



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“MODELAMIENTO GEOLÓGICO PARA EL CÁLCULO DE RECURSOS MINEROS DE LA VETA MURCIÉLAGO DE LA MINA PAREDONES, CHILETE 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:

Karen Janett Alva Izquierdo

Félix Christian Rodríguez Cortez

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Alvarez León

Cajamarca - Perú

2019

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. VÍCTOR EDUARDO ALVAREZ LEÓN, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA DE MINAS, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Karen Janett Alva Izquierdo.
- Félix Christian Rodríguez Cortez.

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: **Modelamiento Geológico para el cálculo de recursos mineros de la veta Murciélagos de la Mina Paredones, Chilete 2018**; para aspirar al título profesional de: Ingeniería de Minas por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. Víctor Eduardo Alvarez León  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Karen Janett Alva Izquierdo y Félix Christian Rodríguez Cortez, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: **Modelamiento Geológico para el cálculo de recursos mineros de la veta Murciélago de la Mina Paredones, Chilete 2018.**

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

\_\_\_\_\_  
Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán  
Jurado  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Ing. Rafael Napoleón Ocas Boñón  
Jurado

\_\_\_\_\_  
Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza  
Jurado

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional en todo este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis hermanos e hija, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida. Terminar esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo profesional de mi asesor el Ing. Víctor Álvarez, quien con paciencia encauso mi trabajo con sus conocimientos, con el firme propósito de conseguir un producto de alto nivel. Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis familiares y amigos, por apoyarme cuando más lo necesite, por extenderme su mano en momentos difíciles por el amor brindado cada día. Todos en conjunto me hicieron ver, que sin importan cuanto tiempo me tome, todo se puede si de verdad se quiere, de verdad mil gracias y siempre los llevo en mi corazón.

**Karen Janett**

Dedico este trabajo a Dios, por haberme puesto en este mundo y permítame llegar hasta este peldaño tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por apoyarme y demostrar siempre su absoluto amor, cariño y compromiso hacia mi persona. A mi padre, ya que con su fuerza y su entereza me demostró que todo está al alcance de nuestras manos, solo hay que colocarle pasión y dedicación a las cosas que nos proponemos. A Paúl, mi hermano con el que siempre compartimos consejos para lograr una superación personal y ser mejores seres humanos. A Mayra, mi hermanita la cual adoro y sabe cuán importante es en mi vida. A mi familia en general, porque me brindaron su apoyo en todo momento.

**Félix Christian**

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo; sin embargo, merece reconocimiento especial mi Madre que con su esfuerzo y dedicación me ayudó a culminar mi carrera universitaria y me dio el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible. Asimismo, agradezco infinitamente a mis hermanos e hija, que con sus palabras me hacían sentir orgullosa de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Ojalá algún día yo me convierta en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino. De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Docentes que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichosa y contenta. En conclusión, quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a todos, mi familia, mis amigos que de una u otra manera me brindaron su colaboración y se involucraron en este proyecto.

**Karen Janett**

En primer lugar, doy gracias a Dios por haberme dado la fuerza y el valor para culminar esta etapa tan bella de mi vida. Agradezco a mi madre, por el acompañamiento tan dedicado en mi vida demostrando su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. A mi padre, que siempre estuvo involucrado en mi formación y con el ejemplo me enseñó a ser una persona de bien en la vida. A Paúl y Mayra, mis hermanos gracias por su apoyo incondicional y apoyarme a seguir adelante con mis sueños y mis metas sin dejarme desmayar. Al Ing. Víctor Eduardo Álvarez León por toda la colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto. Así como formador dentro de los claustros de nuestra alma mater.

**Félix Christian**

## Tabla de Contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Realidad Problemática .....	11
1.2. Formulación del problema .....	20
1.3. Objetivos.....	20
1.4. Hipótesis .....	21
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	22
2.1. Tipo de investigación.....	22
2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos).....	24
2.3. Técnicas e Instrumentos de recolección y análisis de datos.....	25
2.4. Procedimiento .....	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	26
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	36
4.1. Discusión .....	36
4.2. Conclusiones.....	37
REFERENCIAS .....	39
ANEXOS.....	42
ANEXO 1: INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO .....	43
ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz Operacionalización de Variables.....	23
Tabla 2 Data del modelo de la veta murciélagos en el nivel 4 y 5 de la Mina Paredones .....	30
Tabla 3 Resultados de análisis químico de las muestras de mineral del nivel 4 y 5 de la veta murciélagos .....	30
Tabla 4 Estimación de leyes ponderadas de Pb, Zn, Ag del mineral nivel 4 y 5 de la veta murciélagos.....	31
Tabla 5 Estimación de Pb, Zn, Ag contenido en el mineral del nivel 4 y 5 en la veta murciélagos .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Corredor Estructural San Pablo – Porculla. ....	14
Figura 2 Mineralización de las vetas de Mina Paredones.....	15
Figura 3 Ubicación de la Mina Paredones.....	16
Figura 4 Plano de labores de la zona de Paredones .....	18
Figura 5 Fractura con relleno de pirita y galena en NV 4 veta murciélago .....	19
Figura 6 Modelo geológico de la veta murciélago en el nivel 4 y 5 de la Mina Paredones.....	27
Figura 7 Recursos Mineros de la veta murciélago en el nivel 4 y 5 de la Mina Paredones .....	28
Figura 8 Interfaz del software Minesight 9.5.....	32
Figura 9 Vista de planta de las poli líneas exportadas al Minesight 9.5 .....	33
Figura 10 Vista 3D de las poli líneas exportadas al Minesight 9.5.....	33

## RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo determinar el modelamiento geológico de cálculo de recursos mineros de la veta murciélago de la mina Paredones; elaborar una metodología a partir de los resultados prácticos de modelamiento, para corroborar el modelo geológico en la precisión y exactitud de la estimación de recursos in situ.

La mina Paredones en la actualidad se encuentra cerrada y abandonada. La Empresa Minera propietaria de esta mina, tiene interés de explotación de la veta murciélago, principalmente porque con estudios preliminares se determinó altos niveles de mineralización.

Se concluye que la elaboración del modelo geológico estimado a través de los planos en Minesight 9.5, ha permitido determinar los recursos mineros de la veta murciélago. La veta presenta una potencia promedio de 0.60 m y se expande por tramos en forma creciente (embolsonadas), para luego reducirse evidenciando formaciones típicas de vetas del tipo rosario. En el nivel 4 la veta tiene una profundidad de 200 metros y en el nivel 5 la profundidad es de 500 m. El rumbo es N 34° O y su buzamiento de 73 ° N. Se determinó los recursos mineros del nivel 4 y 5 de la veta murciélago, partiendo de la estimación de la ley ponderada, dando valores de 5.11% de Pb, 7.01% de Zn y 224.17 g/TM de Ag. Con estos datos se realizó la estimación del tonelaje de Pb, Zn y Ag en las 87 400.36 TM de mineral de recurso minero. En Pb se tiene 4 465.40 TM, en Zn se tiene 6 123.41 TM y en Ag se tiene 629 920.09 onzas.

**Palabras clave:** Modelo geológico, recurso minero, veta, epitermal LS.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation is to determine the geological modeling of calculation of mining resources of the bat vein of the Paredones mine; develop a methodology based on the practical results of modeling, to corroborate the geological model in the precision and accuracy of the estimation of resources in situ.

The Paredones mine is currently closed and abandoned. The mining company that owns this mine has an interest in exploiting the bat vein, mainly because preliminary studies have determined high levels of mineralization.

It is concluded that the elaboration of the geological model estimated through the plans in Minesight 9.5, has allowed to determine the mining resources of the bat vein. The vein has an average power of 0.60 m and expands in incremental sections (embolsonadas), to then reduce evidencing typical formations of veins of the rosary type. In level 4 the vein has a depth of 200 meters and in level 5 the depth is 500 m. The course is  $N 34^\circ W$  and its dip of  $73^\circ N$ . The mining resources of level 4 and 5 of the bat vein were determined, starting from the estimation of the weighted law, giving values of 5.11% of Pb, 7.01% of Zn and 224.17 g / MT of Ag. With this data the estimation of the Pb, Zn and Ag tonnage was made in the 87 400.36 MT of mineral resource. In Pb we have 4 465.40 MT, in Zn we have 6 123.41 TM and in Ag we have 629 920.09 oz.

**Keywords:** Geological model, mining resource, vein, epithermal LS.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

(Tapia, 2008) de la Escuela de Post Grado de Universidad Nacional Mayor de San Marcos, desarrolló la tesis Formulación de un Modelo Geológico Estructural, en el Sistema de Vetas de la Franja Oeste del Yacimiento Minero de Parcoy, Consorcio Minero Horizonte; con el objetivo de describir y correlacionar integralmente el Modelo Geológico - Estructural en el Yacimiento Minero de Parcoy del Consorcio Minero Horizonte y desarrolló el Modelo Geológico a la exploración de nuevas estructuras mineralizadas con contenido de oro y su correlación espacial con el control estructural.

(Oviedo y Rosas, 2013) realizaron el estudio: Modelamiento Dinámico 3D - MD3D; en el que proponen la aplicación del modelamiento geológico dinámico con la herramienta LeapFrog 3D, haciendo un estudio donde se indica que nueve de cada diez minas explotadas, son planificadas mediante el uso de las herramientas de modelamiento geológico, con la aplicación de las herramientas como Mapteck, Vulcan, Gems, Surpac, Datamine, Micromine, Minisight y Examine y analizan el mayor índice de producción.

La Mina Paredones, pertenece al corredor estructural San Pablo – Porculla de donde antiguamente se extraía Zn, Pb, Ag; y se encuentra dentro de una formación de rocas volcánicas andesíticas del Terciario superior, suprayaciendo discordantemente a calizas, lutitas y cuarcitas del Cretáceo, conformando una topografía relativamente escarpada y fuertemente disectada. Sobre la margen izquierda del río Magdalena

aflora una secuencia de rocas cretáceas de rumbos generales EO y buzamientos que van hasta 60° N y constituyen las rocas más antiguas del área, las mismas que sirvieron de base a una potente formación de rocas volcánicas andesíticas conocidas como «Volcánicos Paredones» y hacia el sur del área la intrusión. La presencia de roca volcánica andesita, con presencia de discontinuidades tensionales, por donde las soluciones hidrotermales mineralizadas, han formado vetas polimetálicas de óxidos y masivos sulfuroso de Galena, Esfalerita, con roca andesítica encajonante piritizada, asimismo diseminaciones de calcopirita, con presencia de carbonatos cupríferos (malaquitas). (Chira J, 2007).

Corredor de San Pablo – Porculla, la Ley N° 27795 – Ley de Demarcación y Organización Territorial en su Artículo 2°, numeral 2.6, señala que los estudios de diagnóstico y zonificación territorial (EDZ) son instrumentos técnicos que evalúan y analizan las interacciones físicas, culturales y económicas de un territorio, las cuales transforman, estructuran y organizan la dimensión espacial o geográfica de las circunscripciones político – administrativas. Del mismo modo, el D.S. N° 019-2003-PCM – Reglamento de la Ley de Demarcación y Organización Territorial indica que los estudios de diagnóstico y zonificación orientan el proceso de demarcación y organización territorial estableciendo la viabilidad de las acciones de demarcación territorial en el ámbito de cada provincia. La provincia está comprendida entre los 730 m.s.n.m, a la altura del pueblo de Lllallán y los 4,150 m.s.n.m., en el cerro Lllalladén. Hidrológicamente, esta provincia pertenece a la vertiente del Océano Pacífico, ubicada dentro de la cuenca del río Jequetepeque, abarcando la subcuenca del río Yaminchad y parte de la cuenca del río Puclush (San Miguel) y del río Chetillano. (Cajamarca, 2011).

