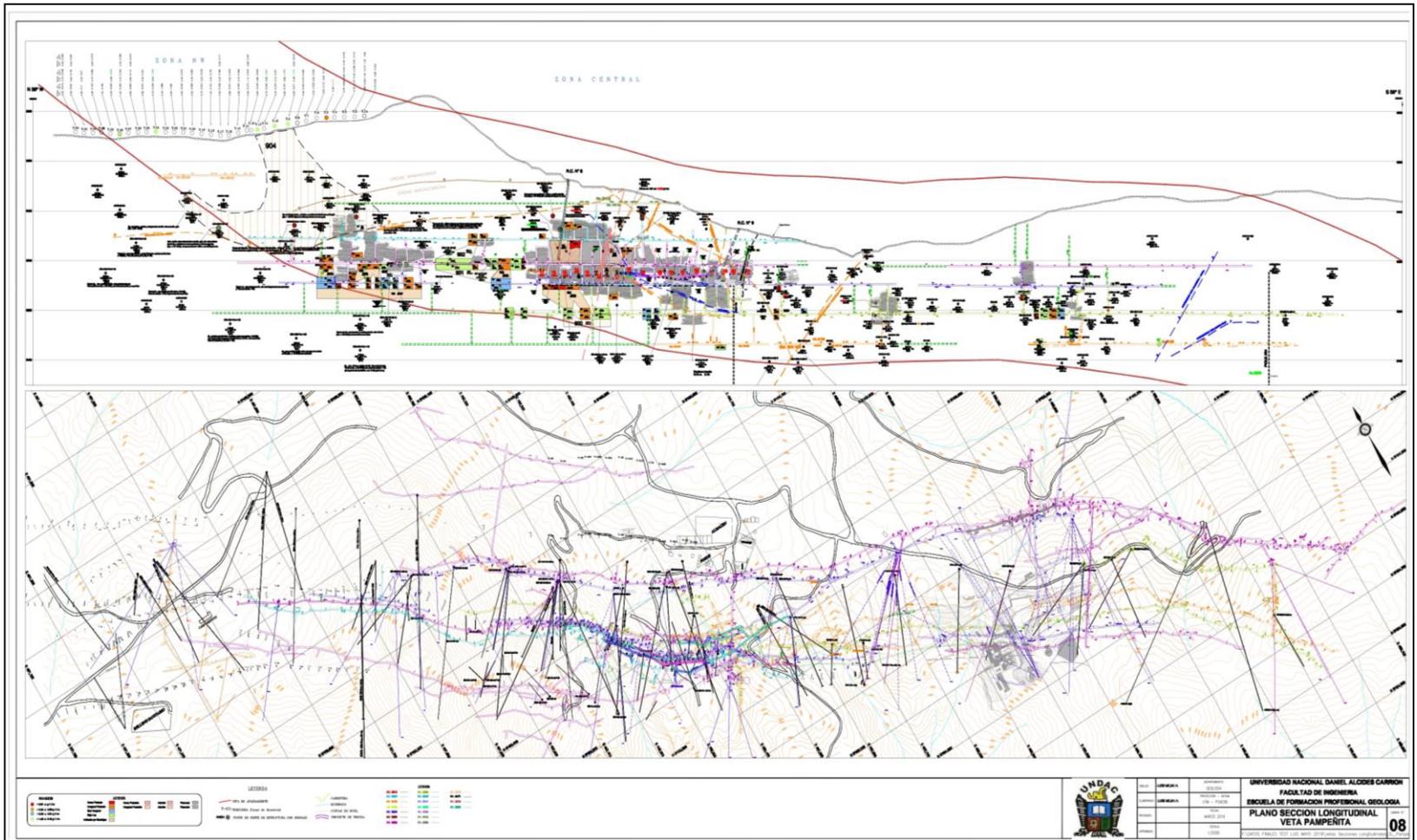
**Plano 5** Plano Estructural



Plano 6 Plano Litológico - Mina Antapite



