

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**T E S I S**

**Caracterización Geológica en la  
Mineralización de la Veta Coturcan Techo  
Cia. Minera Lincuna. Aija – Recuay 2021**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Geólogo**

**Autor:**

**Bach. Albertico BALDEON HUAYNATES**

**Asesor:**

**Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Caracterización Geológica en la  
Mineralización de la Veta Coturcan Techo  
Cia. Minera Lincuna, Aija – Recuay 2021**

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

---

**Dr. Tito Marcial ARIAS ARZAPALO  
PRESIDENTE**

---

**Dr. Favio Máximo. MENA OSORIO  
MIEMBRO**

---

**Dr. Reynaldo MEJIA CACERES  
MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 111-2023-UNDAC/UIFI**

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

Tesis:

**“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA EN LA  
MINERALIZACIÓN DE LA VETA COTURCAN TECHO  
CIA. MINERA LINCUNA. AIJA – RECUAY 2021”**

Apellidos y nombres de los tesisistas

**Bach. BALDEON HUAYNATES, Albertico**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Mg. CALSINA COLQUI, Vidal Victor**

**Escuela de Formación Profesional**

**Ingeniería Geológica**

Índice de Similitud

**29 %**

**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 08 de setiembre del 2023

  
UNDA- UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requies Carbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación es dedicado a mis padres: Jesús y Lucia por su inquebrantable fe en mi persona, por su apoyo incondicional que me dieron y todos los esfuerzos que realizaron para poder apoyarme en toda mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

El primer lugar mi agradecimiento a Dios que nunca me ha abandonado, siempre ha estado conmigo en cada momento de mi vida y de mi carrera profesional, por guiarme cada vez que me sentía confundido, por apoyarme en mis momentos de mayor dificultad y sobre todo por seguir acompañándome en mi camino.

En segundo lugar, mi agradecimiento y estima hacia mis queridos padres JESUS y LUCIA, les estaré eternamente agradecidos por todo su apoyo incondicional durante toda mi vida entera, sin su apoyo su cariño y amor no hubiera podido lograr ninguna de mis metas incluyendo el presente trabajo de investigación.

En segundo lugar, agradezco a todos los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por haberme instruido y compartido todos sus conocimientos a lo largo de toda mi carrera profesional, por su esmero y comprensión para hacer de mi un gran profesional.

En cuarto Lugar, agradecer a los Ingenieros RODRIGO CARHUACHIN CONDOR Y ZOSIMO ARAGON TRINIDAD por su apoyo durante mi formación profesional después de haber egresado, por compartir sus conocimientos y recomendaciones que hicieron de mi un gran profesional.

## RESUMEN

La tesis de investigación intitulo “**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA EN LA MINERALIZACIÓN DE LA VETA COTURCAN TECHO CIA. MINERA LINCUNA, AIJA – RECUAY 2021**” ubicado en la región Ancash, Provincia de Recuay, Distrito de Aija; tiene como objetivo; determinar el comportamiento litológico en la mineralización de la veta Coturcán Techo, determinar el comportamiento estructural en la mineralización de la veta Coturcán Techo, determinar si las características litológicas y estructurales pueden predecir la continuidad de la longitud de la veta Coturcán Techo. El tipo de diseño es cualitativo no experimental. Los niveles de investigación son descriptivo y explicativo con características empíricas, racionales, reproducibles y objetivas. La metodología se constituyó en cinco etapas: trabajo en interior mina, trabajo de gabinete, muestreo sistemático, análisis de datos y conclusiones de viabilidad de los resultados.

Las técnicas e instrumentos utilizados fueron: observación minuciosa en interior mina, compilación de información bibliográfica, tecnología actual disponible (softwares especializados AutoCAD, ArcGIS, office, geocatmin, información digital del ingemmet), aspectos económicos y operativos, trabajos en gabinete, mapeo geológico en interior mina, muestreo geoquímico y secciones geológicas transversales.

Se concluye que con las características litológicas, estructurales, la influencia en la mineralización, el mapeo geológico y el muestreo geoquímico la veta Coturcán Techo tiene como roca encajonante andesitas perteneciente al stock Hércules del grupo Calipuy, la mineralización es discontinua y errática debido a los controles estructurales, es un depósito de tipo hidrotermal en vetas que formaron pequeños cuerpos en las intersecciones o clavos mineralizados, las fallas de tipo normal son los que se sirvieron de ductos para la precipitación y las fallas de tipo inversa son los que estrangulan a la estructura, disminuyen su potencia y empobrecen la mineralización.

**Palabras Clave:** Caracterización geológica, mineralización, geología estructural, minería, Recuay - Aija

## **ABSTRACT**

The research thesis entitled "GEOLOGICAL CHARACTERIZATION IN THE MINERALIZATION OF THE VETA COTURCAN TECHO CIA. MINERA LINCUNA, AIJA - RECUAY 2021" located in the Ancash region, Province of Recuay, District of Aija; has as objective; determine the lithological behavior in the mineralization of the Coturcan Techo vein, determine the structural behavior in the mineralization of the Coturcan Techo vein, determine if the lithological and structural characteristics can predict the continuity of the length of the Coturcan Techo vein. The type of design is qualitative non-experimental. The research levels are descriptive and explanatory with empirical, rational, reproducible and objective characteristics. The methodology consisted of five stages: work inside the mine, desk work, systematic sampling, data analysis and conclusions on the feasibility of the results.

The techniques and instruments used were: detailed observation inside the mine, compilation of bibliographic information, current available technology (specialized software AutoCAD, ArcGIS, office, geocatmin, digital information from ingemmet), economic and operative aspects, cabinet work, geological mapping inside the mine, geochemical sampling and geological cross sections.

It is concluded that with the lithological and structural characteristics, the influence on the mineralization, the geological mapping and the geochemical sampling, the Coturcán Techo vein has andesites belonging to the Hercules stock of the Calipuy group, the mineralization is discontinuous and erratic due to the structural controls, it is a deposit of hydrothermal type in veins that formed small bodies in the intersections or mineralized nails, the faults of normal type are those that served as ducts for the precipitation and the faults of inverse type are those that strangle to the structure, diminish their power and impoverish the mineralization.

**KEY WORDS:** Geological characterization, mineralization, geology, mining, Recuay - Aija.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia en la mineralización de la veta Coturcán Techo mediante los controles litológicos y estructurales, este proyecto ubicado en la mina Coturcán políticamente en la Región Ancash, provincia de Recuay, Distrito Aija situado en uno de los centros mineros más importantes del Perú.

Geológicamente está ubicado en la margen occidental de la Cordillera blanca, metalogeneticamente se ubica en la franja XXI-A (Franja de epitermales de Au-Ag hospedados en rocas volcánicas). En los alrededores del distrito de Aija afloran rocas sedimentarias del Jurásico-Cretácico (formaciones Chimú, Santa, Carhuaz).

La veta Coturcán techo es una estructura paralela a la veta principal Coturcán ubicado a 110 m aproximadamente de manera perpendicular hacia el techo. La posible formación es de origen hidrotermal del tipo de vetas de relleno y de reemplazamiento de fracturas en rocas volcánicas e intrusivas. La mineralización es principalmente plata(Ag)-plomo(Pb)-zinc(Zn), como minerales de mena son galena argentífera, esfalerita, marmatita, galena y en ganga se tiene cuarzo, pirita, arsenopirita, calcita con alteración propilitica. Tiene un rumbo aproximado Norte-Sur y con buzamiento (BZ) de 30° variando en algunas longitudes abruptamente por las fallas de tipo inversa y de tipo normal que las atraviesa, la veta Coturcán Techo está controlada regionalmente por una serie de fallas transversales como la falla Hércules y localmente está controlada por una serie de fallas de movimiento inverso que desplazan a la estructura y los de tipo normal fueron los causantes de la mineralización. Su potencia varia desde 2.00m hasta 5cm.

En el presente trabajo de investigación se detalla la veta Coturcán Techo mediante los procesos y estudios geológicos en interior mina(socavón) utilizando herramientas como mapeo geológico, secciones transversales, muestreo geoquímico, análisis químico, análisis de muestras de mano y avance en sub-nivel con el minado en sección de 3"x3".

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

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

### CAPITULO II

#### MARCO TEÒRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	5
2.1.1.	Historia .....	5
2.1.2.	Antecedentes locales.....	7
2.1.3.	Antecedentes nacionales.....	7
2.2.	Bases teóricas científicas .....	8
2.2.1.	Perforación con sondaje diamantino (DDH) .....	8
2.2.2.	Reducción de costos en perforación diamantina .....	10
2.2.3.	Mapeo geológico en interior mina.....	11
2.2.4.	Descripción de mapeo geológico en interior mina .....	21
2.2.5.	Muestreo sistemático en interior mina.....	23
2.2.6.	Secciones geológicas .....	28
2.2.6.1.	Secciones geológicas en interior mina con sondajes diamantinos.....	29
2.3.	Definición de términos conceptuales.....	43
2.4.	Enfoque filosófico - epistémico.....	50

### CAPITULO III

#### METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	52
3.2.	Nivel de investigación .....	52
3.3.	Característica de la investigación .....	52
3.4.	Método de investigación.....	52
3.5.	Diseño de investigación.....	53
3.6.	Procedimiento del muestreo .....	53
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	54
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	56
3.9.	Orientación ética.....	56

### CAPITULO IV

#### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	57
	Generalidades.....	57
4.1.1.	Ubicación.....	57
4.1.2.	Accesibilidad .....	59
4.1.3.	Recursos de la zona .....	60
4.1.3.1.	Flora.....	60
4.1.3.2.	Fauna .....	60
4.1.4.	Condiciones físico climatológicas .....	61
4.1.4.1.	Clima .....	61
4.1.4.2.	Temperatura y humedad relativa .....	61
4.1.4.3.	Precipitaciones pluviales .....	62
4.1.5.	Marco geológico regional.....	62
4.1.6.	Geología local (mina Coturcan) .....	68
4.1.7.	Mina coturcan.....	71
4.1.8.	Veta coturcán techo .....	73
4.1.8.1.	Interceptación de veta coturcan techo xc-0508 .....	76
4.1.8.2.	Muestreo geoquímico por método de canales .....	78
4.1.9.	Proyecto para realizar sondaje diamantino .....	83
4.1.10.	Comportamiento litológico de la veta coturcan.....	86
4.1.11.	Muestreo sistemático de galería 0340 (veta Coturcan Techo).....	97
4.1.12.	Mineralización de la veta Coturcan Techo (G1 0340).....	101
4.1.12.1.	Tipo de mineralización de la veta Coturcan Techo .....	103
4.1.12.2.	Mineralogía en la veta coturcan techo.....	107
4.1.13.	Controles de mineralización de la veta coturcan techo.....	109

4.1.13.1.	Control litológico.....	109
4.1.13.2.	Comportamiento estructural .....	111
4.1.13.3.	Control estructural de la veta coturcan techo .....	112
4.1.14.	Continuidad de la longitud de la veta coturcan techo .....	116
4.1.15.	Cambios litológicos y estructurales en profundidad.....	122
4.1.15.1.	Profundización de la mineralización .....	123
4.1.16.	Secciones geológicas .....	124
4.2.	Discusión de resultados .....	126

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

ANEXOS

## Lista de figuras

Figura N° 01. Un afloramiento rocoso en interior mina. ....	15
Figura N° 02. Frente de una labor identificada geológicamente. ....	16
Figura N° 03. Medición del rumbo y buzamiento de un plano de falla.....	18
Figura N° 04. Ploteo manual de datos geológicos en interior mina sobre un plano topográfico. .....	21
Figura N° 05. Resultado final de ploteo e impresión digital de mapeo geológico subterráneo sobre plano topográfico. ....	23
Figura N° 06. Ejemplo de muestreo sistemático.....	26
Figura N° 07. Espaciamiento de muestreo sistemático en una veta. ....	28
Figura N° 08. Columna estratigráfica MINA HUANCAPETI(LINCUNA). ....	64
Figura N° 09. Esquema Geológico Regional MINA HUANCAPETI(LINCUNA). ....	65
Figura N° 10. Esquema de estructuras MINA HUANCAPETI(LINCUNA). ....	70
Figura N° 11. Sección geológica longitudinal MINA HUANCAPETI(LINCUNA). ....	70
Figura N° 12. Esquema general de vetas MINA HUANCAPETI(LINCUNA). ....	71
Figura N° 13. Esquema del modelo estructural presentando los eventos de deformación que afectaron y controlaron la mineralización de la veta Coturcán Techo.....	114

## Lista de fotos

Foto N° 01. Diamec 232 en la cámara DDH-FR-6 en la mina Coturcán.....	11
Foto N° 02. Interpretación geológica de veta Coturcán con sondajes diamantinos.....	31
Foto N° 03. Mineros realizando desate de rocas en GL-0340(veta Coturcán techo) Mina Coturcán.....	74
Foto N° 04. Muestreo sistemático en veta Coturcán Techo con caja piso y techo definido.....	80
Foto N° 05. Muestreo contenido en bolsas enumeradas, empaquetadas para evitar contaminación y confusión de muestras. ....	81
Foto N° 06. Cámara de perforación diamantina en mina Coturcán CA-06-FR-11.....	83
Foto N° 07. Veta Coturcán Techo con canales de muestreo pintados. ....	98
Foto N° 08: Veta Coturcán techo con la caja techo definido que es atravesado por una falla inversa que estrangula a la veta, avance 15m. ....	101
Foto N° 09. Mineralización de galena, esfalerita, marmatita con parches de pirita y calcita (veta Coturcán techo).....	102
Foto N° 10. Mineralización de la veta Coturcán Techo. ....	109

Foto N°11. Veta Coturcán Techo en una zona de colapso con venillas de calcita y mineralización al centro de las tensionales.....	111
Foto N°12. Veta Coturcán Techo con control de calcita al techo de textura bandeada mineralizada al piso. ....	111

### **Lista de cuadros**

Cuadro N° 01. Ecuación para calcular valor de producción.....	33
Cuadro N° 02. Cuadro de ubicación de coordenadas UTM mina Coturcán.....	57
Cuadro N° 03. Cuadro de acceso vía terrestre hacia mina Coturcán.....	59
Cuadro N° 04. Cuadro de acceso vía aérea hacia mina Coturcán.....	59

### **Lista de tablas**

Tabla N° 01. Tabla de datos estructurales de vetillas en el XC-0508.....	76
Tabla N° 02. Relación de distancias en relación de profundidad y alcance probable de la Veta Coturcán Techo.....	124

### **Lista de planos**

PLANO N°01. Plano en planta y en sección de un taladro con sus posibles intercepto de veta.	32
PLANO N° 02. Plano de ubicación política mina Coturcán.....	58
PLANO N° 03. Plano Geológico Regional MINA HUANCAPETI. ....	66
PLANO N° 04. Ubicación en franja metalogenetica mina Coturcán. ....	67
PLANO N° 06. Plano de acceso a la veta Coturcan Techo. GL-290 y XC-0508.....	75
PLANO N° 07: Se observa desarrollo de XC-0508 con el mapeo geológico. ....	77
PLANO N° 08. Muestreo geoquímico de estructuras en el XC-0508. Se observa que arroja valores positivos para continuar con el desarrollo para Ag, Pb, Zn. ....	82
PLANO N° 09. Plano de referencia en planta y sección de interceptación de la veta Coturcán mediante sondaje diamantino .....	84
PLANO N° 10: Proyecto de sondaje para perforación diamantina interceptando el plano inferido de la veta Coturcan Techo.....	85
PLANO N° 11. Avance y mapeo geológico 30m de GL-0340(Parte 1).....	89
PLANO N° 12. Avance y mapeo geológico 52m de GL-0340(Parte 2).....	90
PLANO N° 13. Avance y mapeo geológico 90m de GL-0340(Parte 3). Azimut = 210° .....	91

PLANO N° 14. Avance y mapeo geológico 95m de GL-0340(Parte 4).....	94
PLANO N° 15. Avance y mapeo geológico 130m de GL-0340(Parte 5).....	95
PLANO N° 16. Avance y mapeo geológico 165m de GL-0340(Parte 6).....	96
PLANO N° 17. Plano de muestreo sistemático GI-0290 (1) .....	99
PLANO N° 18. Plano de muestreo sistemático GI-0290 (2) .....	100
PLANO N° 19. Plano de mapeo geológico GL-0340 identificando los tipos de mineralización en vetas y en pequeños clavos mineralizados .....	106
PLANO N° 20. Plano de mapeo estructural que controlan a la veta Coturcán Techo.....	115
PLANO N° 21. Proyectos de sondaje diamantino interceptando la veta Coturcán Techo y la proyección de la falla Hércules.....	118
PLANO N° 22. Sección geológica transversal de la veta Coturcán Techo y el posible desplazamiento que afecta la Falla Hércules. ....	120
PLANO N° 23. Proyectos de sondaje diamantino interceptando la veta Coturcán Techo y la proyección de la falla Hércules.....	121
PLANO N° 24. Plano en planta con líneas de Travers de secciones Geológicas. Azimut (Az)=270° con vista al Norte.....	125

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

En la mina Coturcán se tiene una veta principal definida denominada Coturcán, recientemente se descubrió estructuras paralelas de 20 cm de potencia en el XC-0508 del proyecto para chimenea de ventilación. Esta estructura tiene rasgos geológicos interesantes para su investigación como el Rumbo similar a la veta Coturcán que es Norte-Sur, los análisis de muestreo arrojaron valores de Ag(8\_Oz/tn), Pb (10%) y Zn (4%) indicando el fluido mineralizante de buen contenido metálico, esta veta que tiene por nombre Coturcán techo el cual se encuentra ubicado a 100m aproximadamente de manera perpendicular hacia la parte superior de la veta Coturcán.

Coturcán techo representa un ramal anexado a la veta principal por presentar mineralización, ensamble Mineralógico y roca caja andesítica similar a la veta Coturcán. Según apreciaciones preliminares se observa una veta de potencia promedio=1.50m con mineralizaciones de galena (gl), esfalerita (sf), Marmatita(mar) como minerales de mena, en los bordes de la veta se observa

alteración propilitica con presencia de actinolita y epidota principalmente, en algunos bordes se observa alteración filica puntual. Verificando todos estos rasgos iniciales se plantea definir si la veta Coturcán techo es factible para la explotación por ello el departamento de Geología de Compañía Minera Lincuna tuvo la ardua tarea de verificar el comportamiento geológico en la mineralización de la veta Coturcán techo mediante los controles litológicos y estructurales, de esta manera predecir su continuidad y extensión con el fin de adherirse al proceso de explotación y extracción y sumar al tonelaje diario extraído de la mina para el buen crecimiento de la Compañía.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

El estudio se realizó en la mina Coturcán ubicado en el Distrito de Aija, Provincia de Aija, Región Ancash.

## **1.3. Formulación del problema**

Las características litológicas similares a la veta Coturcán, los rasgos estructurales particulares, el comportamiento de mineralización a lo largo de la veta, la posible continuidad hacia el norte y sur hacen de esta estructura un problema de investigación.

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo influye las características litológicas y estructurales en la mineralización de la veta Coturcán Techo?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Como influye el comportamiento litológico en la mineralización de la veta Coturcán Techo?

¿Como influye el comportamiento estructural en la mineralización de la veta Coturcán Techo?

¿Las características litológicas y estructurales pueden predecir la continuidad de la longitud de la veta Coturcán Techo?

#### **1.4. Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la mineralización con las características litológicas y estructurales veta Coturcán Techo.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

Determinar el comportamiento litológico en la mineralización de la veta Coturcán techo.

Determinar el comportamiento estructural en la mineralización de la veta Coturcán techo.

Determinar si las características litológicas y estructurales pueden predecir la continuidad de la longitud de la veta Coturcán Techo

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

El resultado del presente trabajo de investigación definitivamente dará un gran aporte a la geología de la minera, al ser de gran interés económico y geológico los resultados nos proporcionaran una nueva viabilidad de recurso para el buen desarrollo de la minera. Con el plan de estudio planteado se pretende determinar la continuidad y desarrollo de la nueva veta con miras para que sea un tajeo principal y principalmente ayudara a comprender el sistema de ramales en Coturcán.

La veta Coturcán techo y su descubrimiento llevaron a una nueva etapa en la producción de mineral en la minera; con un aumento proporcional de 60tn por día en el stock de minado con la GL-290, dejamos de enfocarnos en una veta principal y empezamos a estudiar los ramales paralelos y perpendiculares a Coturcán. La caracterización es sumamente importante, definir la continuidad, la extensión, la mineralización mediante sus características litológicas y estructurales de Coturcán techo el cual ayudara a concretar esta etapa de extensión y ampliación de estudio para la mina. De igual manera ayudara a comprender la geología local e interna de la zona determinada como deposito Hidrotermal en vetas.

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

Entre las principales limitaciones se tiene los recursos de aprobación para proyectos de sondaje DDH, ineficiencia de avance en los frentes por parte de operación mina, resultados del muestreo de labores llegan después de haber realizado el minado y extracción. Limitación para extraer muestras de mano para realizar análisis químico y petrográfico.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÒRICO**

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

##### **2.1.1. Historia**

La Anglo French Ticapampa Silver Mining Corporation. Exploto algunos de estos yacimientos desde 1904 hasta el año 1966, asimismo Santo Toribio hasta el año 1974 exploto la zona de Tarugo.

Posteriormente compra tales dominios como Cía. Minería Huancapeti SAC, conocida anteriormente como Minera Alianza, que, desde la fecha de 1966, se encuentra laborando y manejando casi el total de los yacimientos mineros principales de la mencionada zona. La minera Huancapeti labora partir del 2006 y de manera permanente a partir de junio del 2007. Al mismo tiempo motivados por el valor de los minerales un reducido personal minero operó a setiembre del 2008; pero frente a la recesión de precio, desistieron este reducido a personal minero.

La Compañía Minera Huancapeti SAC es una empresa minera integrado por inversionistas peruanos fundada en el año 2006 en sus inicios llamado Compañía Minera Lincuna SAC. Siendo la capital Lima como sede, principal de

dicha empresa diseñando el proyecto Huancapeti en los sectores Hércules Y Coturcán para la expansión de las labores mineras que están localizados en Ticapampa un distrito minero, también llamada ex mina Alianza, es una zona que se encuentra en el interior de la cordillera negra posee mineral polimetálico de plomo- zinc -y plata, tiene un largo historial minero con más de 150 años de desarrollo, La zona minera Ticapampa-Aija en el que se ciñe el plan Huancapeti, que desde el año 1960 estuvo funcionando por la minera Alianza, por lo que en ese tiempo era propietario un minero artesanal humilde, posteriormente pertenecería a la empresa Minera Huancapeti SAC comenzando de esta manera la explotación y evolución, primeramente, con la veta tarugo, Coturcán y Hércules posteriormente. En el mes de octubre del año 1996. el plan Alianza surge con la rúbrica de un convenio de Joint Ventura y la Empresa minera Alianza junto a Billiton Exploration y Mining Perú B.V. El sector previsto corresponde a una superficie de 19.000 ha, siendo en aquel momento como propietario de la posesión la Empresa Minera Yahuarcocha SAC. Su legalidad minera consistía en peticiones, informes y otorgamientos, fraccionando el otorgamiento de prospección y el otorgamiento de la producción. Hoy en la actualidad se encuentra laborando la empresa Minera Lincuna SAC, que es una compañía un tanto reciente en el trayecto para extraer el mineral polimetálico, donde laboran considerando la ecología e iniciando progreso en zonas que realizan dichos trabajos.

Fuente: Anaya Tamariz, P. A. (2019). Evaluación de costos operativos por procesos en la u.e.a. Huancapeti de la compañía minera Lincuna S.A. – año 2018.

### **2.1.2. Antecedentes locales**

En el proyecto de tesis: Exploración geológica – Proyecto Collaracra (distrito miento Huancapeti) (Ticapampa - Ancash), (2015), realizado por Sapacayo S.M. y Guzmán T. H. se encontró tres sistemas de estructuras mineralizadas con direcciones de N 45 a 60 E y N60 a 70 W, que son similares a las encontradas en la zona de Coturcan, las longitudes de las vetas son de hasta 3,5 Km. Con anchos de 0,30 a 5 m, con alteraciones hidrotermales de silicificación, argilización, propilitización y turmalinización. Se ha determinado el tipo de yacimiento que es un depósito de epitermal de baja sulfuración, predominando la asociación mineralógica de galena, esfalerita y calcopirita, realizando la caracterización litológica y estructural se determina que el Proyecto en mención presenta un interesante potencial para el descubrimiento de clavos mineralizados de Au-Ag-Zn-Pb-Cu, de valor económico explotable.

### **2.1.3. Antecedentes nacionales**

En la tesis denominada: Caracterización mineralógica de la veta Milagros para la planificación del tratamiento metalúrgico de la mineralización, prospecto Granada - La Libertad 2021, de Morales M.M. G. (2021), se realizó la caracterización mineralógica de la veta Milagros identificando la existencia del mineral de mena que tienen ocurrencias, formas y conexión para las gangas, asignado para utilidades metalúrgicas.

En el trabajo: Caracterización de la mineralogía en la veta Murciélago para determinar el método de explotación en la mina Paredones, provincia de San Pablo, región Cajamarca realizado por Aguilar B.L. y Izquierdo L.L.A., se logra caracterizar el emplazamiento mineralógico en la mina Paredones; se identifica las tendencias de mineralización en la veta Murciélago, en base al control litológico y

estructural de la veta Murciélago. Se determina el monitoreo litológico estructural a través de solución hidrotermal mineralizante generado desde el periodo de la intrusión y colocadas en fractura tensional pre-existente, que construyeron las vetas de mena son la que consta con cargas de piritas, roca encajonante piritizada y cuarzo, en caso de la galena, esfaleritas son cifras variadas con poco porcentaje. y dispersión de calcopirita formando la mena de eficacia económica consiguiendo determinar el modo de operatividad por Corte y Relleno según a su naturaleza mineralógica y física de la mencionada veta Murciélago.

## **2.2. Bases teóricas científicas**

El presente trabajo de investigación presenta en este informe todos los datos obtenidos con el trabajo de campo en mina fueron procesados digitalmente para su interpretación, obtención de datos de la interpretación geológica, antecedentes y trabajos realizados de posibles diseños y modelos. Se detalla todo lo realizado en la zona de interés y su factible producción.

### **2.2.1. Perforación con sondaje diamantino (DDH)**

Los proyectos de sondajes diamantinos son principalmente diseñados para ver la continuidad de la estructura mineralizada que se está estudiando. Las perforaciones diamantinas se realizan en lugares que no son accesibles; también se hace con el fin de obtener resultados en un mínimo tiempo posible, reduciendo costos y contaminación ambiental.

La responsabilidad de un Geólogo es confirmar el informe codificado para después acceder al banco de datos del esquema. Con dicho informe se lleva a cabo la traducción litológica, alteración, estructural, hidrogeológica e hidrológica, leyes, geometalurgia del yacimiento y estimación del recurso. El geólogo es responsable

de “mapear (Levantar y registrar)” severamente a una escala apropiada y en una cartilla patrón de la variedad particular geológica de profundidad de mina, bancos y sondajes.

Es necesario tener en cuenta un número mínimo maleable de 1-3m y queda a su estrategia del geólogo si el número menor a este sustento, provoca un efecto significativo y respalde su anotación en un mapeo de detalle, no excediendo a 10-5m. Si la homogeneidad geológica detectada en el sondaje faculta fijar mayor intervalo a dicho sustento, independientemente quede en manos del geólogo y su estrategia. Para el mapeo de sondajes es preferible que la persona especializada a este trabajo debería contar con no menor a 3 años de trayectoria.

Es necesario un grado superior de especialidad técnica, porque, al tomar y captar datos tienen que ser desarrollados por Geólogos con experiencia, inteligencia y entendimientos apropiados.

Podría entenderse a la perforación y sondaje como un proceso de extracción de un muestreo de mineral con la finalidad de ser examinada y poder contrapesar sus elementos. Teniendo como objetivo, de hallar yacimientos novedosos, incluso sustituyendo y aumentando sus límites a su ciclo de vida como labor a los que ya existen, asimismo son cuatro importantes técnicas de sondaje y perforación: tales como diamantina y sistema de aire reverso, estas dos generalmente al 99%, son las más utilizadas y la hidráulica como la sónica son poco común.

El más lento y con el precio más elevado es la perforación diamantina, por lo misma que suministra un testigo, por donde proporciona ver los datos del mineral y operar diversas formas de pruebas con respecto al mismo, tal como su estructura, asimismo descubriendo varios informes. Por el contrario, el sistema de aire reverso

se restringe a comprobar si se encuentra o no los minerales y a qué ley pertenecen, en consecuencia, es más bajo el costo por lo que es preferido y utilizado para la búsqueda para yacimientos novedosos.

### **2.2.2. Reducción de costos en perforación diamantina**

Frente a este panorama de descenso de posibilidades, adherido a la preliminar de las empresas de minería con la mitigación de sus precios, las compañías de perforación tuvieron que afrontar más requerimientos.

La problemática radica fundamentalmente en perforar más metros con el mismo precio. Para ello se tiene que desarrollar procedimientos eficaces. lamentablemente las intromisiones son demasiadas, dado a que los trabajos se volvieron más complicados, debido a ello se tiene que lidiar con licencias de labores, límites de circulación a horas precisas, procedimientos extremos de instigación, otros diversos. Asimismo, reina un problema en las actividades de papeleos burocráticos”, indica Dagnino. Asimismo, menciona que hay no buenas conductas de lado de mineras que ayudan a realizar muy lentamente el procesamiento: “Para mayor muestra, existen empresas que para proceder el mantenimiento de un equipo de perforación exigen a retirar de sus propiedades, ya que si sucede un incidente en el interior de estas les implica una mayor incidencia. Asimismo, al respecto, en seis horas se puede realizar un mantenimiento, pero debido a esto podría tener una demora de 30 horas; estas problemáticas deben ser contempladas, porque la productividad es muy maltratada

Sobre lo precedente, añadiremos sobre el empresario que trata de optar por la mejor alternativa financiera, por consiguiente, se tiene que advertir que, “cuando hay ocasiones en que una empresa obtiene la licitación de un proyecto de

perforación, no consideran gran parte de las variables debido a la ignorancia de ello y por lo mismo su proposición concluye ser el de más bajo costo, por lo tanto, cuando se ejecute será con un costo más elevado delo que se calculó”



Foto N° 01. Diamec 232 en la cámara DDH-FR-6 en la mina Coturcán.  
Fotografiado por el tesista en la Mina Coturcán.

### **2.2.3. Mapeo geológico en interior mina**

La geología se encuentra ligada con las labores de campo, por lo mismo es necesario que el geólogo elabore el mapeo de diversos elementos planares y

lineales, típico de la naturaleza. Este mapeo geológico o cartografiado, conlleva al geólogo tener una adecuada observación, medición, identificación, experiencia en la orientación y el ploteo de las características geológicas sobre un basamento topográfico. Perteneciendo a las características estructurales y litológicas, por lo que tales medidas pertenecen a planos de falla, rumbo/buzamiento de estrato, foliación, flancos/eje de pliegue, y varios más. Que formándose en grupo plasman una función un tanto complicada a la verdad. A partir de una sencilla visibilidad de estratos, áreas de erosión, divergencias progresivas/angulares incluso la detección de formas geométricas plegadas y falladas, El geólogo es apto de unir un rompecabezas en su totalidad que se modifica de acuerdo a localización geográfica. Al margen que dicho método podría parecerse únicamente mecánico y aburrido tras el punto de vista de un experto no geólogo, el motivo es que el cartografiado geológico implica capacidad de perspectiva y superponer piezas de forma tridimensional, añadidas evidentemente a un grupo de tecnologías individuales que son limpiadas con el transcurso de los años.

El cartografiado geológico exige de un correcto nivel de dominio en las especialidades muy fundamentales e imprescindibles de la geología, tales como: la petrología de rocas ígneas/sedimentarias/metamórficas, la topografía, estratigrafía, teledetección, geología económica y estructural; en comparación con la paleontología y la sedimentología podrían ser menos importantes de acuerdo con la finalidad del plan de la exploración minera y la clase de rocas. Dichas especialidades en Perú son instruidas a lo largo de 5 años de estudio universitario. Pese a que es difícil que los geólogos logren ser expertos en cada uno de ellos, como mínimo un especialista es solicitado, teniendo estudios globales en su mayoría. pero, con el objetivo que cada geólogo tenga un planteamiento

fundamental y firme del total de las posibilidades de mezclas de características geológicas que podrían surgir en diferentes áreas. además, otra muy fundamental es la destreza de la persona con aptitudes de dirección geográfica, quizás dejando de lado o no de los típicos materiales de orientación. No descartando el conocimiento de la ubicación de dirección del este, oeste, norte y sur; dicha destreza igual involucra al geólogo saber plantear mentalmente las fallas, los buzamientos /rumbo de estratos, vetas, pliegues, incluyendo en sistemas vetiformes los mismos de clavos mineralizados. Por lo mismo que esta destreza se encuentra estrechamente vinculada con diversas clases de geoforma con la imaginación 3D. Por lo tanto, todo geólogo posee el talento de convertir sobre un mapa cartográfico alguna clase de contacto litológico o no, ante el tipo de líneas que separan a curvas de nivel en todo recorrido de las elevaciones y quebradas.

Un correcto mapeo geológico no puede basarse solamente de las peticiones antes indicados, por lo tanto, la disciplina es muy fundamental para poder desempeñarse. Por consiguiente, el método de operación es muy pertinente al obtener información, dado que estos datos señalados con objetividad tienen que ser ordenados, muy claros y coherentes, estas son particularidades que obviamente podrían persistir, en el transcurso del tiempo al realizar los mencionados datos. Desde luego que cada especialista es autónomo con su manera de realizar sus labores, es tan factible que el especialista A con referencia al especialista B, con relación a otros que cuentan con su método de realizar sus labores de más o menos nivel de instrucción. Sin embargo, es oportunidad de brindar algunas recomendaciones que sería muy útil, no solamente a universitarios como asimismo a ingenieros sin sentido a su profesión. Este sistema está basado en la identificación visualización, ploteo, medición, procesamiento, interpretación y análisis de datos

procedente del cartográfico geológico. Por lo tanto, seguidamente vamos a centrarnos en los primeros cuatro sistemas debido a que se restringen a la recopilación de datos, pero no a las interpretaciones que de una manera u otra absorberían momento útil en el terreno.

### **Observación**

Pertenece a la observación del afloramiento rocoso (foto1) de referencia. Incluye la ubicación geográfica del afloramiento, localización previa de litologías e interpretación cognitiva de las direcciones de estructuras viables. con el objetivo de conseguir un plan total del afloramiento. Visualizamos el primer vinculo de contacto, por ejemplo: de Contactos discordantes, netos, transicionales etc. Con respecto al mapeo geológico enfocado y adoptado a la exploración o a la geología estructural es fundamental ser bien especifico en la vinculación de estructuras. Teniendo en cuenta primordialmente de los similares planos axiales de pliegue y las vergencias de fallas que acostumbran continuar la regla de las “V”. También con respecto a la forma de cartografiado que se lleva a cabo enfocándose en perturbación hidrotermal, por lo que esto es identificar la existencia de alteraciones dadas las anomalías de color de inclinación rocosa o coloración inusual en vías fluviales. En las dos condiciones, como también en otras parecidas, se acostumbran realizar “sketchs” geológicos o bocetos dirigidos en torno a un bloc de campo lo que buscan plantear a priori la geología de lugar. Por lo que dichos planteamientos pueden cambiar de un especialista u otro, donde habitualmente se origina discrepancias. -puramente profesional- buscando esclarecer lo que está visualizándose. asimismo, depende de la trayectoria de cada especialista, por ende, dado a la manera y costumbre de tener “ojo geológico” que solamente se consigue

a través de la incesante práctica de campo, por lo que el procedimiento quizás es razonablemente rápido.



Figura N° 01. Un afloramiento rocoso en interior mina. Fuente: Luis Ayala. Explorock Soluciones Geológicas.

### **Identificación**

Radica en la comprobación de los aspectos geológicos visualizados en el procedimiento previo. Se ejecuta a través de la decisión litológica en su lugar de afloramiento, utilizando la lupa de mano y la picota. Por consiguiente, se ejecuta las litologías y principalmente la vinculación de contacto entre si, por ejemplo: las calizas replegadas en chevron, tobas en discordancia sobre filitas, Tonalitas que cortan a areniscas cuarzosas, etc. Este reciente informe apoya a confirmar y pulir el “sketch” llevado a cabo en la visualización (foto. 2). A diferencia del procedimiento previo y a los siguientes a señalar, es muy fundamental la identificación de campo, puesto que, en esta se basará la cifra y especialmente la condición y cohesión de los datos a medir. Lo inconveniente es el vínculo directo

junto al nivel de percepción de un geólogo que no necesita ser un experto, sin embargo, previo a lo mencionado, tendrá que ser un experto adecuado de las características geológicas primordiales en las zonas de labores.



Figura N° 02. Frente de una labor identificada geológicamente. Fuente: Luis Ayala. Explorock Soluciones Geológicas.

## Medición

Continuamos a determinar la magnitud y dirección a los rumbos Al de los elementos lineares/planares, al disponer con la litología, relaciones de campo y asociación estructural definidas, por ejemplo: fallas, Estratos, etc. Por ello, se utiliza la brújula u otro instrumento dactilar que brinde los buzamientos y orientaciones con la posibilidad más óptima (Foto 3). Al realizar la mencionada labor tradicionalmente, se ejerce a través de brújulas azimutales/cuadrantales, de lo cual, la que se utiliza más es de la especie Brunton, pese a que tienen varias alternativas como Suunto o las Silva; hoy en la actualidad con la tecnología de los celulares, del mismo modo brindan mediciones muy aproximadas a los datos

obtenidos por las brújulas, a través de aplicaciones Strike and Dip, Clino, Rocklogger y otros. además, tienen anotaciones diversas para el expediente de buzamiento y rumbo de una similar forma de información. De vez en cuando la dirección de orientación se calcula de manera cuadrantal (N60°E, S45°O, N80°O), con estimaciones con pendiente de 0° y 90° (80°NO, 65°SE, 30°NE), cada uno; en algunos de tipo únicamente azimutal con estimaciones que cambian por los 0° y 360° (60°, 225°, 280°) o por los 0° y 180° (60°, 45°, 100°) con pendientes por los 0° y 90°, pero referidos de tipo cuadrantal (80°NO, 65°SE, 30°NE); de manera más frecuente a través de la utilización de la regla de la mano derecha (RHR: Right-Hand Rule) con estima de azimut de 0°-360° y pendientes de 0°-90° sin señales cuadrantales; a diferencia que en la geotecnia a través del valor por los 0° y 90° del pendiente (dip) y la posibilidad de dirección 0°-360° del pendiente (dip dirección). resultado a mencionados tipos de señales, es debido a que los buzamientos y rumbos de una similar forma de dato podrían alcanzar a ser confusos y poder considerar recíprocamente equivocado, como es lógico puesto que todo signo es diferente a otras. corresponde mencionar que toda notación es una reunión para un geólogo o un conjunto de geólogos que determinan operar en un plan. Lo primordial es comprender que una idéntica forma de dato que podría ser interpretado sin motivo de diversas maneras, sin embargo, asimismo, es fundamental comprender su dirección geométrica que no tomando en cuenta sus signos convencionales, en un mapa cartografiada se podrá ver de igual forma. dado a que la medida de datos es un procesamiento muy especializado y calificado, pudiéndose tener en cuenta incluso como un proceso muy simple. En cierto modo así es, a pesar que, quizás tiende a complicarse dado a los factores diversos tales como: tener poco acceso al lugar entre el mayor aflore del plano a medir,

imprecisión en la ubicación del plano que es medido, escasa definición de los rumbos de pendientes de los planos, también al ser manipulado la brújula con una pésima técnica.



Figura N° 03. Medición del rumbo y buzamiento de un plano de falla. Fuente: Luis Ayala. Explorock Soluciones Geológicas.