Los yacimientos Epitermales de Au-Ag de baja sulfuración del Oligoceno, se extienden entre en el flanco Oeste del dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera Occidental. Esta franja se encuentra sub-dividida en dos segmentos. Por el Norte se encuentra el segmento Otuzco - San Pablo - Porculla ( $7^{\circ}$ -  $8^{\circ}30'$ ) y por el sur Huaytará – Tantaré Tupe ( $12^{\circ}30'$ -  $14^{\circ}30'$ ). Los controles de mineralización son fallas con orientaciones preferenciales NO-SE y E-O. A la región Cajamarca pertenece el segmento norte de esta franja y se encuentran los depósitos Salpo, San Pedro, Paredones, Coshuro, Lucero, Los Pircos, Mishahuanca, El Rosal y otros; algunos de ellos relacionados con centros volcánicos, como es el caso de Uromalqui (Salpo), San Pedro e Urillao-Ruhos; ver figura 1 (Rivera, 2007).

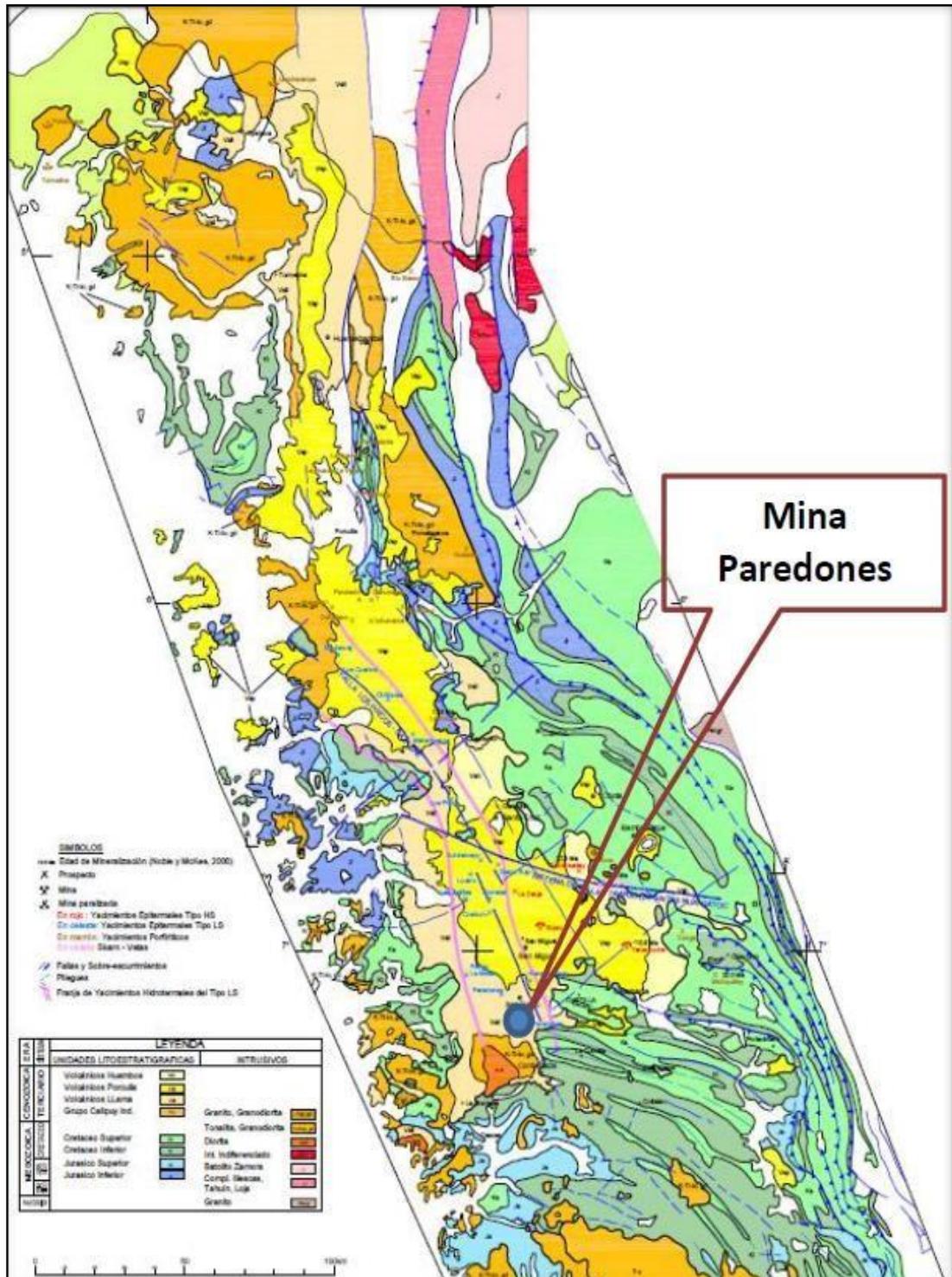
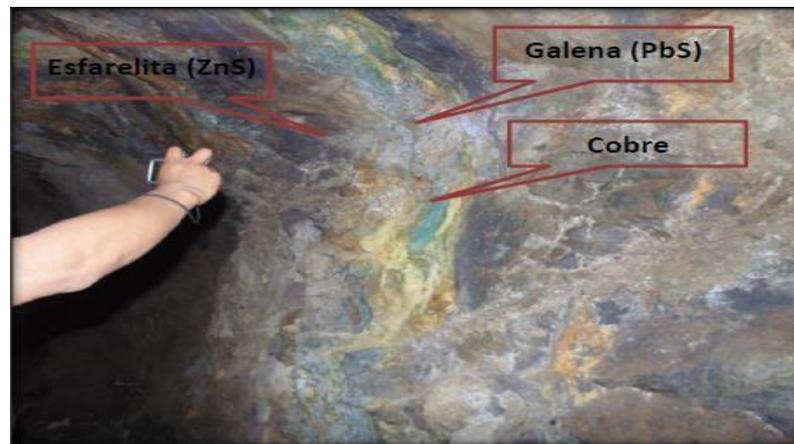


Figura 1 Corredor Estructural San Pablo – Porculla.

Fuente: Wilson, 2000.

La mineralización en la Mina Paredones se encuentra principalmente en vetas con relleno de yeso, cuarzos, calcita y baritina con contenidos de pirita, oro nativo, electrum, argentita, galena, calcopirita y esfalerita, alojadas en rocas volcánicas del Terciario y sedimentarias del Cretácico. Las alteraciones varían desde un sombrero de hierro hasta delgadas franjas de argilización y silicificación en el contacto caja – veta; ver figura 2 (Aguilar L., 2016).



*Figura 2 Mineralización de las vetas de Mina Paredones.*

Fuente: Aguilar L., 2016

Paredones inicia su explotación en el año 1950 (la fecha de inicio es un poco confusa ya que se menciona en reseñas históricas de Chilete que Paredones ya operaba antes de 1950) como “Northern Perú Corporation” con equipos, campamentos e instalaciones modernas, producía considerables cantidades de Plomo y Zinc semi procesado que se exportada a EEUU. La explotación minera se centraba principalmente en las venillas de las fallas Pacasmayo y Murciélago; éstas fueron rellenadas con mineral de acuerdo a las temperaturas climáticas del terreno la cual dio origen a este yacimiento. Considerando la geometría del yacimiento (vetas a más de 70° de buzamiento y 60 cm de potencia), se observó que esta operación explotaba mediante el método de extracción Shrinkage stoping. (Gallarday T., 2005).

La mina Paredones en la actualidad se encuentra cerrada y abandonada. Está ubicada en el distrito y provincia de San Pablo, en el departamento de Cajamarca; a tres kilómetros del distrito de Chilete, colindante con del río San Pablo; el acceso es asfaltado y accesible en vehículos motorizados, ver figura 3.

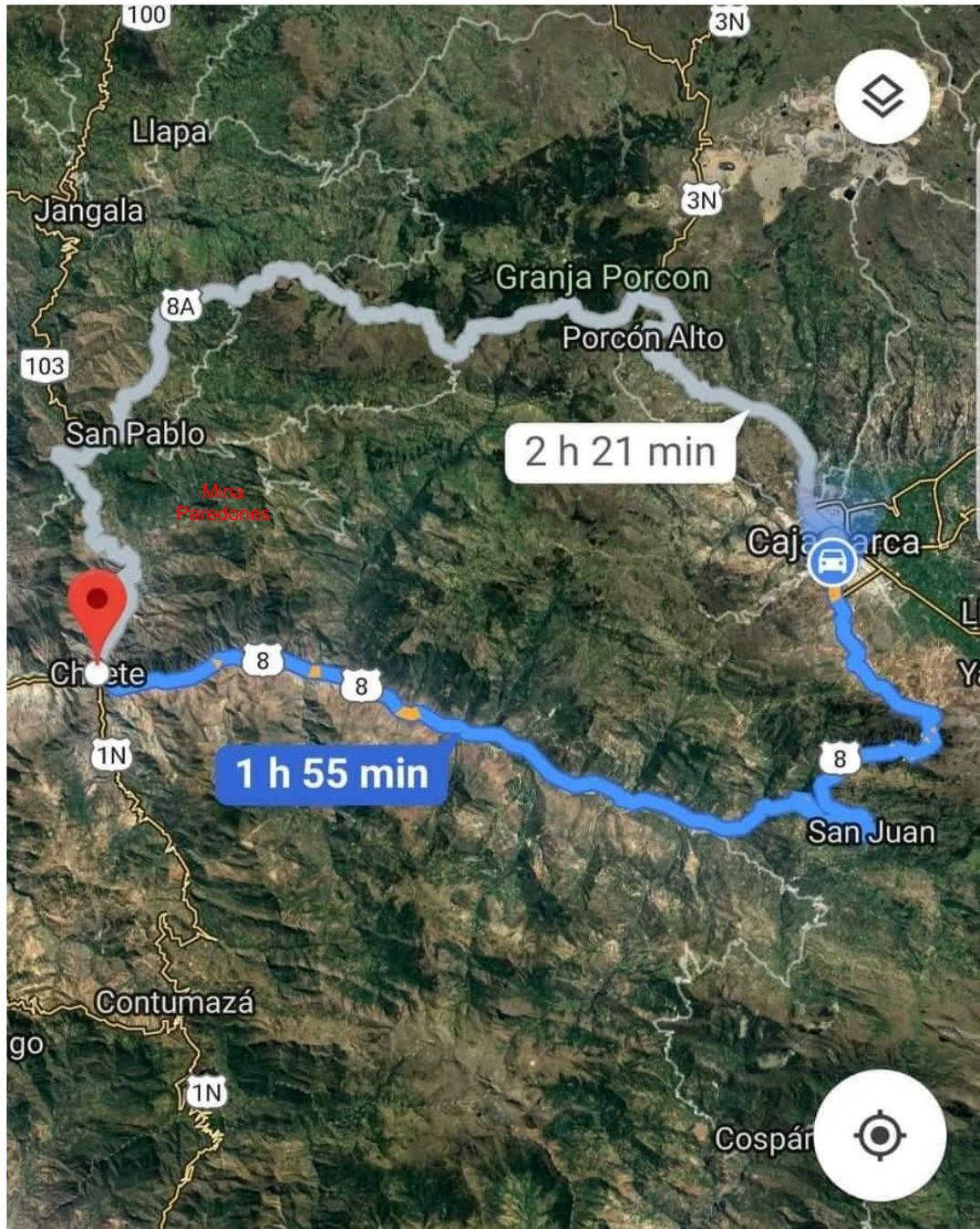


Figura 3 Ubicación de la Mina Paredones.