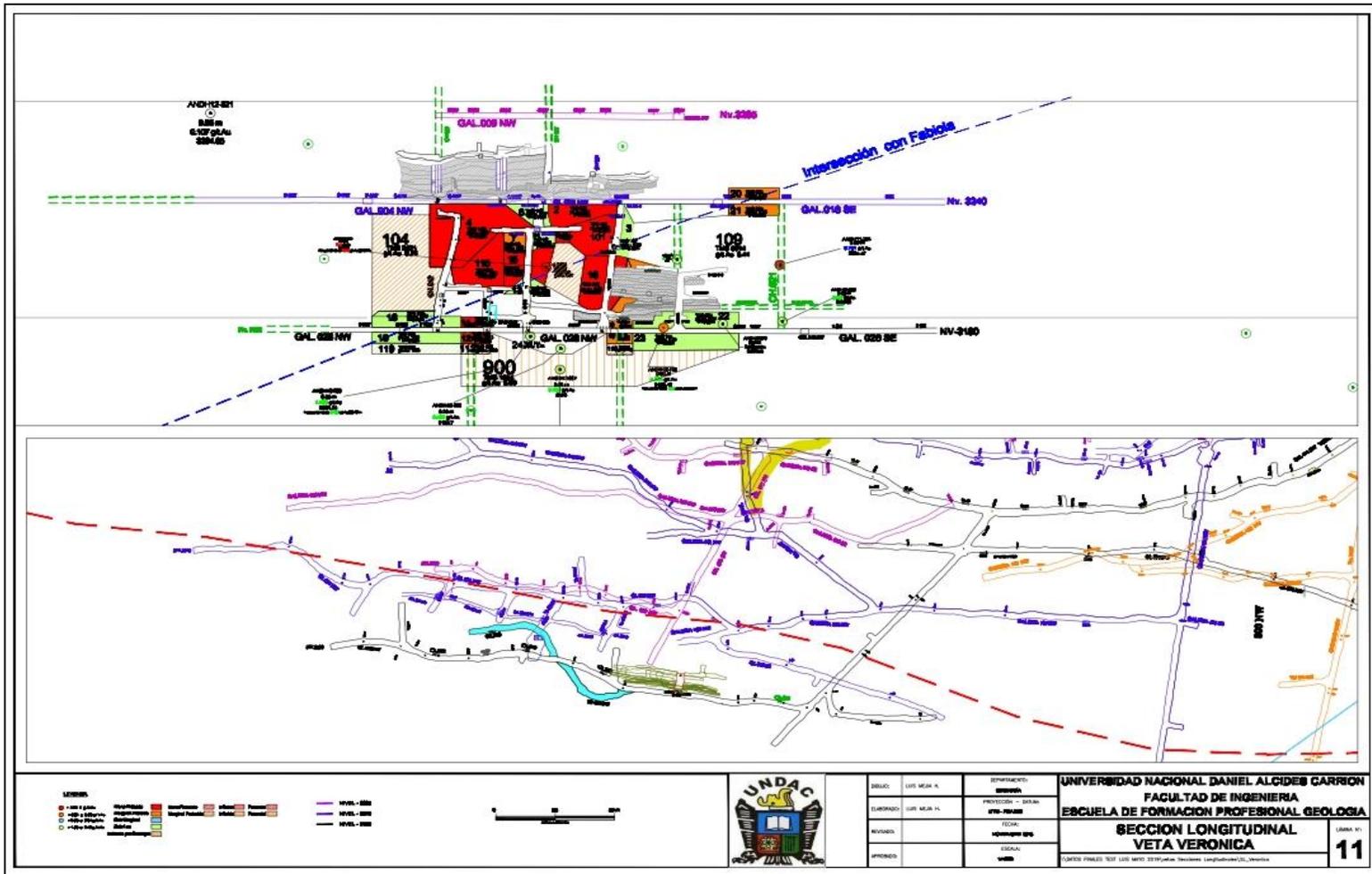
Plano 7 Plano Longitudinal Veta Zorro Rojo



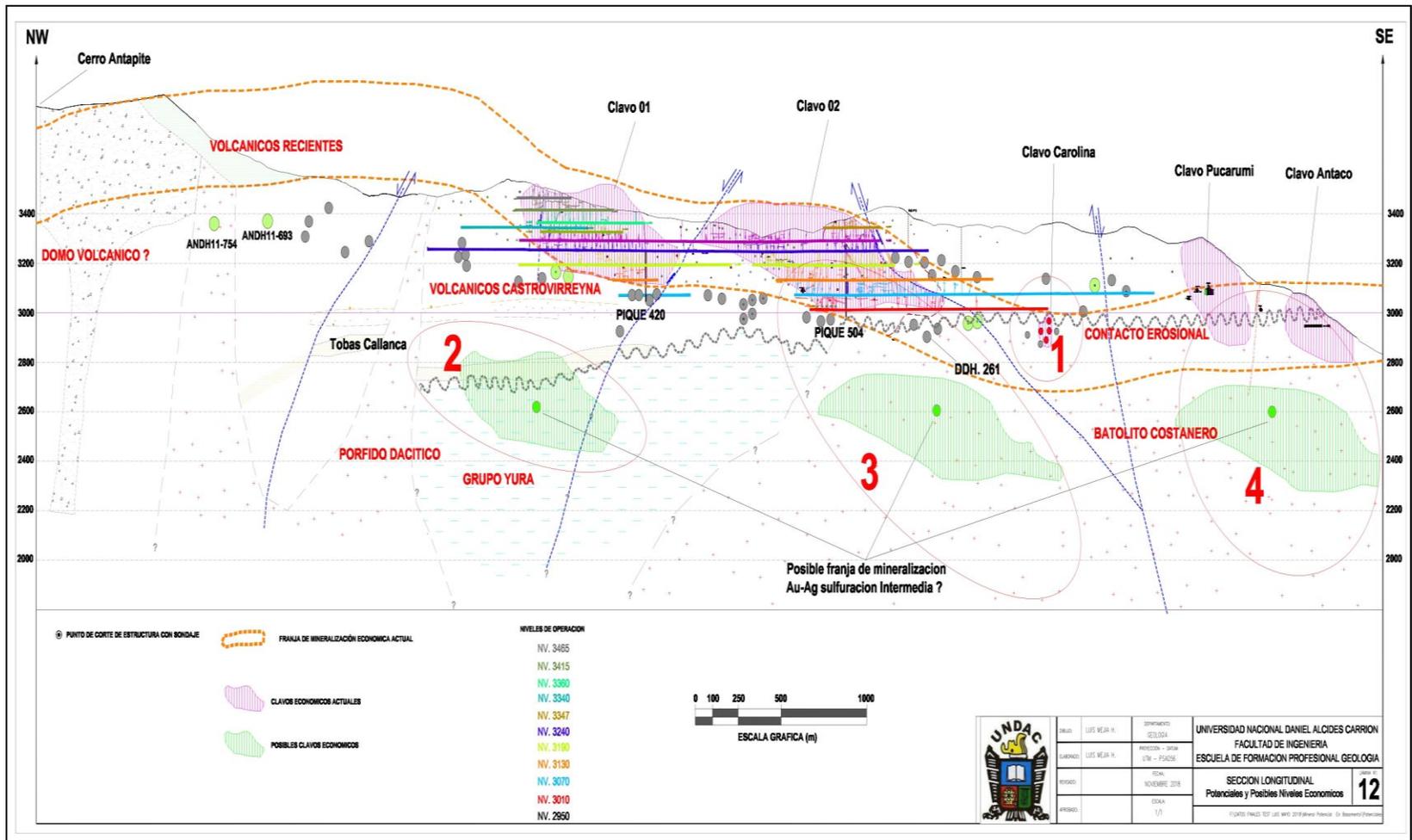