### **Ploteo de datos**

Es la técnica más simple del total de lo explicado anteriormente, y si bien necesita una correcta práctica en destrezas unipersonales de dirección, aplica acerca de expresar en el mapa topográfico todas las particularidades geológicas conseguidas en la observación-identificación-medición de datos. Dado los signos de visualización, datos de orientación y pendientes junto a los bosquejos de fallas/pliegues/lineamientos se trazan a mano teniendo como indicación a las curvas de grado (foto. 4). Los trazos se dibujan manualmente utilizando el lápiz, estilógrafos, lapiceros de tinta líquida, colores y borradores que interpretan específicamente edad geológica o un tipo de roca. Otro instrumento de mucho beneficio es el protactor que ayuda para el trazo de ángulos, pendientes de planos y signos de rumbos. La elevación de curvas en metros brinda posibilidad en la ubicación en el

afloramiento, sin embargo, por su parte facultan descubrir con cierta precisión las conexiones de corte 3D dentro de las geoformas y los diferentes superficies o estratos de fallas cartografiadas. Quedan representados los afloramientos rocosos por polígonos con tales colores que son asignados dado a su forma de roca y edad, en tanto que los trazos respectivos a los planos de falla, a la estimación horizontal de estratos o diferentes aspectos planares se interpretan como líneas. La equivocación que siempre sucede en el momento del cartografiado es colorear de repente los contornos del lugar en que se terminaba de hacer un punto de advertencia. Sucede esto, debido a que en los tornos no siempre se mostrara una litología y una estructura similar que se consignaron en el punto antes dicho. Es por tal razón, que siempre se aconseja que, al realizar pintado de un lugar determinado del mapeo, se inicia revisando los grupos de puntos de advertencia de esta manera tener la garantía de cerrar un polígono que pertenece a una similar forma de roca en especial; asimismo para la extrapolación de datos de lugares distantes, como también para un correcto cartografiado local, se llevara a cabo utilizando el patrón de las “V”. Además, una ventaja del mapeo que siempre es poco apreciado, es porque el cartografiado es el entorno en mención en que los datos de la estructura medida, lentamente y pausado, su forma se va adaptando, incluso generando agrupaciones casi complicadas que acatan el espaciamiento, escala de estructuras y la persistencia. Por lo tanto, son fundamentales estas tres características mencionadas a la hora de diseñar modelos 3D y secciones 2D, básicamente en la extrapolación de fallas que podrían permitir o no permitir mantener conexión con grados estratigráficos bien definidos. Pero, en el mapeo a veces no son consideradas por que siempre oportunamente son descritas en el registro de campo y al distinguirse de un mapeo, un registro no atribuye una noción

espacial de modificaciones en el espesor de un sector de daño (cizalla), ni las modificaciones de falla de ángulos de pendiente/rumbo, ni de su agrupamiento geométrico dadas con otros contiguos. En realidad, el gran vigor de recurrir a un cartografiado en 3D, reside en exigir al especialista a su imaginación, de manera que las características geológicas de la zona podrían ser más sencillas de plasmar en torno a los niveles de curvas de nivel. Evidentemente, este se transforma a una gran producción, resultado al cartografiado inmediato por día de labor; asimismo con permitir verificar el resultado del mapeo desarrollados anteriormente con otras investigaciones. Sobre las labores de primer plano, que son realizados hoy en la actualidad, la definición de “mapa” cuenta con un trasfondo digital. Evidentemente, la trayectoria del geólogo repercutirá en calidad/cantidad de información que son recopilados y al mismo tiempo la veracidad de su representación.

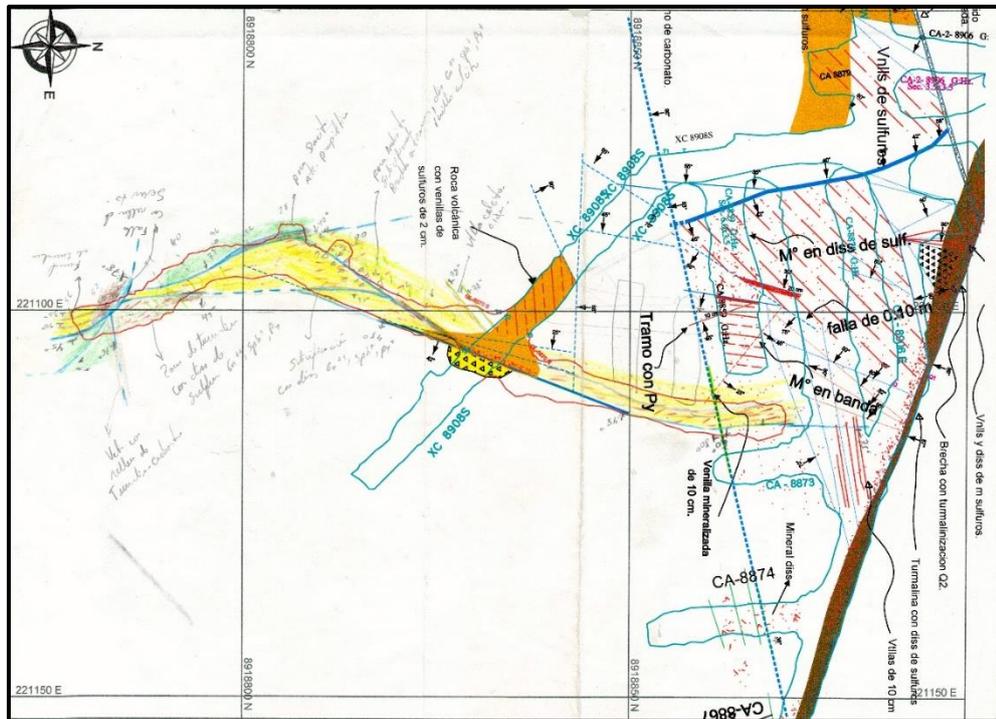


Figura N° 04. Ploteo manual de datos geológicos en interior mina sobre un plano topográfico. Plano de la mina Caridad perteneciente a la Compañía minera Lincuna en el NV-05, GL-8870, Veta San German. Figura referencial

Se ha indicado hasta aquí, cómo construir apropiadamente las los fundamentos de un cartografiado geológico, sin tener en cuenta los sesgos y escala que podrían interpretarse en sitio. En la siguiente publicidad, se describirá con pormenores del cartografiado y de qué forma o manera tienen influencia en investigaciones más expertas en el proceso, interpretación de datos y análisis.

Fuente: Luis Ayala. **Explorock Soluciones Geológicas**. Metodología de trabajo para un mapeo geológico adecuado.

#### 2.2.4. Descripción de mapeo geológico en interior mina

El mapeo geológico en interior mina es llevado a cabo por el ingeniero geólogo encargado. Se realiza este trabajo con el fin de observar, identificar y plasmar todos los datos que se puedan obtener al realizar la descripción in situ de las estructuras y litologías que se observan en las labores.

La exigencia fundamental en la minería y la geología es el mapeo geológico, la perspectiva primordial del mencionado mapeo geológico es la descripción de una condición geológica en un cartografiado. Por lo tanto, se bosqueja arriba de una carta topográfica cambiado en colores o con señales litológicos. toda unidad, formación o estrato, pues sale con su mismo color o signo.

Tienen un pilar topográfico los Mapeos geológicos quizás las más sencillas. Tales como fundamentales datos topográficos incluyéndose curvas de nivel con cotas, infraestructura (ferrocarriles, caminos), pueblos y ríos. No atraviesan floras de vegetación, signos especiales topográficos. El basamento topográfico naturalmente tiene únicamente el color café o negro.

Todo cartografiado geológico, así mismo interpretan un patrón geológico en su mayoría, por consiguiente, en otras zonas el informe geológico tiene del autor, el patrón de su interpretación geológica. Lo ideal podría ser la elaboración de mapeos "verdaderos" conllevando mapeos con un nivel alto de datos reales y solamente con mínimos datos representados.

Los cartográficos geológicos tienen diferentes finalidades, como mapeo geológico de la región o como también es distinto el mapeo para una compañía minera o cartografías para empresas de agua potable. Por lo tanto, cada cartografía tiene propósitos mostrando una posición geológica detallada. La forma de la simplicidad corresponde a la finalidad y del autor de la misiva. Quizás eso mapeos anticuados a comparación a los mapeos modernos se ven con una demasiada diferencia.

Fuente: Instituto geográfico y geológico de Catalunya. Mapas Geológicos.

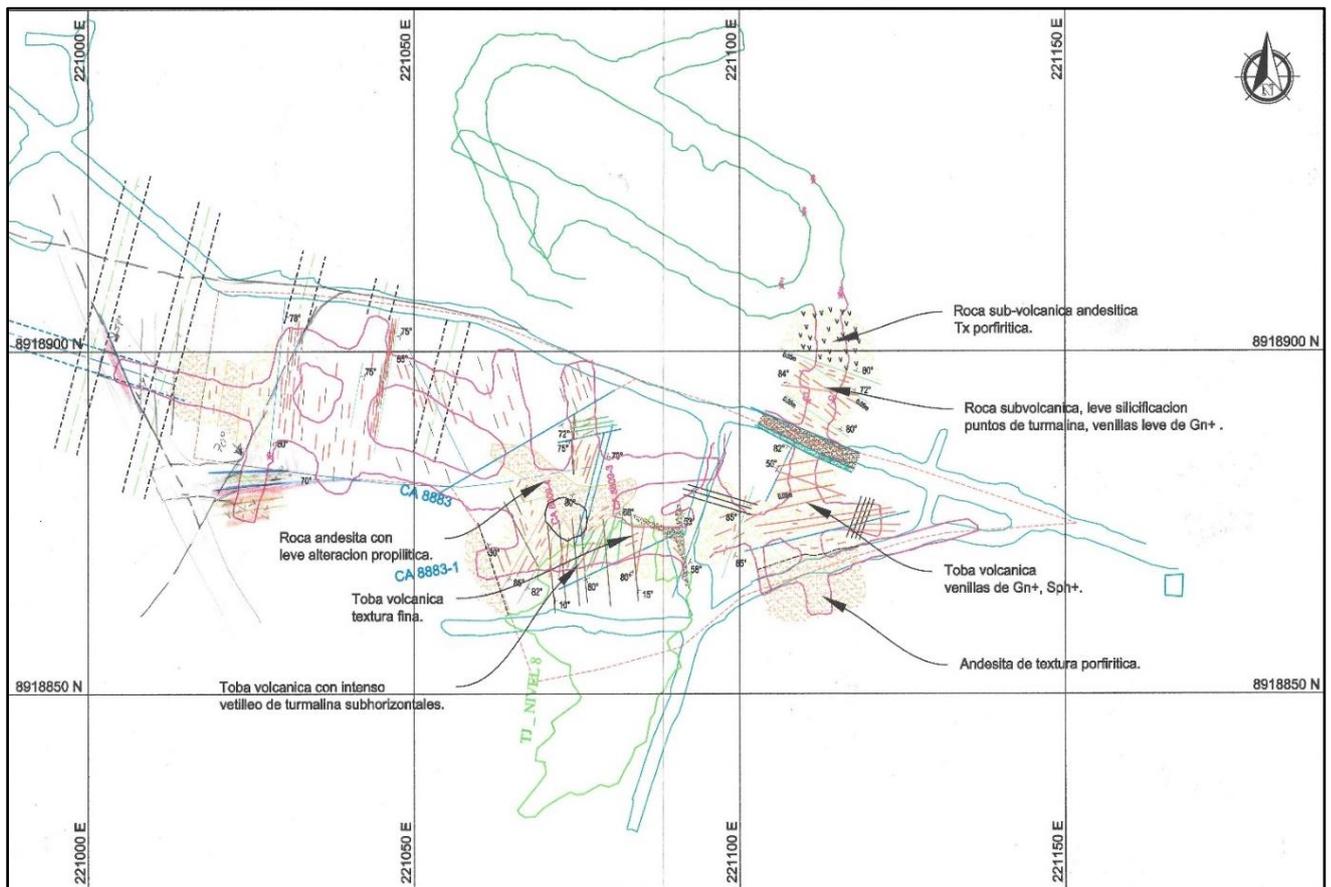


Figura N° 05. Resultado final de ploteo e impresión digital de mapeo geológico subterráneo sobre plano topográfico. Plano de la mina Coturcán en el NV-08, CA-8883, Veta Tarugo. Figura referencial

### 2.2.5. Muestreo sistemático en interior mina

Es totalmente fundamental la planificación de la explotación de los yacimientos minerales, disponiendo con los valores más óptimos de la misma; en resumen, contar con la más optima información potencial del yacimiento con mención a su, localización respecto a la superficie, tonelaje, forma, volumen, y en el yacimiento principalmente la difusión espacial de materiales mineralógicos (leyes); conocer y localizar los territorios ricos y los territorios de poco material mineralógico.

El diagnóstico de un yacimiento mineral necesita datos conseguidos después de las muestras recogidas del yacimiento, por lo que son insuficientes en los periodos de exploración y prospección siendo de gran cantidad en el periodo de perforación de evolución y repleto a lo largo de toda la explotación. Pero, dado el número de muestras existentes sea repleta, la cantidad de dichas muestras causa usualmente es irrelevante a comparación con la cantidad de yacimiento; por lo tanto, al evaluar un yacimiento mineral gran parte del asunto es una iniciativa complicada.

En la mayor parte del país los yacimientos minerales son vetiformes ya sea, en explotación o explotados; por lo tanto, cuentan con un tipo tabular con potencias mínimas y pendientes poco vertical.

Para planificar la explotación de dichos yacimientos a corto y mediano tiempo, continua a un muestreo consecuente de la veta. Para la repercusión es primordial excavar galerías horizontales en todo el transcurso de la veta (corridas) localizadas en diversos niveles. Valiéndose de estas galerías, se cogen muestras procedentes de canaletas pequeñas excavadas en los umbrales con rumbo natural al plano de la veta. Rápidamente aparecen las interrogaciones tales como: ¿Cuánto sería el trayecto de división entre la canaleta de muestreo y ¿Cuánto sería el trayecto vertical entre la galería de muestreo?

Dichos trayectos están sujetos a la precisión y el grado de confianza deseado en la estimación a realizarse, de la mineralización continua, de valores agrupados al muestreo resultado de la estimación asequible para tal impacto.

El cumplimiento de unas pocas nociones principales de la modalidad matemática en función a la geoestadística o aleatoria, faculta a las interrogaciones indicadas.

Gran parte de las variables que, son vinculadas con sucesos naturales podrían ser explicadas con eficacia a través de una variable regionalizado. Por lo tanto, esta variable ya mencionada es sencillamente una variable difundida en el espacio y matemáticamente en una función (x) que toma una cifra dada en todo punto x de un espacio tridimensional. Posee dos características una variable regionalizada al parecer incoherentes; muestra una conducta local aleatorio errático que viene al cerebro la noción de variable aleatoria, sin embargo, también muestra una conducta generalmente estructural. Un fenómeno natural es una mineralización o yacimiento mineral. En este yacimiento la distribución de contenidos mineralógicos (leyes) en un yacimiento. Un yacimiento mineralizado podría ser una favorable representación por la variable regionalizada. Que demuestre una estructura que regula el reparto de contenidos mineralógicos e identifique áreas de gran material mineralógico y sectores de poco material mineralógico; por otra parte, su estructura es alterada por su conducta local aleatorio y errático de las leyes.

En la perspectiva de alguna situación de temporalidad zonal, la presentación de probabilidad brindada por el formalismo matemático de las funciones aleatorias considerando los dos aspectos de una variable regionalizada; estructura y aleatoriedad; e imparte una presentación sencilla de la variabilidad espacial e induce a un criterio sistemático y operativo para el resultado de dificultades de deducción y valoración. Esta formalidad mediante la función del variograma faculta formar apropiadamente particularidades principales de la difusión espacial de las leyes o algunas variables de un yacimiento mineral para su apropiada valoración; presentando materiales principales agrupadas al método de valoración entre ellos la variación de valoración, la diferencia de diseminación, el krigage, el

simulacro condicionado y diversos. El presente trabajo señala una ejecución principal de la variedad de valores.

### **¿Qué es el muestreo sistemático?**

Las muestras sistemáticas es una forma de probabilidades de muestras que se fundamenta en enumerar a la población en general, nombrar de manera casual al primer tipo para el muestreo y después, al inicio de un lapso determinado por el autor, escoger al restante de los tipos que constituyen el muestreo.

Ejemplo, suponiendo que se requiere sacar una muestra de 10 personas con inicio de una población total de 100 y el primer individuo escogido para la muestra es el número 3. Al inicio de este, a través de un intervalo de 4 optado por el investigador, se escogerán los siguientes individuos, de tal forma que los números serian 7, 11, 15, etc. hasta concluir la muestra.

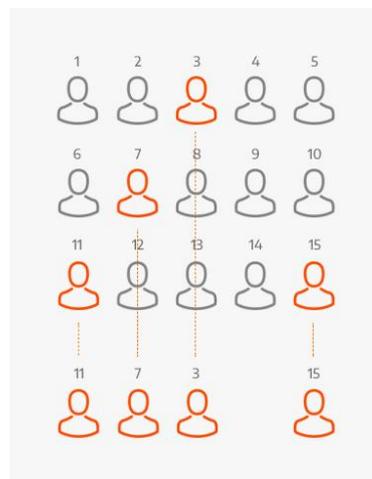


Figura N° 06. Ejemplo de muestreo sistemático. Fuente: Ingeoexpert

### **Ventajas y desventajas del muestreo sistemático**

El muestreo sistemático presenta tanto ventajas como desventajas al momento de implementarlo.

## **Ventajas**

Sus principales beneficios son los siguientes:

- Permite obtener buenas propiedades de representatividad.
- Es un sistema muy rápido y simple, ya que evita la necesidad de generar números aleatorios de individuos en la muestra.
- Garantiza una selección perfectamente equitativa de la población, lo que resulta muy útil en la distinción de grupos.
- Evita la necesidad de usar diferentes estratos, aunque existe variedad de individuos en cada fragmento.

## **Desventajas**

Existe tan solo una desventaja o inconveniente al utilizar esta técnica: el orden en el que se coloca a la población seleccionada puede llegar a tener un tipo de periodicidad oculta, la cual puede coincidir con el intervalo seleccionado, ocasionando una muestra sesgada.

## **Ejemplos del muestreo sistemático**

Supongamos que poseemos una población de 1000 individuos y necesitamos obtener una muestra de 100 de ellos. Para ello, dividiremos en primer lugar el total de la población en 100 fragmentos aleatorios de 10 individuos. Luego, seleccionaremos un número al azar entre el 1 y 10.

Si el número obtenido al azar es el 6, a partir del individuo número 6 de la población se definirá nuestra muestra. Es decir que a partir de él se irán completando intervalos de 10, es decir: 6, 16, 26, 36, 46 hasta el 996.

De esta manera quedará conformada la muestra de 100 individuos a través del muestreo sistemático.

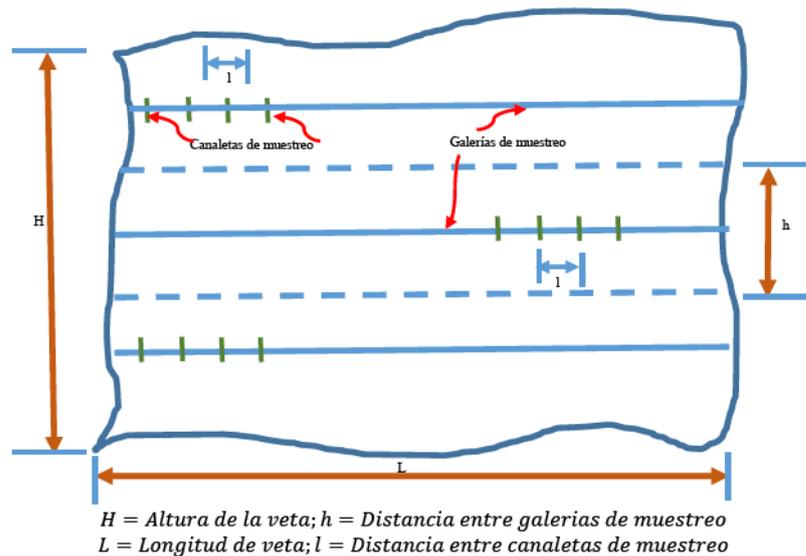


Figura N° 07. Espaciamiento de muestreo sistemático en una veta. Fuente: Ingeoexpert. Rubén Medinaceli Tórrez. Búsqueda de modelos matemáticos para la determinación del espaciamiento óptimo del muestreo sistemático en depósitos minerales tipo Veta. Revista de Medio Ambiente y Minería.

### 2.2.6. Secciones geológicas

Representación gráfica de la intersección de los cuerpos geológicos en el subsuelo con un plano vertical

Un corte geológico es una representación gráfica de la intersección de los cuerpos geológicos en el subsuelo con un plano vertical de una orientación determinada. Es una sección del terreno donde se representan los diferentes tipos de rocas, su constitución y estructura interna y las relaciones geométricas entre ellas. Es un modelo aproximativo de la distribución real de las rocas en profundidad, coherente con la información disponibles sobre superficie y subsuelo. También puede representar la extensión de los materiales y de las estructuras que ya hayan sido erosionados por encima de la superficie topográfica.

Los cortes son un complemento indispensable de los mapas geológicos; mapas y cortes son fruto de la interpretación de la disposición de las rocas a partir de varios tipos de datos, normalmente incompletos y con diferentes grados de incertidumbre. Ambos son representaciones bidimensionales de la realidad geológica y conjuntamente permiten comprender la estructura tridimensional de los volúmenes rocosos y, en consecuencia, la historia geológica de una zona.

Los cortes geológicos tienen una importancia económica y social muy relevante. Son la base para planificar obras de ingeniería, fundamentalmente las obras lineales que afectan la superficie y el subsuelo (carreteras, túneles, canalizaciones) y para la exploración y la producción de los recursos geológicos hídricos, pétreos, minerales y energéticos.

Fuente: Instituto geográfico y geológico de Catalunya. Cortes Geológicos.

#### **2.2.6.1. Secciones geológicas en interior mina con sondajes diamantinos**

Los sondajes diamantinos son una parte fundamental para la geología de exploraciones y avance en mina subterránea, las perforaciones DDH se convirtieron en pieza fundamental actualmente para el desarrollo principalmente en exploración y explotación minera.

En interior mina mediante estos proyectos podemos observar con gran precisión la continuidad de vetas y cuerpos mineralizados al interior de la tierra, en el cual dependiendo del tipo de máquina perforadora que use se puede llegar a perforar cotas muy profundas hasta más de 1000m en

cualquier ángulo siendo este una herramienta indispensable hoy en día para realizar labores y tajeo.

También se tiene máquinas de pequeños alcances como PACSAC o DIAMEC 232 los cuales nos sirven principalmente en avances de minado para minería subterránea o para saber la continuidad de las estructuras mineralizantes el cual se está tajeando. Dependiendo del ángulo de perforación estas pueden alcanzar hasta un máximo de 150m.

En mina Coturcán se usa Diamec 232(ver foto N° 01) para labores de avance y desarrollo. Esta máquina perforadora puede alcanzar hasta 150m de perforación en ángulos negativos. Esta herramienta es sumamente valiosa por tratarse de una maquina bastante sencilla y pequeña el cual es muy maniobrable y manipulable para su fácil uso, también no requiere de gran preparación de cámara DDH porque su brazo basculante no es de gran tamaño como los son maquinas más grandes. Es fácil de transportar y su uso es óptimo para el desarrollo y alcances de vetas próximas a tajar.

Para realizar una sección geológica se necesita planos de interior mina de diferentes labores y niveles, principalmente por donde pase la línea de Travers para ver en profundidad su alcance y extensión, en mina Coturcán tenemos planos bases a escala de 1/500. También se necesita datos de muestreo de labores, datos de sondajes diamantinos de ser posibles con leyes de análisis químico para una mejor interpretación. Sobre un plano escalado se realiza la interpretación detallando los datos obtenidos en campo para delimitar la zona factible para tajar o continuar la explotación en zonas inferiores o superiores.

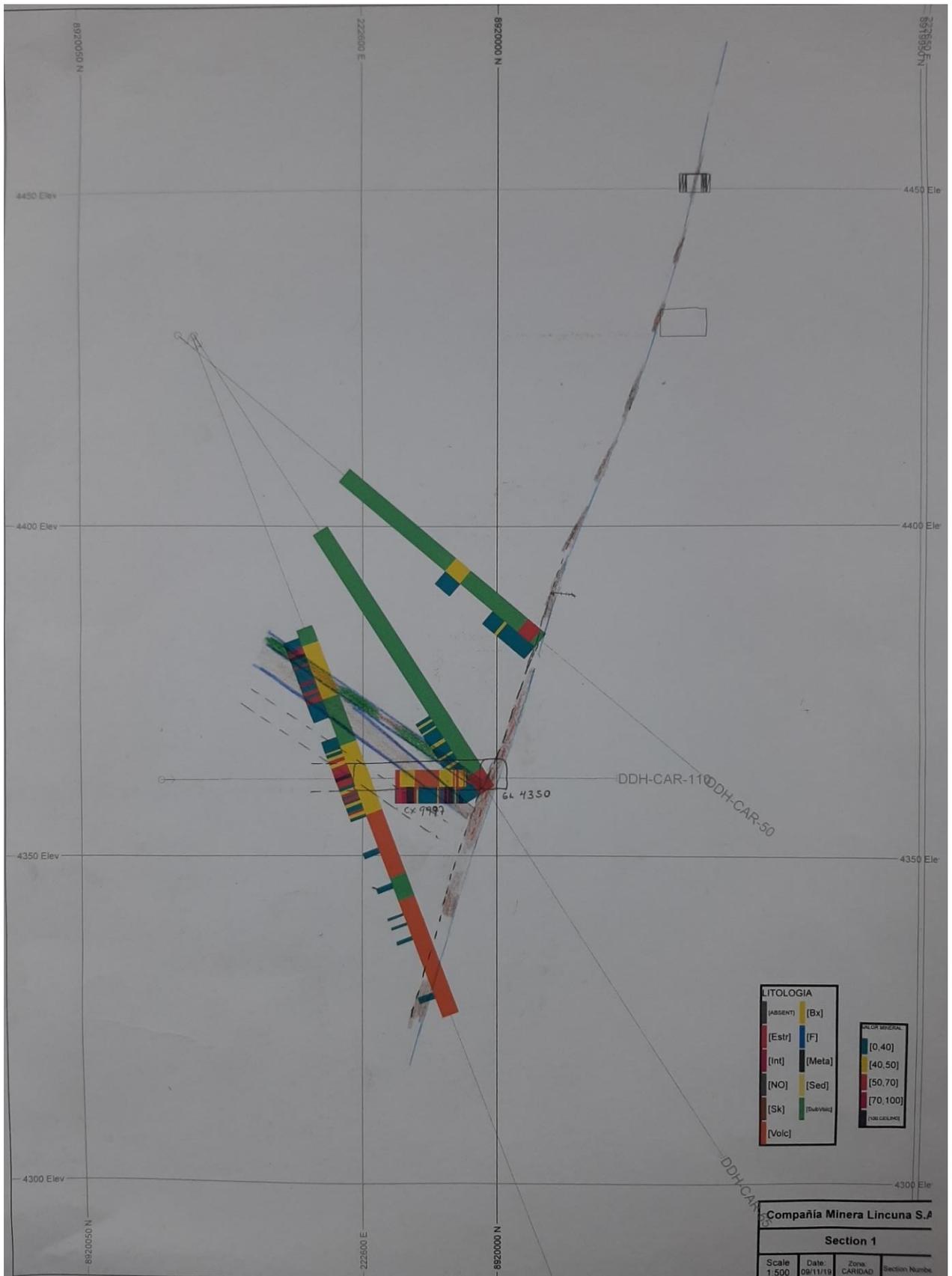
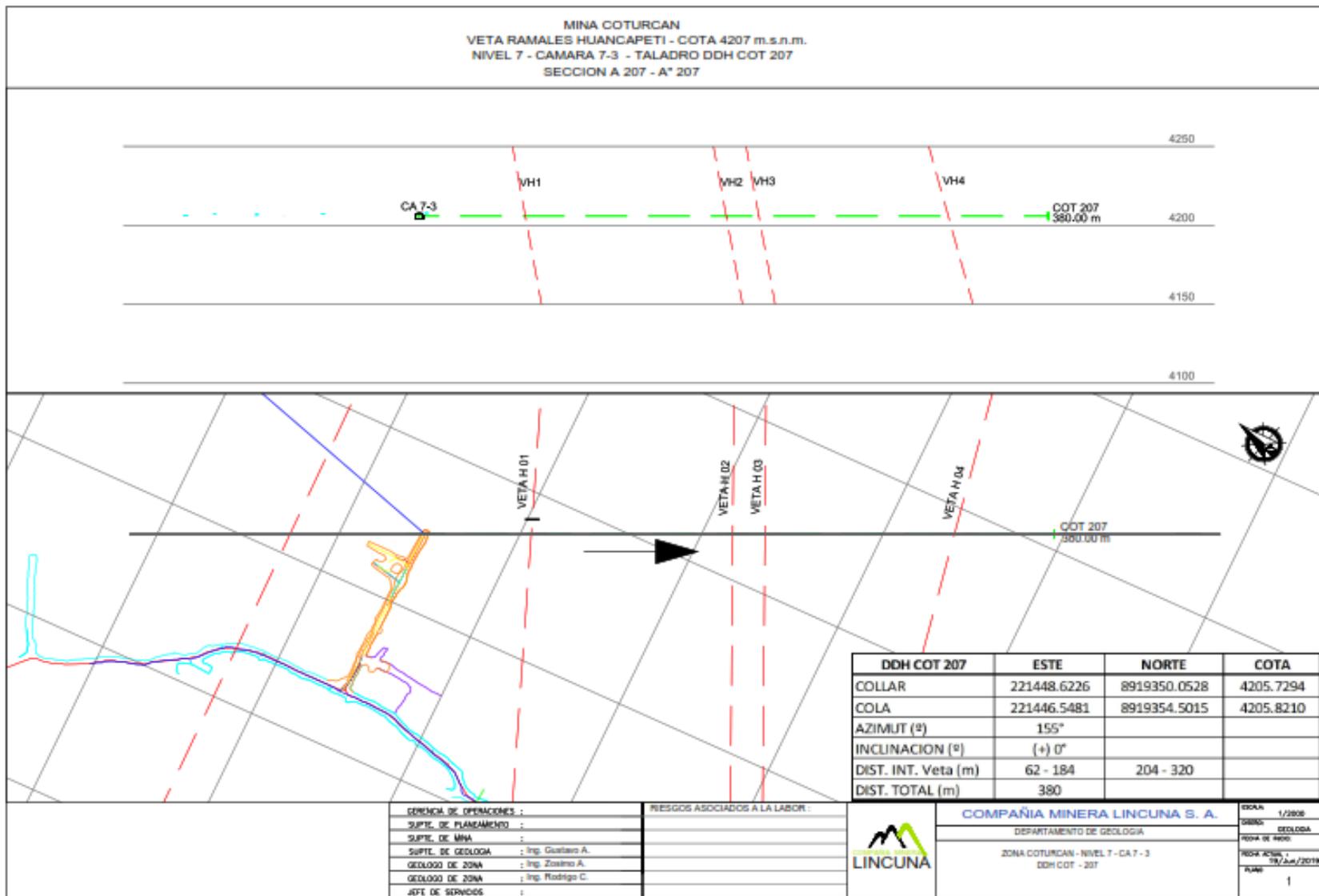


Foto N° 02. Interpretación geológica de veta Coturcán con sondajes diamantinos. Fotografía tomada por el tesista de los archivos del Departamento de geología de Compañía minera Lincuna. Foto referencial



PLANO N°01. Plano en planta y en sección de un taladro con sus posibles intercepto de veta. Fuente: Departamento de Geología - Compañía Lincuna

## Trabajos en interior mina

La existencia de una concentración de mineral, elemento o roca con suficiente valor económico como para sostener la explotación ha de cumplir la siguiente ecuación:

$$\text{Valor de Producción} = \frac{\text{Costos de explotación + beneficio industrial}}{\text{Concentración de mineral Evaluación económica del yacimiento.}}$$

Cuadro N° 01. Ecuación para calcular valor de producción. Fuente: Revista minera del Perú

Después de que un depósito ha sido descubierto, explorado, delineado y evaluado, el siguiente paso será la selección del método de minado que física, económica y ambientalmente se adapte para la recuperación del mineral comercialmente valioso. Desde el punto de vista económico, el mejor método de explotación deberá ser aquel que proporcione la mayor tasa de retorno en la inversión. Adicionalmente, el método seleccionado deberá satisfacer condiciones de máxima seguridad y permitir un ritmo óptimo de extracción bajo las condiciones geológicas particulares del depósito. Los métodos de minado deben ser elaborados con base en la geología estructural y en la mecánica de rocas prevaleciendo el concepto fundamental de estabilidad en las obras. Los rasgos y características de los depósitos minerales fueron creados antes, durante o después de que la mineralización tuvo lugar. De esto dependerán las condiciones que determinen el método de minado más

adecuado. Desde el punto de vista de la ingeniería geológica estructural, las siguientes características son de suma importancia en la selección de un método de explotación minera:

- El tamaño y la morfología del cuerpo mineral.
- El espesor y el tipo del escarpe superficial.
- La localización, rumbo y buzamiento del depósito.
- Las características físicas y resistencia del mineral.
- Las características físicas y resistencia de la roca encajonante.
- La presencia o ausencia de aguas subterráneas y sus condiciones hidráulicas relacionadas con el drenaje de las obras.
- Factores económicos involucrados con la operación, incluyendo la ley y tipo de mineral, costos comparativos de minado y ritmos de producción deseados.
- Factores ecológicos y ambientales tales como conservación del contorno topográfico original en el área de minado y prevención de sustancias nocivas que contaminen las aguas o la atmósfera.

### **Métodos de minería**

En la actualidad se reconocen cuatro tipos básicos de minería:

- Minas de superficie o a cielo abierto
- Minas subterráneas
- Pozos de perforación

- Minería submarina o de dragado
- minado subterráneo

Explotación de recursos mineros que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. Para la selección de este método se deben de considerar varios factores como resistencia del mineral y de la roca encajonante; tamaño, forma, profundidad, ángulo de buzamiento y posición del depósito; continuidad de la mineralización, etc.)

Rebajes naturalmente soportados. Excavaciones en las cuales las cargas ejercidas por la roca sobre la abertura son soportadas por las paredes o pilares labrados de la misma roca.

- Rebajes abiertos
- Salones y pilares
- Tumba por subniveles
- Tumba sobre carga
- Rebajes abiertos con trancas horizontales
- Rebajes artificialmente soportados. Obra en la cual una parte significativa de la carga o del peso de la roca circundante, es sostenida por algún soporte artificial (puntales, marcos, rellenos, etc.).
- Corte y relleno
- Cuadros conjugados
- Frentes largas

- Frentes cortas
- Rebanadas descendentes
- Rebajes de hundimiento. Aplicables a depósitos de minerales de tipo masivo con grandes desarrollos horizontales susceptible de colapsarse para seguir el hundimiento del mineral conforme sea removido y extraído.
- Hundimiento de subniveles
- Hundimiento de bloques y paneles
- Rebajes con métodos combinados

### **Operaciones primarias en interior mina**

Se conocen como las actividades básicas ejecutadas directamente con la extracción del mineral también llamadas operaciones de producción. Están agrupadas normalmente en dos funciones: la rotura o arranque y el manejo de materiales. El arranque, es logrado mediante perforación (penetración de roca) y voladura (fragmentación de roca). El manejo generalmente abarca carga (excavación) y acarreo (transporte de material).

PERFORACIÓN + VOLADURA + ABC MINERO + CARGA + ACARREO

**Perforación:** Es la primera operación del ciclo minero y antecede a la preparación de una voladura. Consiste en la concentración de una gran cantidad de energía en una pequeña superficie de roca, con el objeto de vencer la resistencia a la separación de sus componentes, y abrir huecos cilíndricos (barrenos o taladros), que están destinados a alojar material explosivo. El estudio de factores geológicos, operacionales y geométricos previos a la perforación nos permitirán determinar el tipo de mecanismo de

perforación a utilizar y cantidad de barrenos a ejecutar. La perforación en mina subterránea se puede efectuar con equipos manuales (Jackleg) y mecanizados (Jumbos). Pueden ser accionadas por energía neumática, eléctrica e hidráulicas. Existen diferentes métodos mecánicos de perforación, la más utilizada para minería subterránea es la perforación Rotopercutiva o Rotopercusión.

**Voladura:** Una vez perforada la roca, se procede a la voladura (tronadura, disparo, explosión, pega y fuego), esto será un proceso que consiste en la carga de cada barreno con material explosivo (químico) que al hacer detonada (ignición) genera una fuerte onda de quiebre y empuje que fractura y desplaza la roca. El resultado de una buena voladura dependerá de su diseño (patrón de voladura) derivado del estudio y ejecución de diferentes parámetros: tipo de roca, tipo de explosivo, cantidad de explosivo (factor de carga) y perforación de barrenos. Se dice que la voladura es todo un arte donde el material resultante afectará las siguientes operaciones.

A diferencia de la minería a cielo abierto, después de efectuar la voladura en cada frente de avance se debe realizar de forma obligatoria un procedimiento de seguridad, en algunas minas se conocen con el nombre de ABC Minero:

*Ventilación:* consiste en la evacuación del humo y de los gases posteriores a la voladura, un minero extiende el ducto de ventilación para acercarlo al frente volado para que el aire fresco expulse al aire viciado.

*Riego:* posterior a la ventilación el minero, mediante una manguera con suficiente presión procede a regar agua al techo y hastiales de galería para

eliminar resto de polvo y soltar alguna roca muy sensible a caer o desprenderse.

*Acuñadura:* conocido como saneo o desatado de roca, consiste en terminar de desprender posibles bloques del frente volado, en techo y hastiales, golpeando la roca mediante una varilla metálica cumpliendo ciertas normas de seguridad.

**Carga:** Posterior al ABC minero iniciamos el manejo de material. Consiste en limpiar o recoger todo el material producto de la voladura. En minas de gran envergadura el equipo mayormente usado es el cargador LHD (Cargar – Transportar y Descargar) llamado Scooptram (cargador frontal bajo perfil) de diferentes dimensiones y capacidades. Para minas de menor dimensiones en sus galerías se tiene el Scraper (rastrillo) y Autocargador (palas mecánicas, neumáticas). Por ejemplo, el material es recogido por un Scooptram y puede ser llevado a una estación de carga (galería tipo estocada), a una chimenea de traspaso (galería vertical) o vaciado directamente a la tolva del Dumper (camión minero de bajo perfil) para ser llevado a superficie.

**Acarreo:** Y, por último, en las operaciones primarias tenemos al acarreo de material, consiste en trasladar el material volado a superficie y esto se puede efectuar de diferentes formas: Dumper de diferentes dimensiones y capacidades, extrae el material a través de rampas (galerías inclinadas con curvas). Locomotoras accionando a carritos o vagones mineros de baja capacidad, actualmente existentes en muy pocas minas. Cintas transportadoras (Correa o Banda transportadora), transporte continuo de material a granel, ideal para grandes distancias a través de galerías inclinadas.

## **Operaciones secundarias en interior mina**

También reciben el nombre de operaciones auxiliares, tienen un papel protagónico por el apoyo, servicios y soporte necesarios que brindan a las operaciones primarias, aunque no intervienen directamente en él. Ofrecen al minero la sensación de salud, seguridad y operatividad mejorando las condiciones de trabajo. Algunas minas involucran alguna de estas operaciones en el ciclo minero, el resto de las operaciones pueden ser programadas regularmente ejecutados por personal de otras actividades.

FORTIFICACIÓN + VENTILACIÓN + DRENAJE + ENERGÍA +  
TOPOGRAFÍA + GEOLOGÍA

*Fortificación:* o sostenimiento, es un conjunto de operaciones que deberán ser ejecutadas (de forma obligatoria, estipulada en la ley de minas en diferentes países), a fin de prevenir o evitar, el movimiento de las masas rocosas (desprendimiento de bloques) cuando el equilibrio natural de éstas, es alterado por la ejecución de trabajos mineros (excavaciones). Existen diversos elementos de fortificación: puntales de madera, arcos metálicos, hormigón armado, mampostería, pernos y sostenimiento autodesplazables. Algunas minas alrededor del mundo incluyen la fortificación dentro del ciclo minero, esto dependerá de la calidad de roca en la cual trabajemos (Se debe efectuar estudios de mecánicas de rocas antes de efectuar la excavación).

*Ventilación:* La atmósfera dentro de una mina subterránea debe mantener un estándar de salud estable conteniendo 19,5% de oxígeno para los mineros y buen funcionamiento de los equipos. Para esto se requiere un sistema de ventilación que suministre cantidad y calidad de aire, (según la cantidad de

mineros y emisión de gases) a través de las galerías o ductos de ventilación propulsado o aspirado a través de ventiladores de alta presión (ventilación mecánica) ubicados en superficie o interior de mina. Usualmente el circuito de ventilación consiste en hacer llegar aire fresco a los frentes de trabajo, este limpia o empuja el aire caliente y viciado de gases y llevado a superficie por otros ductos o galerías verticales (chimeneas).

*DRENAJE Y SUMINISTRO DE AGUA:* En todas las minas tenemos presencia de agua la cual debe ser canalizada (zanjas), almacenada (sumideros) y elevada a niveles superiores hasta llegar a superficie, esto se logra por medio de un circuito de bombas de alta presión colocada en diferentes cotas conectadas por cañerías (estaciones de bombeo). También existe un requerimiento importante de agua para las perforadoras y el riego de agua de techo y hastiales de galerías para limpiar la roca después de cada voladura. Los residuos de ambas actividades como la presencia natural de agua subterránea (nivel freático) pueden causar, si no es atendida a tiempo, inundaciones parciales o totales de las galerías.

*Suministro de energía:* A través de una red de distribución de cables sujetos en el lateral izquierdo de las galerías se hace llegar a los consumidores de la mina: iluminación en puntos de trabajo y acciona los equipos de perforación, bombas y una variedad de máquinas. También la energía eléctrica se puede complementar con aire comprimido.

*Topografía:* Aunque no es un proceso regular en el ciclo minero, podemos iniciar el ciclo minero con el trabajo de topografía. Usualmente en una mina subterránea se tiene una cuadrilla o equipos de topografía constituidas por un

topógrafo y asistentes, estos cumplen una función esencial para el buen desarrollo de la mina, principalmente se encargan de llevar el control de la labor, su rumbo (dirección) y gradiente (inclinación) de las galerías según el diseño y marcar los frentes de acuerdo al patrón de voladura. También efectúan otras labores fuera del ciclo minero: realizar mensuras para informar avances o metros excavados, instalar puntos topográficos de control, marca sondajes para la exploración, levantar perfiles transversales para el estudio de labores y actualizaciones de planos.