Fuente: Aguilar L., 2016

Pero recientemente en el año 2017, habría sido explotada de manera empírica (métodos no planificados de extracción), ya que han depredado el yacimiento dejando condiciones de seguridad peligrosas (rocas colgadas, mala ventilación, drenaje e ingreso de aguas meteóricas por el ingreso de socavones).

La empresa propietaria de la Mina Paredones, analizó que la veta murciélago está constituida por una estructura mineralizada que se aprecia en los niveles 3, 4, 5 y continúa a lo largo de los niveles inferiores, por lo que se identificó las zonas por donde se ubican las áreas de mayor interés y se estimó el recurso minero de la veta para su explotación minera. En la figura 4 se observa el plano de labores de la Mina Paredones y marcado con óvalos rojos, los niveles 4 y 5 respectivamente. Ver figura 4. Gallarday T., 2005.

Pese a las dos décadas de trabajos de extracción de mineral de sulfuros, realizados hasta la profundidad de 300 m por la Empresa Northern Perú Mining Co (1950 a 1970), el yacimiento de minerales de Chilete aún está íntegro en el sector Este, y a profundidad, como lo demuestra la gran alteración superficial existente, la presencia de la veta de cobre perdida explotada parcialmente, así como las leyes de oro y plata dado en las muestras Nos. 850, 852 tomado en afloramientos, manto silicificados y afloramiento del cuerpo oxidado efectuado por el Banco Minero del Perú, los valores de oro fueron: 0.12 y 0.11 g/TM, que son cantidades anómalas y bastante altas. Existe un potencial de 1 000 000 TM con las siguientes leyes, dado en los análisis de las dos Muestras Nos. 866 y 867: oro 0.04 a 0.86 g/TM, plata 6 a 75 g/TM, plomo 0.15 a 0.874 %. (Gallarday T., 2010).

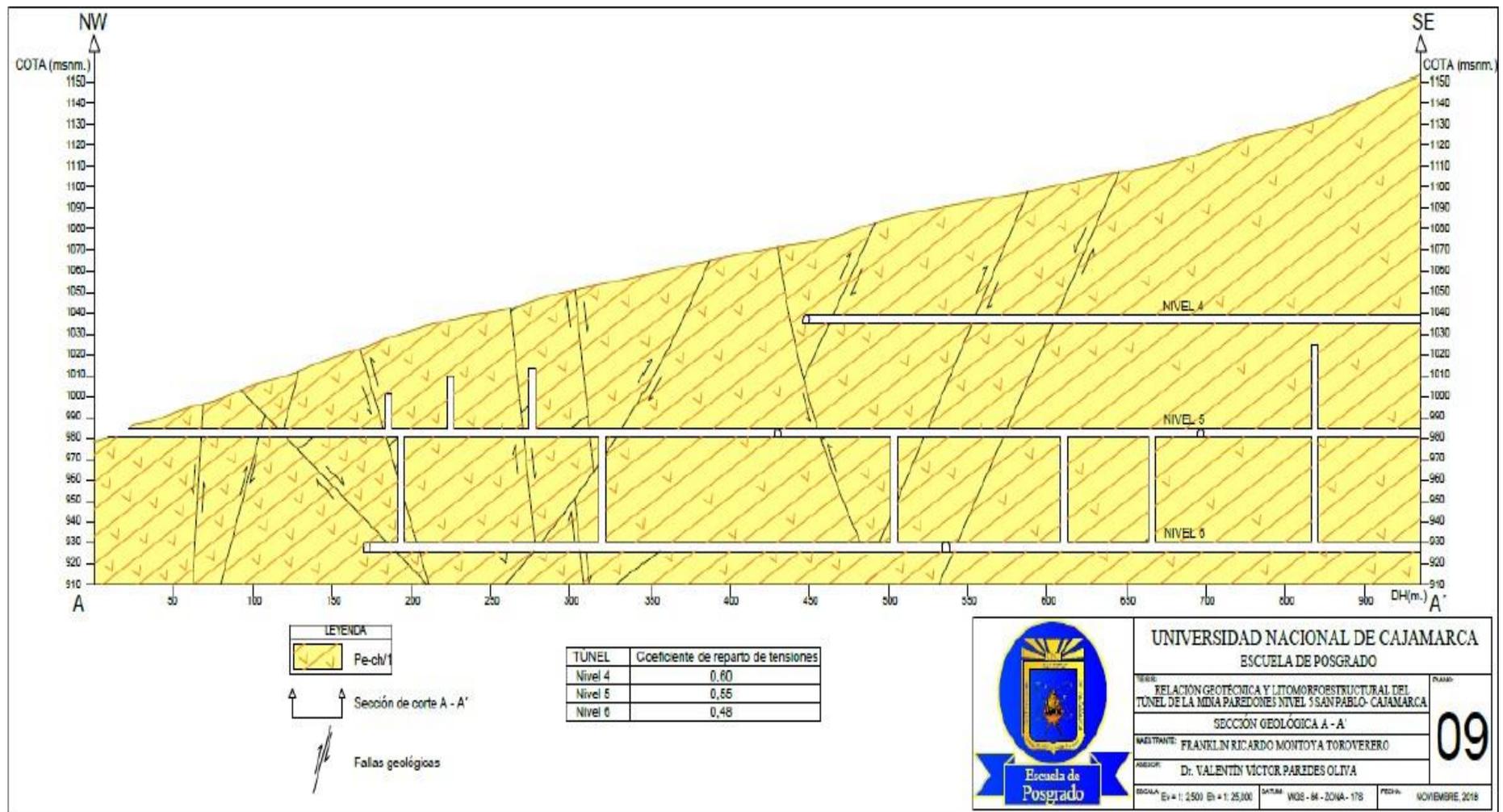


Figura 4 Plano de labores de la zona de Paredones.

Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca.



*Figura 5 Fractura con relleno de pirita y galena en NV 4 veta murciélagu.*

Fuente: Aguilar L., 2016

Según Cooke (1996), cualquier bien capaz de proporcionar alguna utilidad o beneficio constituye un recurso. Cualquier recurso que se puede renovar en un período de tiempo adecuado a nuestra expectativa de vida, recibe el nombre de recurso renovable, mientras que los que son un legado de la historia de la Tierra y no se pueden regenerar en ciclos acordes a nuestras expectativas de vida, son los recursos no renovables. Los recursos minerales son no renovables porque los ciclos geológicos que los forman se expresan en millones de años.

Cuando incursionamos en la etapa de valuación de reservas hacemos uso de técnicas, algunas de las cuales han sido usadas en la etapa de exploración regional, solo difieren en la escala. Entre ellas se distinguen: técnicas geológicas, técnicas geofísicas, técnicas geoquímicas y toma de muestras mediante sondeos, calicatas o excavaciones. (Motilla, 1994).

El buen flujo y desarrollo de una economía minera con el objetivo específico de iniciar o retomar un proyecto minero, estima incluir todos los campos que implica el desarrollo del proyecto basado en las utilidades económicas y responsabilidades relacionadas con el sector minero y sus inversionistas. Por tal motivo la necesidad de reactivar la Mina Paredones nos lleva a investigar el modelo geológico actual de la veta Murciélagos en los niveles 4 y 5, para estimar los recursos mineros in situ, los cuales serán considerados al momento de formular las etapas de viabilidad y factibilidad del proyecto, que contribuya a la explotación adecuada de estos recursos.

## **12. Formulación del problema**

¿Cuál es el cálculo de recursos mineros en el nivel 4 y 5 a partir del modelo geológico de la veta Murciélagos en la mina Paredones?

## **13. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Determinar el modelo geológico para el cálculo de recursos mineros de la veta Murciélagos de la Mina Paredones.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Obtener el modelo que describe las características espaciales de la veta murciélagos en la estimación de recursos mineros del nivel 4 y 5 de la Mina Paredones.
- Determinar los recursos mineros del nivel 4 y 5 de la veta murciélagos.

- Elaborar una metodología a partir de los resultados prácticos de modelamiento, para corroborar el modelo geológico en la precisión y exactitud de la estimación de recursos in situ.

## 14. Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis general

Realizando un cartografiado topográfico y aplicando software de modelamiento, se proporcionará vías para determinar el modelo geológico de la veta murciélago en el cálculo de recursos mineros del nivel 4 y 5 de la Mina Paredones.

### 1.4.2. Hipótesis específicas

- Al aplicar un cartografiado topográfico se obtiene una data para el modelamiento del cuerpo mineralizado utilizando software de minería que describirá las características espaciales de la veta murciélago en la estimación de recursos mineros del nivel 4 y 5 de la Mina Paredones.
- Al exportar las proyecciones de los puntos realizados en AutoCAD al software Minesight 9.5 y aplicando las herramientas Linker, Minesight Query, se genera un sólido con volumen definido; conociendo la densidad y las leyes, se estima los recursos mineros del nivel 4 y 5 de la veta murciélago.
- Al utilizar software de minería, se elabora una metodología a partir de los resultados prácticos de modelamiento, para corroborar el modelo geológico en la precisión y exactitud de la estimación de recursos in situ.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo Aplicada. Este tipo de investigación hace uso de los conocimientos o teorías o de investigación básica para resolver un problema existente.

La Investigación Aplicada tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico. (Crai, 2018).

El diseño de la investigación es No Experimental Descriptivo, porque no se controla la variable independiente, dado que el estudio se basa en analizar eventos ya ocurridos de manera natural. (Link Metodología 2).

El método de análisis es de carácter descriptivo porque describe las características espaciales de la veta murciélagos en la estimación de recursos mineros del nivel 4 y 5 de la Mina Paredones. Ver Tabla 1.

Tabla 1 Matriz Operacionalización de Variables

Tipo	Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente	Modelo Geológico	Es una representación en 3D, de características geológicas, como: Litología, oxidación, mineralización, alteración, etc., que contiene algún elemento “químico de interés económico” (Au, Ag, Cu) y que su correcta definición y delimitación es fundamental para que la estimación de recursos minerales sea confiable. (NR Ingenieros S.A.C., 2018).	Dimensiones	Potencia Altura Profundidad
			Rumbo y buzamiento	Grados
Dependiente	Cálculo de recursos mineros	Es cuantificar su contenido metálico hasta un cierto grado de certeza, considerando que ninguno de estos recursos son menas, porque los aspectos económicos del depósito mineral pueden no haber sido totalmente evaluados. (US Geological Survey, 1980).	Volumen de mineral	m <sup>3</sup>
			Tonelaje métrica de mineral	TM
			Tonelada métrica de plomo	TM
			Tonelada métrica de zinc	TM
			Onzas de plata	oz

Fuente: Elaboración propia.

## **2.2 Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)**

### **2.2.1. Población**

Vetas de la Mina Paredones en Chilete, Cajamarca.