*Plano 8 Plano Longitudinal - Veta Pampeña*



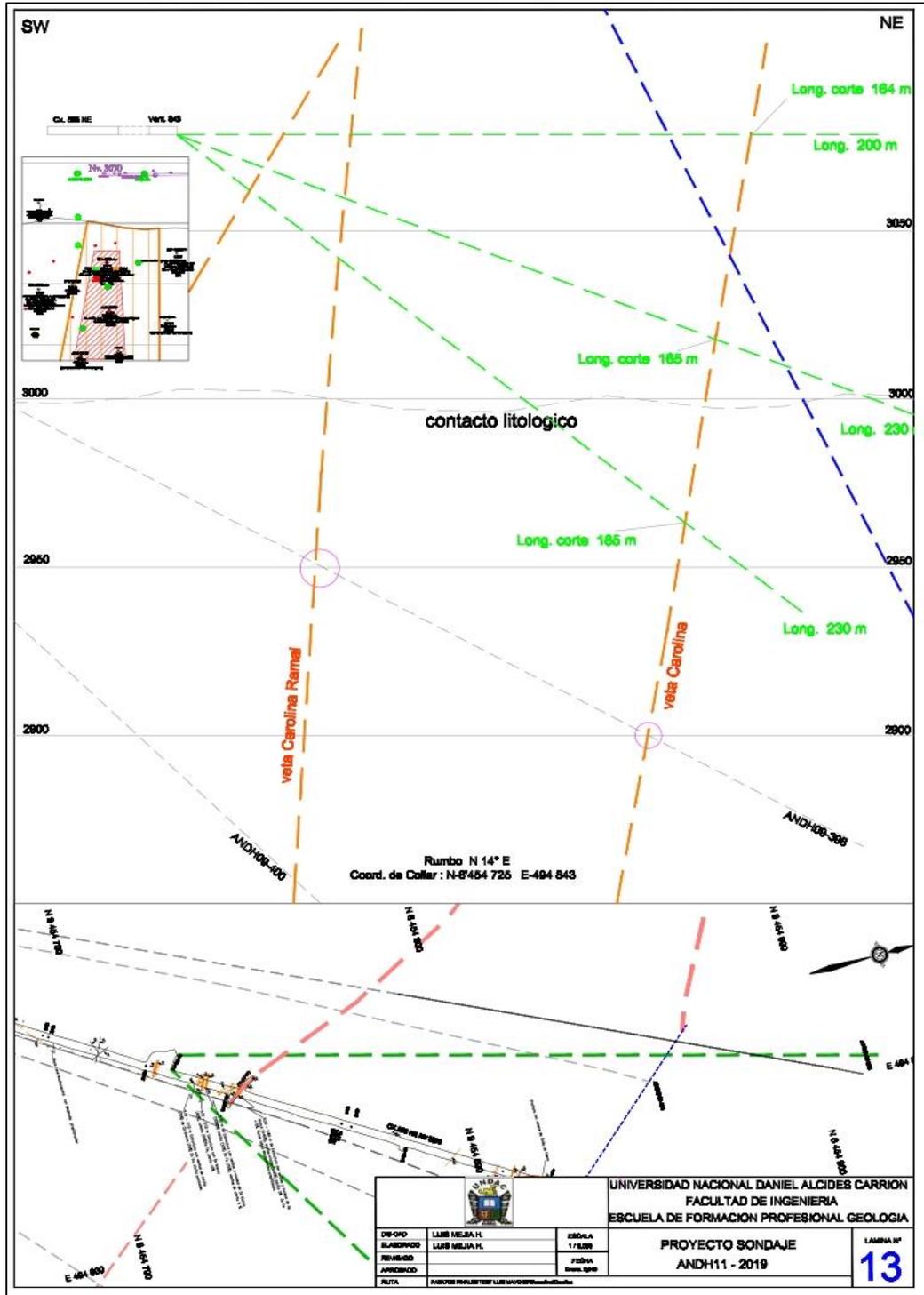