*Geología:* Al igual que la topografía no es un proceso regular en el ciclo minero, se tiene una cuadrilla o equipos de geología constituida por un ingeniero geólogo y asistentes; cumplen una función esencial para la producción. Principalmente controla que el material que salga de mina sea económicamente rentable y con el tenor requerido, cuidar que el cutoff se cumpla, controlar la dilución, efectuar la cartografía geológica de la mina: mapeo estructural (control de fallas) y mapeo geoquímico; entre otras cosas no menos importantes.

Fuente: Arango Taype Felix, Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia minera Huancapeti S.A.C.

### **Consideraciones finales**

La minería subterránea efectuada en roca blanda difiere con lo explicado anteriormente; en esta no se utiliza perforación y voladura, el material es arrancado directamente con equipos llamados Minadoras (Roadheader y Long Wall), convirtiéndose en una operación continua.

Ambas operaciones, primarias y secundarias, se efectúan tanto en la fase de desarrollo (excavaciones en estéril o marina) y en la fase de producción (en veta o cuerpo mineralizado).

Así mismo, el resultado de la aplicación de ambas operaciones son las galerías y se definen como excavaciones internas dentro de mina con diferentes dimensiones y nos permitirán llegar al cuerpo mineralizado y la extracción de material a superficie.

El diseño de mina, la planificación y el método de explotación utilizado vendrán estrechamente ligado del conocimiento que se tiene del yacimiento (Porción de la corteza terrestre que contiene valiosos recursos minerales de interés económico) a explotar.

En minas subterráneas parte de las operaciones pueden ser manejadas por particulares (contratistas, consultoras, expertos) acorde con los requerimientos y lineamientos de la empresa explotadora.

Existen actividades dentro de las minas que no se consideran como operaciones unitarias: medioambientales, geotécnicos, salud y seguridad, comunicaciones y servicios generales.

Actualmente la humanidad está viviendo un avance tecnológico que crece velozmente, y la minería subterránea no se escapa de esta evolución: software minero, escáner y drones, sistemas de control remoto y automatización parcial y completa, las cuales llevan a que la minería también tenga que adaptarse a los cambios, manteniendo su esencia, pero transformándose.

### 2.3. Definición de términos conceptuales

**Afloramiento.** - Es la roca no cubierta por un suelo u otras rocas, un lugar donde pueden verse mostrando su superficie rocosa.

**Aguas Subterráneas.** - Se encuentra bajo tierra, en las grietas y huecos del suelo, la arena y las rocas. Esta agua se mantiene en acuíferos (rocas y/o sedimentos permeables que contienen agua), se puede extraer por medio de pozos, burbujea naturalmente a través de un manantial o se descarga en lagos o arroyos.

**Anomalía.** - Desviación de los patrones geoquímicos que son normales para un área o ambiente determinado

**Alteración.** - Proceso de modificación de los minerales y rocas por acción de los agentes de erosión: agua, viento, hielo, sol, etc. Sinónimo: Intemperismo, meteorización.

**Azimut.** - Ángulo que forma el meridiano con el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo.

**Barrenos De Perforación.** - Es un dispositivo o herramienta utilizado para realizar agujeros o pozos cilíndricos extrayendo el material sólido perforado

**Brechamiento.** - Es una roca constituida por Fragmentos líticos que se mantienen ligados por una matriz y cuyo cemento en el caso de las asociadas a mineralización pueden ser minerales hidrotermales incluyendo a los minerales de mena (Ej. turmalina, cuarzo, calcopirita, etc.).

**Brújula.** - Instrumento consistente en una caja en cuyo interior una aguja imantada gira sobre un eje y señala el norte magnético, que sirve para determinar las direcciones de la superficie terrestre

**Buzamiento.** - Inclinación de un filón o de una capa del terreno.

**Cizallamiento.** - Deformación o corte producido en un sólido por la acción de fuerzas opuestas, iguales y paralelas.

**Conglomerado.** - es una roca sedimentaria de tipo detrítico formada por cantos redondeados de otras rocas unidos por un cemento.

**Cordillera.** - Conjunto de montañas alineadas a lo largo de un eje que forman una unidad.

**Corte geológico.** - Es una representación gráfica de la intersección de los cuerpos geológicos en el subsuelo con un plano vertical de una orientación determinada.

**Cuenca.** - Extensión de terreno más ancha y menos profunda que un valle, cuyas aguas se vierten en un río, en un lago o en el mar.

**Dacita.** - Es una roca volcánica que contiene cuarzo textura entre afanítica y pórfídica.

**Deposito Mineral.** - Parte de la corteza terrestre, en la cual, debido a procesos geológicos, ha habido una acumulación de materia prima mineral, la cual por sus características de cantidad, calidad y condiciones de depósito es redituable su explotación.

**Diaclasas.** - Las diaclasas se pueden considerar como planos que afectan o debilitan la resistencia en el macizo rocoso

**Discordancia.** - Una superficie geológica que separa las rocas más antiguas de las rocas más modernas y que representa un hiato en el registro geológico.

**Epitermal.** - Depósitos metalíferos formados cerca de la superficie por aguas termales en ascenso y conectados genéticamente con rocas ígneas”

**Erosión.** - Es el desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra.

**Estratificación.** - Es la capacidad que tienen las rocas de presentarse en estratos.

**Esfuerzo.** - Fuerza aplicada sobre un área y/o superficie que tiende a cero.

**Estrato.** - Es un fenómeno geológico que se produce por sedimentación de fragmentos provenientes de diversos tipos de rocas.

**Explotación Minera.** - Es el proceso o conjunto de procesos por el cual se extrae un material natural terrestre del que podemos obtener un beneficio económico

**Fallas Geológicas.** - Falla geológica es una fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella.

**Fauna.** - Conjunto de los animales de un país, región o medio determinados

**Feldespatos.** - Corresponde a un grupo extenso de minerales formados por silicatos de aluminio combinados en sus tres formas: potásicos, sódicos y cálcicos.

**Flora.** - Se puede definir la flora como el conjunto de especies y variedades de plantas de un territorio dado.

**Flujo Piroclástico.** - Son flujos compuestos por gases y material sólido (ceniza y rocas de diverso tamaño) capaces de fluir a grandes temperaturas y velocidades y de sobrepasar obstáculos a su paso.

**Geofísica.** - La geofísica es una ciencia derivada de la geología que trata del estudio de las propiedades físicas de la Tierra.

**Geometalurgia.** - Es la integración de información geológica, minera, metalúrgica, medioambiental y económica para maximizar el valor actual neto (NPV) de un yacimiento al tiempo que se minimiza el riesgo operativo y técnico

**Gravimetría.** - Estudia contrastes de densidad y es un método de exploración regional en la localización de yacimientos minerales metálicos, contribuye a establecer la estructura geológica en yacimientos de petróleo y de acumulaciones de carbón, así como de yacimientos geotérmicos.

**Hidrocarburos.** - Son compuestos orgánicos conformados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.

**Hidrotermal.** - Una fuente hidrotermal se puede definir como una grieta que se produce en la superficie de la tierra por la cual emerge agua de mar caliente o geotermal.

**Hipotermal.** - Deposición y concentración a grandes profundidades, temperatura y presión elevadas. Temperatura entre 300° y 500°C; presión muy alta.

**Holoceno.** - Se trata de un período interglaciar, es decir, en un futuro no determinado es factible que sea sucedido por una nueva glaciación.

**Humedad Relativa.** - Es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de vapor de equilibrio del agua a una temperatura dada.

**Intrusión.** - Una intrusión es un cuerpo de roca ígnea que ha cristalizado a partir de magma fundido bajo la superficie terrestre.

**Litología.** - La litología se dedica al estudio de las propiedades químicas y físicas de las rocas, teniendo en cuenta las características de sus partículas

**Litosfera.** - Es la capa sólida y exterior de la Tierra compuesta por la parte superior del manto sólido y la corteza terrestre; estas son las dos capas más externas en la estructura interna de la Tierra.

**Macizo Rocoso.** - Conjunto de matriz rocosa y discontinuidades.

**Magma.** - El nombre de magma designa a la materia en estado semifluido — resultado de la fusión de silicatos que contienen gases y minerales sólidos dispersos y otros compuestos que integran las rocas, encontrándose a temperaturas entre 700 y 1200°C— que forma la región situada debajo de la corteza terrestre.

**Mesotermal.** - Yacimiento hidrotermal formado a temperaturas (200-300°C) y profundidades intermedias.

**Mesozoico.** - Se conoce como “la edad de los reptiles” por ser el grupo de vertebrados dominante en la tierra y los mares.

**Metalogenético.** - Las franjas metalogenéticas representan épocas de mineralización que se extienden a lo largo de sistemas de fallas regionales y litologías que han favorecido la mineralización de depósitos minerales.

**Metasomatismo.** - Es un proceso que se caracteriza principalmente por el reemplazo y la importancia que toman los fluidos.

**Mineralización.** - El depósito natural de metales económicamente importantes en la formación de cuerpos de mena

**Morfología.** - Se denomina la rama de una disciplina que se ocupa del estudio y la descripción de las formas externas de un objeto.

**Muestreo.** - Es el único método para determinar la calidad de las menas. Por intermedio del muestreo se estudian las propiedades físicas, contenido de

elementos químicos presentes, además de las características técnicas de los minerales y las rocas encajonantes.

**Occidental.** - Es lo perteneciente o relativo al occidente (el oeste como punto cardinal, la región situada en la parte oeste o el lugar situado al oeste de otro).

**Petitorios.** - Solicitud de una concesión minera para la obtención de derechos sobre las sustancias minerales existentes en un área del territorio nacional y/o dominio marítimo delimitada por coordenadas UTM.

**Piroclastos.** - Cualquier fragmento sólido de material volcánico expulsado a través de la columna eruptiva arrojado al aire durante una erupción volcánica.

**Placeres.** - Se llama placer o placer a un banco de arena, fango o piedra llano y poco profundo, aunque también existen placeres acantilados, es decir, que no presentan dicha forma llana.

**Plagioclasa.** - Son un subgrupo de feldespatos que constituyen una disolución sólida, una serie isomórfica, entre la albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) y la anortita ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ), los dos minerales principales. La albita también forma la serie isomórfica de los feldespatos alcalinos, con los feldespatos potásicos ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ).

**Pleistoceno.** - Perteneciente o relacionado con el período geológico más antiguo del Cuaternario.

**Ploteo.** - Es pasar los datos recogidos en la mina hacia un sistema u ordenador digital.

**Pórfidos.** - Los pórfidos cupríferos son “depósitos de sulfuros de cobre y molibdeno consistentes en mineralización disseminada y en vetillas tipo stockwork,

la cual fue emplazada en varios tipos de roca encajonante alteradas por soluciones hidrotermales.

**Rumbo.** - Es la línea resultante de una intersección de un plano horizontal con un plano inclinado.

**Sección Longitudinal.** - Es una sección que atraviesa la estructura o el cuerpo de manera elongada a través de toda su extensión donde se representan los diferentes tipos de rocas, su constitución y estructura interna y las relaciones geométricas entre ellas.

**Sección Transversal.** - Es una sección que atraviesa de manera perpendicular o cortante a una estructura.

**Silicificación.** - Caracterizada por la destrucción total de la mineralogía original. La roca queda convertida en una masa silíceo, representa el mayor grado de hidrólisis posible.

**Sills.** - Son constituidos por rocas graníticas extremadamente grandes, y se encuentran a menudo asociados con los últimos estadios de una intrusión granítica o con segregaciones metamórficas.

**Subsuelo.** - Podría definirse como aquel conformado por los recursos minerales, edafológicos, geomorfológicos, hídricos, climáticos, que en conjunto soportan el hábitat y que de manera perenne están en relación con lo biótico

**Superficie Topográfica.** - Es aquella que envuelve la parte sólida de la Tierra. Aunque considerada en pequeñas zonas puede compararse con planos, conos o cilindros, esta superficie es absolutamente irregular

**Tajeo.** - Es un corte y relleno ascendente de grandes dimensiones, cuya característica fundamental es mantener el techo del tajeo en forma de bóveda o arco y se corta por tramos sucesivos horizontales.

**Testigo Diamantino.** - Muestra cilíndrica de roca tomada del fondo de un pozo por medio de un barreno durante el proceso de perforación.

**Travers.** - Encaminamiento o enrumbamiento en el que hacen observaciones geológicas.

**Travertino.** - Es una roca sedimentaria caliza, formada básicamente por calcita, muy utilizada en la construcción.

**Veta.** - Un filón, veta o vena es el relleno de minerales que ha colmado una fisura en la corteza terrestre.

#### **2.4. Enfoque filosófico - epistémico**

El presente trabajo de investigación “Caracterización Geológica en la Mineralización de la Veta Coturcan Techo Cia. Minera Lincuna, Aija – Recuay 2021” plantea un objetivo singular el cual es caracterizar e identificar a la veta Coturcan Techo a través de métodos geológicos probados científicamente como el tajeo, muestreo, mapeo geológico y diferentes estudios que se llevaron a cabo en la mina, en consecuencia, de este proceso el presente estudio propone un análisis detallado de las características principales para definir la veta y lo describe de forma exacta. Hay diversas formas para plantear la solución a este problema y todos estos estudios aportan desde su punto de vista una solución, reclaman legitimidad y eficiencia.

Analizando desde el punto de vista filosófico los métodos empleados en minería es la única manera de entender el problema para este estudio,

compenetrándose junto con la tecnología, detallan y explican los métodos que usamos.

De hecho, se ve muchas formas simultaneas que pueda ser la solución, podemos afirmar con frecuencia que en nuestro entendimiento personal en base a todo el medio que nos rodea, cultura, ciencia, el día a día que conllevamos hay nociones mágico o de superstición, costumbres, legados y conocimientos aceptados como verdaderos porque alguien a quien veneramos o respetamos lo aplicado, consensos alcanzados por el dialogo que en general apoya a un grado de credibilidad lo cual estamos dispuesto a emplear siempre y cuando la posición epistemológica lo permita hasta cierto grado de aceptabilidad.

Las formas más comunes de identificar, formular y dar solución a un problema es usar el raciocinio apoyándonos de métodos probados y aplicados en otras instancias o proyectos de investigación.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de diseño del presente trabajo de investigación es Cualitativo (Investigación participativa) no experimental.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Los niveles del presente trabajo de investigación son de nivel descriptivo y explicativo.

#### **3.3. Característica de la investigación**

Las características del presente trabajo de investigación: es empírica, racional, reproducible y objetiva.

#### **3.4. Método de investigación**

Se constituyo en cinco etapas principales: trabajo en interior mina que ira en paralelo con el trabajo de gabinete y muestreo sistemático, Análisis de datos

obtenidos en la galería 340(mapeo geológico principalmente), conclusiones de viabilidad de los resultados.

Por lo tanto, se realizó desde un enfoque cualitativo de Investigación participativa no experimental, en donde se tomaron datos de características mineralógicas litológicas y estructurales con muestras de mano, tomas de datos estructurales, detallando macroscópicamente los minerales de interés económico con características generales de color, raya, dureza, brillo.

### **3.5. Diseño de investigación**

***Cualitativo (Investigación participativa):*** Describe todos los sucesos en su medio natural con información de rasgos descriptivos tomados en campo, es un estudio que surge a partir de un problema que se origina en la misma mina Coturcán con el objetivo de que la veta Coturcán techo se sume y mejore la producción de tonelaje en la extracción diaria de mineral.

***No experimental:*** Las variables independientes no son manipulables deliberadamente debido a que son la causa coherente para la formación de la veta Coturcán techo.

***Descriptivo:*** Se describió y detallo a escala local (1/500) los datos obtenidos en la labor para plasmarlos en un plano el cual se interpretará para su posible continuidad.

***Explicativo:*** Mediante la observación y corroboración de datos obtenidos se tratará de entender el comportamiento geológico y estructural de la veta.

### **3.6. Procedimiento del muestreo**

El presente recaba información de carácter geológico, mineralógico y estructural en la galería 0340 de la veta Coturcán techo en la mina Coturcán. Los

trabajos de geología fueron llevados a cabo en conjunto con el equipo de geólogos del departamento de Geología de Compañía minera Lincuna. Para la caracterización geológica en la mineralización de la veta Coturcán techo se tomaron como punto inicial 6 muestras sistemáticas en interior mina, estas se llevaron al laboratorio de la compañía mineral Lincuna para análisis químico los cuales arrojaron valores elevados de Ag(8\_Oz/tn), Pb (10%) y Zn (4%) muy favorables para su continuidad. Con este objetivo se trazó proyectos para perforación con sondajes diamantinos, pero evaluando los proyectos anteriores se tenía planeado realizar una labor por esta sección para trabajos de ventilación por lo tanto de implemento desarrollar mediante avance de galería con métodos de minado siguiendo la trayectoria de la veta es cual esta fue dirigida por el departamento de Geología.

Los trabajos de avance de minado en la galería 0340 se desarrollaron en coordinación con operaciones mina delimitando la zona y redirigiendo mediante la toma de datos, mapeo, secciones transversales e interpretación estructural se pudo labor de acuerdo al comportamiento de la veta Coturcán techo el cual tiene un rumbo promedio de N-S, determinando litológicamente que la veta Coturcán techo tiene como rocas encajonantes andesíticas con alteración propilitica perteneciente al grupo Calipuy.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Estos incluyen la observación minuciosa en interior mina, la compilación de información bibliográfica, tecnología actual disponible, aspectos económicos y aspectos operativos.

**Gabinete:** Primera etapa donde se recolectan estudios anteriores de la mina Lincuna, planos de ubicación, planos geológicos, planos regionales. Posterior a ello como trabajo de gabinete se tipean todos los datos recolectados en interior mina, al final se procesan para su interpretación. El trabajo en gabinete y el trabajo en interior mina siempre están sujetas a llevarse de forma paralela porque la información recolectada debe ser procesada e interpretada de manera inmediata para continuar con el avance de la galería 340.

**Mapeo geológico en interior mina:** Uso de planos base realizados en AutoCAD con el levantamiento topográfico de la galería 0340, equipo de campo geológico (Brújula, picota, wincha, tablero, chaleco, lupa, lampara minera, colores, protactor, lápiz). Escala: 1/500

**Muestreo sistemático Subterráneo:** El muestreo de canales se llevó a cabo en la veta principal Coturcán techo, también en las rocas cajas y algunas vetillas importantes los cuales fueron muestreados y llenados en bolsas de polietileno para su análisis en laboratorio (cada bolsa con muestra tiene un peso máximo de 3kg con partículas menores a 1 pulgada), los canales de muestreo sistemático están distanciados a 1.50m por canal y dependiendo de su comportamiento se hicieron muestreo de canales y muestreos puntuales aleatorios.

**Secciones geológicas transversales:** Obtenido las leyes de muestreo de canales y de sondaje diamantino se procederá hacer las secciones transversales correspondientes para ver su continuidad el horizontal y vertical de la veta Coturcán techo.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Todos los datos obtenidos en el campo se procesaron en softwares: Excel, AutoCAD 2021, ArcGIS 10.8. Se realizaron planos topográficos y geológicos los cuales se imprimieron para su desarrollo e interpretación en gabinete, con la ayuda de secciones geológicas se podrá analizar el comportamiento estructural y litológico de la veta Coturcán techo.

#### **Tratamiento estadístico de datos**

Con los datos obtenidos de muestreo (3 muestras por canal en 30 canales) se realizó un análisis estadístico y se plasmó en un plano las partes más relevantes de anomalías altas y bajas con elementos de mena de mayor importancia.

#### **Población muestra**

La zona de interés (veta Coturcán techo en Galería 340), roca caja, muestras tomadas de forma estratégica, estructuras como fallas, diques, brechas, venillas, leyes aproximadas.

### **3.9. Orientación ética**

Con el presente trabajo de investigación realizada, los métodos usados, los datos obtenidos y procesados únicamente fueron utilizados para el trabajo en mención y la mejora continua para el crecimiento de la Compañía Minera Lincuna.

## 4. CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

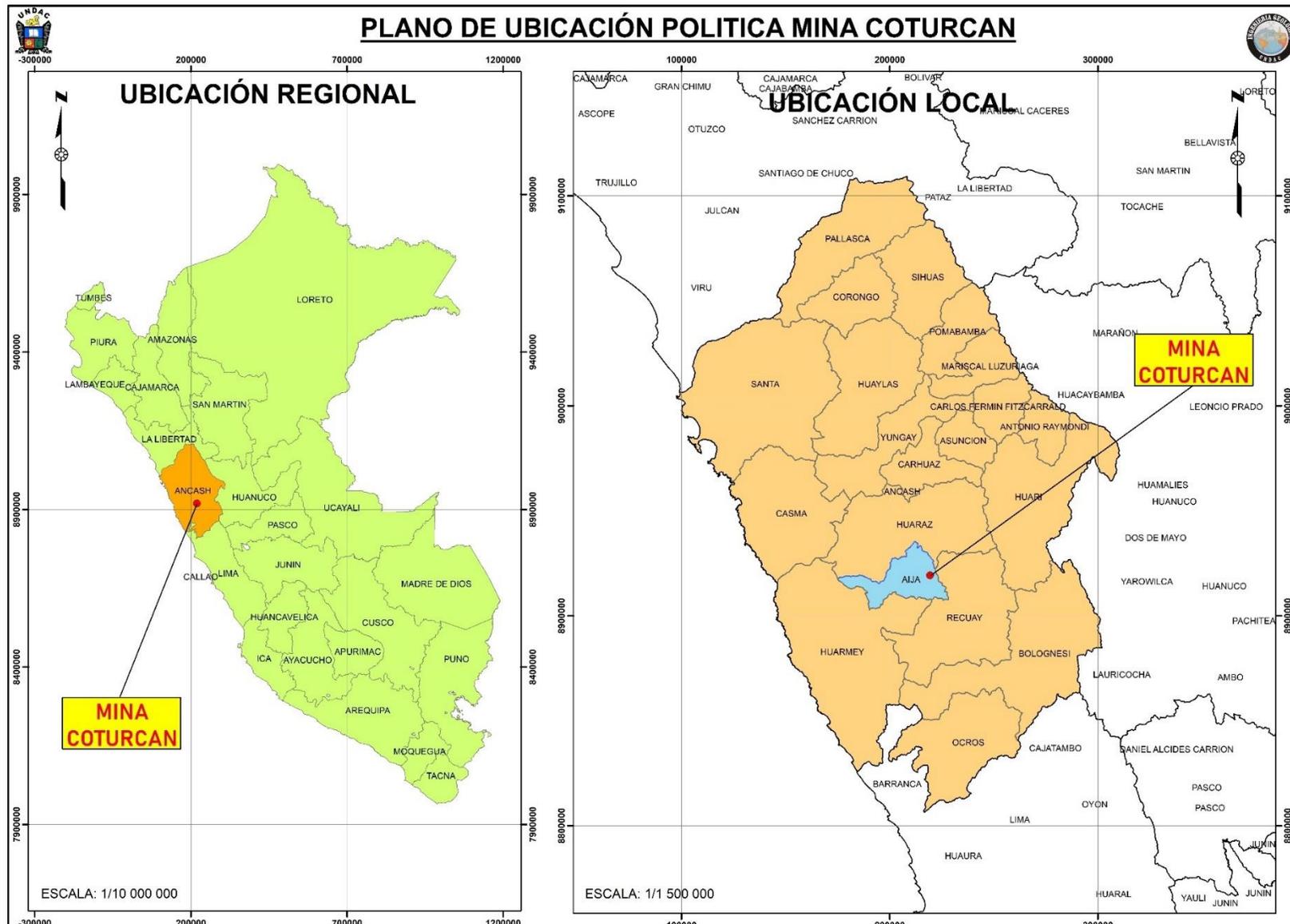
##### Generalidades

##### 4.1.1. Ubicación

La mina Coturcán políticamente se ubica en el distrito de Aija, Provincia de Recuay, departamento de Ancash, con una altitud de 4089 msnm en la vertiente Oriental (cuenca rio Santa) y 3920 msnm en la vertiente occidental (Cuenca del rio Huarmey) hasta los 4770 msnm. Geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM (WGS84):

COORDENADAS UTM		
NORTE	ESTE	ALTITUD (msnm)
8919127.459	219292.548	4089

Cuadro N° 02. Cuadro de ubicación de coordenadas UTM mina Coturcán



PLANO N° 02. Plano de ubicación política mina Coturcán.

#### 4.1.2. Accesibilidad

El acceso principal y común se realiza mediante vía asfaltada Lima-Paramonga-Conococha- Recuay-Aija.

#### Distancias Aproximadas

VIA TERRESTRE						
TRAMO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Hrs)	TIPO DE VIA	MOBILIDAD
1	Lima	Huaraz	400	8	Asfaltado	Bus
2	Huaraz	Recuay	30	1	Asfaltado	Bus
3	Recuay	Mina	35	1	Afirmado	Bus
TOTAL			465	10		

Cuadro N° 03. Cuadro de acceso vía terrestre hacia mina Coturcán.

VIA AEREA						
TRAMO	PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Hrs)	TIPO DE VIA	MOBILIDAD
1	Lima	AEROPUERTO ANTA (Huaraz)	400	0.45	Aérea	Avión
2	Huaraz	Recuay	30	1	Asfaltado	Bus
3	Recuay	Mina	35	1	Afirmado	Bus
TOTAL			465	2.45		

Cuadro N° 04. Cuadro de acceso vía aérea hacia mina Coturcán.

### **4.1.3. Recursos de la zona**

#### **4.1.3.1. Flora**

Esta zona por su ubicación geográfica, y su Piso Altitudinal; Puna Tropical. En altitudes cercanas a los 3500 msnm la vegetación se caracteriza por la presencia de arbustos y gramíneas tales como los quisuares, retamas, cactus, otros; huaman pinta, ancosh, etc.

Gran cantidad de pastizales alto andinos, entre los cuales tenemos a: ichu, Poá, Calamagrostis vicugnarum, etc. También se han podido encontrar en esto ecosistemas otras especies vegetales como: Opuntia floccosa, Ageratina azangaroensis, Aciachne pulvinata, Bomarea dulcis. No existen Áreas Naturales Protegidas o Especies vegetales raras, amenazadas o en peligro: D.S. N° 043-2006-AG. Vulnerable: Perezia coerulescens "contrahierba, valeriana" Gentianella thyrsoidea "japallan shacu", siete sabios; así como variedades de hierbas medicinales. Abundan áreas verdes, las que se presentan alrededor de la zona minera.

#### **4.1.3.2. Fauna**

El área circundante a esta actividad minera, presenta variedades de fauna, así como avino, vacuno y porcino. Se menciona también la crianza de animales menores como: el cuy, gallinas, conejos.

Las fuentes de agua de tamaño mediano como lagunas se encuentran aves como: Anas versicolor puna "pato de la puna", Chloephaga melanoptera "huallata, huachua", Calidris melanoto "playero pectoral", Larus serranus "gaviota andina", pero en un número reducido. También se encuentran insectos acuáticos y renacuajos.

Fuente: Carbajal Zevallos y Raúl De la Cruz Barreto, Raul Natividad Leon, Javier Pucutay Leon. John (2010), INFORME TECNICO CIA. MINERA LINCUNA, UNASAM.

#### **4.1.4. Condiciones físico climatológicas**

##### **4.1.4.1. Clima**

El clima en la zona de la mina se denomina Periglaciario, este clima presenta dos estaciones bien definidas, una de verano o lluvioso y otra de invierno o estío, la estación de invierno dura desde mayo a noviembre y presenta una temperatura variable, durante el día fluctúa entre 15 y 25° C, por la noche la temperatura desciende a 0° C o menos. La estación de verano ocurre entre los meses de diciembre a abril con presencia de granizadas y nevadas con temperaturas que varían entre 5 y 20° C disminuyendo aún más la temperatura durante la noche.

##### **4.1.4.2. Temperatura y humedad relativa**

La zona se caracteriza por alcanzar bajas temperaturas en muchas temporadas del año, las temperaturas considerativas en la zona son las siguientes:

- Máxima horaria en verano: 20° C.
- Mínima horaria en verano: 5° C.
- Máxima horaria en invierno: 25° C.
- Mínima horaria en invierno: - 2° C.
- Mientras que la humedad relativa promedio es de 65 %.

#### **4.1.4.3. Precipitaciones pluviales**

Uno de los rasgos característicos que se puede distinguir es el régimen de precipitaciones mensual, teniendo como promedios los siguientes:

- Precipitación pluvial mensual máxima: 600 mm
- Precipitación pluvial mensual mínima: 30 mm
- Precipitación promedio mensual: 500 mm
- Debido a su ubicación, se producen precipitaciones de granizo que llegan a alcanzar hasta 3/16 pulgadas de diámetro.

#### **4.1.5. Marco geológico regional**

La mina Coturcán ubicado en la Región Ancash, Provincia de Recuay, Distrito Aija geológicamente en toda esta área afloran rocas sedimentarias Mesozoicas, rocas volcánicas Terciarias y rocas intrusivas de edades que van del Cretáceo al Terciario. Las rocas sedimentarias pertenecen al grupo Goyllarisquizga cuyas formaciones: Chimú, Santa y Carhuaz afloran en los alrededores del pueblo de Aija y están constituidas por cuarcitas, calizas, lutitas y areniscas.

El batolito de la costa del cretáceo superior intruye a las secuencias anteriores sedimentarias en donde los volcánicos Calipuy forman una secuencia volcánica muy extensa y potente, constituidas por rocas piroclásticas, derrames lávicos y sedimentos continentales, esta secuencia esta plegada, es del cretáceo superior - terciario inferior.

Localmente hay volcánico proveniente de centros volcánicos del terciarios medio a superior, que están agrupados dentro del Calipuy, pequeños stocks

Mioceno-Plioceno y de composición acida intermedia como aquellos de Collaracra, Tarugo, intruyen a los volcánicos Calipuy. Hay dos estructuras principales centro volcánico Hércules y el stock Collaracra.

Las rocas volcánicas están representadas por los Volcánicos Calipuy están constituidas por rocas piroclásticas que cubren extensas zonas de la Cordillera Negra. Las rocas intrusivas se presentan en el Batolito de la Costa, al Oeste de la Cordillera Negra y afloran entre 15 – 25 Km al Oeste del pueblo de Aija. Este batolito a intruído a las rocas Mesozoicas y está compuesto por granodioritas y tonalitas. El batolito de la Cordillera Blanca, es el mejor exponente de la actividad ígnea de esta región.

Los Volcánicos Calipuy, del terciario inferior, yacen en discordancia angular sobre rocas mesozoicas. Sobre estas rocas se encuentran los volcánicos Hércules del terciario medio, cuyo centro es el pórfido tarugo. Los volcánicos Hércules son instruidos por el stock Dacita Hércules, Panizo, Pincullo y Huancapeti. Los Pórfidos Collaracra, Jinchis, Pucavado y Andesita Tuctu en los alrededores del centro volcánico.

La región fue afectada por fracturamiento de rumbo NW30°SE Y NE30°SW, la mayoría de las vetas corresponden con estos rumbos.

Fuente: Cia. Minera Lincuna, (2018), Control de actividades minera, “UNIVERSIDAD SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”.

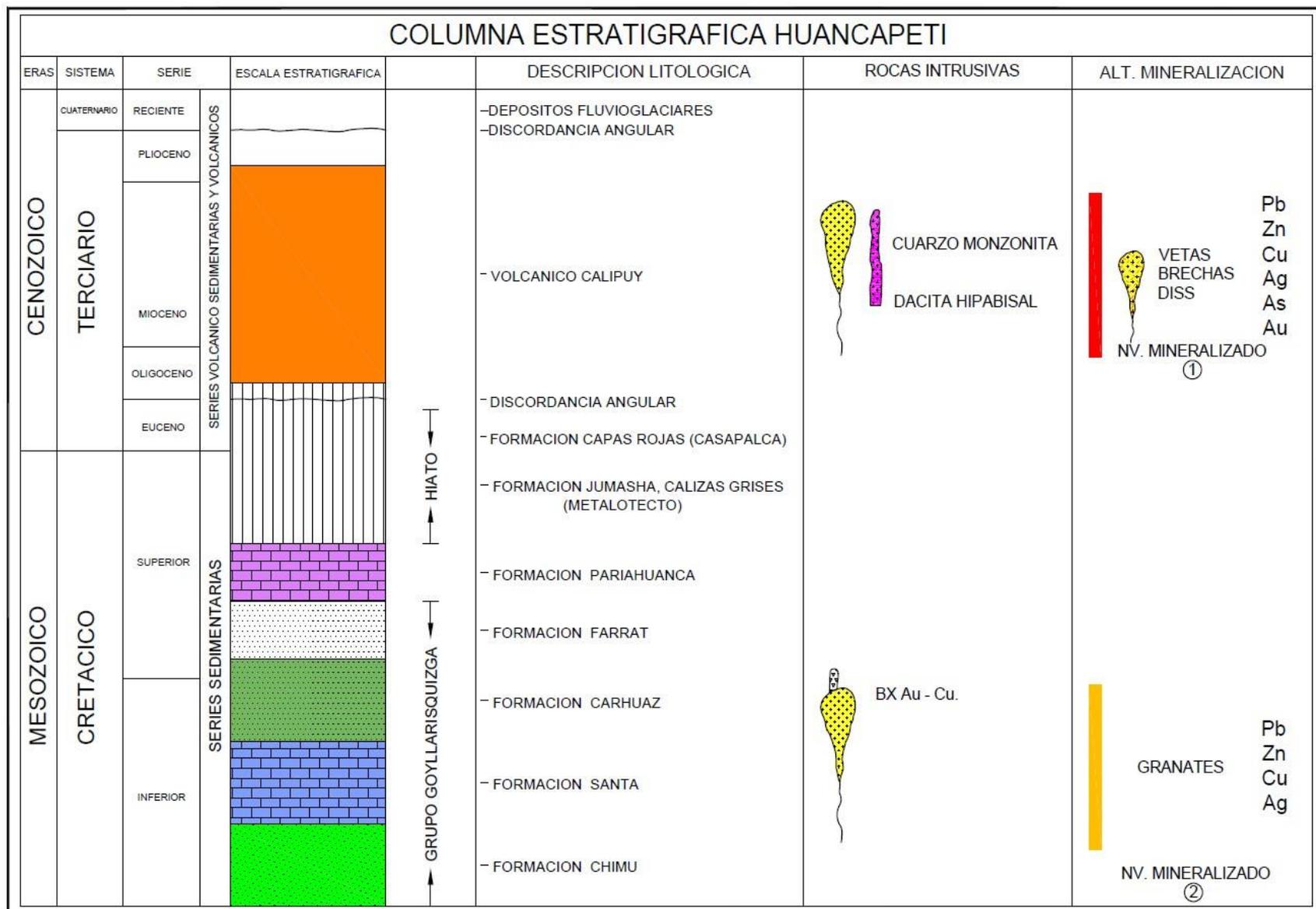


Figura N° 08. Columna estratigráfica MINA HUANCAPETI(LINCUNA). Autor: José Luis Moran Concha. Informe geológico de Yacimiento minero de Cía. minera Lincuna.

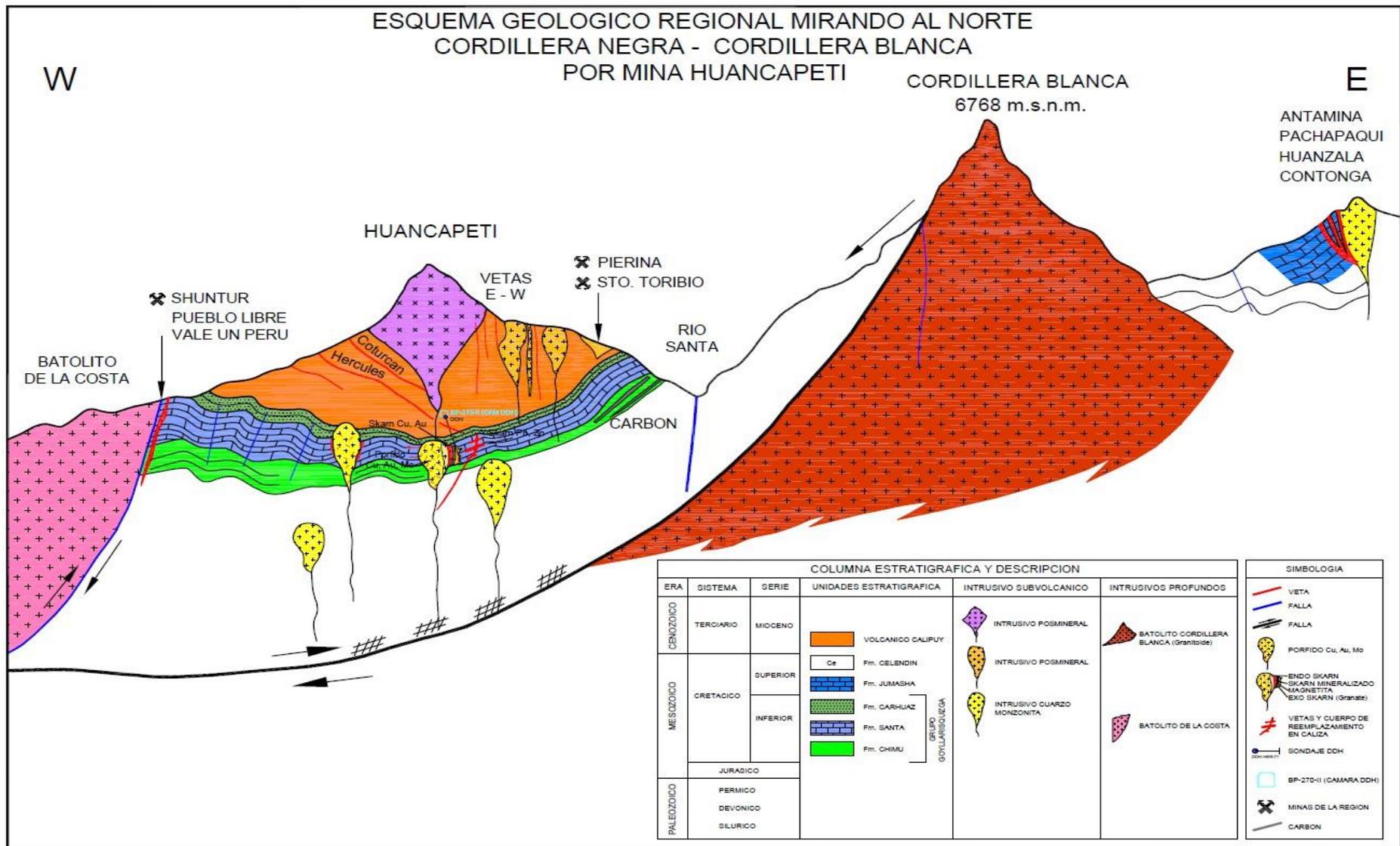
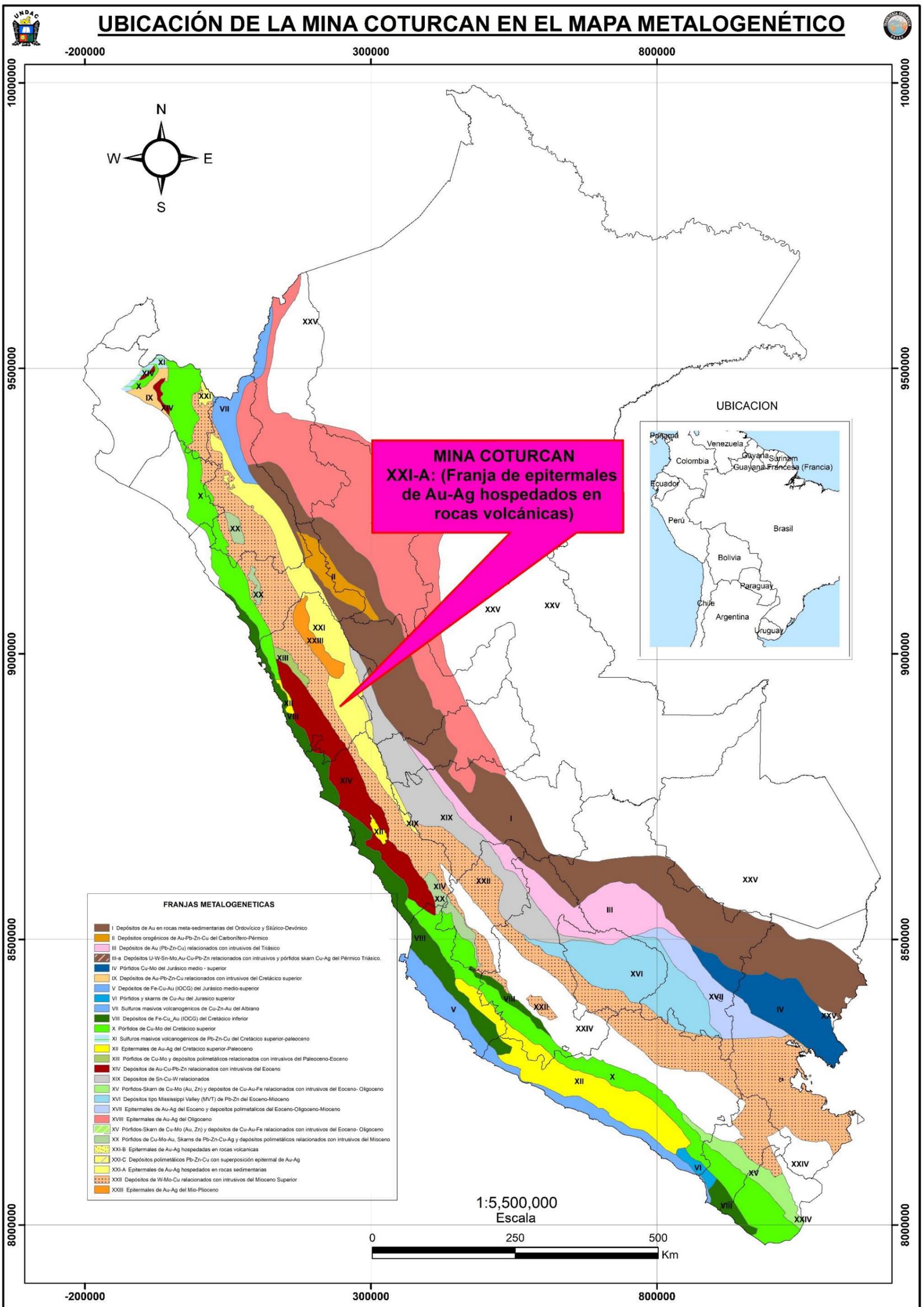


Figura N° 09. Esquema Geológico Regional MINA HUANCAPETI(LINCUNA). Autor: José Luis Moran Concha.  
 Informe geológico de Yacimiento minero de Cía. minera Lincuna.