### **2.2.2. Muestra**

El tipo de muestra es no probabilística, resaltando de esta manera un procedimiento a criterio y decisión del investigador, primando de este modo el interés por la riqueza profundidad y cantidad de la información más que la calidad. El criterio para la medición de la veta murciélago por cartografiado topográfico, se ciñe a la guía sugerida para estudios exploratorios.

Por lo descrito anteriormente determinamos que nuestra muestra está constituida por los 450 m de la veta murciélago en el nivel 4 y los 580 m de la veta murciélago en el nivel 5, en el cual se realizará un cartografiado topográfico para realizar el modelamiento de la veta. Asimismo, en cada veta se realizó un muestreo sistemático para la toma de muestra y se envió a laboratorio químico para los ensayos de Pb, Zn y Ag.

## **23. Técnicas e Instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.3.1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:**

Se recopiló a través del Análisis documental, toda la información necesaria previa al trabajo de campo mediante libros, boletines y revistas informativas, páginas en internet (de información teórica e información geográfica), trabajos de investigación que se hayan realizado anteriormente.

Los datos de leyes de Pb, Zn y Ag; han sido analizados por el laboratorio SGS del Perú, para la estimación de recursos mineros.

### **2.3.2 Técnicas e Instrumentos de Análisis de datos:**

La información obtenida del cartografiado topográfico y muestreo de mineral en la veta murciélagos, se insertaron en el software MINESIGHT, que es el que se utilizó para realizar el cálculo del recurso minero.

## **24. Procedimiento**

- Instalación del equipo estación total a la salida de cada bocamina para la toma de puntos de referencia.
- Cartografiado topográfico en el nivel 4 de la veta murciélagos.
- Toma de muestra de mineral en el nivel 4 cada 50m de la veta murciélagos.
- Cartografiado topográfico en el nivel 5 de la veta murciélagos.
- Toma de muestra de mineral en el nivel 5 cada 50m de la veta murciélagos.
- Desinstalación del equipo estación total.
- Envío de muestras codificadas a laboratorio químico para los ensayos de Pb, Zn y Ag.
- Procesamiento de datos en el software MINESIGHT.

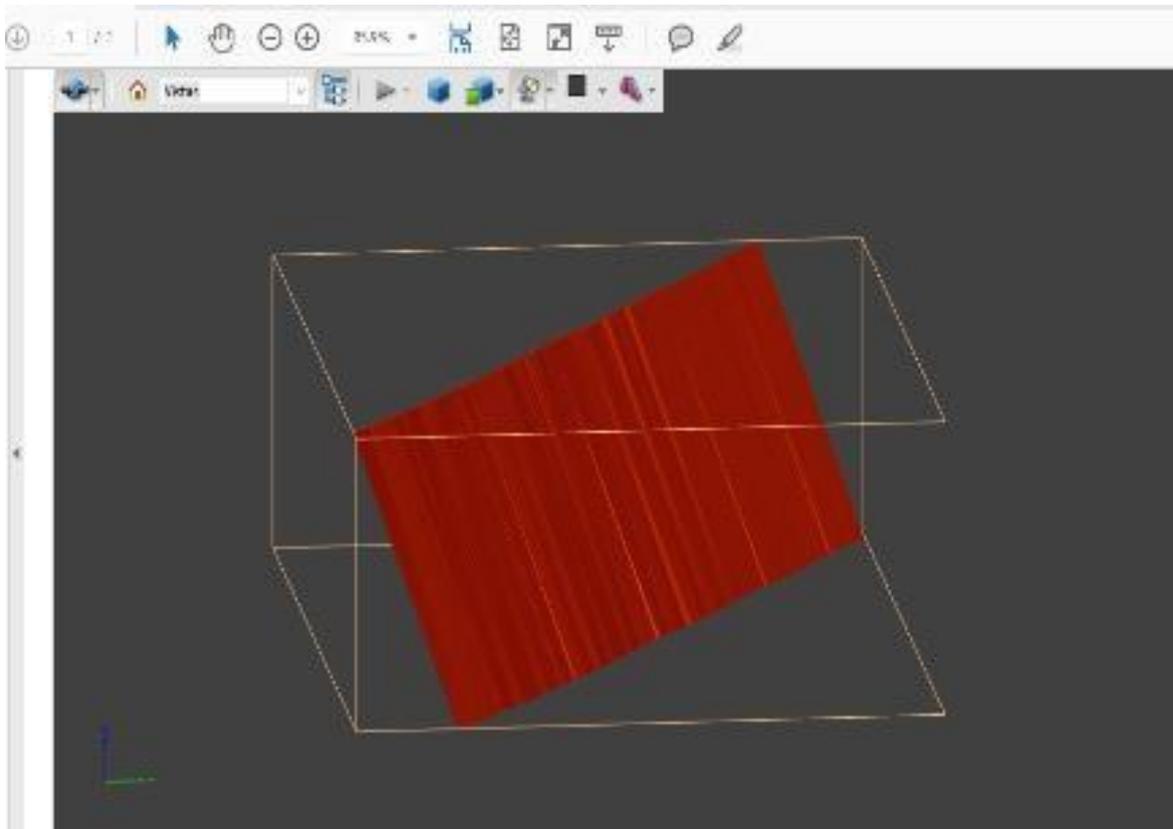
### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### OBTENCIÓN DEL MODELO QUE DESCRIBE LAS CARACTERÍSTICAS ESPACIALES DE LA VETA MURCIÉLAGO EN EL NIVEL 4 Y 5

*Tabla 2 Data del modelo de la veta murciélagos en el nivel 4 y 5 de la Mina Paredones*

NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
9204501.50	740663.33	1025.29	TUNEL
9204503.77	740660.47	1024.98	TUNEL
9204495.30	740727.08	1025.68	A1
9204495.38	740742.51	1025.28	PARED
9204500.12	740744.28	1025.68	PARED
9204492.77	740730.85	1025.28	A2
9204494.85	740739.95	1026.54	PCINICIOVTA
9204494.62	740741.14	1026.53	VETA
9204494.19	740742.35	1026.66	VETA
9204492.49	740744.15	1026.42	VETA
9204492.36	740743.65	1026.55	VETA
9204491.98	740744.99	1026.01	A3
9204494.69	740741.19	1026.46	VETA
9204493.99	740742.71	1026.63	VETA
9204492.54	740744.18	1026.37	VETA
9204492.26	740743.79	1026.48	VETA
9204480.06	740758.25	1026.29	VETA
9204468.45	740770.42	1026.42	VETA
9204479.91	740758.03	1026.33	VETA
9204460.54	740776.84	1027.83	PROY-NIVEL4
9204459.63	740775.98	1028.02	PROY-NIVEL4
9204512.00	740643.00	1026.00	ORI
9204495.38	740742.51	1025.28	PARED
9204480.83	740756.37	1024.39	N3
9204471.65	740767.27	1024.49	N4
9204505.00	740641.00	1024.30	E01
9204495.54	740736.32	1024.48	E03
9204495.03	740741.45	1024.54	EST-N2
9204465.44	740774.70	1024.67	EST-M2
9204707.29	740512.26	998.81	Veta-nivel5
9204707.61	740512.45	998.84	Veta-nivel5
9204704.32	740515.84	998.80	Veta-nivel5
9204704.66	740516.05	998.74	Veta-nivel5
9204664.13	740579.23	1000.78	Riel-nivel5
9204726.00	740464.00	999.00	ORI-nivel5
9204716.00	740498.00	998.97	E1NIVEL5

Fuente: Elaboración propia



*Figura 6 Modelo geológico de la veta murciélagos en el nivel 4 y 5 de la Mina Paredones*

Fuente: Elaboración propia

## DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS MINEROS DEL NIVEL 4 Y 5 DE LA VETA MURCIÉLAGO.

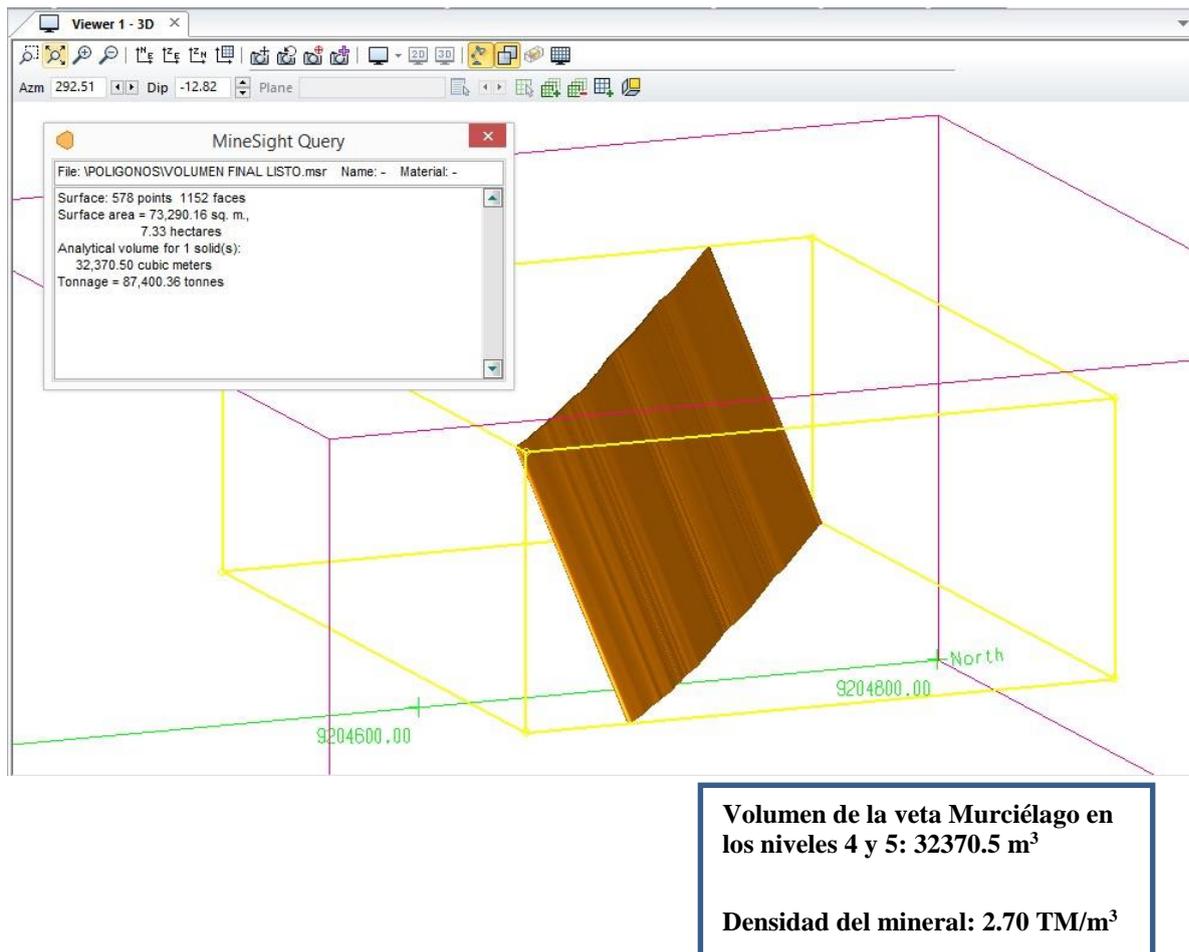


Figura 7 Recursos Mineros de la veta murciélagos en el nivel 4 y 5 de la Mina Paredones

Fuente: Elaboración propia

Los datos recolectados de las labores de ingreso al cuerpo mineralizado son los siguientes:

**Nivel 04:**

Coordenadas UTM: Zona: 17 M / Coordenada Este: 740641.00 m E / Coordenada Norte: 9204520.00 m S.