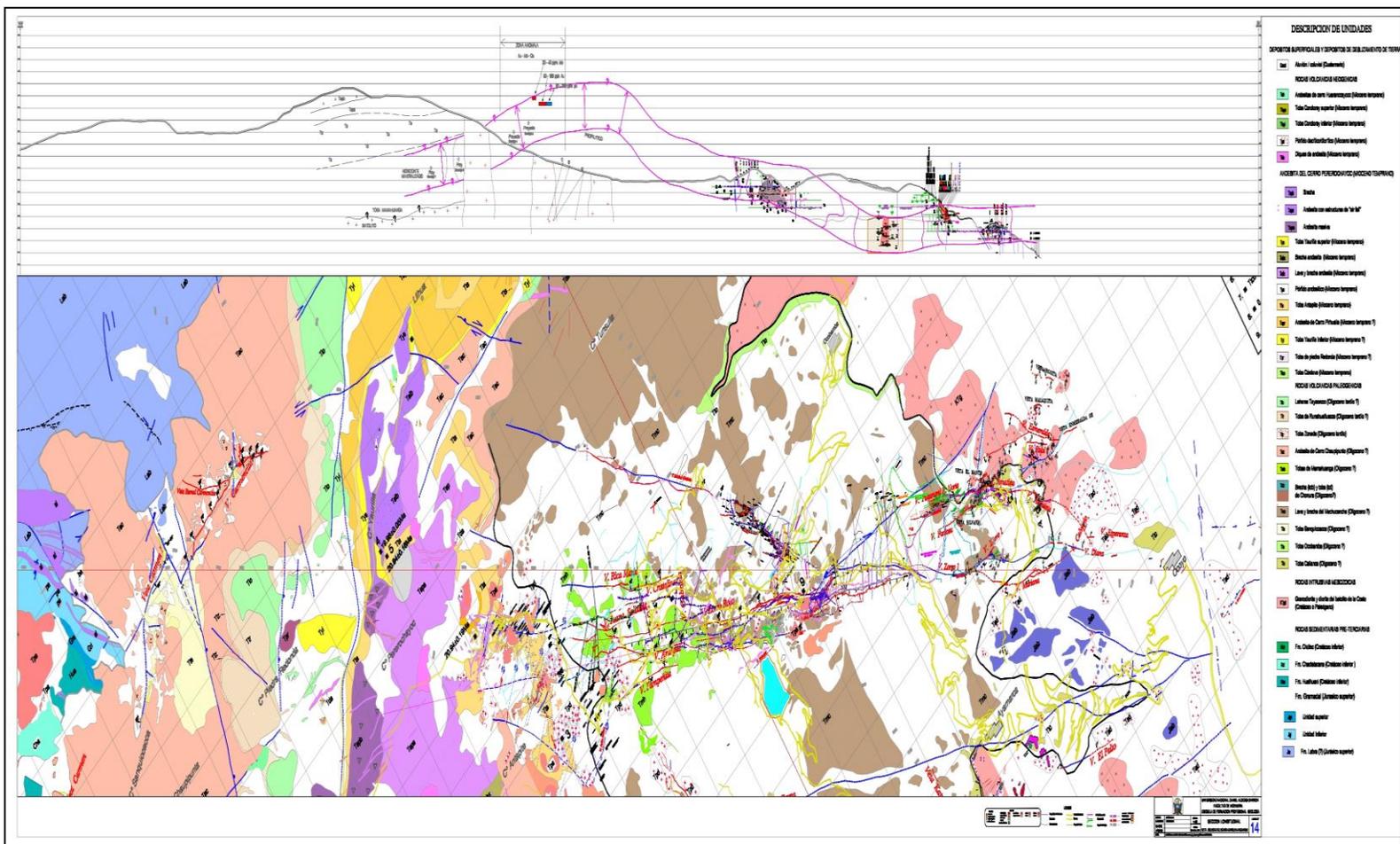
Plano 11 Plano Longitudinal - Veta Verónica



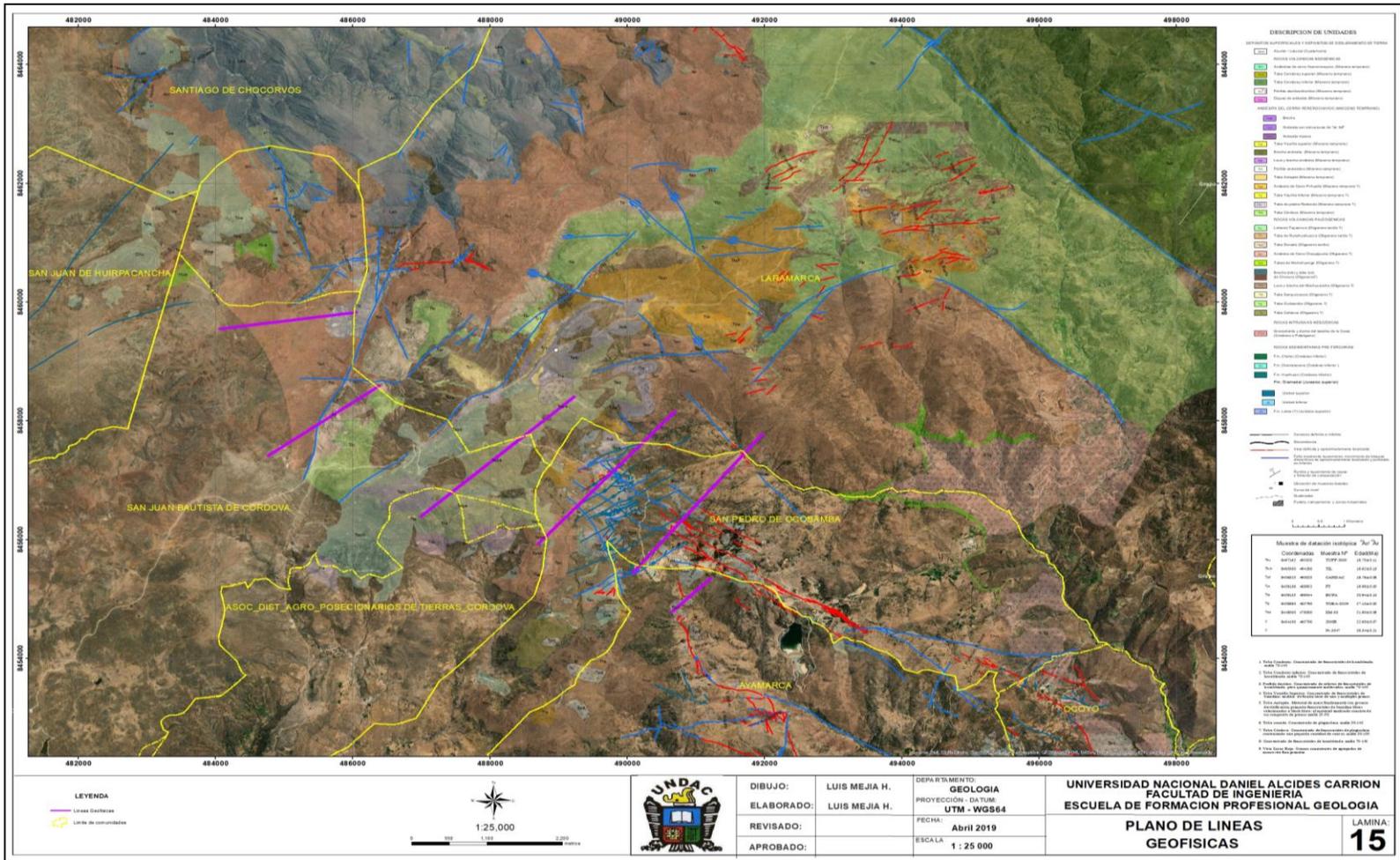