PLANO N° 04. Ubicación en franja metalogenetica mina Coturcán. Fuente: Jorge Acosta, Raymond Rivera, Michael Valencia, Humberto Chirif, Dina Huanacuni, Italo Rodríguez, Eder Villarreal, Deysi Paico y Alexander Santisteban, (2020), Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

#### **4.1.6. Geología local (mina Coturcan)**

Localmente se distinguen los Volcánicos Hércules (Coturcán rocas andesíticas), del Terciario medio, que yacen sobre los Volcánicos Calipuy del Terciario inferior Oligoceno-Mioceno (Paleógeno). En el área se distinguen dos estructuras importantes, el stock Collaracra y el Centro Volcánico Hércules. El stock Collaracra es un intrusivo de 3-5 Km de diámetro de composición dacítica y forma circular del que salen varios diques y sills. El Centro Volcánico Hércules, ubicado en el cerro Tarugo, está constituido por lavas andesíticas y brechas piroclásticas. En este centro volcánico se han emplazado los pórfidos Tarugo y Pincullo de composición dacítica. En sus alrededores se emplazaron los intrusivos: Dacita Hércules, los pórfidos Huancapetí, Bellota- Maguiña, Señor de Burgos y Olga.

Fuente: Zavaleta Trujillo Leonel, (2016), Análisis técnico de la mina Lincuna, “UNIVERSIDAD SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”.

La veta Coturcán están en el contacto de los volcánicos Hércules con la Dacita Hércules y Coturcán. Estas vetas han formado cuerpos de mineral en las intersecciones con las vetas del sistema Hércules y en ambos lados de la Falla Hércules; estos cuerpos tienen anchos de 2 a 4 m. en promedio y con buen tonelaje. En la intersección de estas estructuras de forma radial hacia el centro Dacítico Huancapetí se produjeron las mayores perturbaciones rocosas, con mucha alteración hidrotermal que han debilitado el macizo rocoso.

Dentro de la Mina Coturcán la veta principal (Coturcán) tiene Rumbo N30W y Buzamiento 45° NE, esta veta tiene como roca encajonante lavas andesíticas y brechas piroclásticas principalmente, se ha formado a partir de relleno

y reemplazamiento de fracturas en volcánicos e intrusivos terciarios debido a un fracturamiento significativo de NW30°SE” y NE30°SW, según estudios realizados y presentados en el Informe geológico de Yacimiento minero de Cía. minera Lincuna. 2017. son de origen hidrotermal relacionados con los procesos volcanogeneticos.

El depósito mineral es de carácter polimetálico con Longitud entre 1 y 4 km dependiendo de la cota y potencias que van de 2 a 4 km incluyendo bolsonadas y anomalías de gran valor. Esta veta forma un gran cuerpo de mineral en la intersección con la falla hércules a ambos lados de esta, con anchos de 2 a 10m y longitudes de 50 a 200m.

La mineralización es fundamentalmente de plata-plomo-zinc y cobre, en menor proporción. Minerales económicos (mena): galena, esfalerita, argentita, bornita, calcosina, bournonita, estibina, calcopirita, tetraedrita, enargita. Minerales de ganga: cuarzo, carbonatos, arsenopirita, piritita, calcita, rodocrosita, turmalina.

El método de tajeo es corte y relleno ascendente dependiendo de la zona en que la veta se encuentre, se puede observar que la veta puede estar de buena ley y buena potencia en una cota, pero cuando se tajea, en altura a veces tiende a empobrecer o disminuir su potencia, las veta es tipo rosario.

Los tajos que se explotan actualmente son: TJ-4, TJ-536, TJ-593, TJ-700, TJ-0505 N-S, TJ-0461. Según se avance la rampa principal a profundidad se va creando nuevos brazos y nuevos tajos para continuar con la exploración y explotación de la veta Coturcán.

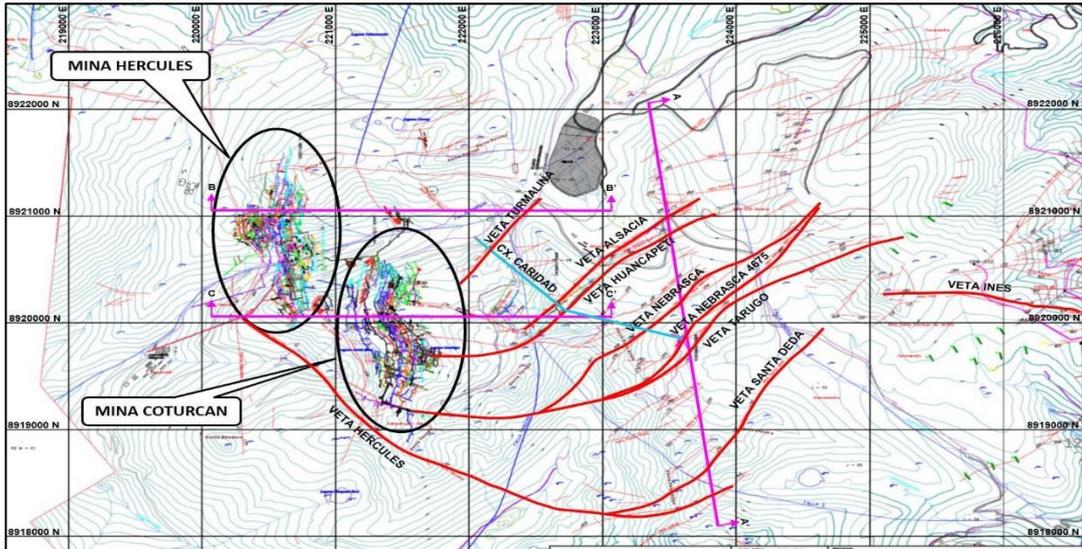


Figura N° 10. Esquema de estructuras MINA HUANCAPETI(LINCUNA).  
 Autor: José Luis Moran Concha. Informe geológico de Yacimiento minero de  
 Cía. minera Lincuna. 2017.

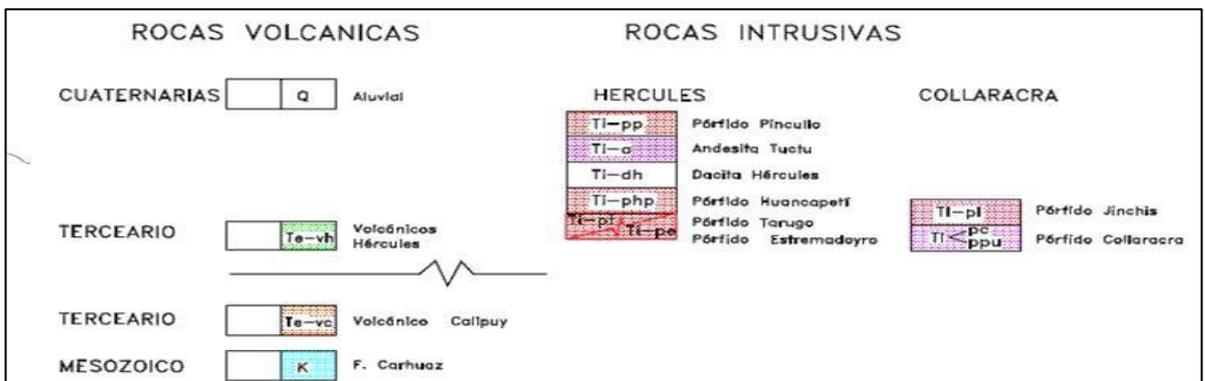
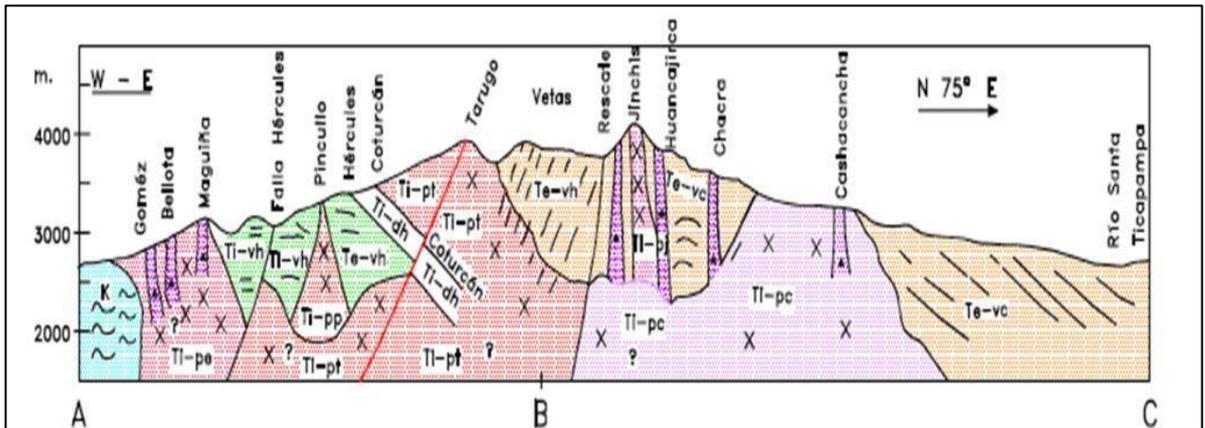


Figura N° 11. Sección geológica longitudinal MINA HUANCAPETI(LINCUNA).  
 José Luis Moran Concha. Informe geológico de Yacimiento minero de Cía. minera  
 Lincuna. 2017.

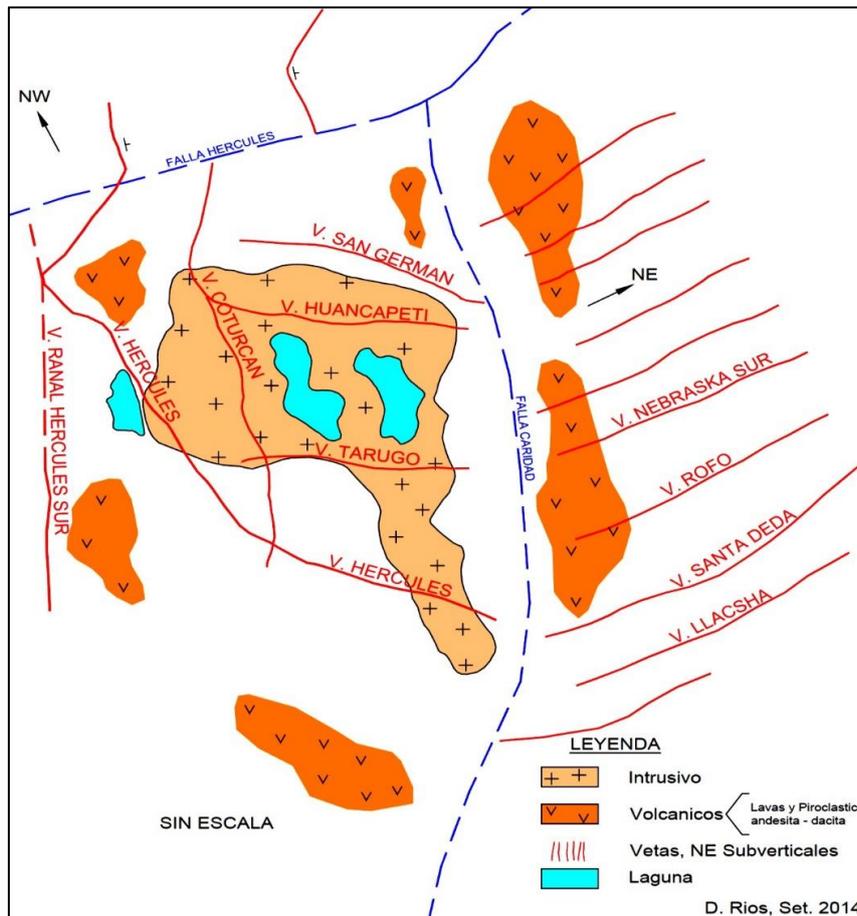
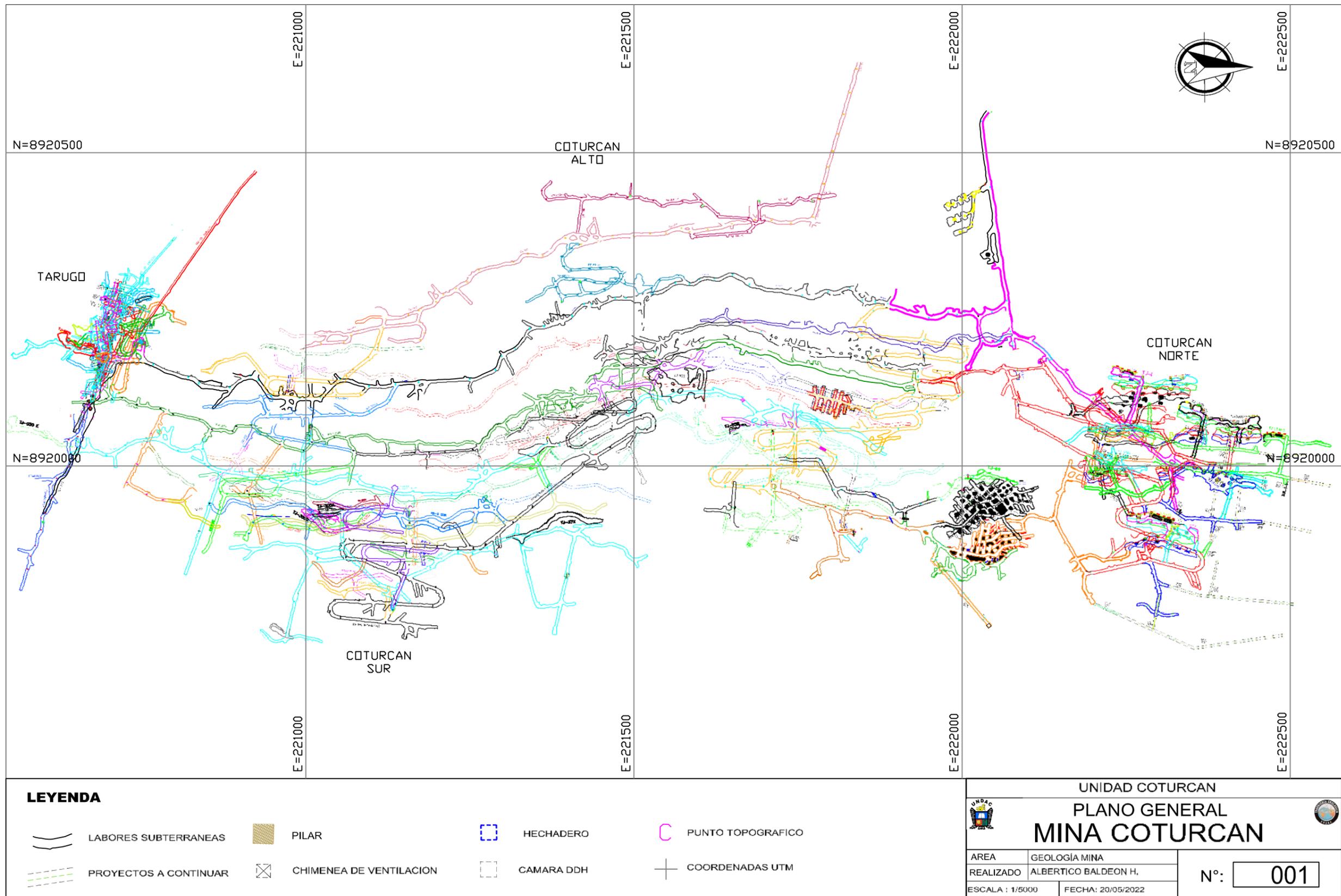


Figura N° 12. Esquema general de vetas MINA HUANCAPETI(LINCUNA). Donde se muestra la veta Coturcán con Rumbo: N30W. Autor: José Luis Moran Concha. Informe geológico de Yacimiento minero de Cía. minera Lincuna. 2017.

#### 4.1.7. Mina coturcan

Para poder ubicarnos en la Mina Coturcán es necesario conocer la topografía interna de la mina el cual nos mostrara las diferentes zonas que esta sectorizado esta mina, cada zona de la mina Coturcán tiene proyectos para seguir su explotación, estas zonas se muestran en plano N° 03.

En el que está delimitado por zonas; Coturcán Norte, Coturcán sur, zona Tarugo, Coturcán alto, de igual manera sectorizado según su cota mediante frontones que va desde el Frontón 01 hasta el Frontón 11 siendo este la labor de mayor profundidad. La mina en general es amplia.



PLANO N° 05: Se observa plano general mina subterránea Coturcán. Desde el NV-01 Hasta NV-15

#### **4.1.8. Veta coturcán techo**

La veta Coturcán Techo tiene una longitud de más de 160 m explorados y delimitados en avance hacia Sur, tiene un buzamiento promedio  $30^\circ$  y azimut  $180^\circ$  aproximadamente. Se desarrolló esta veta en un proceso de avance de minado en la galería 0340 dentro de la mina Coturcán.

Este proyecto nace a partir de la interceptación de estructuras de mínima potencia, pero geológicamente son favorables para seguir su desarrollo y un plan de exploración hacia esta veta que tiene el rumbo N-S muy cercano al rumbo de la principal estructura Coturcán, con una inclinación de  $30^\circ$ E. De las cuales se puede observar estructuras que van hacia dirección NW el cual hace intuir un posible ramal.

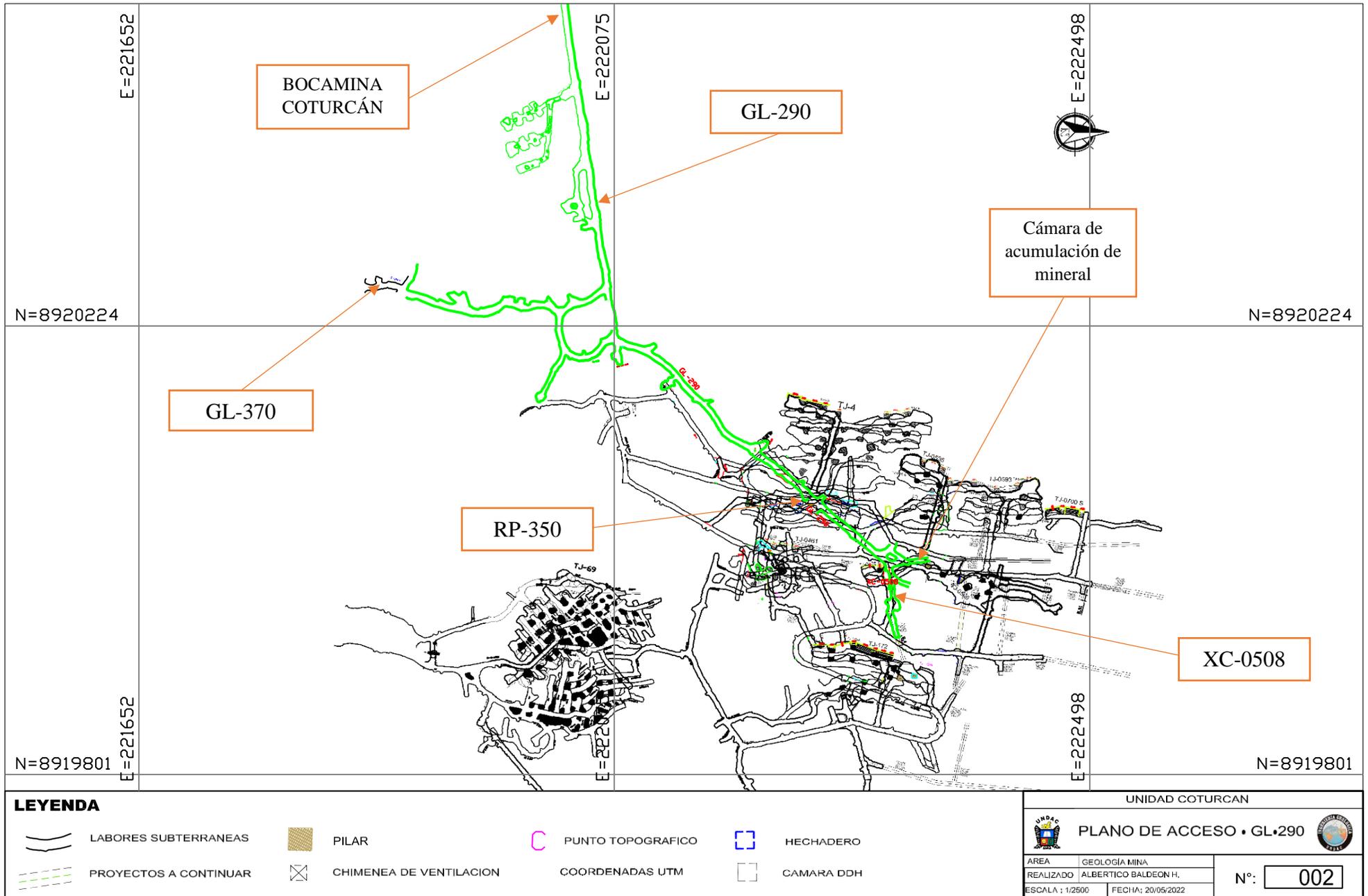
Al iniciar los trabajos previos para verificar que esta estructura pudiera ser favorable el departamento de geología de Cía. Minera Lincuna realiza los respectivos trabajos en interior mina los cuales se detallan a continuación según los planos de avance.

Para poder desarrollar de forma correcta el proyecto en primer lugar se detalla la accesibilidad hacia el punto de interés desde la bocamina Coturcán hasta el XC-0505.

La galería 290 que es acceso principal de la mina Coturcán tiene dimensiones de 4mx4m de alto y ancho respectivamente para el transporte, acceso de materiales y extracción de mineral. Al sur conecta con la galería 370, al Norte con el crucero 0508, también con la rampa del Norte (RP-350), antes del XC-0508 se encuentra la cámara de acumulación de mineral en el cual se detalla todos estos aspectos en el plano a continuación.



Foto N° 03. Mineros realizando desate de rocas en GL-0340(veta Coturcán techo) Mina Coturcán. Foto tomada por el tesista



PLANO N° 06. Plano de acceso a la veta Coturcan Techo. GL-290 y XC-0508

#### 4.1.8.1. Interceptación de veta coturcan techo xc-0508

Una vez ubicado en la zona de estudio (XC-0508) se identifican las estructuras y se procede a realizar los trabajos geológicos preliminares correspondientes (mapeo y muestreo).

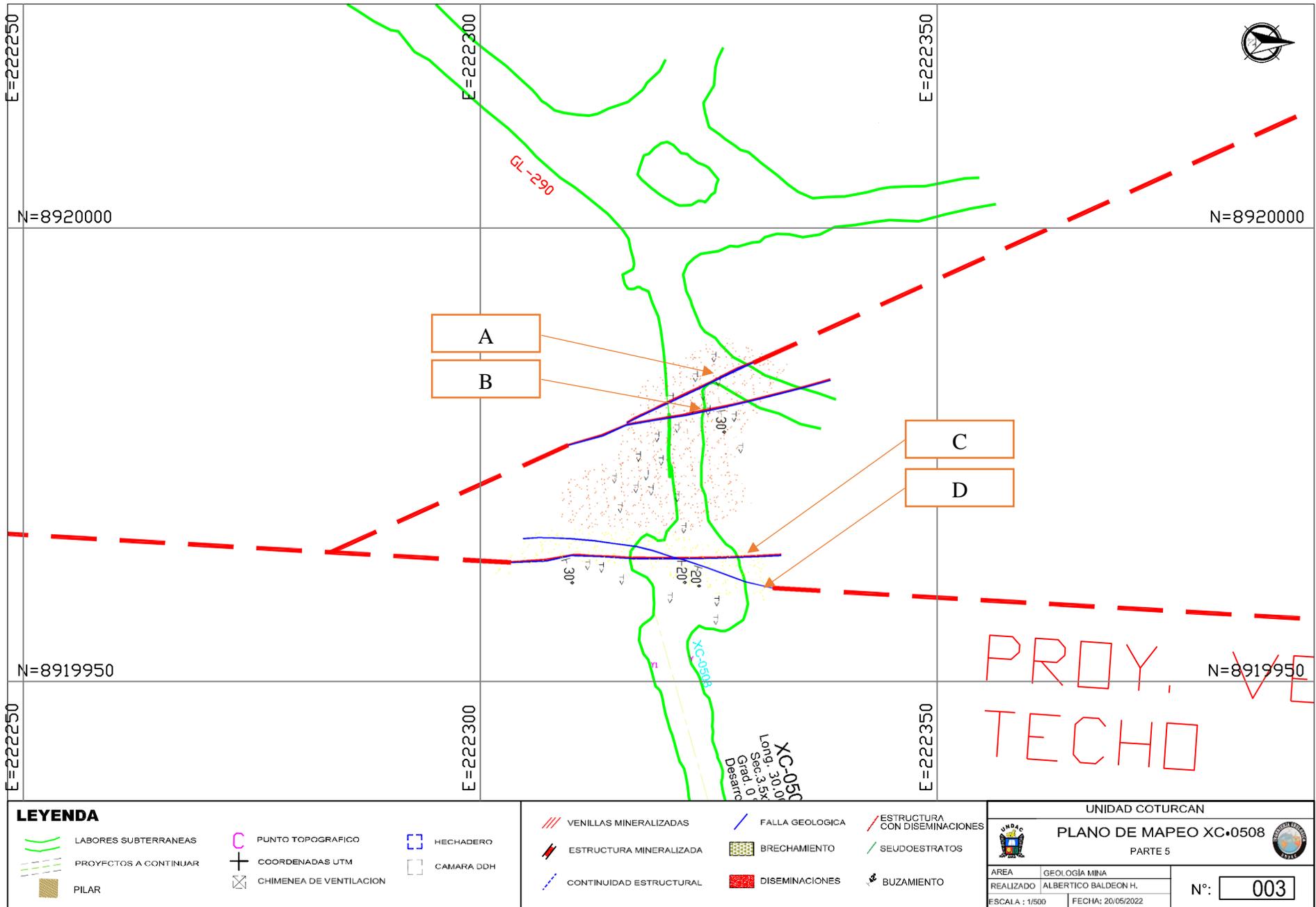
Al realizar el análisis macroscópico de la veta se observa características importantes según el mapeo:

1. La roca encajonante es andesita altamente silicificado con presencia de plagioclasas, piroxenos y biotita, su coloración es verdosa similar a la roca caja de la veta Coturcán el cual tiene alteración propilitica por encontrarse en contacto con tobas volcánicas con venilleos rellenos de Calcita.

2. Se tiene 4 pequeñas estructuras de potencia aproximada entre 10 y 20cm, de los cuales 3 están rellenas de mineral principalmente de galena y esfalerita, los datos estructurales según el mapeo se muestran en el siguiente cuadro y se detallan en el plano N° 06:

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>RUMBO (Rb)</b>	<b>BUZAMIENTO (Bz)</b>	<b>POTENCIA (cm)</b>	<b>CONTENIDO MINERAL</b>
<b>A</b>	N30°W	25°NE	12cm	Gl, sf, py
<b>B</b>	N40°W	30°NE	6cm	Gl, sf, py
<b>C</b>	N05°W	30°NE	19cm	Gl, sf, py, cal
<b>D</b>	N10°E	20°SE	5cm	Cal, Py

Tabla N° 01. Tabla de datos estructurales de vetillas en el XC-0508.



PLANO N° 07: Se observa desarrollo de XC-0508 con el mapeo geológico.

#### **4.1.8.2. Muestreo geoquímico por método de canales**

Posterior al mapeo y análisis in-situ de las rocas y minerales macroscópicamente se procede a realizar el muestreo de las estructuras para su análisis en laboratorio y observar el contenido metálico.

El muestreo sistemático se realizó en las 2 estructuras de mayor potencia detallados en el plano N°07.

##### **Procedimiento de muestreo**

1. Tener puesto los Equipos de protección personal (EPP) adecuado antes de iniciar labor
2. Rellenar herramientas de gestión
3. Se verifica que el XC-0508 este ventilado y acondicionado para realizar trabajos de muestreo.
4. Se reconoce estructura y labor a muestrear (XC-0508)
5. Bloquear labor (XC-0508) a muestrear para evitar que personal de otras áreas o algún equipo ingrese sin autorización.
6. Se realiza un análisis de las estructuras y verificar los horizontes mineralizantes de mayor y menor contenido metálico según la apreciación macroscópica.
7. Se realiza el pintado de canales a muestrear con spray o biombo de color rojo delimitando los horizontes y zonas de interés.
8. Los canales tienen un distanciamiento entre sí de 1.50m separados uno de otro. Dentro de cada canal puede haber 2, 3 o más horizontes según identifique el maestro muestrero y criterio del geólogo de zona.

9. Se realiza el muestreo y extracción de partículas con comba(4lb), cincel de tipo punta y plano, también se usa la escalera para alcanzar las partes altas de la veta o el techo de labor.
10. El maestro muestrero deposita las partículas de muestra extraídas de la estructura en bolsas de polietileno que su ayudante recepciona de manera cuidadosa y selectiva. El ayudante debe tener cuidado al recepcionar las muestras para no contaminarlas.
11. Este procedimiento se repite en todos los canales marcados.
12. Obtenido la muestra se procede a su etiquetado
13. Se etiqueta y llena la hoja de muestreo con mucho cuidado para evitar confusión o pérdida de codificación.
14. Llenar en un costal o contenedor las muestras codificadas.
15. Al momento de almacenar en el contenedor también se agrega los controles respectivos como muestras gemelas, muestras de blanco fino, muestras de blanco grueso entre otros, de estas muestras de control ya se tiene los valores exactos de muestreo. Se introduce estos controles para comprobar y controlar al laboratorio químico de que se está realizando un buen análisis y procedimiento.
16. Las muestras se trasladan al laboratorio para su análisis.
17. Se verifica los resultados enviados por el laboratorio

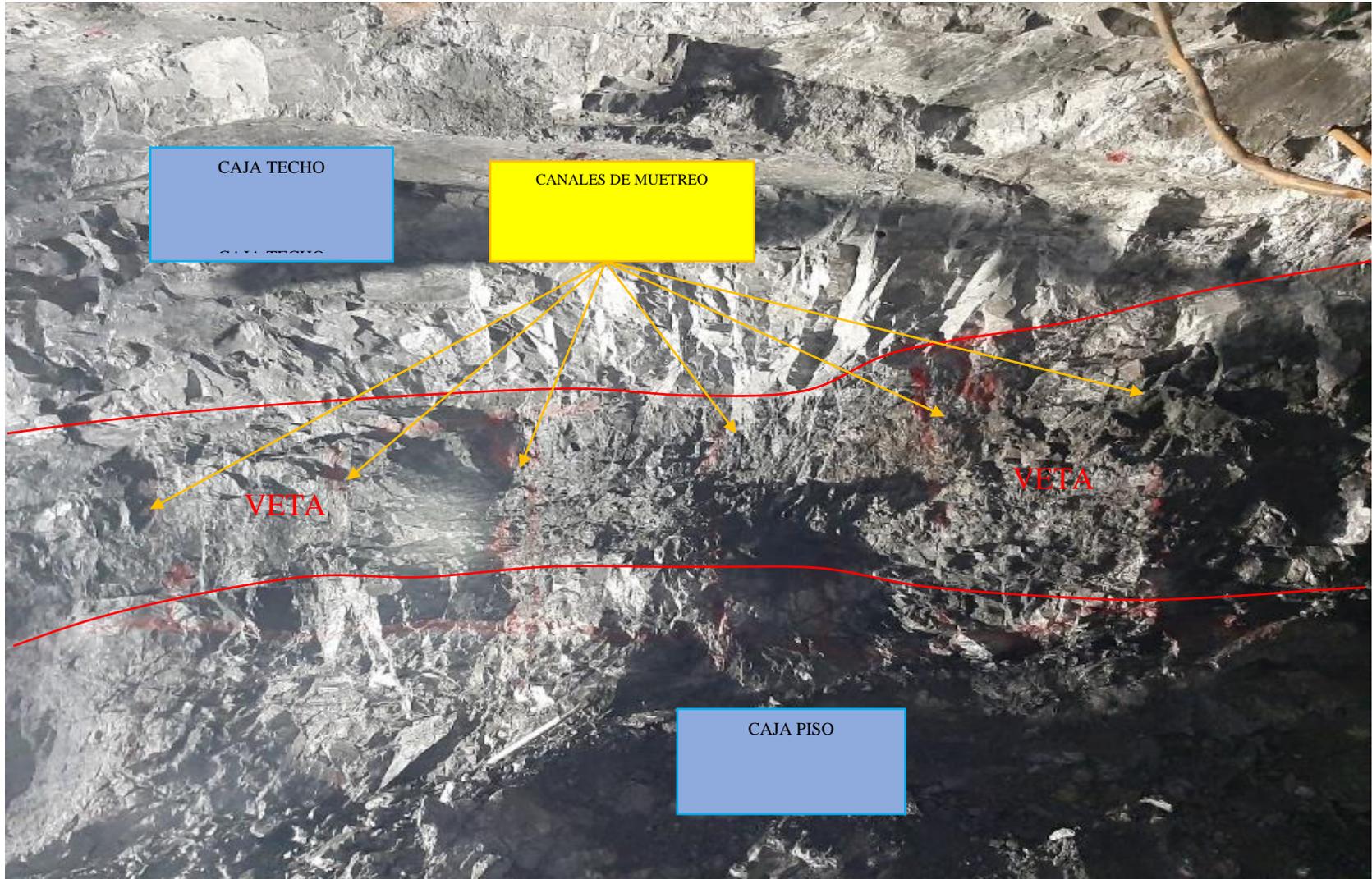


Foto N° 04. Muestreo sistemático en veta Coturcán Techo con caja piso y techo definido.

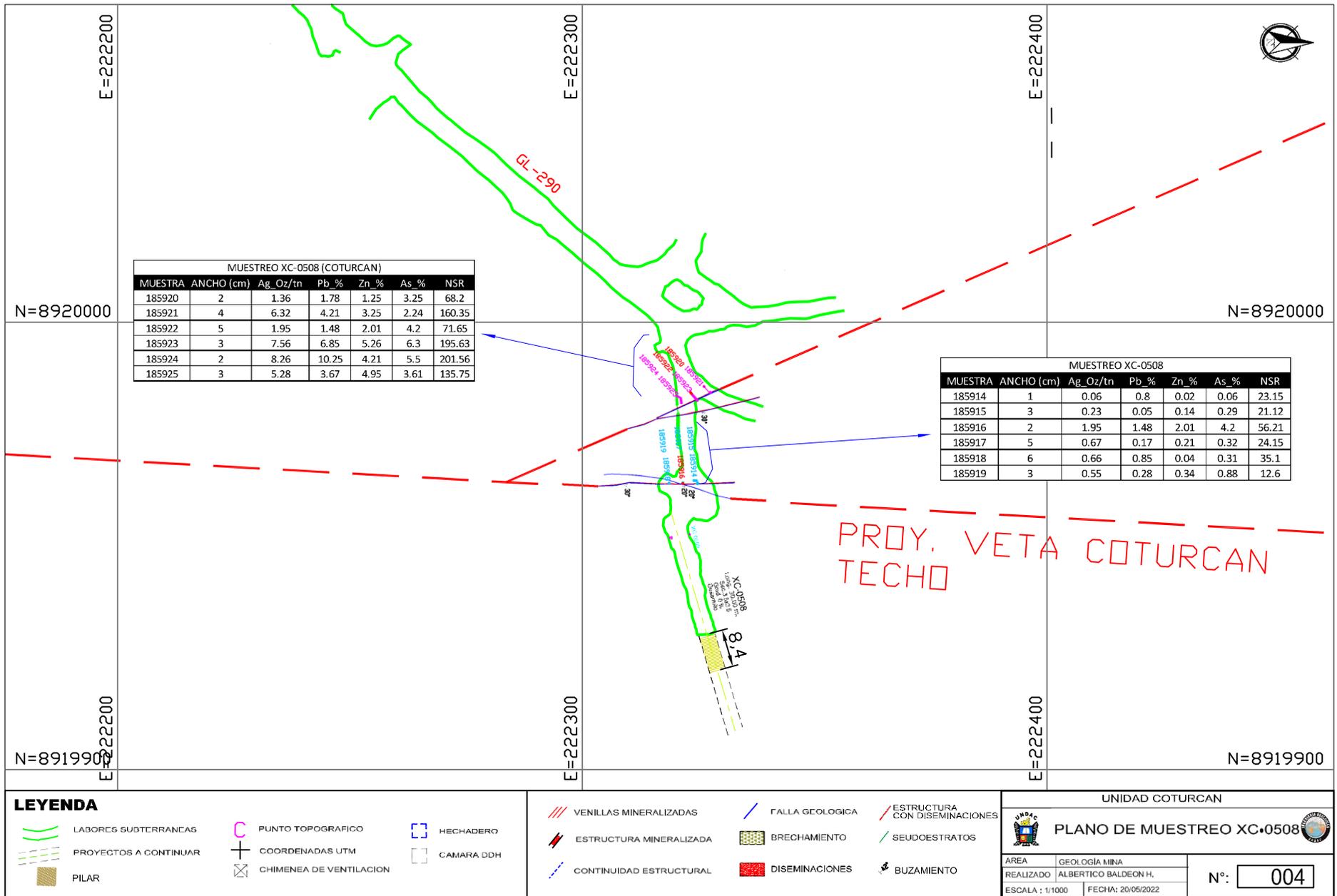


Foto N° 05. Muestreo contenido en bolsas enumeradas, empaquetadas para evitar contaminación y confusión de muestras.

Culminado el muestreo y resultados de laboratorio se observa los valores obtenidos de las estructuras muestreadas, se tiene valores de Ag, Pb, Zn y As. Según como se muestra en el plano N° 08.

Los valores obtenidos comprueban que las anomalías registradas y observadas durante el mapeo del XC-0508 tienen valores muy prometedores y resalta la expectativa de estudiar esta veta. Se comprueba y plantea que las estructuras tienen suficiente indicio geológico para realizar un proyecto de seguimiento y posible interceptación de la veta con fines de ser explotado.

El plano N° 08 muestra el plano en planta del de la GL-290 con el XC-0508 donde fueron muestreadas las estructuras identificándose con el mapeo geológico, también muestra la proyección de la veta Coturcán Techo interpolado con el rumbo y buzamiento obtenido.



PLANO N° 08. Muestreo geoquímico de estructuras en el XC-0508. Se observa que arroja valores positivos para continuar con el desarrollo para Ag, Pb, Zn.