La veta presenta una potencia con un promedio de 0.60 m y se expande por tramos en forma creciente (embolsonadas), para luego reducirse evidenciando formaciones típicas de vetas del tipo rosario. En este nivel la veta tiene una profundidad de 200 metros.

El rumbo es N 34° O y su buzamiento de 73 ° N.

La roca encajonante está muy fracturada, asimismo la alteración argílica presente en el contacto de roca caja / techo con el mineral del socavón de 200 m aproximadamente cuenta con sostenimiento en un 40 % de su recorrido, por esta inestabilidad presentada en el macizo rocoso, la mineralización de las vetas están predominadas por el sulfuro esfalerita color marrón acaramelado y la galena con inclusiones de pirita, diseminadas.

### Nivel 05:

Coordenadas UTM: Zona: 17 M / Coordenada Este: 740505.00 m E / Coordenada Norte: 9204710.00 m S.

La roca encajonante es más competente y solo presenta alta fracturación en sus 60 metros de ingreso como cortada, después de esta la roca se vuelve competente, asimismo se presentan Stock Works de cuarzo lechoso y en las venillas de alteraciones presencia de yeso y selenitas radiales, la presencia de tufos volcánicos y las fracturas alteradas dan indicios de un yacimiento mesotermal y epitermal de baja sulfuración sulfuros de Hierro y Cobre (Pirita y calcopirita, la galena y esfalerita siguen como mena principal y abundante. En este nivel la veta tiene una profundidad de 500 metros.

Tabla 3 Resultados de análisis químico de las muestras de mineral del nivel 4 y 5 de la veta murciélago

Elemento	Au	Ag	As	Cu	Pb	Zn	S_Total
Unidad	PPB	G/T	%	%	%	%	%
Metodo	FAA313	AAS41B	AAS41B	AAS41B	AAS41B	AAS41B	CSA24V
02-C-M-01	165	213	0.12	0.021	4.87	0.07	1.37
02-C-M-02	56	47	0.02	0.011	3.52	0.20	1.71
02-C-M-03	83	441	0.23	0.141	6.74	4.28	6.51
02-C-M-04	68	369	0.07	0.187	8.87	10.29	9.3
02-C-M-05	120	259	0.18	0.048	7.97	0.35	3.8
02-C-M-06	298	143	0.42	0.458	2.64	14.05	15.4
02-C-M-07	400	126	0.30	0.555	2.81	21.10	22.16

Fuente: Laboratorio SGS del Perú.

Las muestras 02-C-M-01 hasta la 02-C-M-04, corresponde a mineral de la veta murciélago en el nivel 4.

Las muestras 02-C-M-05 hasta la 02-C-M-07, corresponde a mineral de la veta murciélago en el nivel 5.

Tabla 4 Estimación de leyes ponderadas de Pb, Zn, Ag del mineral nivel 4 y 5 de la veta murciélagos

Elemento	Potencia	Pb	Zn	Ag
Muestra	cm	%	%	g/T
O2-C-M-01	60	4.87	0.07	213
O2-C-M-02	69	3.52	0.20	47
O2-C-M-03	77	6.74	4.28	441
O2-C-M-04	34	8.87	10.29	369
O2-C-M-05	48	7.97	0.35	259
O2-C-M-06	41	2.64	14.05	143
O2-C-M-07	72	2.81	21.10	126
Ley ponderada	401	5.11	7.01	224.17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Estimación de Pb, Zn, Ag contenido en el mineral del nivel 4 y 5 en la veta murciélagos

Material	UM	Tonelaje estimado	Pb TM	Zn TM	Ag onzas
Mineral	Toneladas	87400.36	4465.40	6123.41	629920.09
Rec. Metalurgica	%	-	80	80	80
Metal recuperado			3572.32	4898.73	503936.07
Precio Metales	\$/TM, \$/onza		2066	2642	15.78
Ingreso bruto x venta	\$		7380405.76	12942436.66	7952111.25
Ingreso bruto total x venta			28274953.67		

Fuente: Elaboración propia.

## PROCEDIMIENTO DEL MODELAMIENTO DEL CUERPO MINERALIZADO UTILIZANDO SOFTWARE DE MINERÍA.

1. Configuración de la interfaz del Software Minesight 9.5 con los límites de trabajo del proyecto.

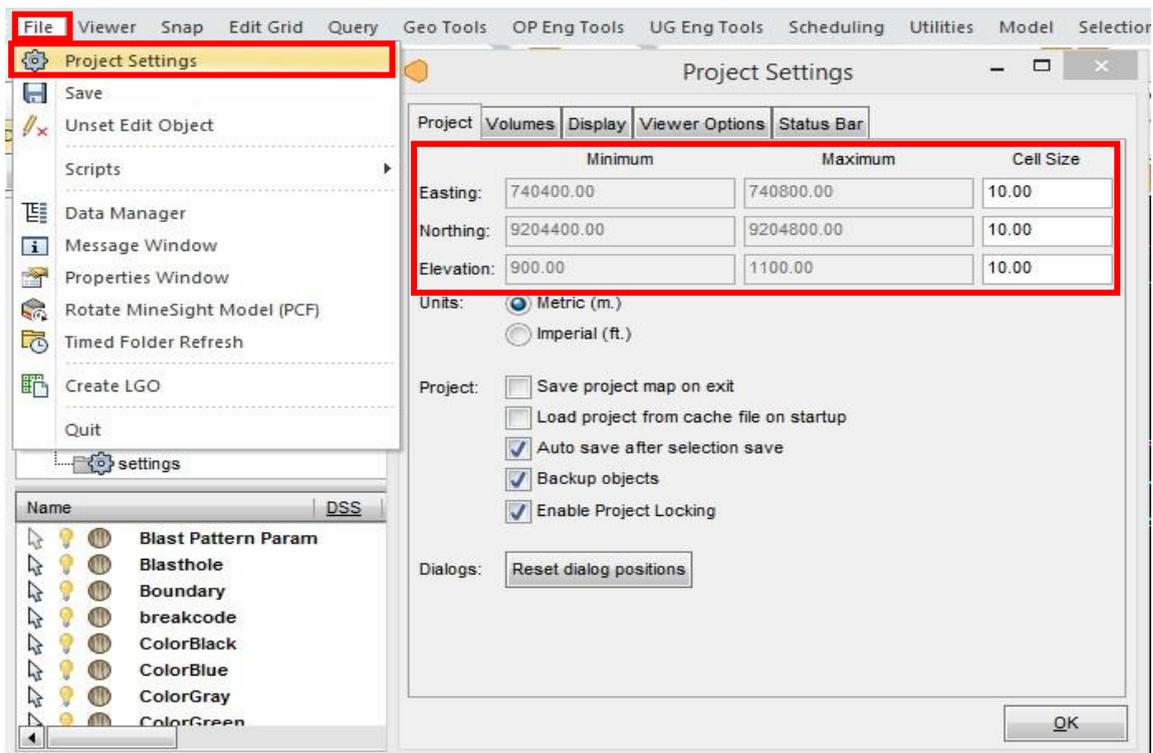


Figura 8 Interfaz del software Minesight 9.5

Fuente: Elaboración propia.