Plano 12 Ubicación de Potenciales y Posibles Clavos Económico



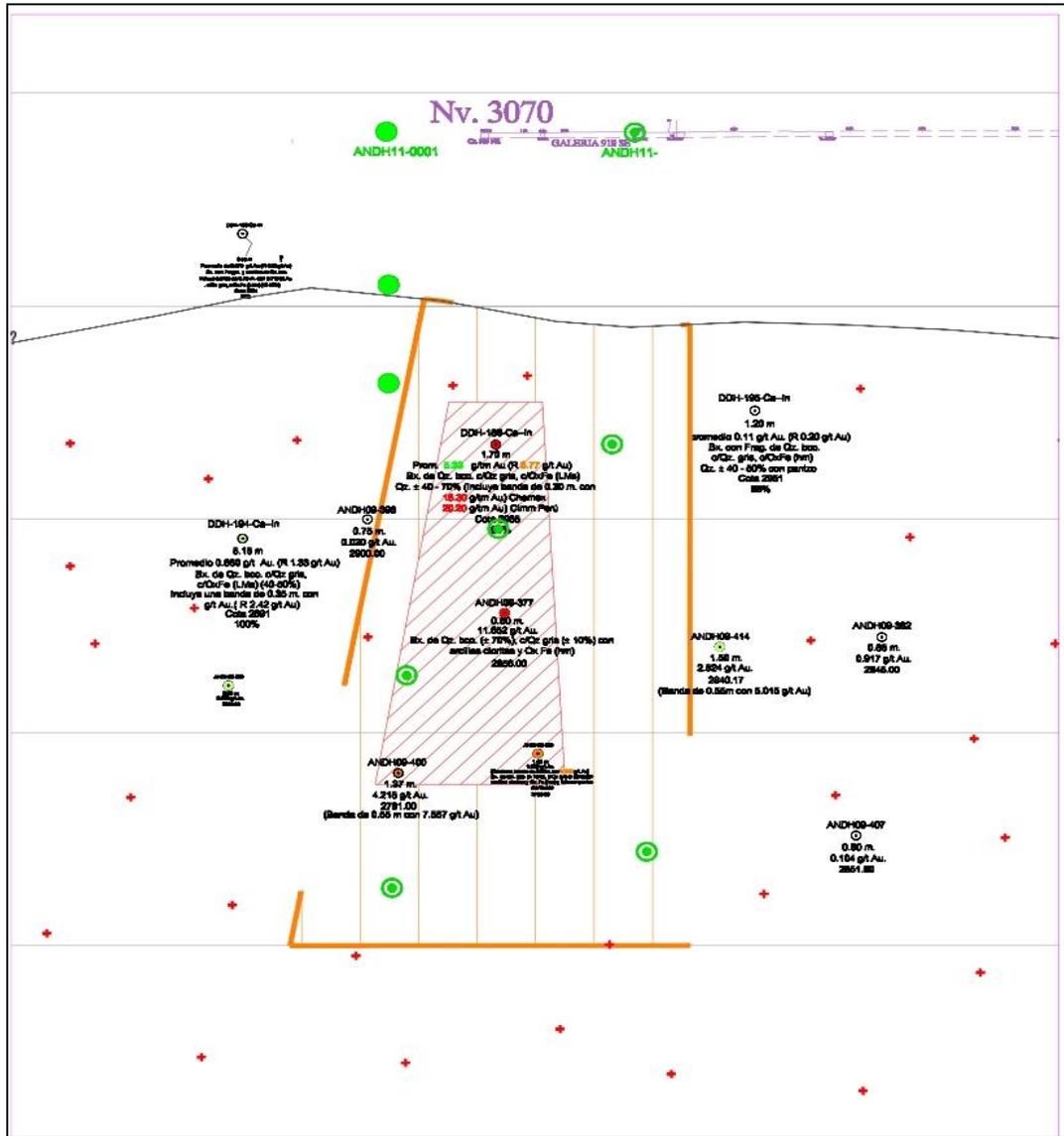
Plano 13 Proyecto Sondaje ANDH 11 - 2019



Plano 14 Interpretación de Clavos Mineralizados



Plano 15 Líneas para Exploración Geofísica - Geo Radar hacia el NW



*Plano 16 zona Carolina DDHs reconocidos en Niveles Inferiores.*