#### 4.1.9. Proyecto para realizar sondaje diamantino

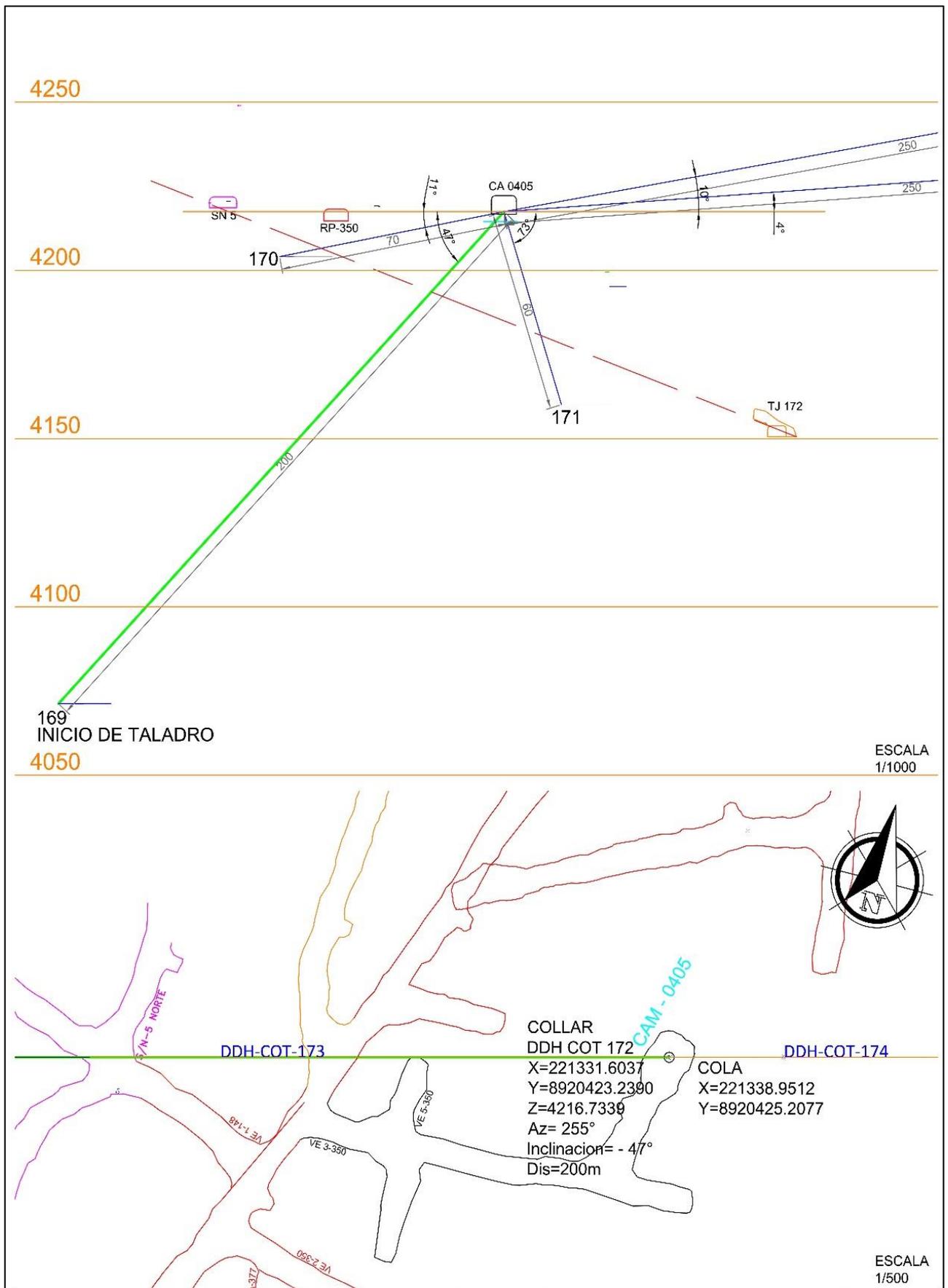
Después del reconocimiento de estructura, mapeo y muestreo se proyectó en la veta Coturcán Techo y se realizó proyectos de perforación sondaje diamantino DDH, el objetivo principal de estos sondajes es observar la continuidad de la veta, de igual manera ver la posible mineralización, potencia, contenido metálico y geología de la veta.

La perforación Diamantina es uno de los métodos de sondaje más usados por excelencia en la actividad minera, debido a la mayor información que es capaz de brindar para el descubrimiento, constatación, estudio y cubicación de los yacimientos minerales; se pretendió realizar este proyecto para delimitar la veta Coturcán Techo de una manera más factible reduciendo el tiempo y costo de operación.

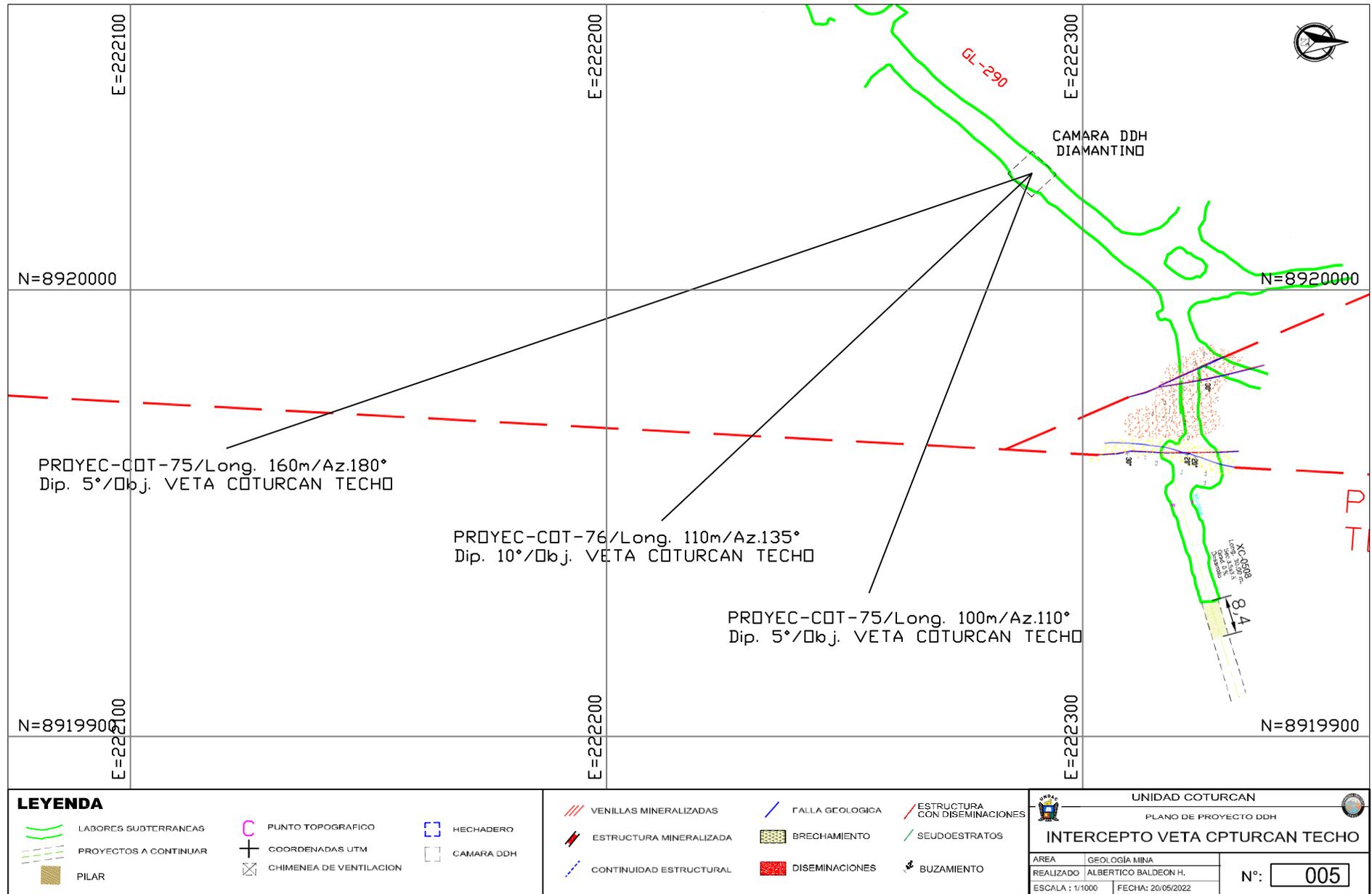
El proyecto para realizar perforación diamantina se muestra en el plano N°10



Foto N° 06. Cámara de perforación diamantina en mina Coturcán CA-06-FR-11. Fotografía tomada por el tesista.



PLANO N° 09. Plano de referencia en planta y sección de interceptación de la veta Coturcán mediante sondaje diamantino



PLANO N° 10: Proyecto de sondaje para perforación diamantina interceptando el plano inferido de la veta Coturcan Techo.

### **Plano N° 10- descripción**

Según el plano N° 09 se programa realizar 3 taladros de sondaje diamantino con un alcance máximo de 160m. Pero el área de operación mina ya estaba planificado por esta zona realizar labores que servirían de ventilación para labores inferiores de la mina Coturcán por ende se decide continuar este proyecto, pero con la consigan de que el área de geología será encargada de direccionar y redirigir los procesos de avance según el comportamiento de la estructura.

Definiéndose que el proceso de estudio y delimitación de la veta Coturcán techo será mediante proceso de avance en minada se procede la apertura de la galería 0340 con Rumbo S30E.

#### **4.1.10. Comportamiento litológico de la veta coturcan**

La galería 0340 se apertura con el control de la caja techo de la estructura “A” según como se muestra en el Plano N° 07 con un rumbo de ejecución de S30°E que se encuentra con mejores valores económicos por ser de mayor probabilidad mejore en longitud y altura tratando de interceptar el rumbo Norte-sur de las estructuras “C” y “D”

Como se muestran en los planos N° 11, 12 y 13 se puede observar el avance de minado y el mapeo correspondiente según la orientación de la estructura.

El mapeo nos muestra que la composición de roca caja Andesita es uniforme en toda la extensión con pequeñas intercalaciones de tobas, en un aproximado del 80% la roca caja tiene alteración propilitica altamente silicificado con venillas de Cal, diseminaciones de Pirita(py) y calcopirita (cpy).

A continuación, se describe los planos respectivos según avance para su mejor entendimiento.

### **Plano N°11 - descripción**

Se avanzo 9m en veta con potencia de 0.70m en el cual se observa cambios bruscos de Buzamiento de la estructura y el fallamiento muy demarcado y continuo el cual hace más compleja su interpretación.

Los cambios bruscos de la estructura en potencia, azimut y buzamiento se pueden reflejar en la galería de avance y el mapeo, las fallas normales estrechamente relacionadas se hacen presente de manera uniforme seccionando la veta en tramos y clavos mineralizados.

### **Plano N° 12 - descripción**

Se continua con el desarrollo de la veta a través de la mineralización y el control de caja techo de Calcita definida, se puede observar que en este tramo el control estructural es la que predomina para la mineralización, después de haber atravesado 2 fallas principales normales muestra una mejora trascendental para la definición de continuar con la exploración de Coturcán Techo. En este punto la veta tiene un ancho de 2.30m con leyes muy por encima de lo estimado y proyectado. La roca encajonante andesítica predomina con intercalaciones de tobos y alteración propilitica constante.

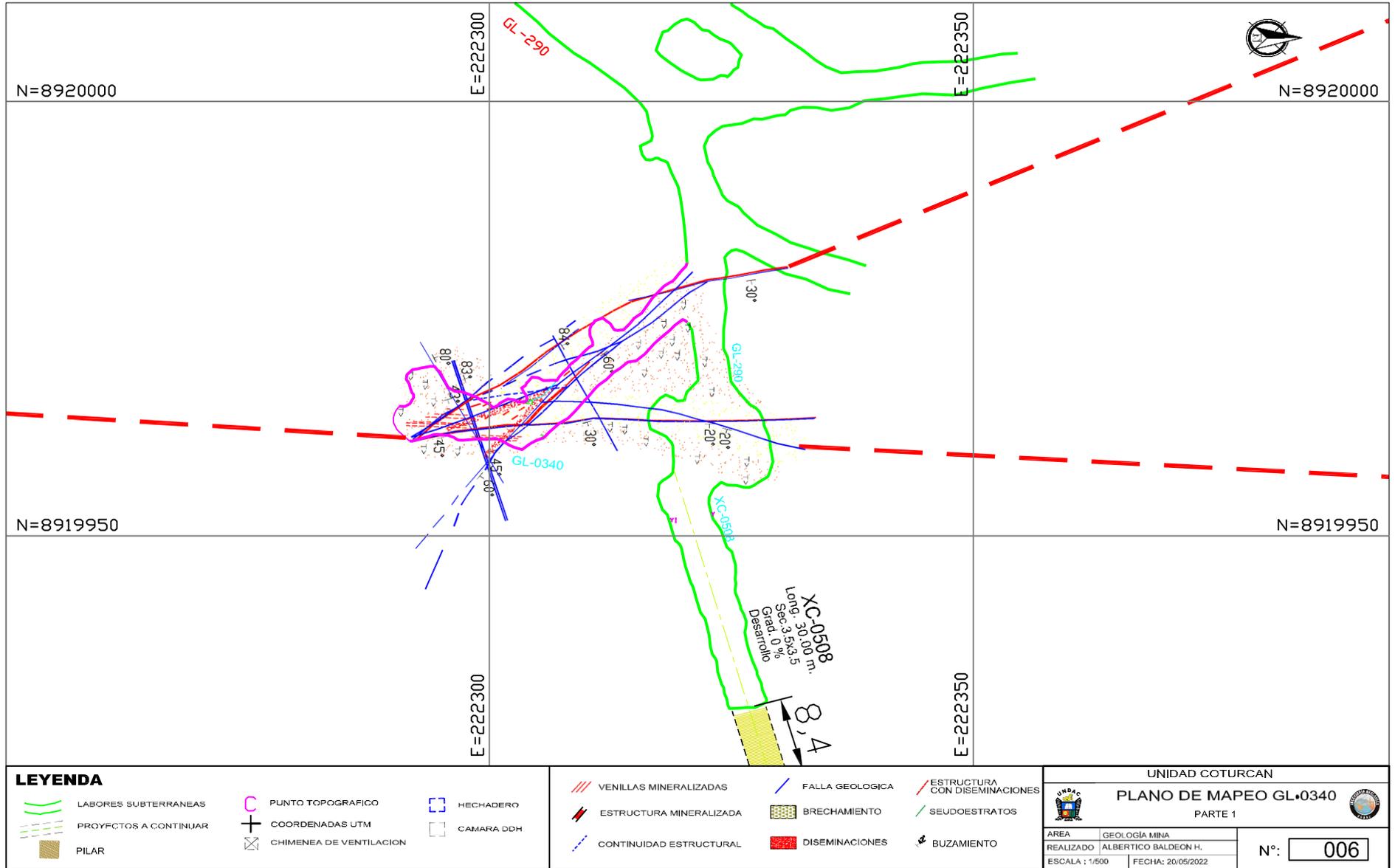
### **Plano N° 13 - descripción**

Observando el avance según el mapeo geológico se tiene una sinuosidad en la galería 0340, lo que a un inicio se tenía el rumbo de S30°E, ahora el nuevo eje de dirección es S30°W esto debido al comportamiento errático y discontinuo de la veta que es controlado por fallas

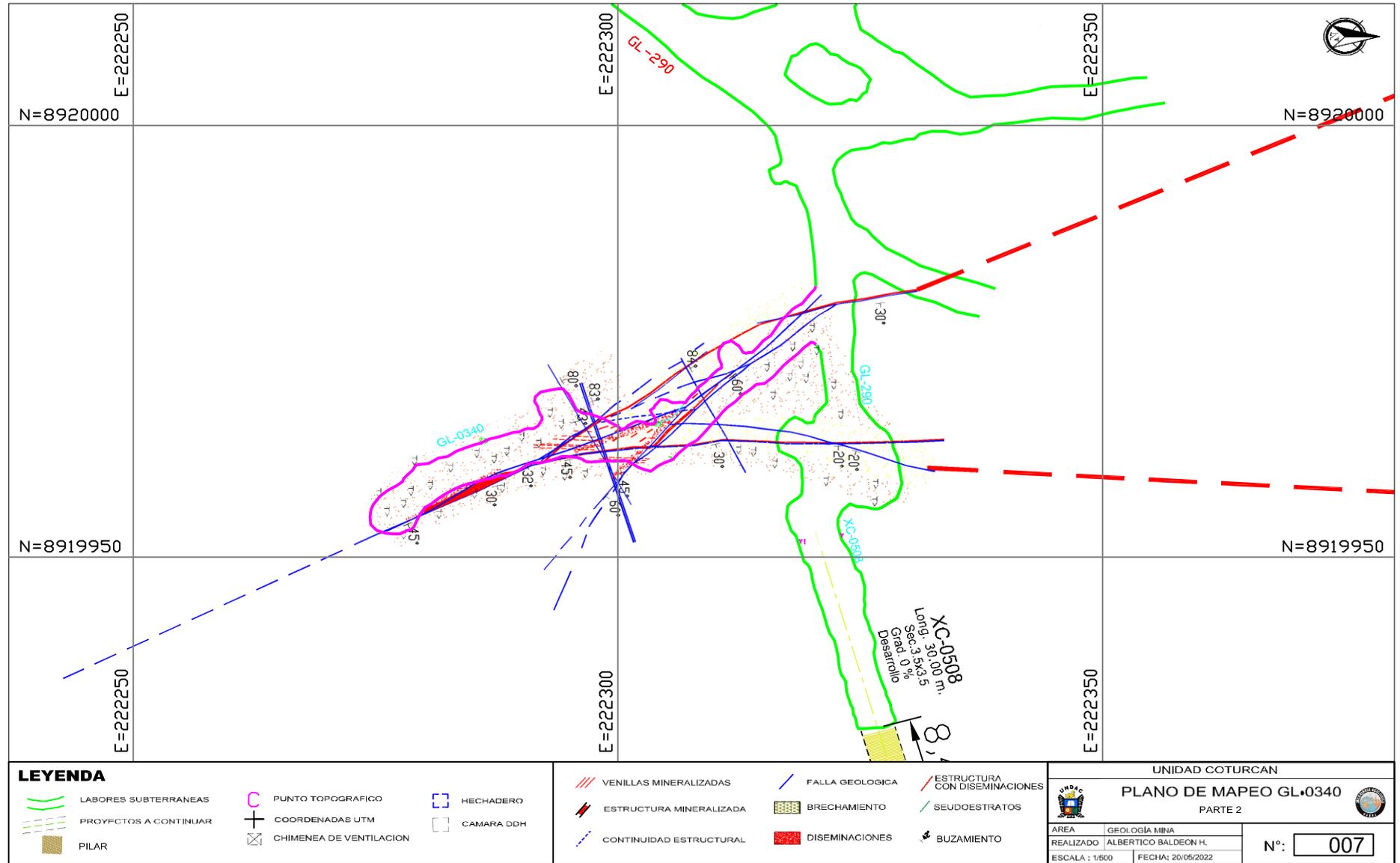
inversas que controlan la caja techo y las fallas normales que comúnmente están rellenas con mineral de mena

Al llegar a los 50 m aproximadamente de avance se observa estrangulamiento de veta debido a interceptación de fallas perpendiculares a la estructura. En el frente se observa disseminaciones de Pirita (Py) con venillas de 2.00 cm de cal en. Se Observa el intercepto de 2 fallas inversas que estrangulan a la veta Coturcán techo ya la reducen potencia de 50cm de forma ramaleado. Estas estructuras generan un cambio de azimut a casi N-S que estaría ya emparejando con la orientación de la veta Coturcán.

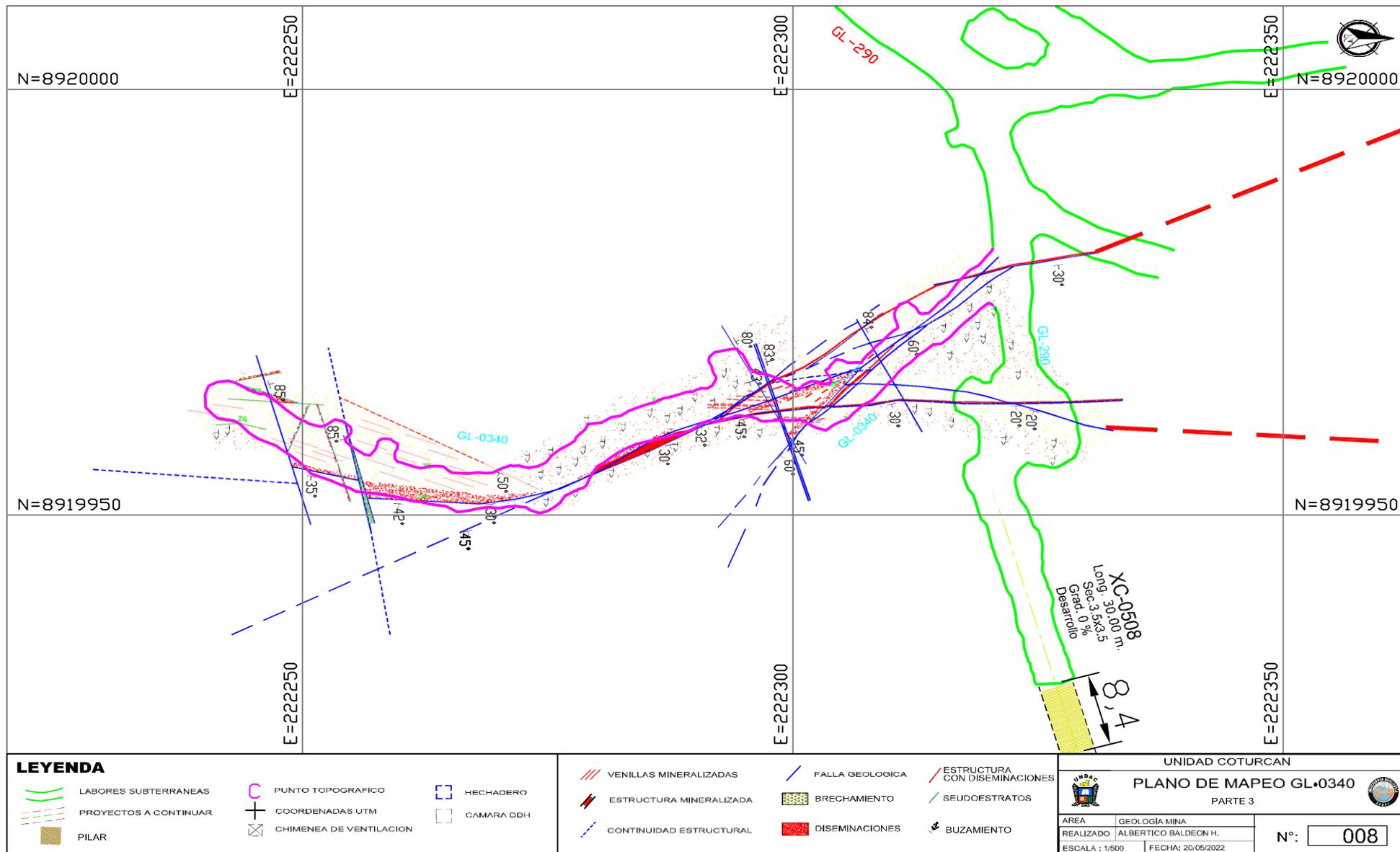
Ver planos N°12, N°13, N°14 a continuación



PLANO N° 11. Avance y mapeo geológico 30m de GL-0340(Parte 1).



PLANO N° 12. Avance y mapeo geológico 52m de GL-0340(Parte 2).



PLANO N° 13. Avance y mapeo geológico 90m de GL-0340(Parte 3). Azimut = 210°

Continuando con el proceso de minado en el frente a los 90m de avance se encuentra que las venillas de calcita rellenas con diseminaciones de galena y esfalerita dan un giro con rumbo S°70W pero hay unas ligeras estructuras puntuales de Calcita que muestran la un Rumbo distinto de Norte-Sur, cabe resaltar que estas estructuras son fracturas rellenas únicamente de calcita con alteración propilitica en donde la característica principal es que está controlada y atravesada por una falla inversa como se muestra en el plano N°13.

Se realiza la galería 0410 detallado en el plano N°14 por concepto de labor que interceptar a un ducto de chimenea para ventilación que está proyectado a ese nivel por ende se decide hacer el respectivo mapeo para verificar seguimiento y continuidad de la veta o pueda agregar algún dato para el seguimiento de la veta. La galería 0410 como interpretación solo se observa que hay una falla inversa cruzando la veta el cual se prolonga al final de la GI-0340 estrangulando la veta Coturcán Techo como se muestra en el plano N°15.

#### **Plano N° 14 - descripción**

Se Observa el intercepto de 2 fallas inversas que estrangulan a la veta Coturcán Techo y teóricamente lleva a ramaleos tensionales. Se realiza el XC-0410W para poder realizar el crucero para la ventilación y se observa crecimiento de brechas y estructuras vetiformes de dimensiones mínimas que es de interés geológico.

#### **Plano N° 15 - descripción**

La veta Coturcán Techo tiene rasgos geológicos predominantes como:

- ✓ Tensionales de las fallas indican la dirección del movimiento.

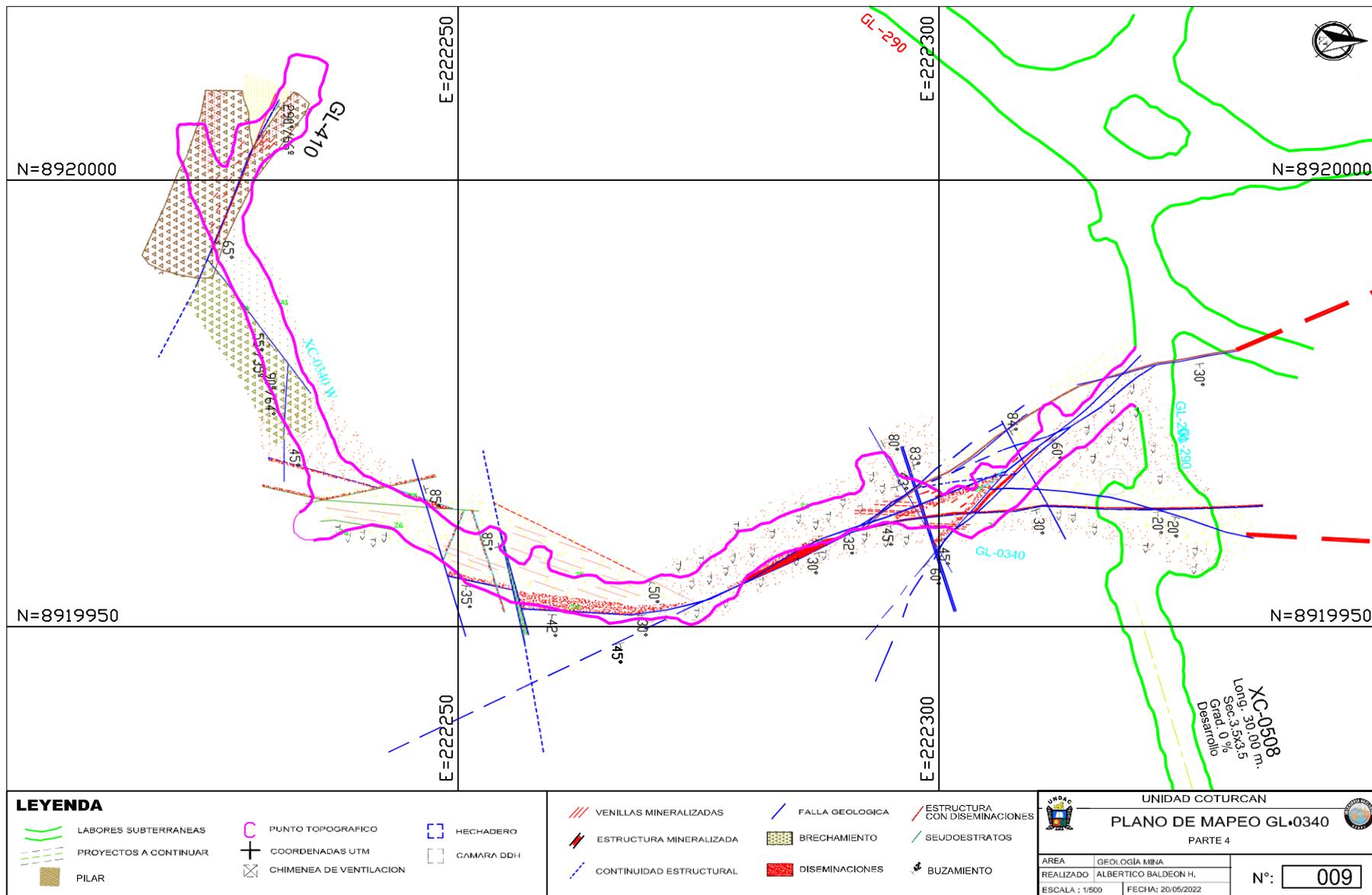
- ✓ azimut de veta matriz Norte- Sur.
- ✓ La roca caja andesítica.
- ✓ Alteración propilitica de la roca caja Andesita.
- ✓ Análisis de venilleos rellenos de calcita con minerales de mena predominante de galena y esfalerita.
- ✓ fracturas intercaladas muestran un patrón de movimiento controlado por fallas inversas.
- ✓ Se tiene un tramo de avance en el frente con material estéril y la veta reducida entre 10 y 20 cm aproximadamente un tramo de 12m.

Posteriormente a los 100m de avance de labor se vuelve a retomar la veta con mineralización continua con potencia de veta 1.80m, Se avanza hasta los 115m en mineral y nuevamente nos encontramos con una falla de tipo inversa que desplaza la veta hacia el techo y cambio su Rumbo a S35W, observándose en el plano N°15 pasando la falla nuevamente la mineralización se acorta y estrangula la veta a 15cm en un tramo de 4m.

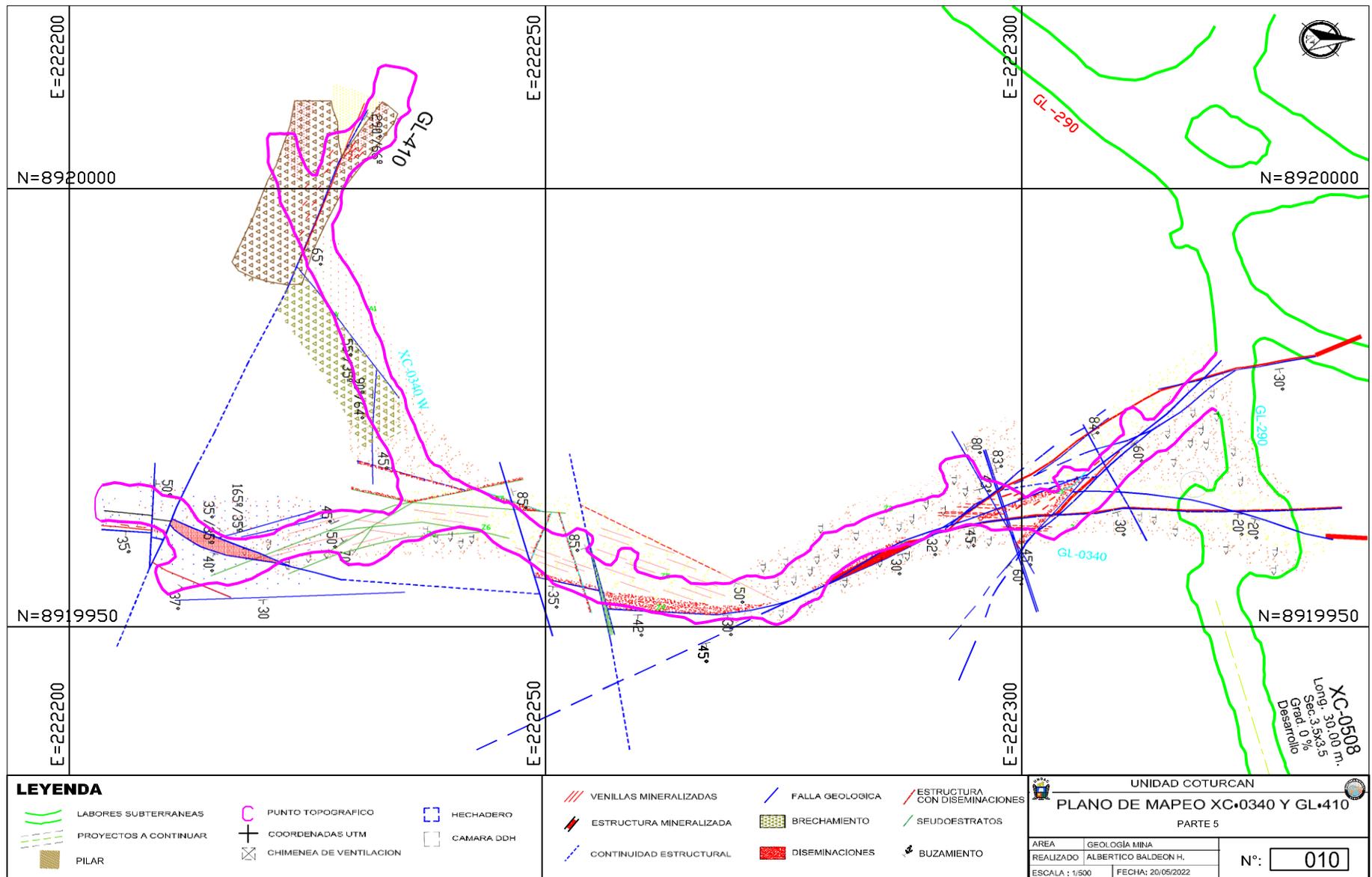
### **Plano N° 16 - descripción**

En esta parte del mapeo llegando hasta los 165m de desarrollo desde el GL-00340 se observa que la estructura principal sufre un estrangulamiento y deflexión por posible contacto con la falla local Hércules, esta falla reconocida en la mina Hércules que se encuentra en una cota inferior a 1000m por debajo de nuestra zona de estudio y contrastando con la prolongación en altura puede tratarse de esta estructura que está controlando en este punto a la veta Coturcán Techo según como

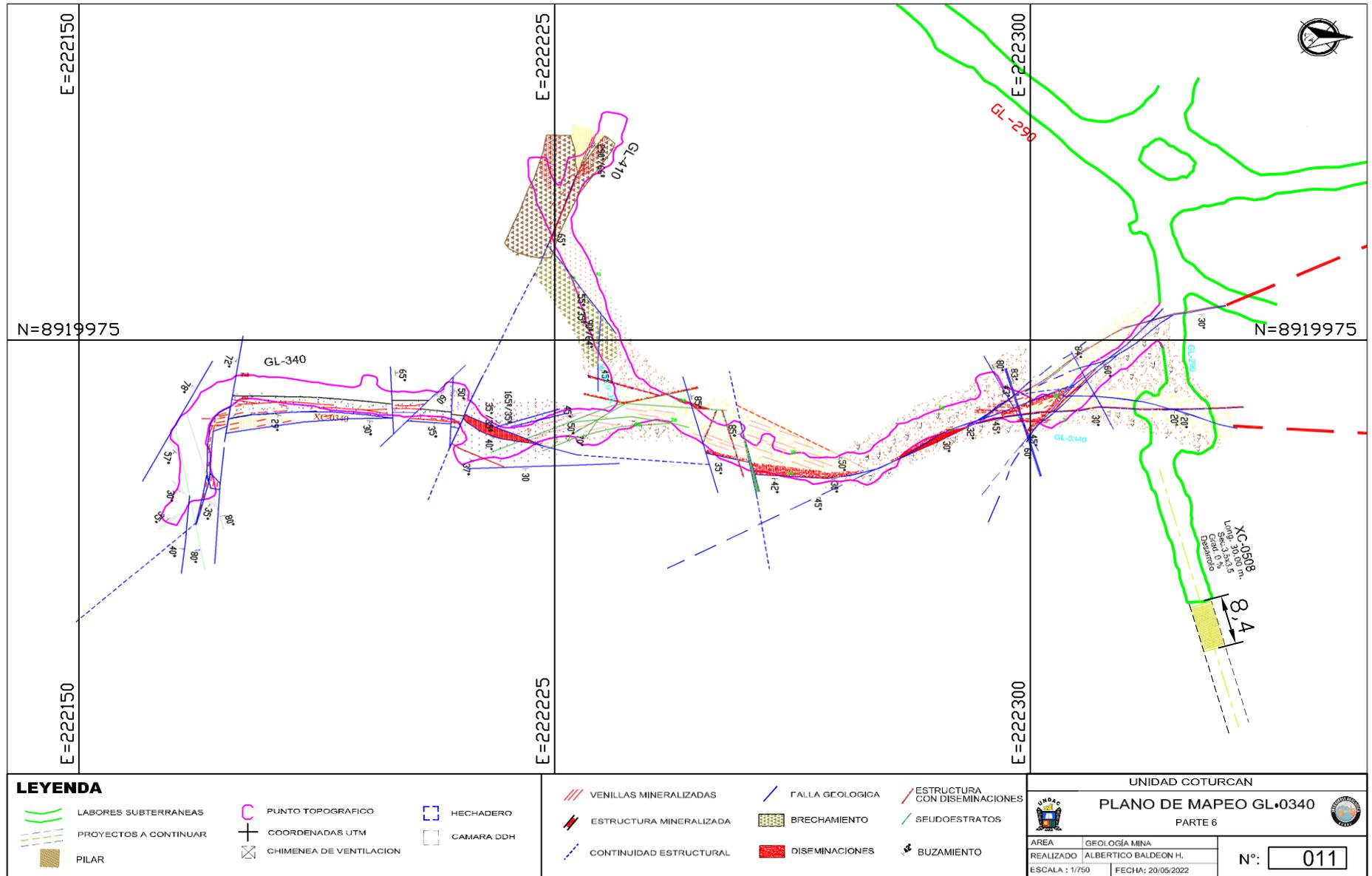
se muestra en el Plano N°16. El análisis estructural indica un cambio brusco de rumbo hacia el este con vetillas en la misma dirección.



PLANO N° 14. Avance y mapeo geológico 95m de GL-0340(Parte 4)



PLANO N° 15. Avance y mapeo geológico 130m de GL-0340(Parte 5)



PLANO N° 16. Avance y mapeo geológico 165m de GL-0340(Parte 6)

#### 4.1.11. Muestreo sistemático de galería 0340 (veta Coturcan Techo)

El muestreo sistemático se llevó a cabo con los criterios descritos según el ítem 4.2.3 del presente trabajo de investigación.

Los valores obtenidos detallados en los planos N° 17 Y 18 de análisis de muestreo geoquímico detallan zonas de interés económico y se corroboran con el mapeo geológico (plano N° 10). Podemos observar principalmente 5 zonas de alto valor económico que se catalogan como vetas y clavos mineralizados según el plano N° 19.

En los planos N° 17 y 18 podemos observar cuadros con la codificación de muestra, ancho de la estructura y valores de Plata (Ag), Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Arsénico (As), este último catalogado como contaminante de los elementos al momento de realizar el proceso para concentrado. Como dato importante se tiene el valor Cut-Off de la Mina Coturcán es de 50\$ por ello según el coste establecido por el departamento de Planeamiento y Mina podemos realizar los cálculos certeros del valor de cada muestra por lo tanto se diferencian los colores celestes, amarillo, rojo y magenta detallándose en el cuadro siguiente:

COLOR	CONTENIDO DE MINERAL PROMEDIO PARA VALOR NSR			RANGOS SEGÚN VALOR ECONOMICO NSR (\$)
	Ag (Oz/tn)	Pb (%)	Zn (%)	
CELESTE	< 1.20	< 0.70	< 1.00	< 40
AMARILLO	1.20 – 1.80	0.70 – 1.00	1.00 – 1.50	40.1 – 49.9
ROJO	1.80 – 2.50	1.00 – 1.50	1.50 – 2.00	50.0 – 70.0
MAGENTA	> 2.50	> 1.50	> 2.00	>70

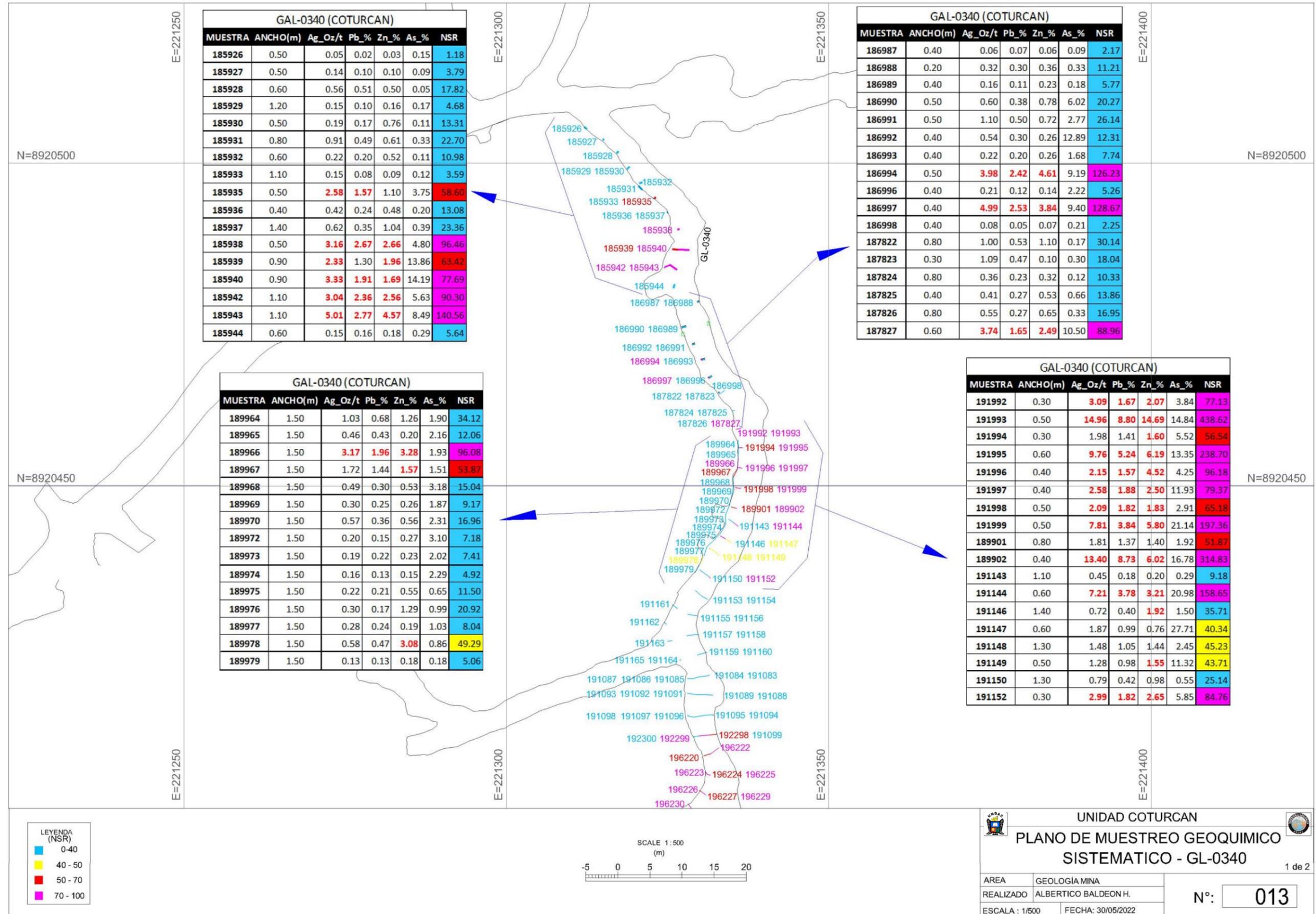
Tabla N° 02. Rango de valores económicos (Cut off) para análisis de muestreo geoquímico según Ley de mineral. Autor: Compañía Minera Lincuna

El muestreo sistemático y análisis químico es parte fundamental del proceso de exploración de la veta Coturcán Techo, identificando los valores económicos se puede percibir y detallar un valor más certero al momento de realizar las interpretaciones correspondientes.