2. Exportar las proyecciones de los puntos realizados en AutoCAD al Software Minesight 9.5 de la veta Murciélago.

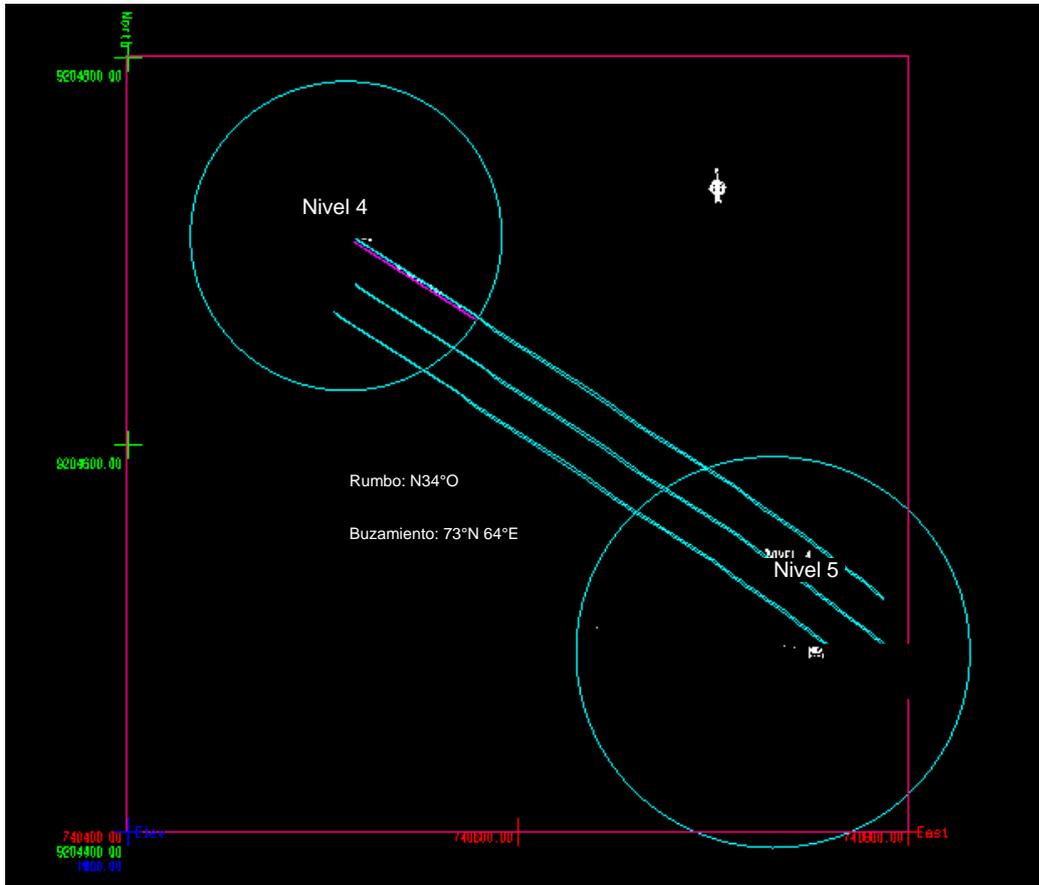


Figura 9 Vista de planta de las polilíneas exportadas al Minesight 9.5

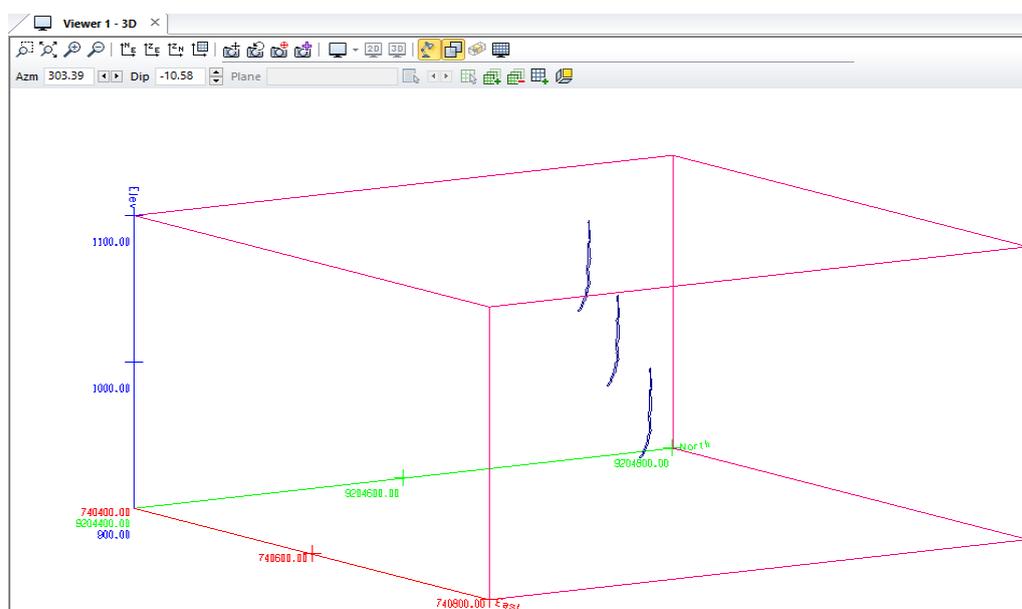
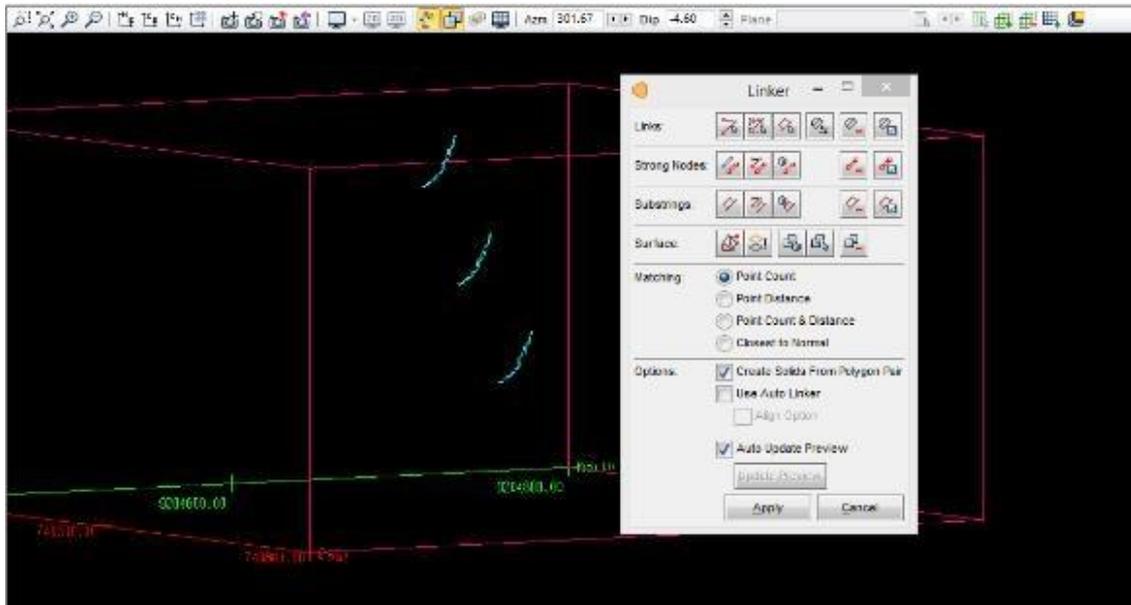
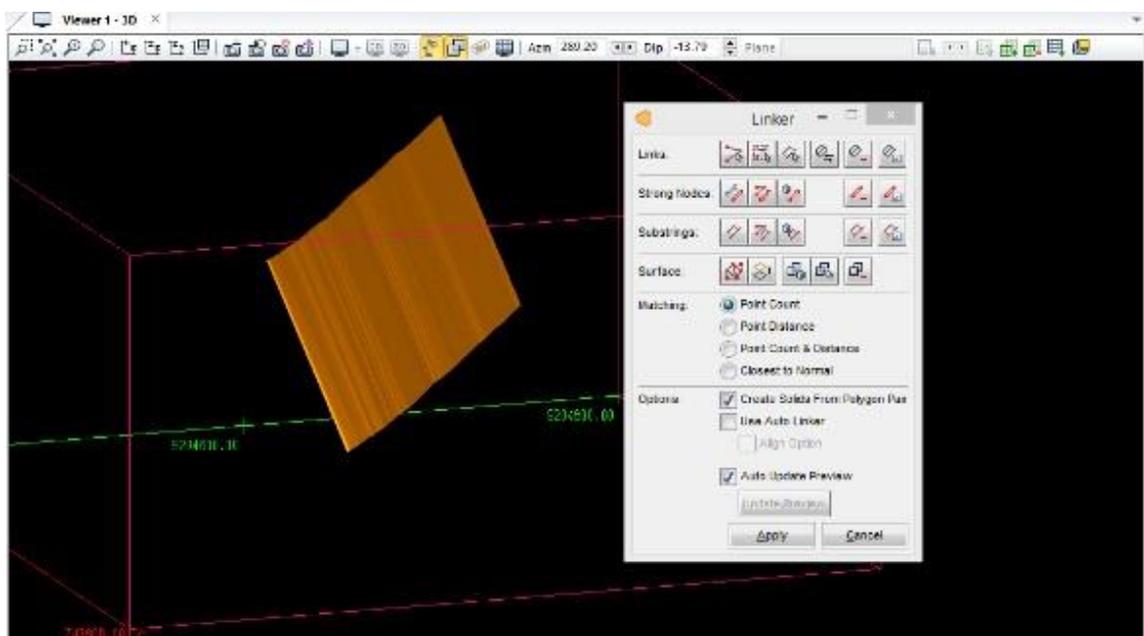


Figura 10 Vista 3D de las polilíneas exportadas al Minesight 9.5

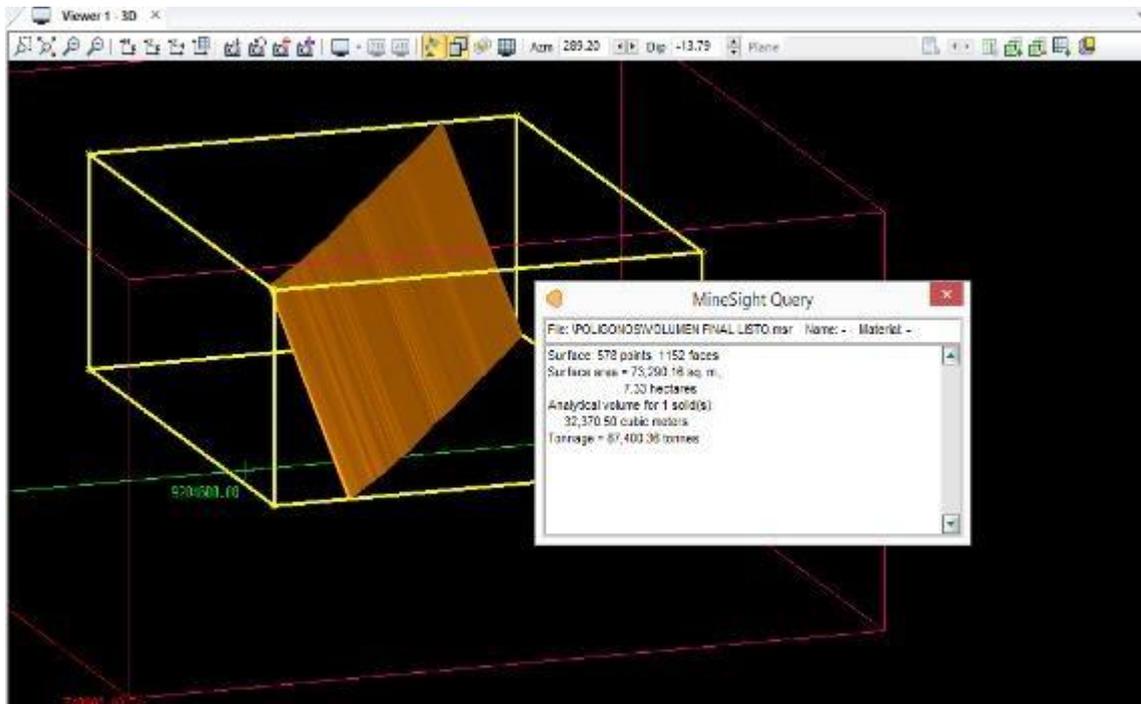
3. Aplicación de la herramienta Linker para la generación del sólido con volumen definido.



4. Visualización de la veta Murciélago en 3D.



5. Aplicación de la herramienta Minesight Query para el cálculo del volumen de la veta Murciélagos.



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En la figura N° 6 se obtuvo el modelo geológico en 3D de la veta murciélagos, recolectando datos de cartografiado topográfico con equipo de estación total y procesando esta información con el Software Minesight 9.5

En el nivel 4 la veta murciélagos tiene una profundidad de 200 m y en el nivel 5 tiene 500 m. La veta murciélagos presenta una potencia promedio de 0.60 m y se expande por tramos en forma creciente (embolsonadas), para luego reducirse evidenciando formaciones típicas de vetas del tipo rosario. El rumbo es N 34° O y su buzamiento de 73 ° N. Estos resultados para la determinación del modelo geológico a través de planos, también fue realizado por Oviedo y Rosas en el 2013, con la aplicación de las herramientas como Mapteck, Vulcan, Gems, Surpac, Datamine, Micromine, Minisight y Examine y analizan el mayor índice de producción.

De la Tabla N° 3 se puede observar que al realizar el cálculo de la estimación de la ley ponderada en la veta murciélagos en el nivel 4 y 5, se tiene 5.11% de Pb, 7.01% de Zn y 224.17 g/TM de Ag. Con estos datos se realizó la estimación del tonelaje de Pb, Zn y Ag en las 87 400.36 TM de mineral como recurso minero.

De la Tabla N° 4 se aprecia que en reservas de Pb se tiene 4 465.40 TM, en Zn se tiene 6 123.41 TM y en Ag se tiene 629 920.09 onzas. Si este mineral es vendido a una Planta Concentradora por flotación y asumiendo una recuperación metalúrgica del 80%, cotizando al precio internacional de metales, se tendría un ingreso bruto por venta de 28 274 953.67 dólares americanos.

Los resultados de la investigación reportan recurso minero en un tonelaje menor, pero con leyes más altas de Pb, Zn Ag; en comparación a lo investigado por Gallarday en el 2010, quien afirma que “existe un potencial de 1 000 000 TM con las siguientes leyes, dado en los análisis de las dos Muestras Nos. 866 y 867: oro 0.04 a 0.86 g/TM, plata 6 a 75 g/TM, plomo 0.15 a 0. 8.74 %”.

#### **4.2. Conclusiones**

La elaboración del modelo geológico estimado a través de los planos en Minesight 9.5, ha permitido determinar los recursos mineros de la veta murciélago en el nivel 4 y 5 de la Mina Paredones. La veta presenta una longitud promedio de 0.60 m y se expande por tramos en forma creciente (embolsonadas), para luego reducirse evidenciando formaciones típicas de vetas del tipo rosario. En el nivel 4 la veta tiene una profundidad de 200 metros y en el nivel 5 la profundidad es de 500 m. El rumbo es N 34° O y su buzamiento de 73 ° N. La roca encajonante (andesita) está muy fracturada, asimismo la alteración argílica presente en el contacto de roca caja / techo con el mineral, cuenta con sostenimiento en un 40 % de su recorrido, por esta inestabilidad presentada en el macizo rocoso, la mineralización de las vetas están predominadas por el sulfuro esfalerita color marrón acaramelado y la galena con inclusiones de pirita, diseminadas.