Como bien se detalló línea arriba para que la carga extraída sea económicamente rentable debe tener un valor mínimo de 50\$(cincuenta dólares americanos) y como bien se muestra en los planos N° 17 Y 18 de muestreo de la GL-0340 se puede observar valores mayores inclusive a los \$70 verificándose de que la mineralización de la veta Coturcán Techo es buena para ser explotado, las partes que se encuentran en desmonte posiblemente puedan mejorar en altura y en profundidad según el comportamiento estructural y litológico.



Foto N° 07. Veta Coturcán Techo con canales de muestreo pintados. Fotografía tomada por el tesista



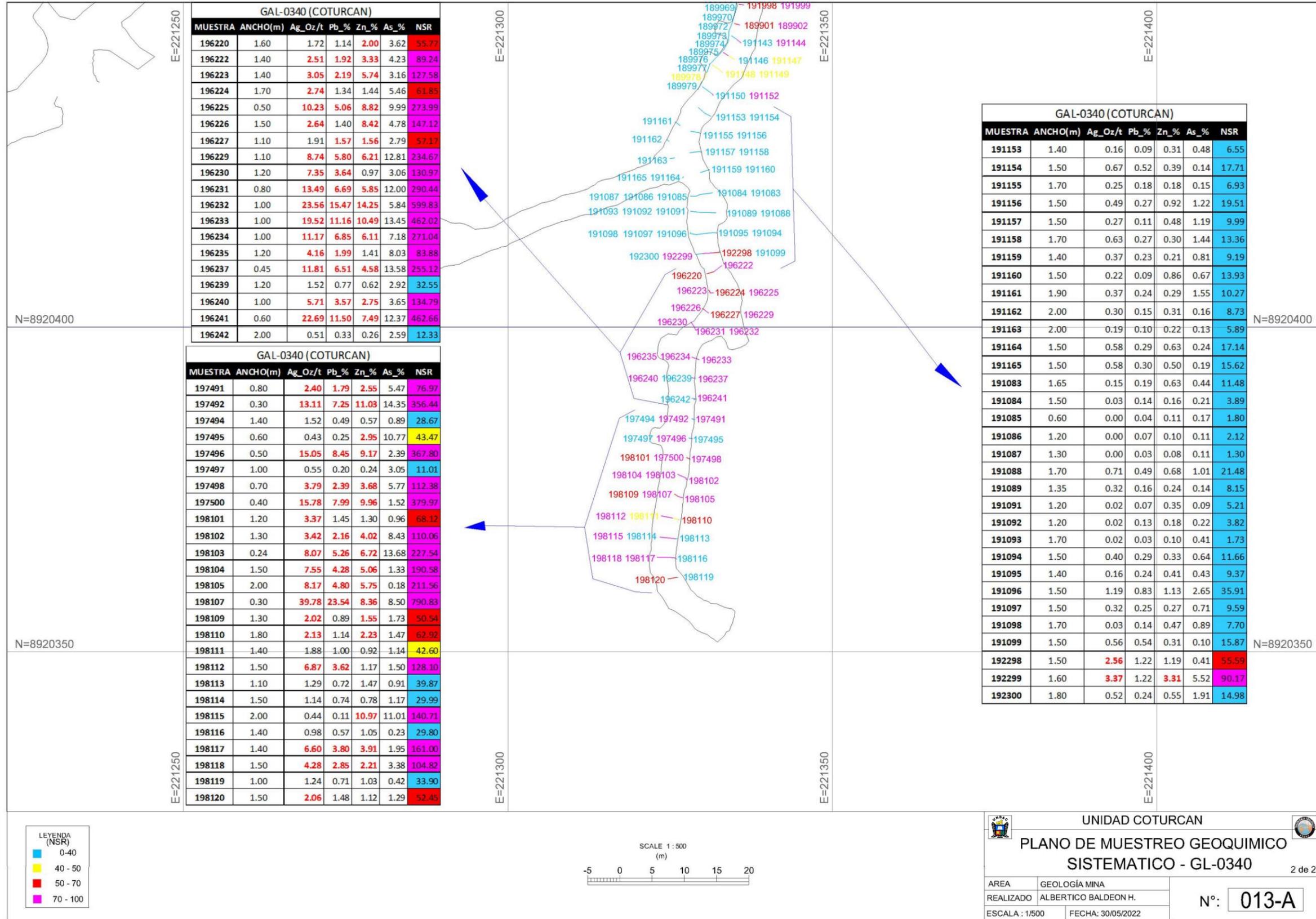
GAL-0340 (COTURCAN)						
MUESTRA	ANCHO(m)	Ag_Oz/t	Pb_%	Zn_%	As_%	NSR
185926	0.50	0.05	0.02	0.03	0.15	1.18
185927	0.50	0.14	0.10	0.10	0.09	3.79
185928	0.60	0.56	0.51	0.50	0.05	17.82
185929	1.20	0.15	0.10	0.16	0.17	4.68
185930	0.50	0.19	0.17	0.76	0.11	13.31
185931	0.80	0.91	0.49	0.61	0.33	22.70
185932	0.60	0.22	0.20	0.52	0.11	10.98
185933	1.10	0.15	0.08	0.09	0.12	3.59
185935	0.50	2.58	1.57	1.10	3.75	58.60
185936	0.40	0.42	0.24	0.48	0.20	13.08
185937	1.40	0.62	0.35	1.04	0.39	23.36
185938	0.50	3.16	2.67	2.66	4.80	96.46
185939	0.90	2.33	1.30	1.96	13.86	63.42
185940	0.90	3.33	1.91	1.69	14.19	77.69
185942	1.10	3.04	2.36	2.56	5.63	90.30
185943	1.10	5.01	2.77	4.57	8.49	140.56
185944	0.60	0.15	0.16	0.18	0.29	5.64

GAL-0340 (COTURCAN)						
MUESTRA	ANCHO(m)	Ag_Oz/t	Pb_%	Zn_%	As_%	NSR
186987	0.40	0.06	0.07	0.06	0.09	2.17
186988	0.20	0.32	0.30	0.36	0.33	11.21
186989	0.40	0.16	0.11	0.23	0.18	5.77
186990	0.50	0.60	0.38	0.78	6.02	20.27
186991	0.50	1.10	0.50	0.72	2.77	26.14
186992	0.40	0.54	0.30	0.26	12.89	12.31
186993	0.40	0.22	0.20	0.26	1.68	7.74
186994	0.50	3.98	2.42	4.61	9.19	126.23
186996	0.40	0.21	0.12	0.14	2.22	5.26
186997	0.40	4.99	2.53	3.84	9.40	128.67
186998	0.40	0.08	0.05	0.07	0.21	2.25
187823	0.80	1.00	0.53	1.10	0.17	30.14
187824	0.30	1.09	0.47	0.10	0.30	18.04
187825	0.80	0.36	0.23	0.32	0.12	10.33
187826	0.40	0.41	0.27	0.53	0.66	13.86
187827	0.80	0.55	0.27	0.65	0.33	16.95
187827	0.60	3.74	1.65	2.49	10.50	88.96

GAL-0340 (COTURCAN)						
MUESTRA	ANCHO(m)	Ag_Oz/t	Pb_%	Zn_%	As_%	NSR
189964	1.50	1.03	0.68	1.26	1.90	34.12
189965	1.50	0.46	0.43	0.20	2.16	12.06
189966	1.50	3.17	1.96	3.28	1.93	96.08
189967	1.50	1.72	1.44	1.57	1.51	53.87
189968	1.50	0.49	0.30	0.53	3.18	15.04
189969	1.50	0.30	0.25	0.26	1.87	9.17
189970	1.50	0.57	0.36	0.56	2.31	16.96
189972	1.50	0.20	0.15	0.27	3.10	7.18
189973	1.50	0.19	0.22	0.23	2.02	7.41
189974	1.50	0.16	0.13	0.15	2.29	4.92
189975	1.50	0.22	0.21	0.55	0.65	11.50
189976	1.50	0.30	0.17	1.29	0.99	20.92
189977	1.50	0.28	0.24	0.19	1.03	8.04
189978	1.50	0.58	0.47	3.08	0.86	49.29
189979	1.50	0.13	0.13	0.18	0.18	5.06

GAL-0340 (COTURCAN)						
MUESTRA	ANCHO(m)	Ag_Oz/t	Pb_%	Zn_%	As_%	NSR
191992	0.30	3.09	1.67	2.07	3.84	77.13
191993	0.50	14.96	8.80	14.69	14.84	438.62
191994	0.30	1.98	1.41	1.60	5.52	56.54
191995	0.60	9.76	5.24	6.19	13.35	238.70
191996	0.40	2.15	1.57	4.52	4.25	96.18
191997	0.40	2.58	1.88	2.50	11.93	79.37
191998	0.50	2.09	1.82	1.83	2.91	65.18
191999	0.50	7.81	3.84	5.80	21.14	197.36
189901	0.80	1.81	1.37	1.40	1.92	51.87
189902	0.40	13.40	8.73	6.02	16.78	314.83
191143	1.10	0.45	0.18	0.20	0.29	9.18
191144	0.60	7.21	3.78	3.21	20.98	158.65
191146	1.40	0.72	0.40	1.92	1.50	35.71
191147	0.60	1.87	0.99	0.76	27.71	40.34
191148	1.30	1.48	1.05	1.44	2.45	45.23
191149	0.50	1.28	0.98	1.55	11.32	43.71
191150	1.30	0.79	0.42	0.98	0.55	25.14
191152	0.30	2.99	1.82	2.65	5.85	84.76

PLANO N° 17. Plano de muestreo sistemático GI-0290 (1)



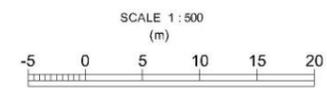
GAL-0340 (COTURCAN)						
MUESTRA	ANCHO(m)	Ag_Oz/t	Pb_%	Zn_%	As_%	NSR
196220	1.60	1.72	1.14	2.00	3.62	55.77
196222	1.40	2.51	1.92	3.33	4.23	89.24
196223	1.40	3.05	2.19	5.74	3.16	127.58
196224	1.70	2.74	1.34	1.44	5.46	61.85
196225	0.50	10.23	5.06	8.82	9.99	273.99
196226	1.50	2.64	1.40	8.42	4.78	147.12
196227	1.10	1.91	1.57	1.56	2.79	57.17
196229	1.10	8.74	5.80	6.21	12.81	234.67
196230	1.20	7.35	3.64	0.97	3.06	130.97
196231	0.80	13.49	6.69	5.85	12.00	290.44
196232	1.00	23.56	15.47	14.25	5.84	599.83
196233	1.00	19.52	11.16	10.49	13.45	462.02
196234	1.00	11.17	6.85	6.11	7.18	271.04
196235	1.20	4.16	1.99	1.41	8.03	83.88
196237	0.45	11.81	6.51	4.58	13.58	255.12
196239	1.20	1.52	0.77	0.62	2.92	32.55
196240	1.00	5.71	3.57	2.75	3.65	134.79
196241	0.60	22.69	11.50	7.49	12.37	462.66
196242	2.00	0.51	0.33	0.26	2.59	12.33

GAL-0340 (COTURCAN)						
MUESTRA	ANCHO(m)	Ag_Oz/t	Pb_%	Zn_%	As_%	NSR
197491	0.80	2.40	1.79	2.55	5.47	76.97
197492	0.30	13.11	7.25	11.03	14.35	356.44
197494	1.40	1.52	0.49	0.57	0.89	28.67
197495	0.60	0.43	0.25	2.95	10.77	43.47
197496	0.50	15.05	8.45	9.17	2.39	367.80
197497	1.00	0.55	0.20	0.24	3.05	11.01
197498	0.70	3.79	2.39	3.68	5.77	112.38
197500	0.40	15.78	7.99	9.96	1.52	379.97
198101	1.20	3.37	1.45	1.30	0.96	68.12
198102	1.30	3.42	2.16	4.02	8.43	110.06
198103	0.24	8.07	5.26	6.72	13.68	227.54
198104	1.50	7.55	4.28	5.06	1.33	190.58
198105	2.00	8.17	4.80	5.75	0.18	211.56
198107	0.30	39.78	23.54	8.36	8.50	790.83
198109	1.30	2.02	0.89	1.55	1.73	50.54
198110	1.80	2.13	1.14	2.23	1.47	62.92
198111	1.40	1.88	1.00	0.92	1.14	42.60
198112	1.50	6.87	3.62	1.17	1.50	128.10
198113	1.10	1.29	0.72	1.47	0.91	39.87
198114	1.50	1.14	0.74	0.78	1.17	29.99
198115	2.00	0.44	0.11	10.97	11.01	140.71
198116	1.40	0.98	0.57	1.05	0.23	29.80
198117	1.40	6.60	3.80	3.91	1.95	161.00
198118	1.50	4.28	2.85	2.21	3.38	104.82
198119	1.00	1.24	0.71	1.03	0.42	33.90
198120	1.50	2.06	1.48	1.12	1.29	52.45

GAL-0340 (COTURCAN)						
MUESTRA	ANCHO(m)	Ag_Oz/t	Pb_%	Zn_%	As_%	NSR
191153	1.40	0.16	0.09	0.31	0.48	6.55
191154	1.50	0.67	0.52	0.39	0.14	17.71
191155	1.70	0.25	0.18	0.18	0.15	6.93
191156	1.50	0.49	0.27	0.92	1.22	19.51
191157	1.50	0.27	0.11	0.48	1.19	9.99
191158	1.70	0.63	0.27	0.30	1.44	13.36
191159	1.40	0.37	0.23	0.21	0.81	9.19
191160	1.50	0.22	0.09	0.86	0.67	13.93
191161	1.90	0.37	0.24	0.29	1.55	10.27
191162	2.00	0.30	0.15	0.31	0.16	8.73
191163	2.00	0.19	0.10	0.22	0.13	5.89
191164	1.50	0.58	0.29	0.63	0.24	17.14
191165	1.50	0.58	0.30	0.50	0.19	15.62
191083	1.65	0.15	0.19	0.63	0.44	11.48
191084	1.50	0.03	0.14	0.16	0.21	3.89
191085	0.60	0.00	0.04	0.11	0.17	1.80
191086	1.20	0.00	0.07	0.10	0.11	2.12
191087	1.30	0.00	0.03	0.08	0.11	1.30
191088	1.70	0.71	0.49	0.68	1.01	21.48
191089	1.35	0.32	0.16	0.24	0.14	8.15
191091	1.20	0.02	0.07	0.35	0.09	5.21
191092	1.20	0.02	0.13	0.18	0.22	3.82
191093	1.70	0.02	0.03	0.10	0.41	1.73
191094	1.50	0.40	0.29	0.33	0.64	11.66
191095	1.40	0.16	0.24	0.41	0.43	9.37
191096	1.50	1.19	0.83	1.13	2.65	35.91
191097	1.50	0.32	0.25	0.27	0.71	9.59
191098	1.70	0.03	0.14	0.47	0.89	7.70
191099	1.50	0.56	0.54	0.31	0.10	15.87
192298	1.50	2.56	1.22	1.19	0.41	55.59
192299	1.60	3.37	1.22	3.31	5.52	90.17
192300	1.80	0.52	0.24	0.55	1.91	14.98

LEYENDA (NSR)

0-40
40-50
50-70
70-100



UNIDAD COTURCAN

PLANO DE MUESTREO GEOQUIMICO SISTEMATICO - GL-0340

2 de 2

AREA	GEOLOGIA MINA	N°: 013-A
REALIZADO	ALBERTICO BALDEON H.	
ESCALA: 1/500	FECHA: 30/05/2022	

PLANO N° 18. Plano de muestreo sistemático GI-0290 (2)

#### 4.1.12. Mineralización de la veta Coturcan Techo (GI 0340)

En el mapeo geológico completo de la GI-0340(plano N°15) podemos observar que la estructura mejora a partir de los 12m de avance en la galería se nota mejora de estructura en potencia y contenido mineral, según se tuvo el avance de la galería se tiene que a los 30m el frente en mineral con veta de potencia 1.80m(con esta potencia es factible la explotación en avance por tener buen contenido mineral y la dilución es controlada continuamente), desde este punto se asume la suma de tonelaje a la extracción de mineral en la mina Coturcán, teniendo pequeñas altas y bajas se avanzó hasta los 52m aproximadamente con frente en mineral; en algunos caso salía como generalmente se usaba el término “mineral de segunda” por su bajo contenido metálico pero servía para blendear con otras cargas de mineral que tenían buen contenido metálico de mena.

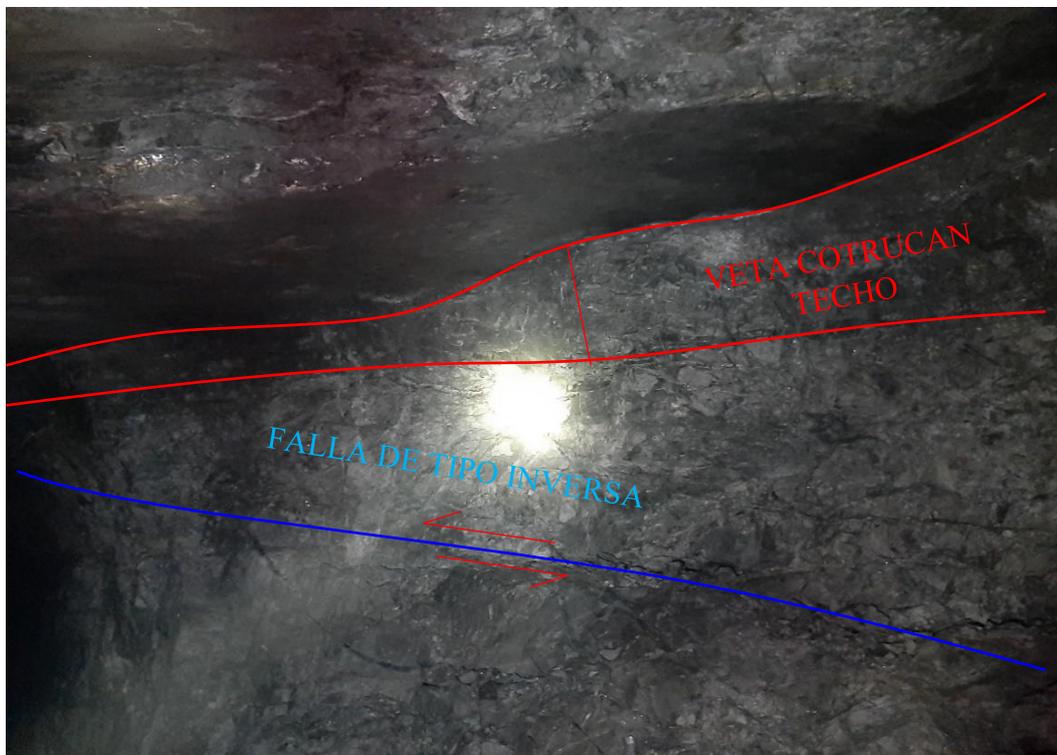


Foto N° 08: Veta Coturcán techo con la caja techo definido que es atravesado por una falla inversa que estrangula a la veta, avance 15m.

La veta Coturcán techo tiene un comportamiento anómalo que principalmente al piso se diluye o presenta alteración propilitica fuerte, esto hacía que bajaba el contenido metálico, paralelamente a ello las fallas inversas desplazan la veta hacia el techo, las fallas de tipo normal son las que estaban rellenas de mineral de mena en mayor proporción. La veta Coturcán techo tiene como indicio y patrón principal el control techo que generalmente esta rellena de una fina capa de calcita de 5 a 10cm de grosor aproximadamente en contraste la veta Coturcán Techo rellena de galena(gn), esfalerita(sf), calcopirita(cpy), cuarzo(qz) con disseminaciones y parches de pirita(py). En algunas partes se observa la disminución de buzamiento hasta 15° que posiblemente sea causa de las fallas y la formación de mantos a profundidad.

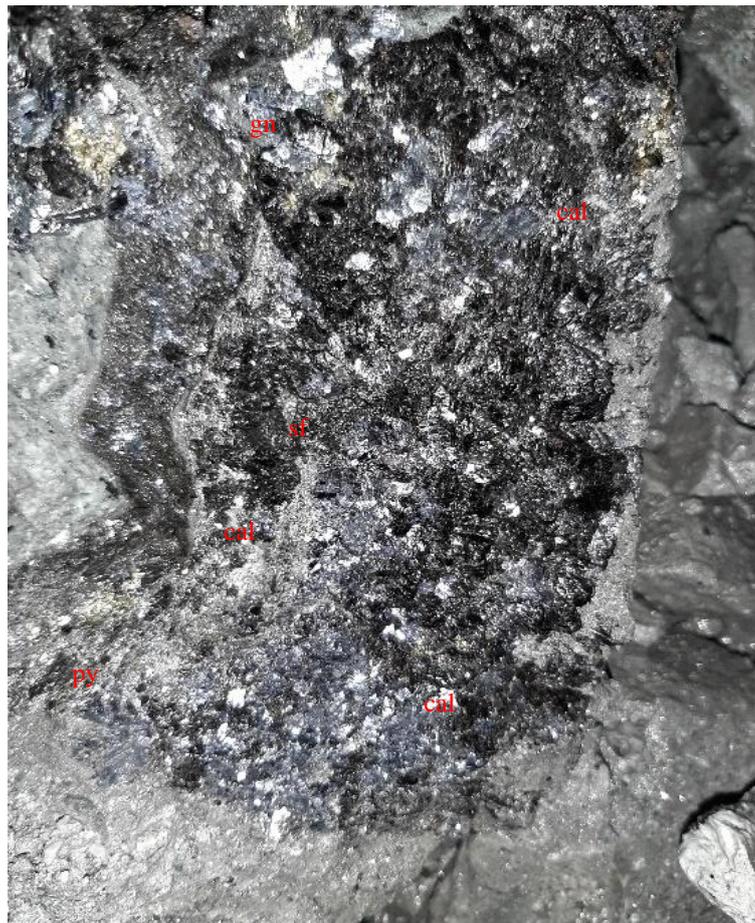


Foto N° 09. Mineralización de galena, esfalerita, marmatita con parches de pirita y calcita (veta Coturcán techo).

Continuando con el avance en galería llegado hasta los 90m se denota y se obtiene un posible patrón el cual sostiene que la veta Coturcán Techo es controlada por fallas inversas principalmente que atraviesan en su totalidad a la estructura mineraliza y fallas normales, esto afecta gran parte de la mineralización generando estrangulamientos o pequeñas bolsonadas en sus laterales por lo tanto definimos la veta Coturcán techo como discontinua y errática que podríamos clasificar en 2 tipos según se tiene como patrón la veta Coturcán: mineralización en veta y Mineralización en cuerpos.

#### **4.1.12.1. Tipo de mineralización de la veta Coturcan Techo**

La mineralización es discontinua y errática; hay 2 tipos principalmente:

- a) Mineralización en veta
- b) Mineralización en clavos mineralizados o pequeños cuerpos

##### **a. Mineralización en vetas**

Los clavos de mineral están restringidos a vetas individuales, algunas veces en formas de columnas como en manto. En las vetas del sistema Coturcán, los clavos de mineral tienen anchos que no sobrepasan los 2.50m, con longitudes entre 40m y 200m, separados por zonas estériles, el mismo comportamiento podemos observar en la veta Coturcán Techo, la gran diferencia es el control estructural que es atravesado por una serie de fallas con dirección Este-Oeste que en principal desplazan a la estructura y son fracturas de relleno emplazados de mineral.

En la veta Coturcán Techo podemos observar cómo se detalla en el plano N° 16 zonas de mineralización continua manteniendo el buzamiento de 30°,

la estructura con una potencia promedio de 1.80m con mayor afluencia de minerales de mena hacia el techo, en el último tramo de la galería 0340 los últimos 35m de corrida se tiene que la estructura mantiene su potencia moderada controlada por una serie de fallas normales e inversas; esta zona es de alto valor económico por su continuidad reflejado en el plano de muestreo N° 17 y 18.

Definiendo el comportamiento de la veta Coturcán Techo se puede verificar que las zonas que tiene mineralización de tipo veta; el valor económico medido y probado mediante análisis químico de minerales(muestreo de canales) y el concentrado metálico definido por el porcentaje de ley obtenido en el muestreo sistemático indica que es de medio a alto el valor económico del mineral llegando en un promedio según el cut off hasta \$55(cincuenta y cinco) por tratarse de mayor concentración masiva de minerales principalmente de galena y esfalerita, estos minerales como bien se ha descrito en el presente trabajo de investigación en su forma cristalización concentran mayor contenido de plata(gn), plomo(gn) y zinc(sf).

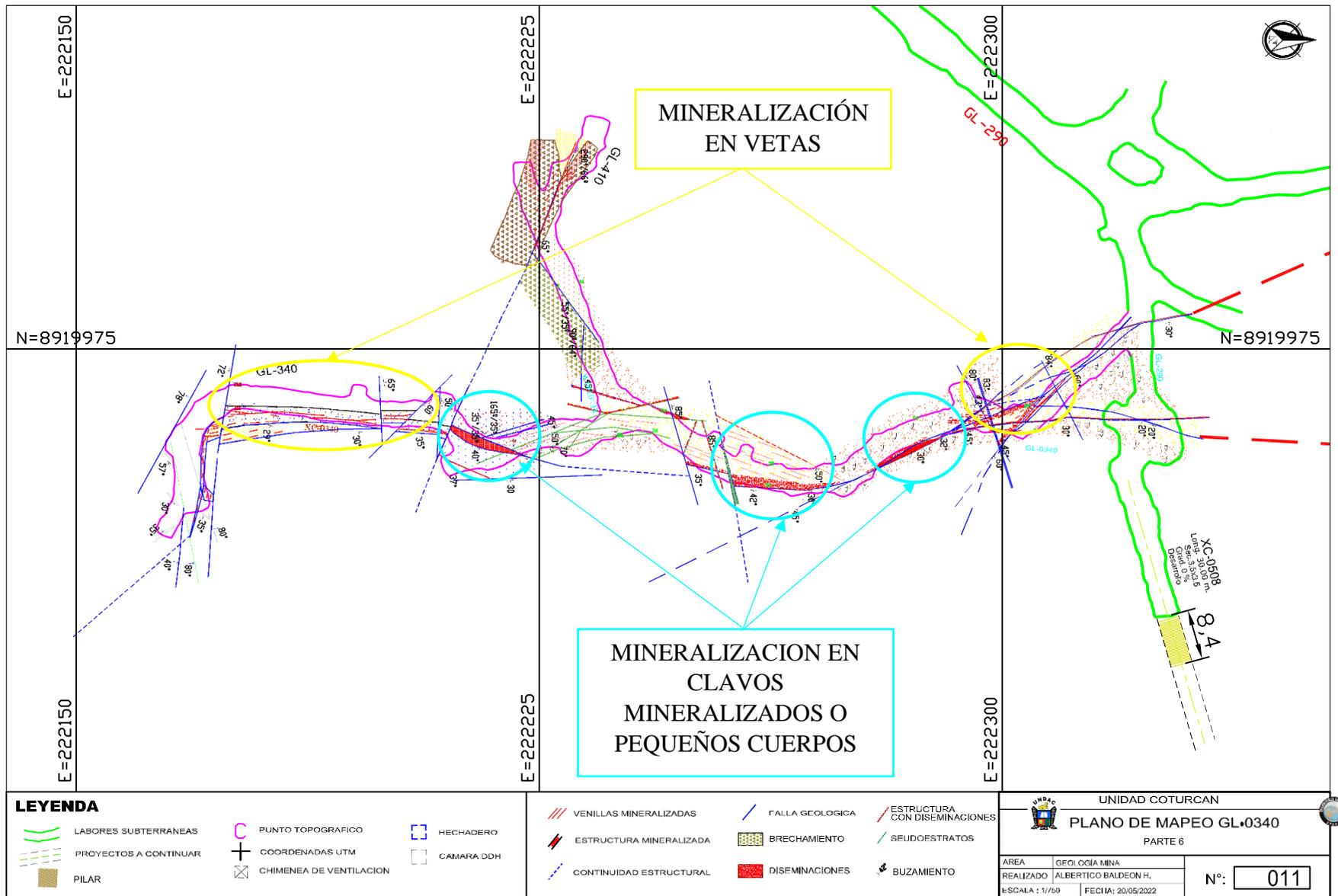
#### **b. Mineralización en clavos mineralizados o pequeños cuerpos**

Estos clavos mineralizados en la veta Coturcán Techo se encuentran principalmente después de fallas normales o zonas que sufrieron un fallamiento o colapso agresivo como se muestra en el plano N°16 según el mapeo geológico de la galería 0340.

Estos clavos de mineralización en algunas partes manteadas que sobrepasan hacia la caja techo o caja piso rompiendo el control que se tiene tienen una

mineralización de media a baja en el valor económico planteado según la minera, se observa menos concentración de Galena y esfalerita y mayor porcentaje de pirita, el clavo mineralizado tiene mayor volumen, pero menor valor económico en cuanto a concentrado, aunque esto no lo hace menos importante para la explotación.

Los clavos encontrados en la exploración de la veta Coturcán Techo a lo largo de la GL-0340 generalmente tiende a mantearse y tener buzamientos de hasta 15°, no se tiene un control principal, pero estos como se tiene de antecedente a la veta Coturcán al encontrarse 2 estructuras principales puede formar grandes cuerpos mineralizados de gran tonelaje y valor económico en profundidad.



PLANO N° 19. Plano de mapeo geológico GL-0340 identificando los tipos de mineralización en vetas y en pequeños clavos mineralizados.

#### **4.1.12.2. Mineralogía en la veta coturcan techo**

La veta Coturcán Techo generalmente tiene una potencia de 1.80m, la mineralización se clasifica en mena y ganga.

##### **Minerales de Mena**

**Galena (Gn)(PbS):** Este mineral conforma la veta Coturcán Techo, tiene características de color gris plomo a claro, raya gris claro, de textura fibrosa en forma de cubos con dureza de 2.5 a 3 según la escala de Mosh y tiene en su composición Plata (Ag) y plomo (Pb) según el muestreo y análisis químico, la galena tiende a ser más claro cuando en su composición tiene Plata (Ag) y algunas partes tienen textura escamosa.

**Esfalerita(sf)(ZnS):** Este mineral conforma la veta Coturcán Techo, tiene características como el color y tonalidad es amarilla acaramelado a marrón, su raya es amarillo claro, es translucido, con dureza de 3.5 a 4 según la escala de mosh y tiene en su composición Zinc (Zn) según el muestreo y análisis químico. Se presenta en formas cubicas distorsionadas.

**Marmatita(Mar)(ZnS):** Este mineral conforma la veta Coturcán Techo, es una variedad de la esfalerita compuesta por Sulfuro de Zinc, pero esta es de color marrón a negro de textura fibrosa, su raya es blanco a amarillo, su dureza de 3 a 3.5 según la escala de Mosh, y tiene en su composición Zinc (Zn) según el muestreo y análisis químico. Se presenta en forma masiva generalmente.

##### **Minerales de Ganga**

Pirita (Py)(FeS<sub>2</sub>): En la veta Coturcán Techo la pirita se muestra generalmente de forma masiva y granular en las zonas de transición mena a ganga, en algunas partes se observa piritización moderado a fuerte de color amarillo latón.

Calcita (Cal)(CaCO<sub>3</sub>): En la veta Coturcán Techo la calcita se presenta en forma de relleno de fracturas, relleno de venillas y zonas acompañado de franjas de calcita dentro de la estructura, también se observa como control de la veta en el techo y atravesando la estructura. Es de color blanco, dureza 3 según escala de mosh. No se tiene una orientación definida de su Rumbo.

Calcopirita (Cpy)(CuFeS<sub>2</sub>): En la veta Coturcán Techo la calcopirita esta generalmente acompañado de la Pirita, se presenta de forma masiva y granular en las zonas de transición mena a ganga, es de color amarillo miel, con dureza de 3.5 a 4 según la escala de mosh.

La arsenopirita es catalogada como contaminante y este mineral hace difícil para la preparación de concentrado, la presencia de arsenopirita delimita las bases y la transición de mena y ganga. No hay mucha influencia de turmalina, podemos encontrarlos en pequeñas cantidades,

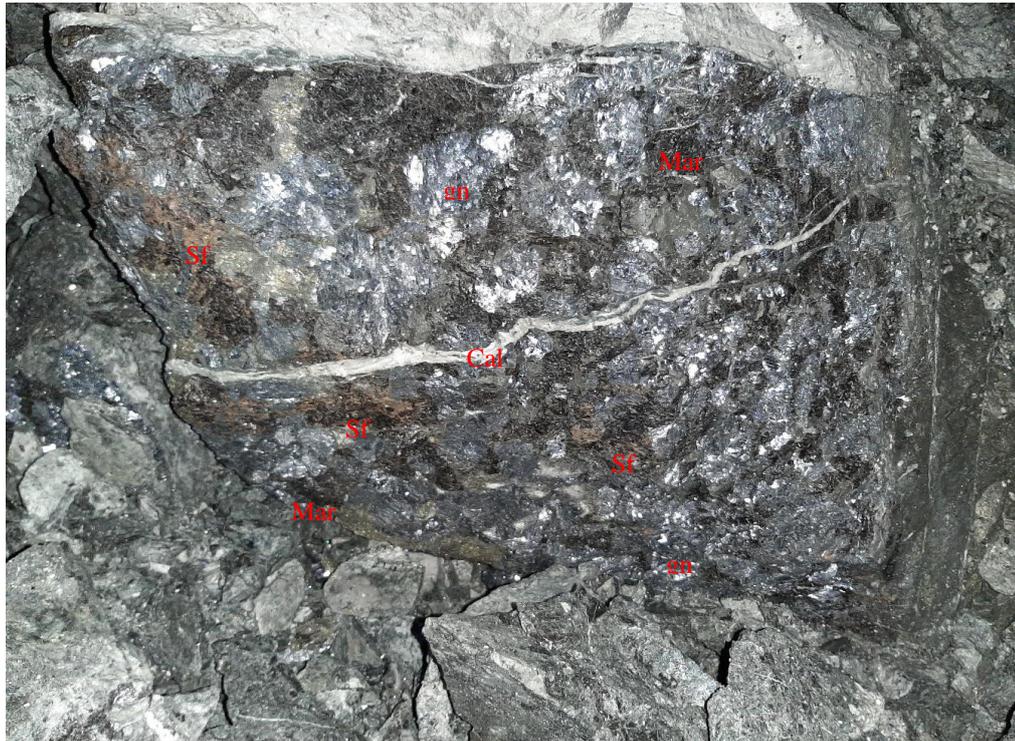


Foto N° 10. Mineralización de la veta Coturcán Techo.

#### 4.1.13. Controles de mineralización de la veta coturcan techo

##### 4.1.13.1. Control litológico

La veta Coturcán Techo en toda su extensión tiene como roca caja predominante a las andesíticas silicificadas y con alteración propilitica pertenecientes al stock Hércules del grupo Calipuy, como bien se mencionó en los puntos anteriores la mineralización es discontinua y errática esto es debido a que la influencia de la litología en la mineralización de la veta Coturcán Techo tiene gran importancia principalmente los siguientes controles:

- Definitivamente la roca caja andesita es favorable para la mineralización de la veta Coturcán Techo debido a que al ser un depósito de tipo hidrotermal en vetas se formaron pequeños cuerpos en las intersecciones o clavos mineralizantes dependiendo del ambiente y

la roca huésped con la que el fluido ha interactuado durante su precipitación.

- Con ello el control litológico de la veta Coturcán Techo son las rocas andesíticas de grano fino con menor alteración propilitica, menor presencia de biotita y acompañado de plagioclasas.
- Las zonas de menor alteración y silicificación se puede observar la migración de fluidos mediante fracturas y fallas a pequeños venilleos de mineral formando zonas de colapso o un conjunto de vetillas que son favorables para la explotación.
- Las zonas con alta silicificación y con alteración propilitica demarcada se observa que las cajas techo y piso son definidos y el control de la veta principalmente es el techo con la franja ya reconocida de calcita.

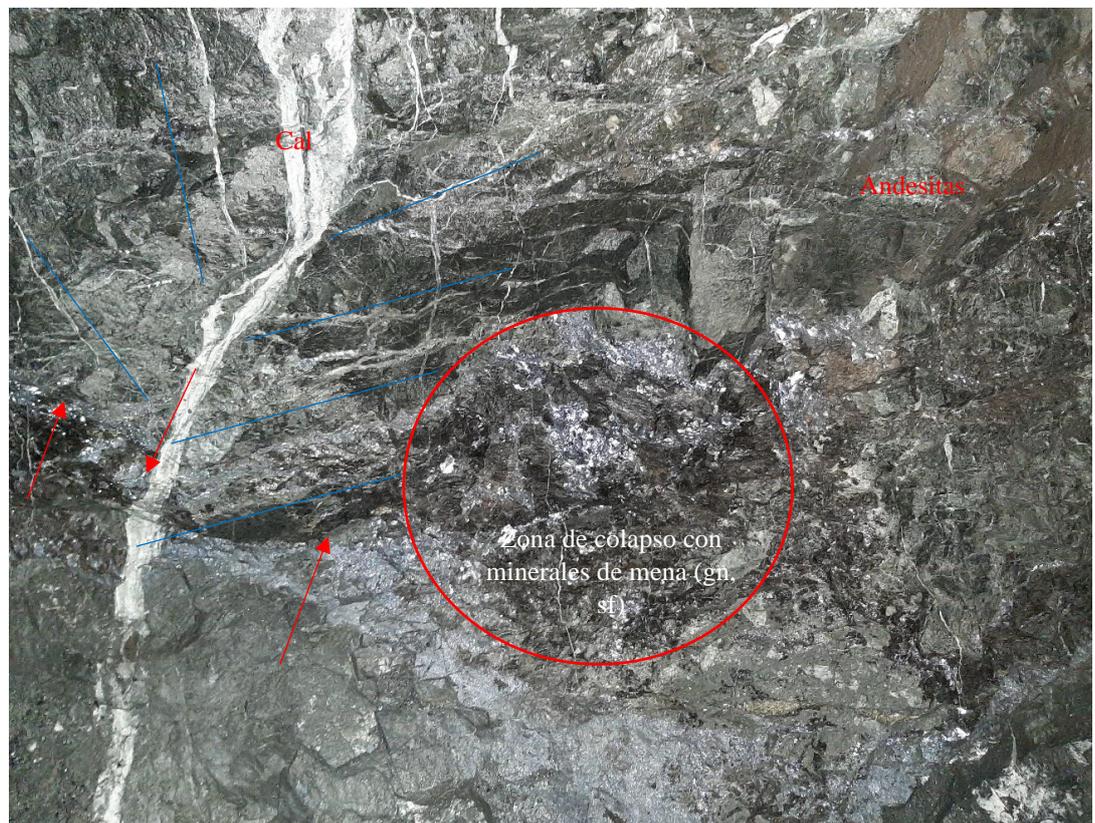


Foto N°11. Veta Coturcán Techo en una zona de colapso con venillas de calcita y mineralización al centro de las tensionales

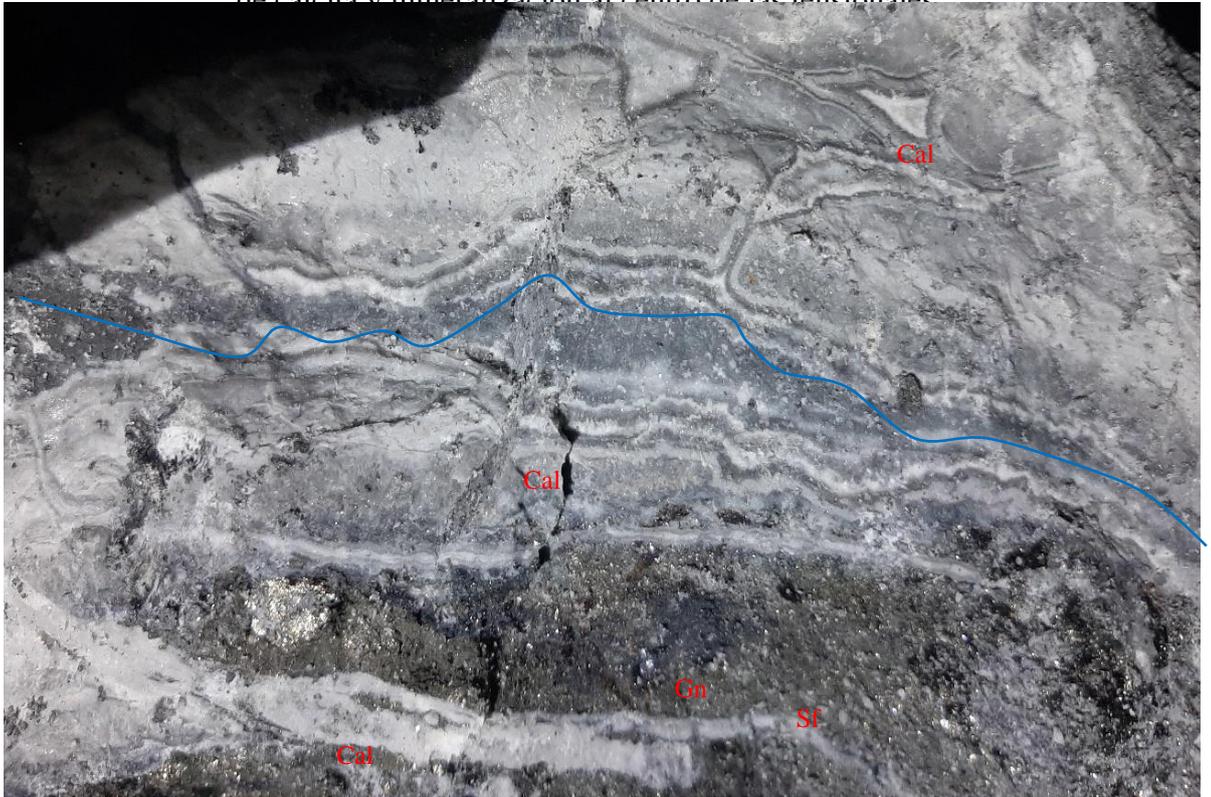


Foto N°12. Veta Coturcán Techo con control de calcita al techo de textura bandeada mineralizada al piso.

#### 4.1.13.2. Comportamiento estructural

Entender los controles estructurales de la veta Coturcán Techo es fundamental para la comprensión de los emplazamientos de fluidos mineralizantes, pues estas estructuras geológicas desarrollaron un papel fundamental como canales en el transporte y precipitación de minerales.

El comportamiento estructural de la veta Coturcán Techo tiene orientación principal de Este-Oeste principalmente, este fracturamiento está

en su mayoría de forma perpendicular cortando o desplazando a la veta como se muestra en el plano N° 20.

Las fracturas generalmente están rellenas de calcita, en algunas partes con disseminaciones de pirita, tienen una orientación de Este-Oeste generalmente, aunque se observa la formación de tensionales entre 2 fracturas que son indicios principales para entender el movimiento que realizó la estructura.

Has ciertas fracturas que tienen rumbo similar a la veta Coturcán Techo, estos no tienen mayor relevancia ya que en lo general no modifican y tampoco cambian el comportamiento de la veta, estas son tensionales generados posterior a la precipitación de minerales

#### **4.1.13.3. Control estructural de la veta coturcan techo**

Definitivamente el control estructural es el factor fundamental para la formación de la veta Coturcán Techo, analizando las secciones geológicas realizadas (ver secciones Geológica N°101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108) y el plano estructural en planta según el mapeo geológico (ver plano N° 20), estas estructuras están asociadas a fallas transversales del sistema Hércules y Coturcán que tiene el sistema con rumbo Este-Oeste.

La veta Coturcán Techo como bien se muestra en el mapeo geológico es controlado por una serie de fallas que condicionan a la mineralización según el tipo de falla:

#### **Fallas de tipo normal**

Estas fallas de tipo normal con rumbo aproximado de N70°W y de buzamientos entre 20° a 60° NE son muy favorables para la mineralización

ya que en su mayoría las fallas analizadas de este tipo están rellenas de minerales de mena como galena, esfalerita, marmatita y siempre acompañados de minerales de ganga como calcita, pirita, calcopirita generalmente.

### **Fallas de tipo inversa**

Las fallas de tipo normal son generalmente los que desplazan a la veta Coturcán Techo, estas fallas son las que estrangulan y delimitan la mineralización, la mayoría de fallas inversas analizadas tienen rasgos estructurales como estrías, tensionales de calcita y estrangulamiento demarcado de mineralización hasta el punto de llevarlo a los 10 cm.

Cabe mencionar que este análisis de la veta Coturcán Techo realizado en la galería 0340 es diferente al comportamiento de la veta Coturcán, porque la veta Coturcán difícilmente se estrangula hasta las potencias que muestra la veta Coturcán Techo.

Relacionando de manera general los contactos de la Dacita Hércules con los Volcánicos Hércules o el Pórfido Tarugo son favorables para la mineralización de las vetas en Coturcán Techo. Las fallas transversales son favorables como la Falla Hércules es un control importante para el proceso de mineralización en Coturcán el cual forma tensionales que a la vez rellenan y precipitaron las vetas. Uniones, ramales, proximidad de veta son favorables como en las vetas Coturcán.

Para poder hacernos una idea se muestra a continuación un gráfico en la figura N° 13 en el cual podemos observar el control de mineralización mediante las fallas que atravesaron a la estructura el cual controlan la

mineralización y los cambios de la estructura que al contraponer con el plano de análisis estructural según el mapeo de la GL-0340 observamos un comportamiento parecido.

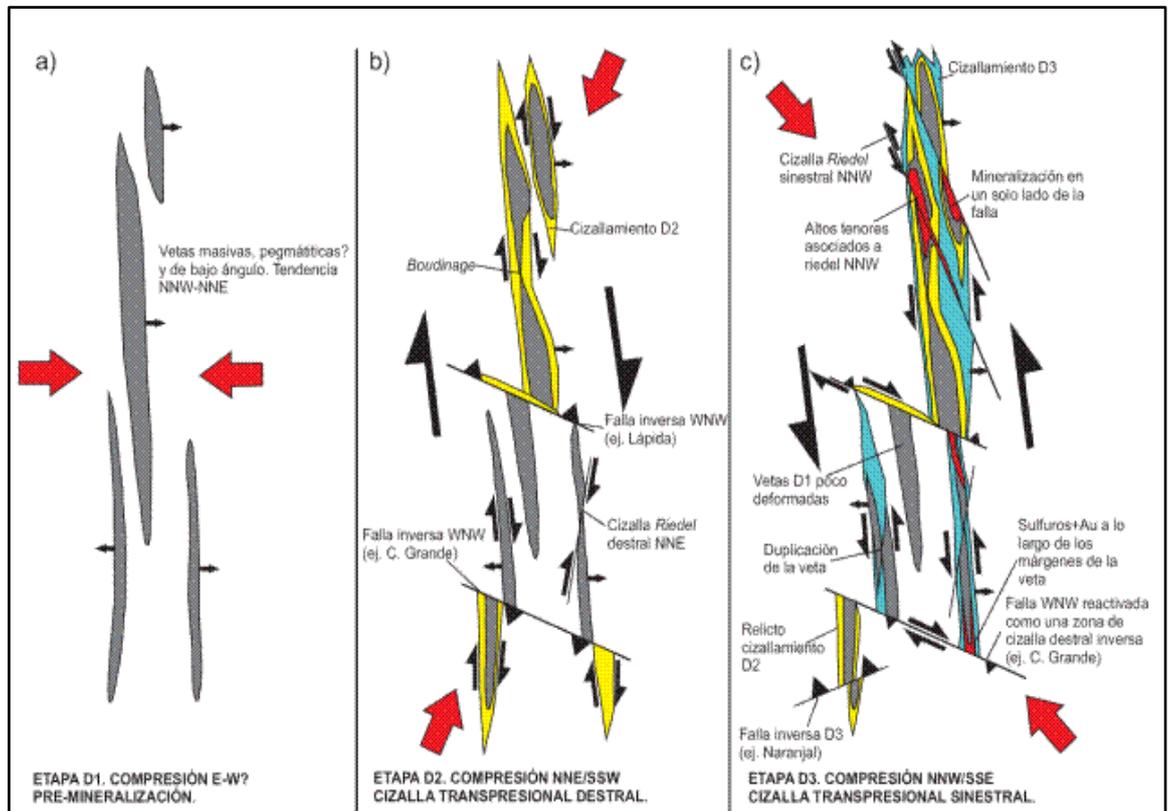
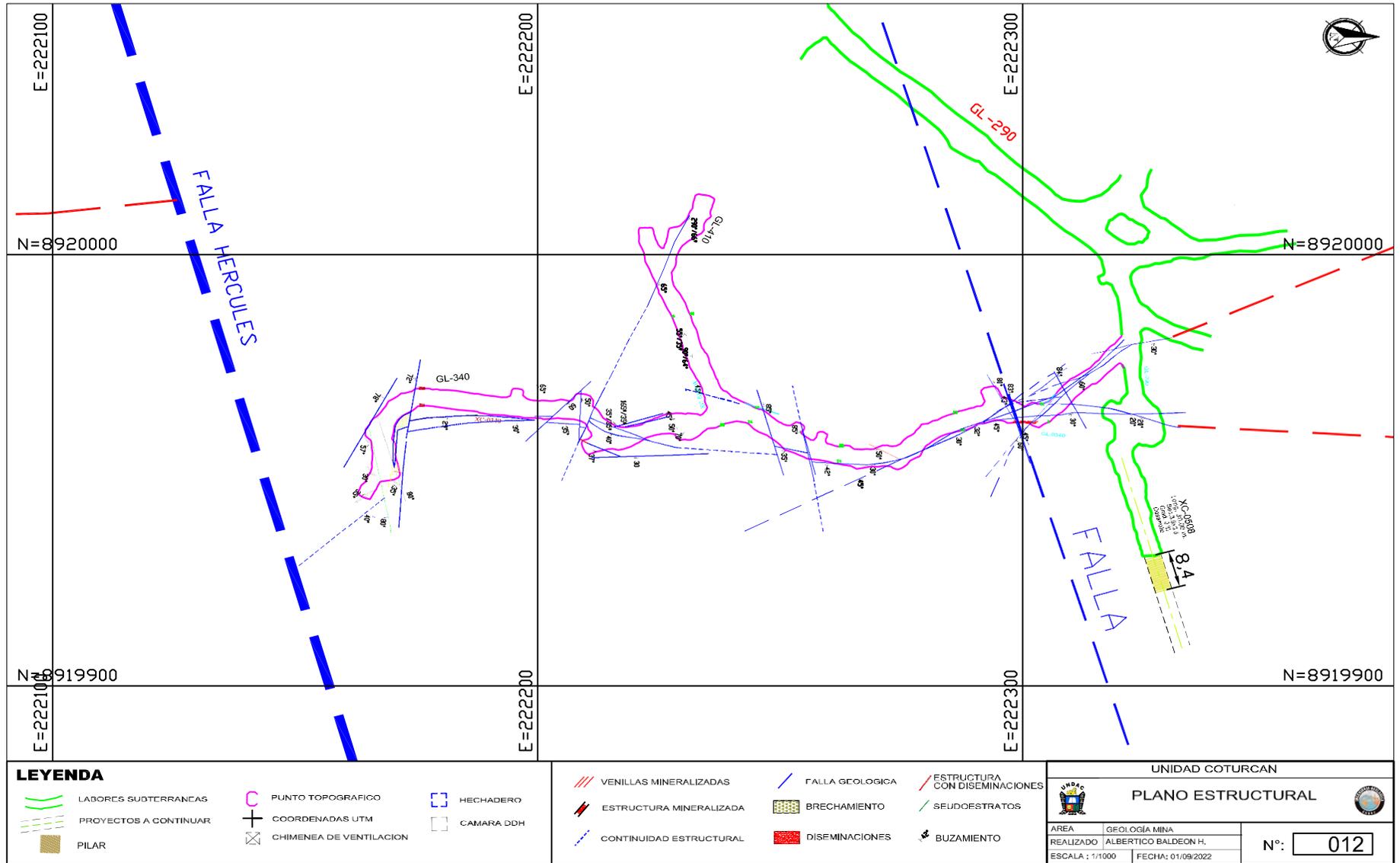


Figura N° 13. Esquema del modelo estructural presentando los eventos de deformación que afectaron y controlaron la mineralización de la veta Coturcán Techo. Tomado y modificado de Starling (2015). Representa un parecido al comportamiento estructural de la veta Coturcán Techo



PLANO N° 20. Plano de mapeo estructural que controlan a la veta Coturcán Techo.

#### **4.1.14. Continuidad de la longitud de la veta coturcan techo**

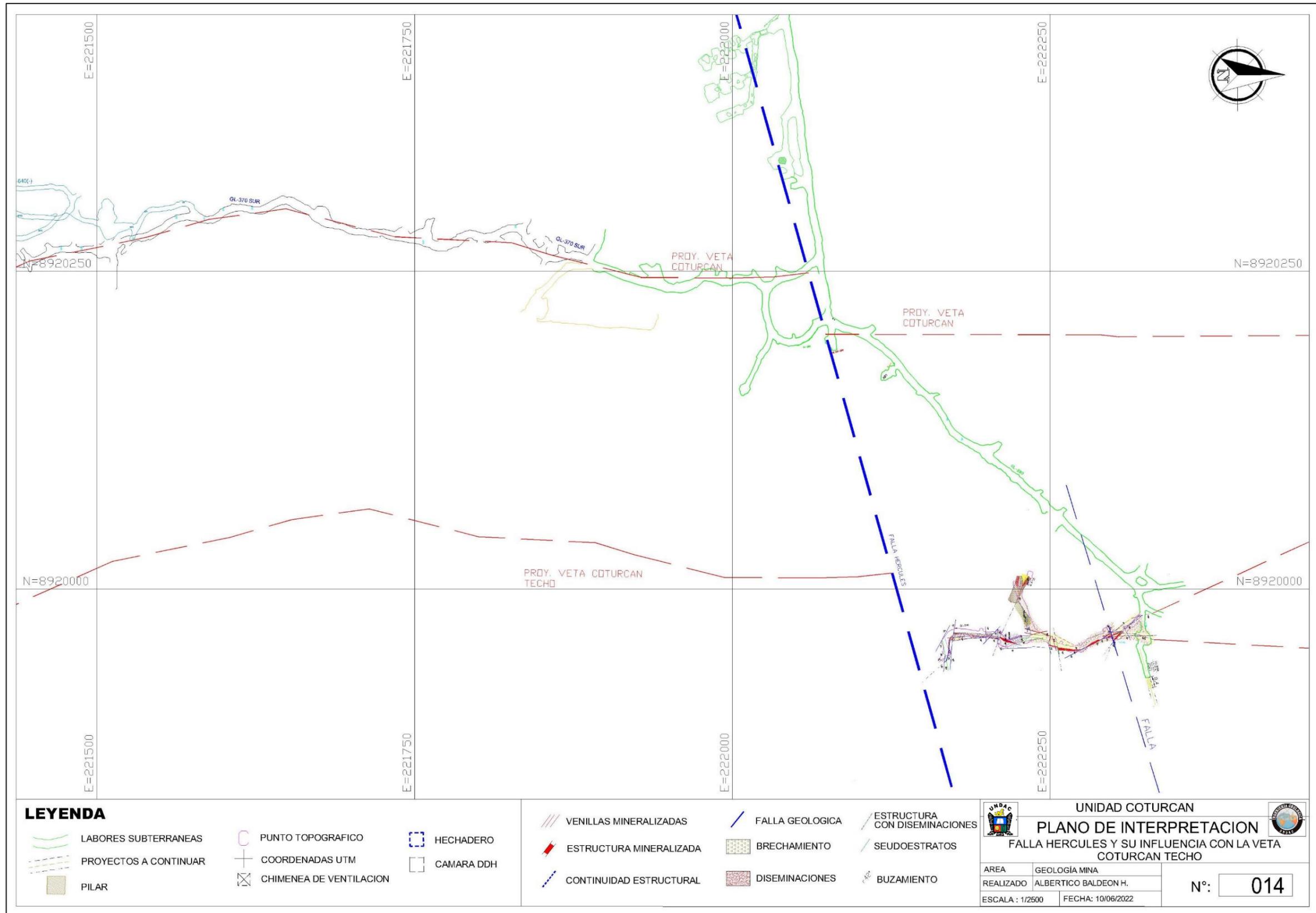
Como bien se muestra en el plano N°20 de control estructural y el plano N°16 de mapeo geológico en la GL-0340 se observa que tanto al norte como al sur la veta tiene estrangulamiento.

Al norte desde donde se inició la exploración y delimitación de la veta Coturcán Techo se tiene un comportamiento estructural mínimo y en el frente se observa una veta reducida de potencia de entre 10 y 15 cm, para continuar con la exploración en esta parte se debe realizar programas de perforación con sondajes diamantinos y verificar la continuidad, aunque la mineralización y los controles estructurales y litológicos no indican buenos indicios porque la roca caja andesita es más silicificada y propone presencia de brechas; se debe realizar el estudio para corroborar la continuidad en este punto.

Al sur se tiene ya una exploración de 165m como se muestra en el plano N°16 de mapeo geológico en la galería 0340, pero llegando a esta longitud podemos observar es estrangulamiento de la veta a pequeños ramales de calcita que se dispersan al este y oeste. La veta Coturcán Techo pareciera que ya no tiene continuidad en este punto, es por ello que se realizó secciones geológicas transversales para entender el comportamiento litológico y estructural de la veta Coturcán Techo en profundidad y altura.

También se revisó trabajos anteriores de la mina y la principal estructura la falla de tipo Regional Hércules que es de tipo de falla inversa que viene proyectándose desde la Mina Hércules pasando hasta la mina Coturcán el cual se proyecta en el plano estructural N°20 y nos muestra que es posible que esta falla haya desplazado a la veta Coturcán Techo hacia el techo o más hacia el Oeste según

la interpretación del plano N°22(Sección transversal 101). Las características estructurales cumplen un rol fundamental para verificar la continuidad de la veta Coturcán Techo es por ello que las secciones geológicas realizadas muestran que la continuidad de la estructura es factible.



PLANO N° 21. Proyectos de sondaje diamantino interceptando la veta Coturcán Techo y la proyección de la falla Hércules

Para verificar la continuidad de la veta Coturcán Techo es necesario analizar las características litológicas y sobre todo estructurales ya mostrados en el presente trabajo de investigación tales como la roca caja andesítica de composición y alteración, también el control estructural siguiendo el patrón de las fallas de tipo inversa que desplazan o estrangulan la veta y las fallas de tipo normal que son buenos indicios para la mineralización.

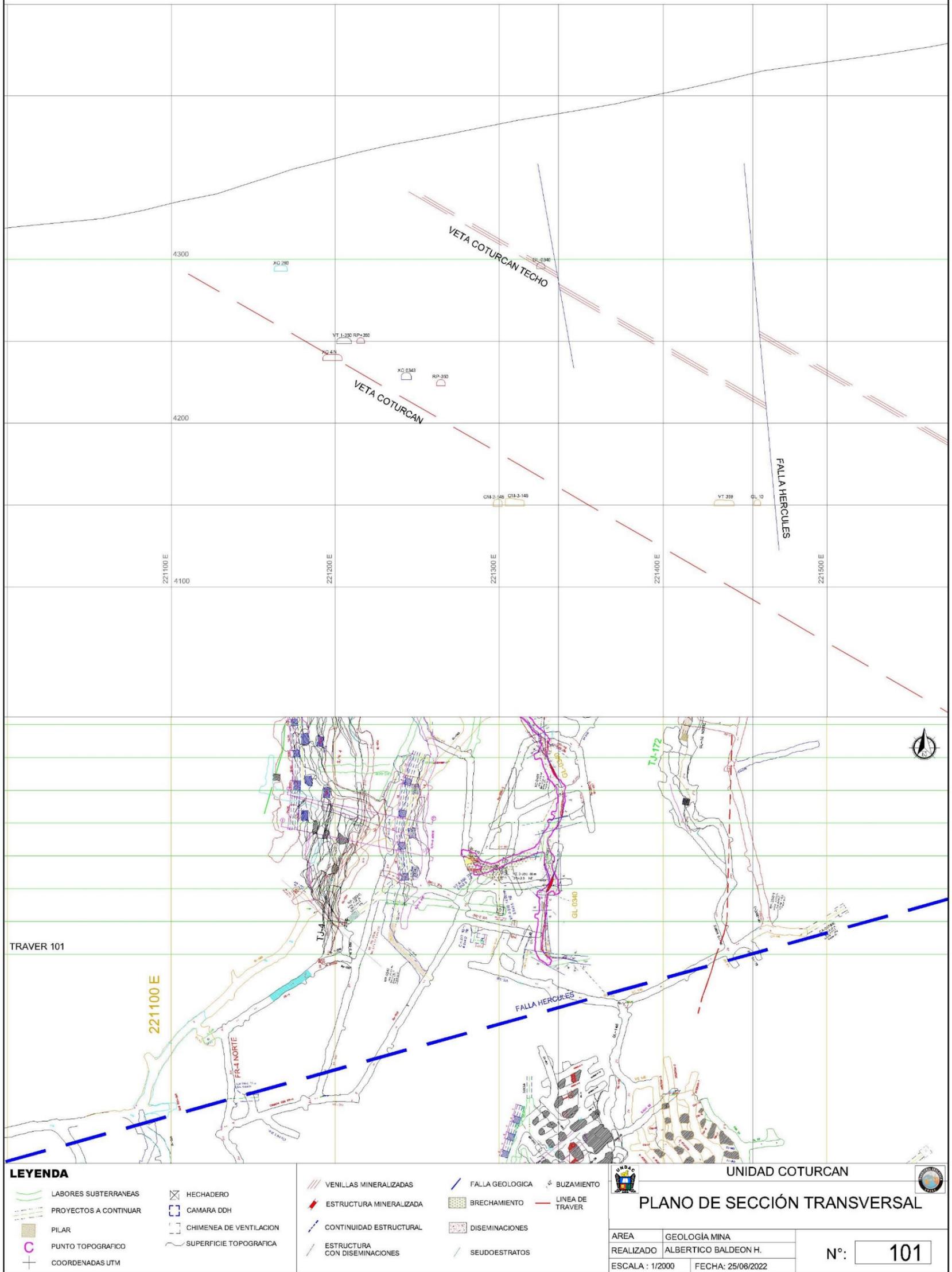
En el plano N° 21 podemos observar la interpretación al sur de la veta Coturcán Techo posterior a la falla Hércules, es claro que la veta Coturcán Techo continua su extensión al sur debido a que se tiene antecedentes de haber explotado toda esa zona la veta Coturcán, esta zona en mención tiene características similares a la zona de Coturcán Techo es por ello la probabilidad es muy alta para la continuación.

Según se observa en el plano N° 21 en los 165m de exploración de la GL-0340 esto es solo apenas una pequeña parte de la extensión probable de la veta Coturcán Techo que se extiende hacia el Sur se tiene más de 1km probable de veta hasta llegar al cuerpo Tarugo.

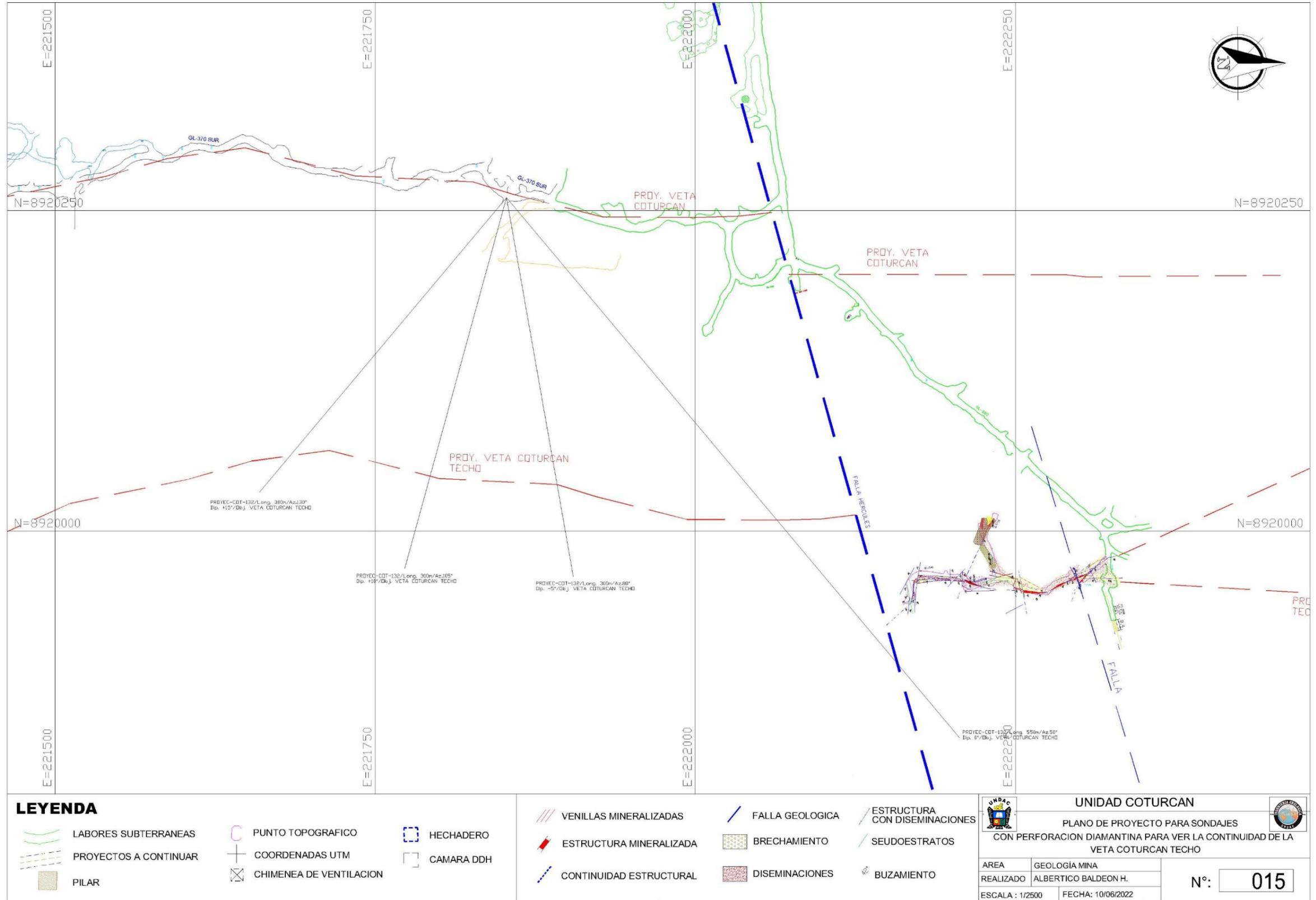
Para poder verificar de manera más eficiente y contundente es necesario realizar programas de sondeos de perforación diamantina, mediante este método es más rápido y certero la verificación muy aparte de que sea costoso, la minera puede costearlo sin ningún problema. La perforación diamantina se debe realizar en la zona más probable y factible para la continuidad el cual debe ser al sur de la veta, para ellos el presente trabajo de investigación plantea realizar 4 sondeos de perforación diamantina que pretende verificar con taladros exploratorios la veracidad de esta hipótesis sustentada por el presente trabajo de investigación.

# SECCIÓN GEOLOGICA 101

## VISTA AL NORTE



PLANO N° 22. Sección geológica transversal de la veta Coturcán Techo y el posible desplazamiento que afecta la Falla Hércules.



PLANO N° 23. Proyectos de sondaje diamantino interceptando la veta Coturcán Techo y la proyección de la falla Hércules

#### **4.1.15. Cambios litológicos y estructurales en profundidad**

La variación de los cambios litológicos en profundidad de la veta Coturcán Techo definitivamente puede variar o continuar con el mismo criterio dependiendo de la roca y el ambiente de formación, analizando las secciones geológicas realizadas (Ver sección geológica 102 al 108) el control litológico y sobre todo el estructural definen la continuidad y la proximidad.

Se tiene como evidencia la veta Coturcán ya explorada y explotada hasta el frontón N° 11 según plano N° 05 alcanza una profundidad de 550m desde la GL-0340 aproximadamente, según se muestra en la litología de la veta Coturcán no muestra cambios muy distantes de la litología desde el frontón 01 al 11 entonces tomando este mismo principio se puede predecir que la veta Coturcán Techo en profundidad es continuo. Para verificar la veracidad de estos planteamientos se tiene que realizar proyectos de exploración principalmente con sondajes de perforación Diamantina, de igual manera la exploración se debe realizar también al Norte y al sur.

Según como se muestra en el avance de la Galería 0340 las uniones verticales son limitadas por la profundización continua de la veta Coturcán Techo debido a las grandes fallas que lo atraviesan, como bien se demostró en el presente trabajo de investigación la veta Coturcán Techo se encuentra a 110m aproximadamente de la veta Coturcán, esto no implica que siempre pueda encontrarse a esta distancia, las fallas y fracturas juegan un papel importante en el desplazamiento y ubicación de la veta

Coturcán Techo debido a que en la mina Coturcán hay fallas longitudinales y transversales de gran importancia que se tendría que analizar, cruzar la información

y planos obtenidos para realizar un estudio general de la veta Coturcán Techo sobre toda la mina explorada.

#### **4.1.15.1. Profundización de la mineralización**

La relación de la mineralización de la veta Coturcán Techo con el centro volcánico Hércules o Tarugo y la gran longitud de los afloramientos favorece la continuidad y profundización de la veta Coturcán Techo, al menos persistan el tipo de roca relacionado al centro volcánico. Teniendo como referencia los niveles más profundos con mineralización conocida son: El Triunfo (3990), Juana de Arco (3800) en Collaracra; el Frontón 2 Sur (4020) en Hércules se podría realizar una interpretación descriptiva que indica que las formaciones de veta en esta zona tienen relación directa con el centro volcánico.

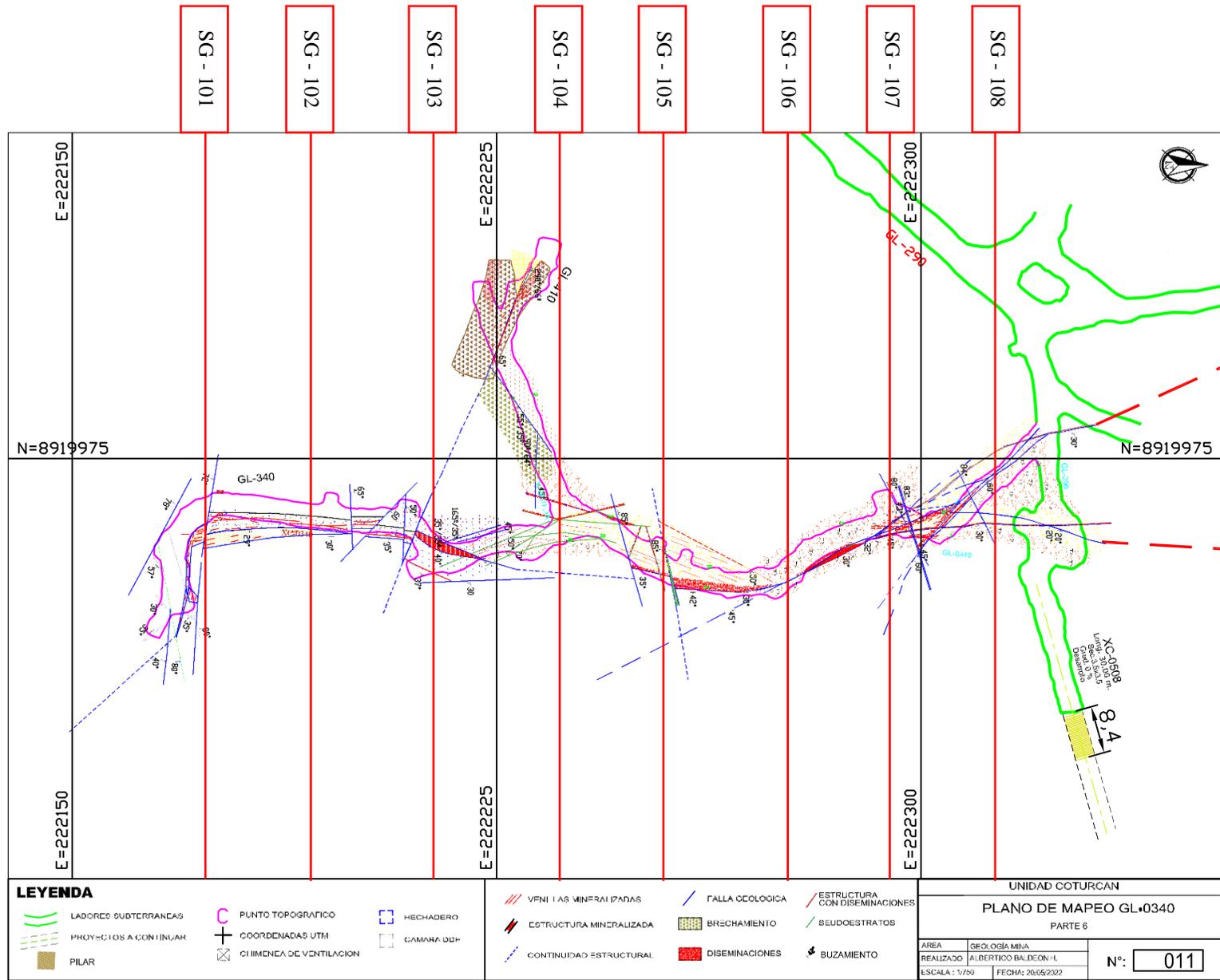
La mineralización polimetálica presenta alternancias en el incremento de plata, plomo y zinc, dentro de la mina Coturcán y estructuras cercanas no ay indicios de un agotamiento mineralógico en profundidad y de forma rápida, más bien hay buenos indicios para encontrar una zona argentífera por debajo de la polimetálica, con lo cual las posibilidades de persistencia de la mineralización en profundidad son buenas.

ESTRUCTURA 1	ESTRUCTURA 2	DISTANCIA	Referencia
Veta Coturcán Techo	Cuerpo tarugo	1630 ml	Medido en metros lineales en plano en planta a la misma cota
Veta Coturcán Techo	Veta Coturcán (FR-11)	550 ml	Medido en metros verticales según sección geológica

Tabla N° 02. Relación de distancias en relación de profundidad y alcance probable de la Veta Coturcán Techo.

#### **4.1.16. Secciones geológicas**

Se Realizo secciones geológicas con Travers dirección E-W con vista hacia el N. Estas secciones tienen como finalidad principal entender el movimiento y comportamiento estructural de la veta y su interacción con las fallas.



PLANO N° 24. Plano en planta con líneas de Travers de secciones Geológicas. Azimut (Az)=270° con vista al Norte.

## 4.2. Discusión de resultados

Según el análisis macroscópico de observa roca encajonante son rocas andesíticas compuestas por venillas de calcita, plagioclasas, biotita, hornblenda acompañada de alteración propilitica, según se puede verificar en los planos la roca caja es similar en toda la extensión según el mapeo geológico del plano N° 16, analizando la extensión de la mina Coturcán la litología puede cambiar en su extensión y esto puede generar el empobrecimiento de la estructura en algunas partes.

La mineralización está controlada en gran parte por las fallas de tipo normal e inversa que son los que ayudaron a la precipitación y al desplazamiento de la veta respectivamente, según la el principio de geología estructural esto puede invertirse en profundidad o longitud dependiendo del tipo de fracturamiento local o regional que pueda mostrar al explorar otras zonas de la veta Coturcán Techo.

El presente trabajo de investigación muestra a la falla Hércules como una de las estructuras principales de gran longitud que podría estar controlando la mineralización y el desplazamiento de la veta Coturcán Techo, la falla hércules descubierta en la mina Hércules perteneciente a la compañía Lincuna según sus estudios cambia constantemente de buzamiento al a lo largo de su extensión( $Bz=80^\circ$ ) según su estudio esta falla atraviesa la mina Hércules que se encuentra en cota 1200m más abajo de veta Coturcán Techo, y así se identifican varias fallas de gran envergadura como la falla Collaracra dentro de la mina Coturcán que posiblemente tengan influencia en el la veta Coturcán Techo.

## CONCLUSIONES

1. La influencia del comportamiento litológico en la mineralización de la veta Coturcán Techo se verifico mediante el mapeo geológico, análisis macroscópico de muestras y muestreo geoquímico de minerales en la galería 0340, en toda su extensión tiene como roca caja predominante a las andesíticas silicificadas y con alteración propilitica pertenecientes al stock Hércules del grupo Calipuy; de igual manera se verifico que la mineralización es discontinua y errática debido a los controles y es un depósito de tipo hidrotermal en vetas que formaron pequeños cuerpos en las intersecciones o clavos mineralizados como se muestra en el plano de mapeo geológico N° 16, según los planos de muestreo geoquímico N° 17 y N° 18 los valores reflejados de Ag mayor a 10gr/oz\_tn, pb mayor a 8%\_tn y Zinc(Zn) mayor a 4%\_tn los cuales nos indican que el fluido mineralizante fue de buen concentrado y esto debido al ambiente y la roca huésped andesita de grano fino con la que el fluido ha interactuado durante la precipitación se pudo formar la Coturcán Techo teniendo en cuenta que el control litológico principal son las rocas andesíticas de grano fino con menor alteración propilitica, menor presencia de biotita y acompañado de plagioclasas por lo tanto en las zonas de menor alteración y silicificacion se puede observar la migración de fluidos mediante fracturas y fallas a pequeños venilleos de mineral formando zonas de colapso en cambio las zonas con alta silicificacion y con alteración propilitica demarcada se observa que las cajas techo y piso son definidos y no hay migración de fluidos por eso es definido la veta en estos puntos.

2. La influencia del comportamiento estructural en la mineralización de la veta Coturcán Techo determinada en el presente trabajo de investigación mediante mapeo geológico, análisis macroscópico de estructuras (fallas y fracturas), secciones geológicas transversales y muestreo geoquímico de minerales en la galería 0340 demuestran que las fallas controlan la mineralización de acuerdo a su movimiento y que principalmente las fallas de tipo normal son los que se rellenaron de mineralización; el posible origen de mineralización se comprende en el mismo principio de la mineralización de la veta principal Coturcán que es por reemplazamiento a partir de relleno de fracturas en volcánicos e intrusivos debido a un fracturamiento. La veta Coturcán Techo no es uniforme en toda su extensión como se muestra en el plano estructural geológico N°16 esto debido a los cambios bruscos que ha sufrido durante su formación, las fallas de tipo inversa son los que estrangulan a la estructura, disminuyen su potencia y empobrecen la mineralización. A los 165m de avance de labor podemos ver la proyección de la falla Hércules según el plano N° 20 el cual genera un movimiento posiblemente de tipo inversa el cual hace que la veta Coturcán Techo se estrangule a 5 cm de potencia y hasta ramalearlo formando estrías de movimiento distensivo, por ende, se comprueba mediante toda la información mostrada en el presente trabajo de investigación que las características estructurales controlan la mineralización en la veta Coturcán Techo.
  
3. Las características litológicas y estructurales predicen la continuidad de la veta Coturcán Techo demostrada en el presente trabajo de investigación mediante mapeo geológico, análisis macroscópico de estructuras (fallas y fracturas), secciones geológicas transversales y muestreo geoquímico de minerales en la

galería 0340, los 165m explorados y explotados en la galería 0340 demuestra que la veta Coturcán Techo no es uniforme en toda su extensión según el mapeo geológico en el plano N°16, tanto las características litológicas como estructurales principalmente la roca caja andesítica de grano fino en mínima alteración, las fallas de tipo inversas que desplazan a la veta, las fallas de tipo normal que son el tipo de movimiento principal causante de la mineralización según los planos geológicos y estructural N°16, 17 y 18 respectivamente indican que teniendo como patrón estos rasgos podemos predecir la continuidad de la veta Coturcán Techo tanto al Norte como al Sur y en profundidad.

## RECOMENDACIONES

1. Los proyectos DDH presentados en el plano N°23 es imprescindible realizarlos para poder determinar la extensión la influencia y magnitud de la veta teniendo en cuenta el comportamiento litológico y estructural por ser uniforme en toda la extensión el cual sirve como antecedente y un patrón analógico que puede ser estudiado y medido.
2. Es importante revisar la información de estructuras principales que tiene la mina Coturcán, realizando un análisis y cruce de datos se podrá interpretar de manera correcta la secuencia y continuidad de la veta a gran escala.
3. Se recomienda realizar exploraciones al piso y al techo de la veta principal Coturcán para ver posibles ramales y vetas paralelas que puedan estar mineralizados.
4. Realizar secciones transversales y longitudinales con el mapeo superficial de la toda el área de influencia para poder proyectar vetas en niveles más profundos.
5. Realizar muestreo sistemático en todas las labores de avance y frente con precisión máxima.
6. Identificar las posibles fallas y fracturas que se encuentran atravesando y cortando la veta, realizar un análisis interpretativo estructural más detallado para poder entender el control principal y movimientos para un mejor entendimiento del comportamiento de la veta Coturcán Techo.
7. Realizar estudios petrográficos y microscópicos para entender el origen de mineralización de la veta Coturcán Techo y concluir si es un ramal anexado a la veta Coturcán o sus orígenes son desde la matriz de precipitación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar Bardales, L., & Izquierdo Linares, L. A. (2017). Caracterización de la mineralogía en la veta murciélago para determinar el método de explotación en la Mina Paredones, provincia de San Pablo, región Cajamarca.