Se determinó los recursos mineros del nivel 4 y 5 de la veta murciélagos, partiendo de la estimación de la ley ponderada, dando valores de 5.11% de Pb, 7.01% de Zn y 224.17 g/TM de Ag. Con estos datos se realizó la estimación del tonelaje de Pb, Zn y Ag en las 87 400.36 TM de mineral de recurso minero. En Pb se tiene 4 465.40 TM, en Zn se tiene 6 123.41 TM y en Ag se tiene 629 920.09 onzas.

Se elaboró una metodología para corroborar la influencia del modelo geológico en la precisión y exactitud de la estimación de recursos in situ, haciendo uso del Minesight 9.5 y su aplicación de la herramienta Minesight Query para el cálculo del volumen de la veta Murciélagos.

## REFERENCIAS

- Aguilar L. Izquierdo L. (2016). *Caracterización del emplazamiento mineralógico de la veta murciélago para determinar el tipo de yacimiento en la Mina Paredones, provincia de San Pablo, Región Cajamarca*. Tesis para optar el título de Ingeniero de Minas. Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú.
- Calderon JP, Alzamora LA (2010). *Tipos de investigación. Metodología de la investigación científica en postgrado*. Perú: Safe Creative; 2010. p. 44- 6.
- Cajamarca, G. R. (2011). *Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial*, Cajamarca.
- Chira J, Rivera R, Guerra K, Vargas L, Gonzales Rojas, Chero R. (2007). *Prospección regional en la cuenca del río Jequetepeque*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- Cooke, D.R., McPhail, D.C., Bloom, M.S., (1996). *Epithermal gold mineralization, Acupan, Baguio district, Philippines: Geology, mineralization, alteration, and the thermochemical environment of ore deposition*. *Economic Geology*, v. 91, p. 243-272.
- Crai (2018). *La investigación Aplicada*. Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación. Bibliotecas Duoc UC.

Gallarday T. (2005). *Informe Técnico de la zona Huayrapongo, área superficial sobre la Mina Paredones, ubicada cerca al pueblo de Chilete*. Lima, Perú.

Motilla, J.L., (1994). *Interpretación genética de un depósito epitermal Au-Ag*. San Martín, Colón, Querétaro, México: Reporte interno de la Cía. Minera Teck.

NR Ingenieros SAC (2018). *Consultoría en Planamiento y Operaciones Mineras*.

US Geological Survey (1980). *Principles of a Resource/Reserve classification for Minerals*. Circular 831.

Tapia Cabanillas, M. (2008): *Formulación de un Modelo Geológico Estructural, en el Sistema de Vetas de la Franja Oeste del Yacimiento Minero de Parcoy, Consorcio Minero Horizonte*. UNMSM. Lima.

Vargas Cordero, Zoila Rosa ( 2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Educación, vol. 33, núm. 1, pp. 155-165. Universidad de Costa Rica San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica.

Oviedo, S. y Rosas, M. (2013): *Modelamiento Dinámico 3D – MD3D*, Universidad Nacional de Cajamarca. Pág. 23.

Rivera, R (2007). *Características Metalogénicas de los Yacimientos asociados al Volcanismo Cenozoico (Grupo Calipuy) en el Norte del Perú, Región Cajamarca. Informe interno en revisión.* INGEMMET. Dirección de Recursos Minerales y Energéticos.

<http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>

# ANEXOS

## **ANEXO 1: INFORMES DE ENSAYO DE LABORATORIO**

# SGS

## INFORME DE ENSAYO GQ1404297

Página 1 de 3

<b>A solicitud de:</b>	Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada Occidental 2 de Cajamarca Jr. Angamos N° 648		
<b>Por cuenta de:</b>	Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada Occidental 2 de Cajamarca Jr. Angamos N° 648		
<b>Producto:</b>	Muestra Exploración Geoquímica y/o Menas	<b>Cantidad Muestras:</b>	10
<b>Tipo de Análisis:</b>	PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO	<b>Fecha de Recepción:</b>	07/11/2014
<b>Localidad de preparación:</b>	CAJAMARCA	<b>Fecha de Ensayo:</b>	Del 07/11/2014 Al 14/11/2014
<b>Descripción del Estado y Condición de la Muestra:</b>	En bolsas de plástico con nudo  Granulometría de 1/2 pulg aprox. Peso aprox. de 2 a 5 kg húmedas.		
<b>Referencia Cliente:</b>	Solicitud 07-11-2014		
<b>Notas:</b>			

Esquema	Método
PRP93	Pesado, secado 100°C, chancado - 10 mesh >90%, cuarteo, pulverizado de 250 g -140 mesh >95 %
FAA313	SGS-EF-ME-02 / Setiembre 2009 Rev.07 / Determinación de Oro en dorés por AAS.
ICP12B	SGS-MN-ME-43 / Mayo 2014. Rev. 12 / Muestras de Exploración Geoquímica - Digestión Ácido Nítrico y Clorhídrico ICPOES.
PMI_CH	Peso de Muestra Recibido
PMI_M10	ASTM E 389-69 / Particle Size or screen analysis at N°4 (4.75-mm) Sieve and coarser for Metal bearing ores and related materials
PMI_M140	ASTM E 276-68 / Particle Size or screen analysis at N°4 (4.75-mm) Sieve and finer for Metal bearing ores and related materials

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Au FAA313 ppb 5	Ag ICP12B ppm 0.2	Al ICP12B % 0.01	As ICP12B ppm 3	Ba ICP12B ppm 1	Be ICP12B ppm 0.5	Bi ICP12B ppm 5	Ca ICP12B % 0.01
M-01-A	79	26.1	1.35	50	645	<0.5	6	0.06
M-02	106	4.6	2.28	46	1777	<0.5	<5	0.09
M-03	9	39.5	1.56	6	18	<0.5	<5	1.03
M-04	559	>100.0	0.26	4238	44	<0.5	136	0.09
M-05	63	18.4	1.43	42	677	<0.5	<5	0.05
P-44	188	>100.0	0.63	2641	336	<0.5	<5	0.36
P-45	182	>100.0	0.83	2261	603	<0.5	<5	0.05
P-46	162	>100.0	0.31	3392	56	<0.5	<5	0.47
P-47	30	3.9	1.43	157	184	<0.5	<5	0.31
P-44-A	100	>100.0	1.25	938	825	<0.5	<5	0.42
*DUP M-02	109	4.8	2.37	44	1789	<0.5	<5	0.09

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Cd ICP12B ppm 1	Co ICP12B ppm 1	Cr ICP12B ppm 1	Cu ICP12B ppm 0.5	Fe ICP12B % 0.01	Ga ICP12B ppm 10	K ICP12B % 0.01	La ICP12B ppm 0.5
M-01-A	6	4	29	790.4	13.50	<10	0.01	1.6
M-02	8	11	28	1624.3	10.20	<10	0.09	0.6

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización de SGS del Perú S.A.C.  
 Los resultados mencionados en este documento proceden de muestras proporcionadas por el cliente, por un tercero a nombre del cliente o a solicitud del cliente. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.  
 Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) o sometida a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizada.  
 SGS del Perú S.A.C. Laboratorio está acreditado por Indecopi conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se puede encontrar en [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)  
 Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm) Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.  
 Se informa a cualquier persona que tenga en su poder este documento, que el contenido del mismo, refleja los hallazgos de la Compañía solo al momento de su intervención y dentro de los límites de las instrucciones del Cliente, si hubiera alguna. La Compañía es únicamente responsable ante su Cliente y este documento no exime a las partes de una transacción de ejercer todos sus derechos y obligaciones en virtud de los documentos de la transacción.  
 Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.  
 No obstante lo estipulado en la Cláusula 8 de las Condiciones Generales de Servicio de SGS, todos los conflictos que se originen en, o que tengan relación con las Relaciones Contractuales reguladas por este contrato, se regirán y serán interpretados de acuerdo con la leyes sustantivas de Perú, excluyendo cualquier disposición legal con respecto a los conflictos de leyes y se resolverán finalmente mediante un Arbitraje de Derecho de acuerdo al Reglamento del Centro de Arbitraje Nacional e Internacional de la Cámara de Comercio de Lima, por uno o más árbitros designados de acuerdo con tales reglas. El arbitraje tendrá lugar en Lima (Perú) y será en el idioma español.

Última revisión Julio 2014

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900 f (51-1) 575 4089 [www.pe.sgs.com](http://www.pe.sgs.com)

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

# SGS

## INFORME DE ENSAYO GQ1404297

Página 2 de 3

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Cd ICP12B ppm 1	Co ICP12B ppm 1	Cr ICP12B ppm 1	Cu ICP12B ppm 0.5	Fe ICP12B % 0.01	Ga ICP12B ppm 10	K ICP12B % 0.01	La ICP12B ppm 0.5
M-03	6	7	17	63.0	3.45	<10	0.33	2.9
M-04	1635	34	50	5450.6	6.66	<10	0.07	0.7
M-05	7	5	39	640.0	9.69	<10	0.03	1.4
P-44	50	3	24	618.8	9.50	<10	0.87	1.4
P-45	50	2	34	587.8	9.14	<10	0.55	2.1
P-46	2201	8	62	1513.0	8.36	<10	0.10	0.9
P-47	57	15	12	124.4	14.31	<10	0.57	5.4
P-44-A	63	6	28	404.8	9.30	<10	0.62	3.2
*DUP M-02	8	11	30	1628.6	10.49	<10	0.09	0.9

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Li ICP12B ppm 1	Mg ICP12B % 0.01	Mn ICP12B ppm 2	Mo ICP12B ppm 1	Na ICP12B % 0.01	Nb ICP12B ppm 1	Ni ICP12B ppm 1	P ICP12B % 0.01
M-01-A	6	0.10	1022	17	<0.01	1	7	0.04
M-02	33	0.38	3235	13	<0.01	1	5	0.03
M-03	12	0.42	995	7	0.03	1	4	0.03
M-04	4	0.05	516	91	0.01	1	6	<0.01
M-05	13	0.18	1312	17	<0.01	1	6	0.03
P-44	2	0.10	311	29	0.08	1	5	0.03
P-45	2	0.08	489	24	0.05	<1	6	0.03
P-46	2	0.22	1498	20	<0.01	1	8	<0.01
P-47	12	1.03	5796	4	<0.01	1	4	0.07
P-44-A	5	0.23	1798	14	0.05	1	7	0.05
*DUP M-02	33	0.38	3367	13	<0.01	1	5	0.03

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Pb ICP12B ppm 2	S ICP12B % 0.01	Sb ICP12B ppm 5	Sc ICP12B ppm 0.5	Sn ICP12B % 0.01	Sr ICP12B ppm 0.5	Ti ICP12B % 0.01	Tl ICP12B ppm 2
M-01-A	>10000	0.39	9	3.2	<10	59.4	0.01	<2
M-02	9867	0.08	6	4.5	<10	34.2	<0.01	2
M-03	>10000	1.04	6	3.2	<10	87.0	0.01	<2
M-04	>10000	>10.00	157	1.1	<10	42.2	<0.01	<2
M-05	>10000	0.20	10	2.8	<10	33.9	<0.01	2
P-44	>10000	4.44	330	1.4	<10	65.2	<0.01	<2
P-45	>10000	2.99	324	1.9	<10	112.9	<0.01	2
P-46	>10000	>10.00	498	1.0	<10	11.7	<0.01	<2
P-47	713	7.44	20	5.6	<10	12.6	<0.01	2
P-44-A	>10000	2.28	174	3.2	<10	144.0	<0.01	<2
*DUP M-02	9880	0.08	9	4.7	<10	34.8	<0.01	2

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	V ICP12B ppm 2	W ICP12B ppm 10	Y ICP12B ppm 0.5	Zn ICP12B ppm 0.5	Zr ICP12B ppm 0.5	Hg ICP12B ppm 1	Se ICP12B ppm 10	Te ICP12B ppm 10
M-01-A	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
M-02	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
M-03	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
M-04	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
M-05	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
P-44	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
P-45	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
P-46	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
P-47	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
P-44-A	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00
*DUP M-02	>10000	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00	>10.00

Los resultados mencionados en este documento proceden de muestras proporcionadas por el cliente, por un tercero a nombre del cliente o a solicitud del cliente. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Los resultados del informe de ensayo solo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) o sometida a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizada.