Anaya Tamariz, P. A. (2019). Evaluación de costos operativos por procesos en la u.e.a. Huancapeti de la compañía minera Lincuna S.A. – año 2018.

Arango Taype Felix, (2015), Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia minera Huancapeti S.A.C, Universidad Nacional de Huancavelica.

Carbajal Zevallos y Raúl De la Cruz Barreto, Raul Natividad Leon, Javier Pucutay Leon. John (2010), INFORME TECNICO CIA. MINERA LINCUNA, UNASAM.

Cesar Jose Buendia Meza, (2021), Implementación del método de explotación corte y relleno ascendente en vetas angostas en el tajo Carmelita de la Mina Toctopata – Andahuaylas, UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Cia Minera Lincuna, (2018), Control de actividades minera, “UNIVERSIDAD SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”.

Cobbing, E.J.; Sánchez, A.; Martínez, W. & Zárate, H. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca.

Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 76, 297 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/199>.

Comun Rosas, Heberzon Rudolph Hanz, (2018), La influencia del método corte y relleno ascendente con taladros largos en la producción de la Mina Animón – Volcan, Universidad Nacional del Centro del Peru.

Espinoza Malpartida, H. (2011). Mejoramiento de costo en transporte de mineral en CIA. Minera Poderosa S.A.

Gómez Roca, J. R. (2017). “Reducción de costos de explotación mediante la mejora de los parámetros de perforación y voladura en la mina Huancapeti.”.

Huanca Ccalachua, C. D. (2022). “Mapeo geologico-estructural y validacion de datos geoquimicos en mina El Baron” Huarochiri Lima.

Huanuqueño Borja, J. E. (2019). Aplicación de taladros largos en la mina Coturcan - Compañía Minera Lincuna.

Instituto geografico y geologico de Catalunya. (2010). Cortes Geologicos. Obtenido de pagina libre: <https://www.icgc.cat/es/Ciudadano/Explora-Cataluna/Atlas/Atlas-geologico-de-Cataluna/Los-cortes-geologicos>

Instituto geografico y geologico de Catalunya. (2010). Mapas Geologicos. Obtenido de pagina libre: <https://www.icgc.cat/es/Ciudadano/Explora-Cataluna/Atlas/Atlas-geologico-de-Cataluna/Elementos-de-los-mapas-geologicos>.

Jorge Acosta, Raymond Rivera, Michael Valencia, Humberto Chirif, Dina Huanacuni, Italo Rodríguez, Eder Villarreal, Deysi Paico y Alexander Santisteban, (2020), Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (INGEMMET)

Jorge Castilla Gómez, Juan Herrera Herbert. (Madrid, 2012). EL PROCESO DE EXPLORACIÓN MINERA MEDIANTE SONDEOS. Universidad Politecnica de Madrid.

José Luis Moran Concha, (2017), Informe geológico de Yacimiento minero de Cía. minera Lincuna.

Luis Ayala. (2016). Explorock Soluciones Geológicas. Metodología de trabajo para un mapeo geológico adecuado. Obtenido de página oficial de Explorock: <https://www.explorock.com/metodologia-de-trabajo-mapeo-geologico/>

Mineria Chilena. (6 de abril de 2015). Perforación y sondaje: Avanzar más metros con los mismos costos. Obtenido de pagina libre: <https://www.mch.cl/informes-tecnicos/perforacion-y-sondaje-avanzar-mas-metros-con-los-mismos-costos/>

Morales Malca, M. G. (2021). Caracterización mineralógica de la veta Milagros para la planificación del tratamiento metalúrgico de la mineralización, prospecto Granada - La Libertad 2021.

Quispe Saez, J. W. (2020). Caracterización Mineragráfica de la Veta 722, U.E.A. San Cristóbal – Yauli La Oroya 2018.

Rubén Medinaceli Tórrez. (Oruro jun. 2018). Búsqueda de modelos matemáticos para la determinación del espaciamiento óptimo del muestreo sistemático en depósitos minerales tipo Veta. Revista de Medio Ambiente y Minería. REV. MAMYM no. 4.

Rurush Tolentino, J. M. (2015). Pruebas de voladura en la zona coturcan de la compañía minera Huancapeti S.A.C.

Sapacayo Salcedo, M., & Guzmán Torres, H. (2015). Exploración geológica - Proyecto Collaracra (distrito miento Huancapeti) (Ticapampa - Ancash).

Servicio Geologico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). Explotacion Minera. Obtenido de pagina libre: [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones\\_geologicas/Explotacion-minera.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Explotacion-minera.html).

Wikipedia. (18 de Julio de 2022). WIKIPEDIA Enciclopedia Libre. Obtenido de WIKIPEDIA Enciclopedia Libre: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=corte+geologico&title=Especial%3ABuscar&ns0=1&ns100=1&ns104=1->.

Wikipedia. (21 de mayo de 2022). WIKIPEDIA Enciclopedia Libre. Obtenido de WIKIPEDIA Enciclopedia Libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Yacimiento\\_geol%C3%B3gico](https://es.wikipedia.org/wiki/Yacimiento_geol%C3%B3gico).

Yatto Paredes, A. E. (2022). Perforación direccional, herramientas y aplicación en sondajes diamantinos.

Zavaleta Trujillo Leonel, (2016), Análisis técnico de la mina Lincuna, “UNIVERSIDAD SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”.

## **ANEXOS**

## **Instrumentos de Recolección de datos**

Estos incluyen la observación minuciosa en interior mina, la compilación de información bibliográfica, tecnología actual disponible, aspectos económicos y aspectos operativos.

### **Gabinete**

- ✓ planos de ubicación
- ✓ planos geológicos
- ✓ planos regionales
- ✓ Software AutoCAD 2021
- ✓ Software ArcGIS 10.8.

### **Mapeo geológico en interior mina**

- ✓ Planos base realizados en AutoCAD con el levantamiento topográfico de la galería 0340, escala: 1/500
- ✓ Equipo de campo geológico (Brújula, picota, wincha, tablero, chaleco, lupa, lampara minera, colores, protactor, lápiz).

### **Muestreo sistemático Subterráneo**

- ✓ El muestreo de canales
- ✓ Resultado de análisis químico de muestras en el laboratorio (cada bolsa con muestra tiene un peso máximo de 3kg con partículas menores a 1 pulgada), los canales de muestreo sistemático están distanciados a 1.50m por canal y dependiendo de su comportamiento se hicieron muestreo de canales y muestreos puntuales aleatorios.



Foto N° 13. Perforación de veta coturcan techo para muestreo y voladura con taladros largos.



Foto N° 14. Perforación de frente con perforadora frontonera Jumbo.



Foto N° 15. Acarreo de mineral con cargador frontal Scoop en mina coturcan.



Foto N° 16. Ofician de Geología minera Lincuna realizando ploteo de datos y planos.

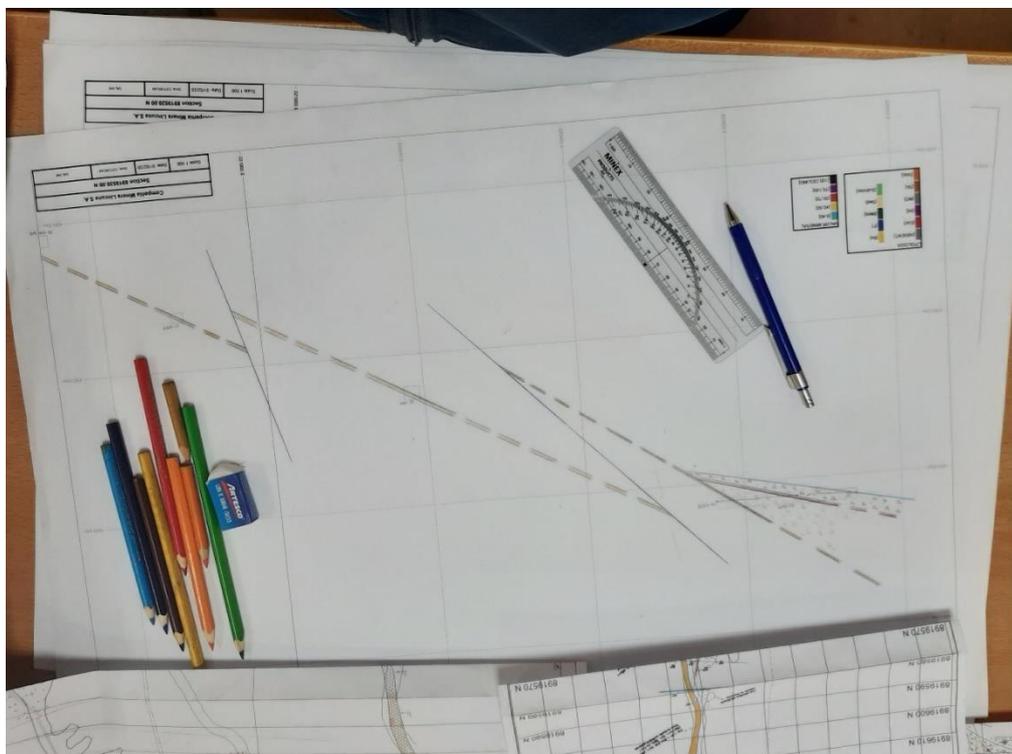


Foto N° 17. Trabajo en gabinete de una sección geológica e interpretación.



Foto N° 18. Instrumentos geológicos para interior mina.

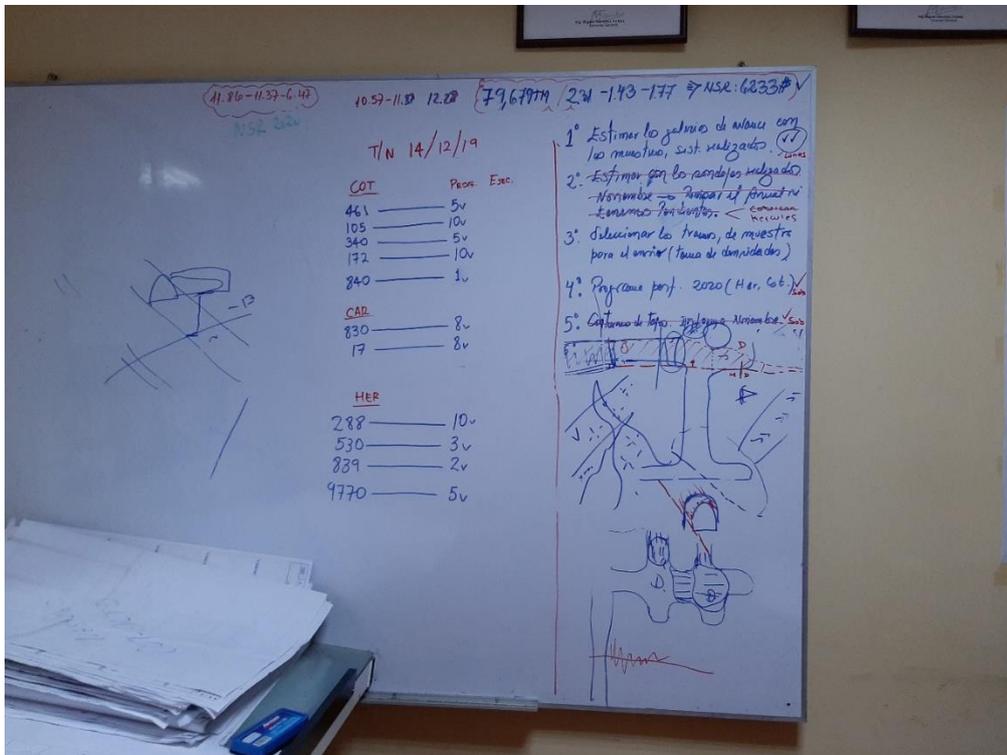


Foto N° 19. Pizarra de datos en la oficina de superintendencia de geología.



Foto N° 20. Vista hacia el SW visualizando la cordillera negra desde el campamento de la Mina Lincuna.



Foto N° 21. Vista hacia el NE se puede observar la iluminación del campamento minero Minera Lincuna.



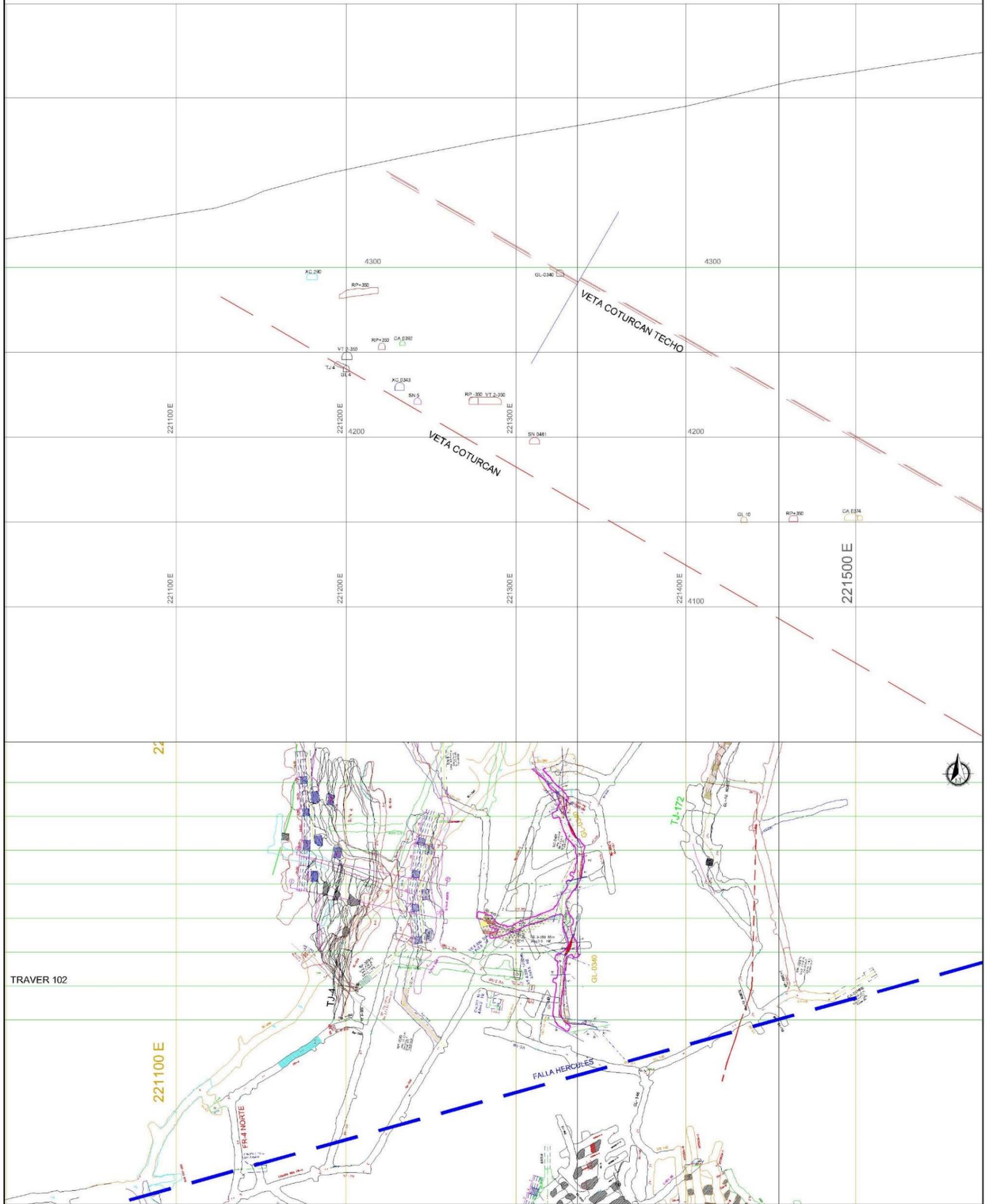
Foto N° 22. Bocamina Coturcan con taller de mantenimiento al frente.



Foto N° 23. El autor del presente trabajo de investigación en interior mina Coturcan.

# SECCIÓN GEOLOGICA 102

## VISTA AL N



**LEYENDA**

LABORES SUBTERRANEAS	HECHADERO
PROYECTOS A CONTINUAR	CAMARA DDH
PILAR	CHIMENEA DE VENTILACION
PUNTO TOPOGRAFICO	SUPERFICIE TOPOGRAFICA
COORDENADAS UTM	

VENILLAS MINERALIZADAS	FALLA GEOLOGICA	BUZAMIENTO
ESTRUCTURA MINERALIZADA	BRECHAMIENTO	LINEA DE TRAVER
CONTINUIDAD ESTRUCTURAL	DISEMINACIONES	
ESTRUCTURA CON DISEMINACIONES	SEUDOESTRATOS	

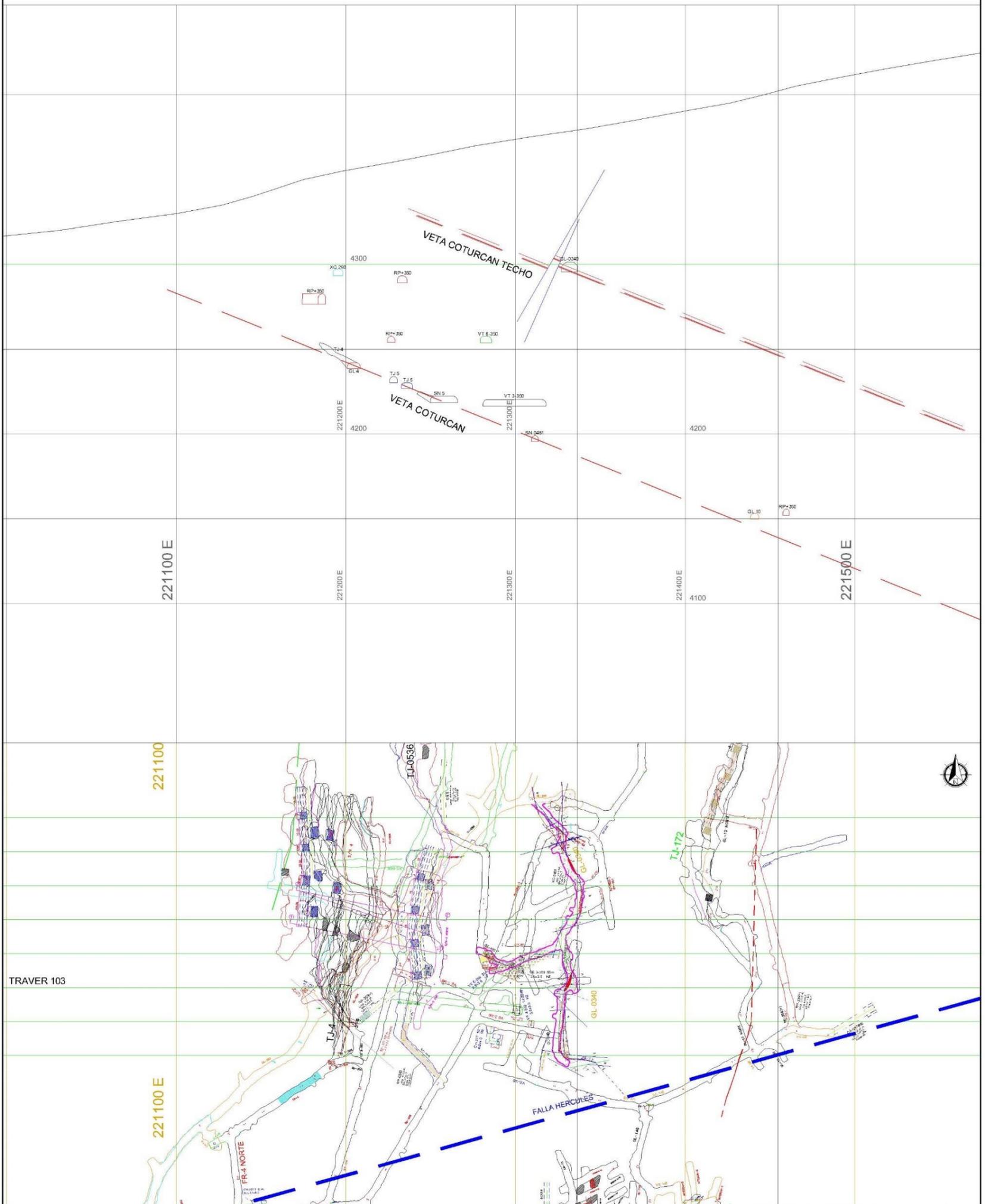
**UNIDAD COTURCAN**

**PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL**

AREA	GEOLOGIA MINA	Nº: <span style="font-size: 24px; border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">102</span>
REALIZADO	ALBERTICO BALDEON H.	
ESCALA : 1/2000	FECHA: 25/06/2022	

# SECCIÓN GEOLOGICA 103

## VISTA AL N



**LEYENDA**

- |                       |                         |                               |                 |                 |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| LABORES SUBTERRANEAS  | HECHADERO               | VENILLAS MINERALIZADAS        | FALLA GEOLOGICA | BUZAMIENTO      |
| PROYECTOS A CONTINUAR | CAMARA DDH              | ESTRUCTURA MINERALIZADA       | BRECHAMIENTO    | LINEA DE TRAVER |
| PILAR                 | CHIMENEA DE VENTILACION | CONTINUIDAD ESTRUCTURAL       | DISEMINACIONES  |                 |
| PUNTO TOPOGRAFICO     | SUPERFICIE TOPOGRAFICA  | ESTRUCTURA CON DISEMINACIONES | SEUDOESTRATOS   |                 |
| COORDENADAS UTM       |                         |                               |                 |                 |



UNIDAD COTURCAN

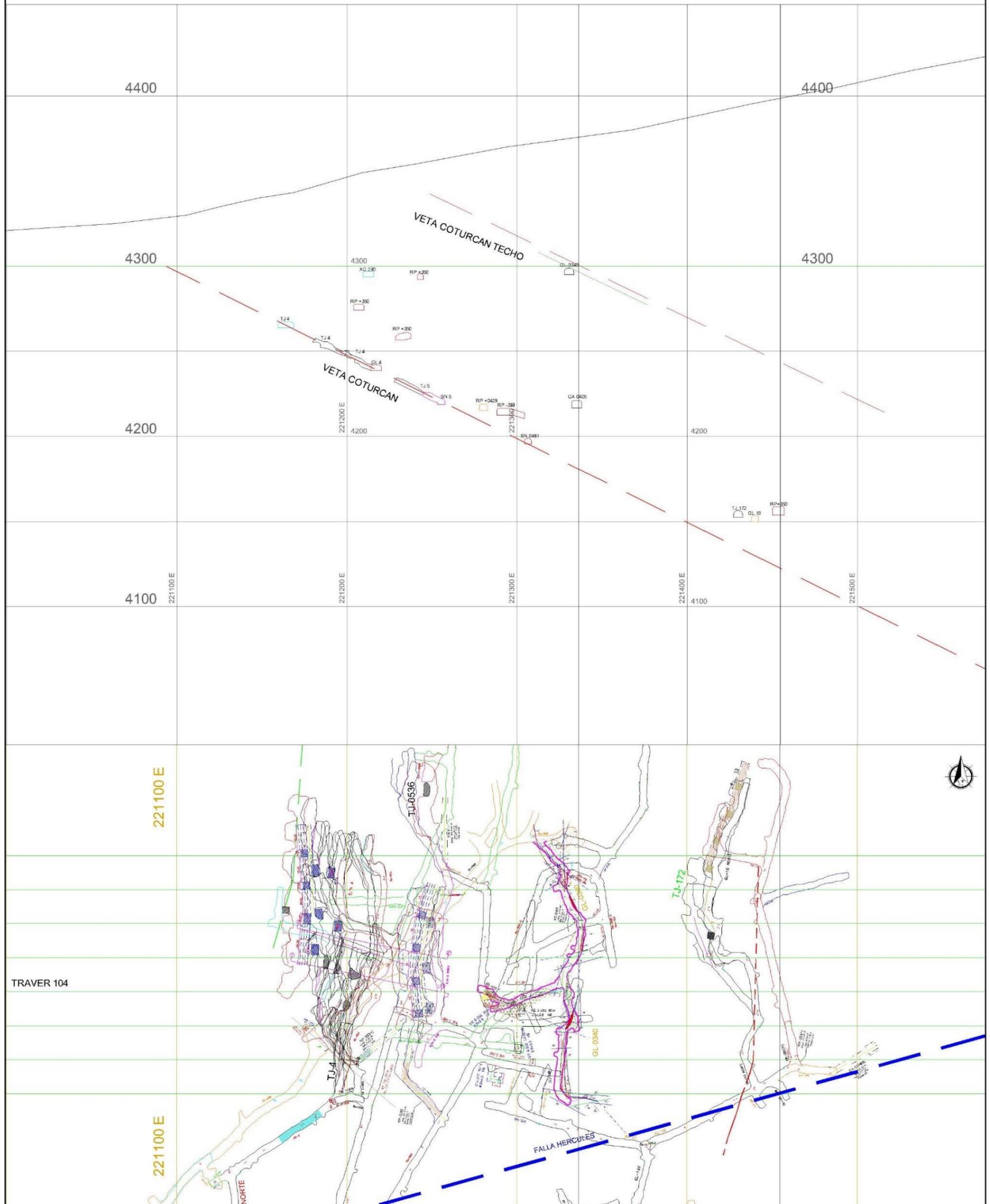
**PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL**

AREA: GEOLOGIA MINA  
 REALIZADO: ALBERTICO BALDEON H.  
 ESCALA: 1/2000      FECHA: 25/06/2022

Nº: **103**

# SECCIÓN GEOLOGICA 104

## VISTA AL N



LEYENDA	
	LABORES SUBTERRANEAS
	PROYECTOS A CONTINUAR
	PILAR
	PUNTO TOPOGRAFICO
	COORDENADAS UTM
	HECHADERO
	CAMARA DDH
	CHIMENEA DE VENTILACION
	SUPERFICIE TOPOGRAFICA
	VENILLAS MINERALIZADAS
	ESTRUCTURA MINERALIZADA
	CONTINUIDAD ESTRUCTURAL
	ESTRUCTURA CON DISEMINACIONES
	FALLA GEOLOGICA
	BRECHAMIENTO
	DISEMINACIONES
	SEUDOESTRATOS
	BUZAMIENTO
	LINEA DE TRAVER

**UNIDAD COTURCAN**

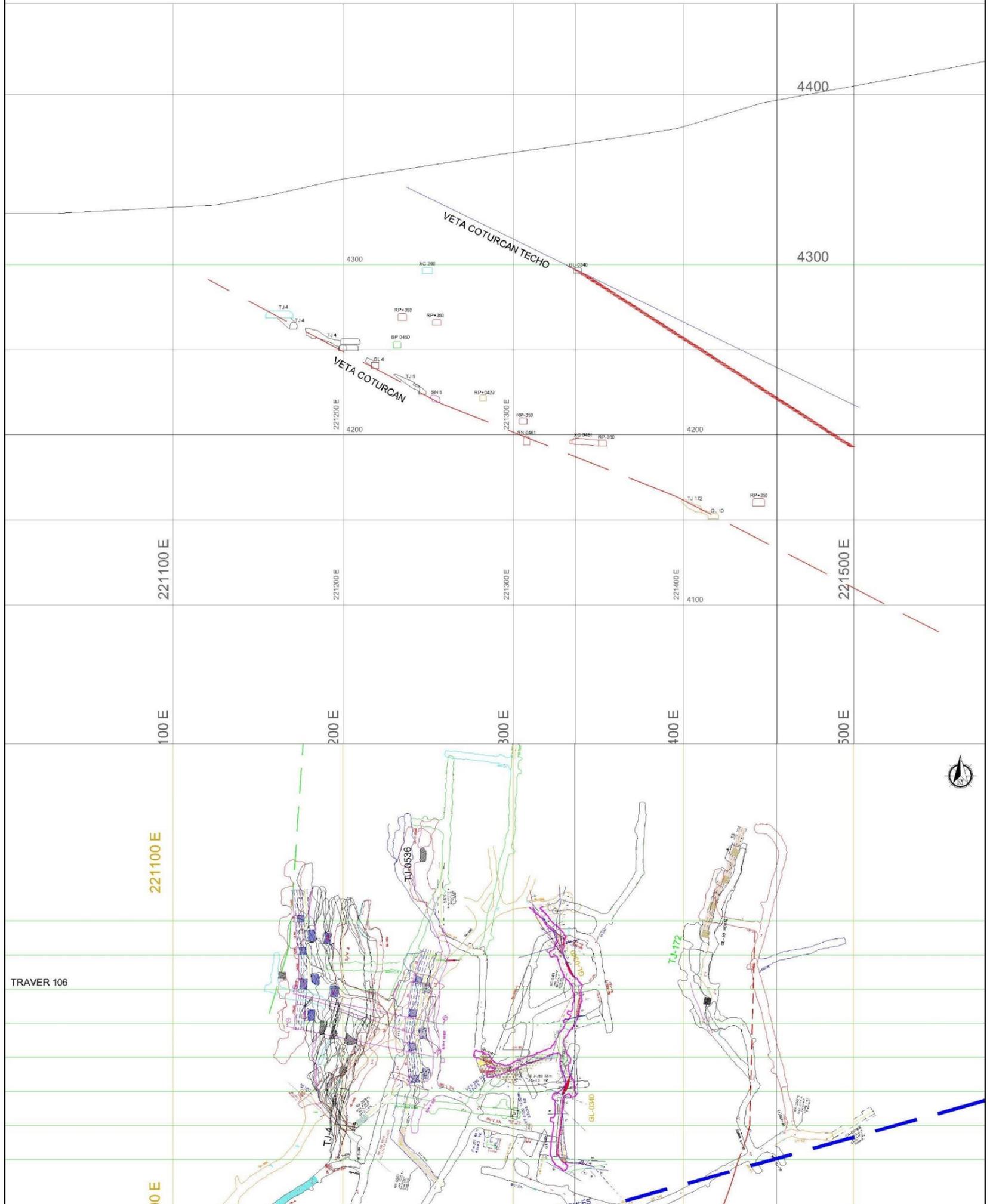
### PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL

AREA	GEOLOGIA MINA	Nº: <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">104</span>
REALIZADO	ALBERTICO BALDEON H.	
ESCALA : 1/2000	FECHA: 25/06/2022	



# SECCIÓN GEOLOGICA 106

## VISTA AL N



**LEYENDA**

	LABORES SUBTERRANEAS		HECHADERO
	PROYECTOS A CONTINUAR		CAMARA DDH
	PILAR		CHIMENEA DE VENTILACION
	PUNTO TOPOGRAFICO		SUPERFICIE TOPOGRAFICA
	COORDENADAS UTM		

	VENILLAS MINERALIZADAS		FALLA GEOLOGICA		BUZAMIENTO
	ESTRUCTURA MINERALIZADA		BRECHAMIENTO		LINEA DE TRAVER
	CONTINUIDAD ESTRUCTURAL		DISEMINACIONES		
	ESTRUCTURA CON DISEMINACIONES		SEUDOESTRATOS		

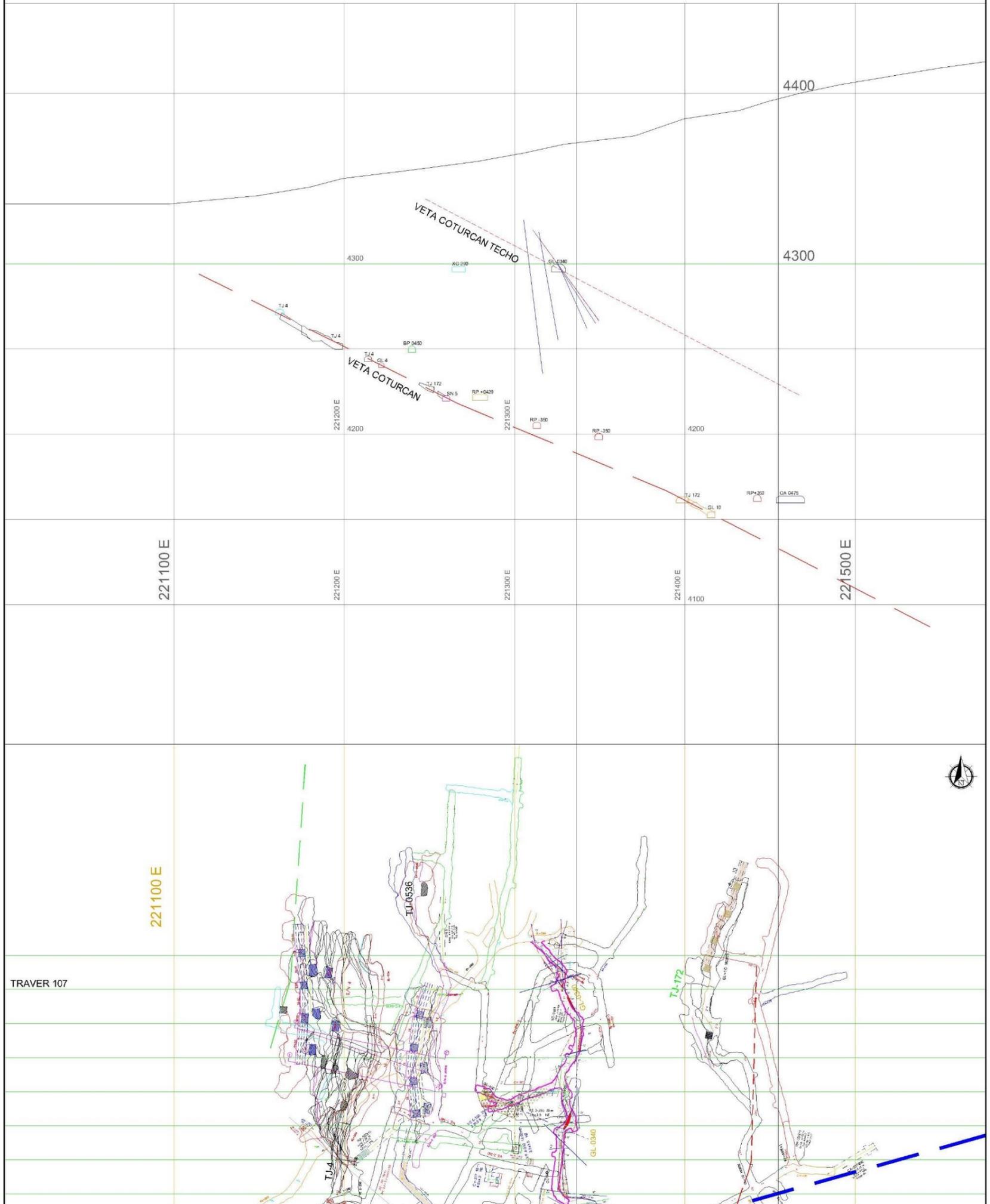
**UNIDAD COTURCAN**

**PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL**

AREA	GEOLOGIA MINA	<p>Nº: <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">106</span></p>
REALIZADO	ALBERTICO BALDEON H.	
ESCALA: 1/2000	FECHA: 25/06/2022	

# SECCIÓN GEOLOGICA 107

## VISTA AL N



LEYENDA	
	LABORES SUBTERRANEAS
	PROYECTOS A CONTINUAR
	PILAR
	PUNTO TOPOGRAFICO
	COORDENADAS UTM
	HECHADERO
	CAMARA DDH
	CHIMENEA DE VENTILACION
	SUPERFICIE TOPOGRAFICA
	VENILLAS MINERALIZADAS
	ESTRUCTURA MINERALIZADA
	CONTINUIDAD ESTRUCTURAL
	ESTRUCTURA CON DISEMINACIONES
	FALLA GEOLOGICA
	BRECHAMIENTO
	DISEMINACIONES
	SEUDOESTRATOS
	BUZAMIENTO
	LINEA DE TRAVER

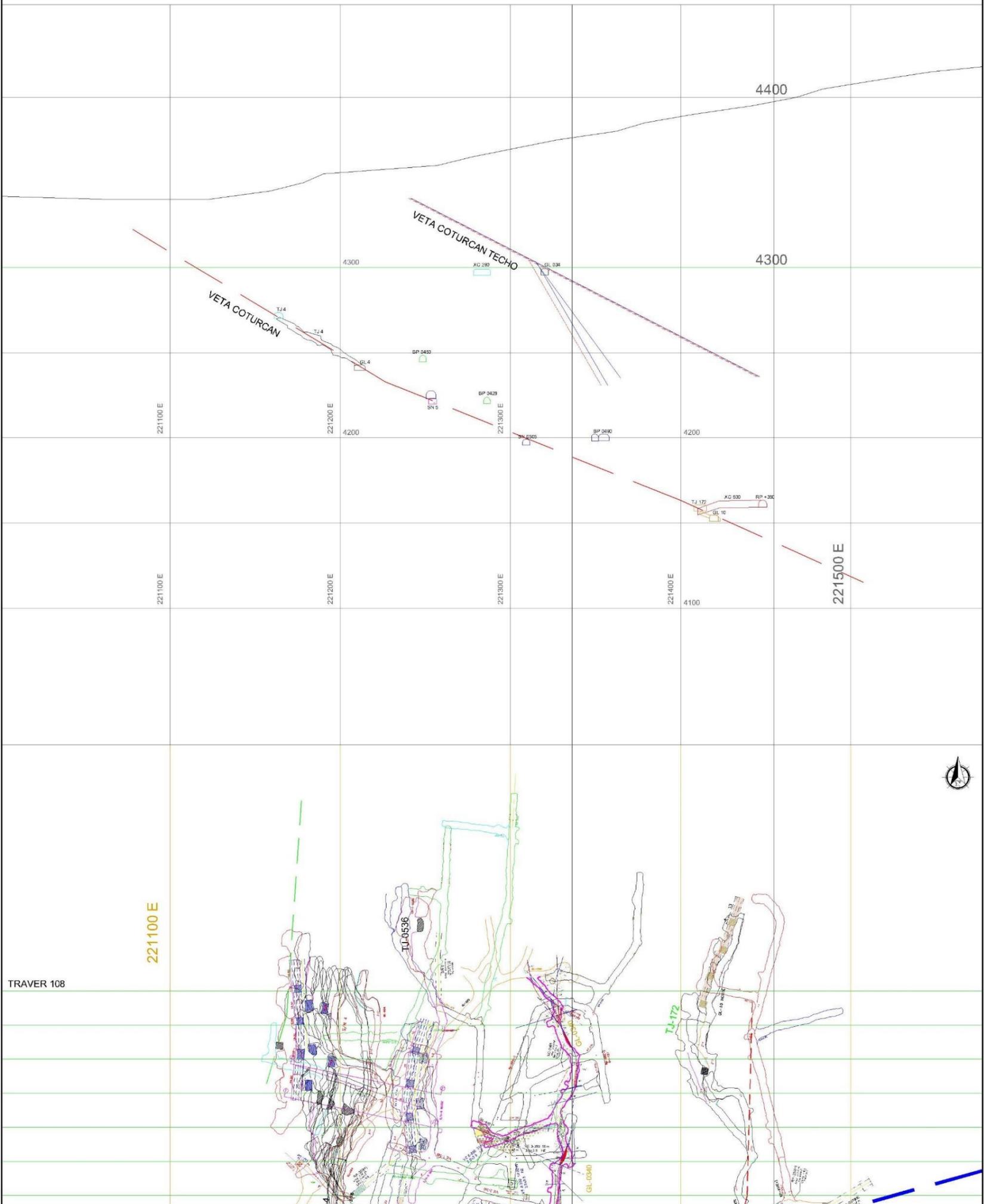
**UNIDAD COTURCAN**

### PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL

AREA	GEOLOGIA MINA	Nº: <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">107</span>
REALIZADO	ALBERTICO BALDEON H.	
ESCALA : 1/2000	FECHA: 25/06/2022	

# SECCIÓN GEOLOGICA 108

## VISTA AL N



<b>LEYENDA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> LABORES SUBTERRANEAS</li> <li> PROYECTOS A CONTINUAR</li> <li> PILAR</li> <li> PUNTO TOPOGRAFICO</li> <li> COORDENADAS UTM</li> <li> HECHADERO</li> <li> CAMARA DDH</li> <li> CHIMENEA DE VENTILACION</li> <li> SUPERFICIE TOPOGRAFICA</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li> VENILLAS MINERALIZADAS</li> <li> ESTRUCTURA MINERALIZADA</li> <li> CONTINUIDAD ESTRUCTURAL</li> <li> ESTRUCTURA CON DISEMINACIONES</li> <li> FALLA GEOLOGICA</li> <li> BRECHAMIENTO</li> <li> DISEMINACIONES</li> <li> SEUDOESTRATOS</li> <li> BUZAMIENTO</li> <li> LINEA DE TRAVER</li> </ul>		<div style="text-align: center;">   <b>UNIDAD COTURCAN</b> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL</b> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">AREA</td> <td style="font-size: small;">GEOLOGIA MINA</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">REALIZADO</td> <td style="font-size: small;">ALBERTICO BALDEON H.</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">ESCALA : 1/2000</td> <td style="font-size: small;">FECHA: 01/06/2022</td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: x-large; font-weight: bold;">N°:</td> <td style="font-size: x-large; font-weight: bold; text-align: center;">108</td> </tr> </table> </div>	AREA	GEOLOGIA MINA	REALIZADO	ALBERTICO BALDEON H.	ESCALA : 1/2000	FECHA: 01/06/2022	N°:	108
AREA	GEOLOGIA MINA											
REALIZADO	ALBERTICO BALDEON H.											
ESCALA : 1/2000	FECHA: 01/06/2022											
N°:	108											