SGS del Perú S.A.C. Laboratorio está acreditado por Indecopi conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se puede encontrar en [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm) Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Se informa a cualquier persona que tenga en su poder este documento, que el contenido del mismo, refleja los hallazgos de la Compañía solo al momento de su intervención y dentro de los límites de las instrucciones del Cliente, si hubiera alguna. La Compañía es únicamente responsable ante su Cliente y este documento no exime a las partes de una transacción de ejercer todos sus derechos y obligaciones en virtud de los documentos de la transacción.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

No obstante lo estipulado en la Cláusula 8 de las Condiciones Generales de Servicio de SGS, todos los conflictos que se originen en, o que tengan relación con las Relaciones Contractuales reguladas por este contrato, se regirán y serán interpretados de acuerdo con la leyes sustantivas de Perú, excluyendo cualquier disposición legal con respecto a los conflictos de leyes y se resolverán finalmente mediante un Arbitraje de Derecho de acuerdo al Reglamento del Centro de Arbitraje Nacional e Internacional de la Cámara de Comercio de Lima, por uno o más árbitros designados de acuerdo con tales reglas. El arbitraje tendrá lugar en Lima (Perú) y será en el idioma español.

Última revisión Julio 2014

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900 f (51-1) 575 4089 [www.pe.sgs.com](http://www.pe.sgs.com)

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



**INFORME DE ENSAYO  
GQ1404297**

Página 3 de 3

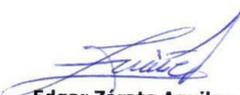
Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	V ICP12B ppm 2	W ICP12B ppm 10	Y ICP12B ppm 0.5	Zn ICP12B ppm 0.5	Zr ICP12B ppm 0.5	Hg ICP12B ppm 1	Se ICP12B ppm 10	Te ICP12B ppm 10
M-01-A	68	<10	1.9	496.8	4.6	<1	<10	15
M-02	50	<10	3.2	1802.8	3.0	<1	<10	<10
M-03	41	<10	3.8	1021.4	2.7	<1	<10	<10
M-04	10	<10	<0.5	>10000.0	1.3	2	40	<10
M-05	44	<10	1.7	1111.9	2.8	<1	<10	10
P-44	38	11	1.2	2473.0	2.8	3	<10	<10
P-45	41	<10	1.0	4894.5	2.4	5	<10	<10
P-46	12	<10	1.2	>10000.0	2.0	8	<10	<10
P-47	54	<10	4.8	8480.0	4.3	<1	<10	10
P-44-A	66	<10	2.2	3264.8	3.1	1	<10	12
*DUP M-02	52	<10	3.3	1823.8	3.3	<1	<10	12

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Peso Muestra PMI_CH g	P_MEN10 PMI_M10 %	P_MEN140 PMI_M140 %
M-01-A	3400	93	97
M-02	3560	--	--
M-03	3660	--	--
M-04	5860	--	--
M-05	3640	--	--
P-44	3790	--	--
P-45	2740	--	--
P-46	2650	--	--
P-47	2440	--	--
P-44-A	3030	--	--
*DUP M-02	--	--	--

**Notas de Almacenaje:**

Pasado el plazo de almacenamiento de 90 días para Remanentes o Pulpas y 30 días para Rechazos o Gruesas, se procederá a descartar las muestras. Favor no considerar esta información si se presentaran instrucciones al inicio del servicio.

mitido en Callao-Perú el , 14/11/2014



**Edgar Zárate Aguilar**  
Supervisor de Laboratorio  
C.I.P. 22151

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados mencionados en este documento proceden de muestras proporcionadas por el cliente, por un tercero a nombre del cliente o a solicitud del cliente. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) o sometida a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.

SGS del Perú S.A.C. Laboratorios está acreditado por Indecopi conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se puede encontrar en [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm) Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Se informa a cualquier persona que tenga en su poder este documento, que el contenido del mismo, refleja los hallazgos de la Compañía solo al momento de su intervención y dentro de los límites de las instrucciones del Cliente, si hubiera alguna. La Compañía es únicamente responsable ante su Cliente y este documento no exime a las partes de una transacción de ejercer todos sus derechos y obligaciones en virtud de los documentos de la transacción.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

No obstante lo estipulado en la Cláusula 8 de las Condiciones Generales de Servicio de SGS, todos los conflictos que se originen en, o que tengan relación con las Relaciones Contractuales reguladas por este contrato, se regirán y serán interpretados de acuerdo con la leyes sustantivas de Perú, excluyendo cualquier disposición legal con respecto a los conflictos de leyes y se resolverán finalmente mediante un Arbitraje de Derecho de acuerdo al Reglamento del Centro de Arbitraje Nacional e Internacional de la Cámara de Comercio de Lima, por uno o más árbitros designados de acuerdo con tales reglas. El arbitraje tendrá lugar en Lima (Perú) y será en el idioma español.

Última revisión Julio 2014

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900 f (51-1) 575 4089 [www.pe.sgs.com](http://www.pe.sgs.com)

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



**INFORME DE ENSAYO  
GQ1404511**

Página 1 de 1

<b>A solicitud de:</b>	Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada Occidental 2 de Cajamarca Jr. Angamos N° 648		
<b>Por cuenta de:</b>	Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada Occidental 2 de Cajamarca Jr. Angamos N° 648		
<b>Producto:</b>	Muestra Exploración Geoquímica y/o Menas	<b>Cantidad Muestras:</b>	8
<b>Tipo de Análisis:</b>	ANALISIS QUIMICO	<b>Fecha de Recepción:</b>	20/11/2014
<b>Localidad de preparación:</b>	CAJAMARCA	<b>Fecha de Ensayo:</b>	Del 20/11/2014 Al 24/11/2014
<b>Descripción del Estado y Condición de la Muestra:</b>	Sobre de papel con seguro metálico Finas a ±140 mesh Peso aprox. de 250 g secas.		
<b>Referencia Cliente:</b>	Solicitud 20-11-2014 ampliación GQ1404297		
<b>Notas:</b>	Para las muestras con leyes en ZN >20% se recomienda analisis por volumetria		

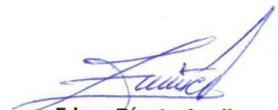
Esquema	Método
AAS11B	SGS-MN-ME-133 / Mayo 2014 Rev. 03 / Muestras Menas - Digestión ácida: Nítrico y Clorhídrico - Absorción Atómi
CSA24V	SGS-INIGQ-ME-01/Noviembre 2008/Rev.05/ Minerales y Residuos : Azufre y Carbono - LECO
PMI_CH	Peso de Muestra Recibido
PMI_M140	ASTM E 276-68 / Particle Size or screen analysis at N°4 (4.75-mm) Sieve and finer for Metal bearing ores and rela materials

Elemento Esquema Unidad Limite de Detección	Ag AAS11B g/TM 10	Pb AAS11B % 0.01	Zn AAS11B % 0.01	S_Total CSA24V % 0.01	Peso Muestra PMI_CH g	P_MEN140 PMI_M140 %
M-01-A	--	5.65	--	--	193.1	98
M-03	--	9.43	--	--	215.3	--
M-04	112	2.46	25.83	21.00	214.6	--
M-05	--	3.31	--	--	213.3	--
P-44	496	13.27	--	--	192.4	--
P-45	393	8.70	--	--	212.9	--
P-46	439	5.91	25.37	21.40	145.1	--
P-44-A	186	6.69	--	--	203.7	--
*DUP P-44	498	13.31	--	--	--	--

**Notas de Almacenaje:**

Pasado el plazo de almacenamiento de 90 días para Remanentes o Pulpas y 30 días para Rechazos o Gruesas, se procederá a descartar las muestras. Favor no considerar esta información si se presentaran instrucciones al inicio del servicio.

**Emitido en Callao-Perú el , 24/11/2014**



**Edgar Zárate Aguilar**  
Supervisor de Laboratorio  
C.I.P. 22151

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados mencionados en este documento proceden de muestras proporcionadas por el cliente, por un tercero a nombre del cliente o a solicitud del cliente. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) o sometida a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.

SGS del Perú S.A.C. Laboratorios está acreditado por Indecopi conforme a los requisitos de NTP ISO/IEC 17025 para los ensayos especificados en el alcance de acreditación, el cual se puede encontrar en [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm) Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio.

Se informa a cualquier persona que tenga en su poder este documento, que el contenido del mismo, refleja los hallazgos de la Compañía solo al momento de su intervención y dentro de los límites de las instrucciones del Cliente, si hubiera alguna. La Compañía es únicamente responsable ante su Cliente y este documento no exime a las partes de una transacción de ejercer todos sus derechos y obligaciones en virtud de los documentos de la transacción.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

No obstante lo estipulado en la Cláusula 8 de las Condiciones Generales de Servicio de SGS, todos los conflictos que se originen en, o que tengan relación con las Relaciones Contractuales reguladas por este contrato, se registrarán y serán interpretados de acuerdo con la ley sustantiva de Perú, excluyendo cualquier disposición legal con respecto a los conflictos de leyes y se resolverán finalmente mediante un Arbitraje de Derecho de acuerdo al Reglamento del Centro de Arbitraje Nacional e Internacional de la Cámara de Comercio de Lima, por uno o más árbitros designados de acuerdo con tales reglas. El arbitraje tendrá lugar en Lima (Perú) y será en el idioma español.

Última revisión Julio 2014

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 t (51-1) 517 1900 f (51-1) 575 4089 [www.pe.sgs.com](http://www.pe.sgs.com)

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

## **ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS**



Foto 1. Ubicación y Montaje de la Estación total a la entrada del nivel 2. Mina Paredones.



Foto 2. Medición cartográfica con estación total.



Foto 3. Marca indicando Nivel 4 en Mina Paredones.

Foto 4. Toma de datos de cartografiado en interior del nivel 4, Mina





Foto 5. Cartografiado en interior del nivel 4, Mina Paredones.

Foto 6. Cartografiado en interior del nivel 5, Mina Paredones.





Foto 7. Ingresando al interior del nivel 5, Mina Paredones.