

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Evaluación geológica para el cálculo de reservas y
estimación de recursos minerales del prospecto
minero Chaupiloma 2007**

Greyss Liliana Valenzuela Tello
César Augusto Buendía Marmanillo

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ASESOR

Ing. Jesús Fernando Martínez Ildfonso

AGRADECIMIENTOS

A Dios,

por darme el conocimiento necesario para cumplir este objetivo profesional.

A mis padres,

por su dedicación, enseñanzas y recomendaciones, para formarme profesionalmente.

A la Universidad Continental,

por brindarme una formación integral y de calidad.

A los docentes de la EAP de Ingeniería de Minas,

por darme los conocimientos necesarios, para mi formación profesional.

DEDICATORIA

Le dedicamos este trabajo a nuestros padres por su apoyo incondicional, a nuestro asesor que con su conocimiento y experiencia ha aportado a nuestra investigación.

LISTA DE CONTENIDO

PORTADA	i
ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOs.....	iii
LISTA DE CONTENIDO.....	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1.1 Planteamiento del problema	15
1.1.2 Formulación del problema	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo general	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	16
1.4 HIPÓTESIS	17
1.4.1 Hipótesis General	17
1.4.2 Hipótesis Específicas.....	17
1.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.....	17
1.5.1 Variable Independiente.....	17
1.5.2 Variable dependiente.....	17
1.5.3 Matriz de operacionalización de variables	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	19
2.2 GENERALIDADES DEL PROSPECTO MINERO CHAUPILOMA 2007	21
2.2.1 Ubicación y acceso.....	21
2.2.2 Propiedad minera	23
2.2.3 Reseña histórica.....	25
2.2.4 Clima y vegetación	26
2.2.5 Geomorfología.....	27
2.2.6 Recursos hídricos.....	28
2.2.7 Recursos energéticos	28
2.3 Geología.....	29
2.3.1 Geología Regional.....	29
2.3.2 Geología Local	30

2.3.2.1 Generalidades	30
2.3.2.2 Estructura	31
2.3.3 Geología económica.....	32
2.3.3.1 Generalidades	32
2.3.3.2 Mineralización.....	34
2.3.3.3 Mineralogía.....	35
2.3.3.4 Alteraciones.....	37
2.3.3.5 Controles de mineralización.....	42
2.4 Bases Teóricas.....	42
2.4.1 Tipo de yacimiento y distribución de la mineralización.....	42
2.4.2 Principales estructuras mineralizadas.....	44
2.4.3 Secuencia paragenética	44
2.4.4 Zonamiento.....	45
2.4.5 Reservas de mineral.....	46
2.4.6 Clasificación de bloques	49
2.4.7 Dilución.....	61
2.4.8 Inventario de mineral	62
2.4.9 Muestreo	64
2.4.9.1 Generalidades	64
2.4.9.2 Tipos de muestreo	68
CAPÍTULO III. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
3.1 MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
3.1.1 Método de la investigación	73
3.1.2 Alcances de la investigación.....	73
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	73
3.3.1 Población.....	73
3.3.2 Muestra	74
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	74
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos	74
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos	74
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	75
4.1 MUESTREO DE LABORES MINERAS.....	75
4.1.1 Galería 710 SE - NV 4433	75
4.1.2 Estocada 680 NE.....	79
4.1.3 Estocada 670 SE	80
4.1.4 Estocada 657 NE.....	81
4.1.5 Estocada 645 SE	82

4.1.6	Estocada 638 SW	83
4.1.7	Estocada 697 S	84
4.1.8	Muestreo de afloramientos	85
4.2	RESERVAS MINERALES.....	93
4.2.1	Reservas Probadas.....	93
4.2.2	Reservas probables	97
4.3	Recursos Minerales	100
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES	104
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
	ANEXOS.....	107
	Anexo N. 1: Matriz de consistencia.....	112
	Anexo N. 2: Plano geológico Prospecto Minero Chaupiloma 2007.....	113
	Anexo N. 3: Plano geológico y de muestreo Galería 710 SE Prospecto Minero Chaupiloma 2007.....	114
	Anexo N. 4: Plano de muestreo afloramientos Prospecto Minero Chaupiloma 2007.....	115

LISTA DE FIGURAS

Figura N. 1: Ubicación del Prospecto Minero Chaupiloma 2007.....	21
Figura N. 2: Mapa de Jauja indicando el distrito de Molinos - Prospecto Chaupiloma 2007	22
Figura N. 3: Vista de la carretera de acceso.....	23
Figura N. 4: Resumen del derecho minero Chaupiloma 2007.	25
Figura N. 5: Clima y vegetación de la zona del Prospecto Chaupiloma 2007.....	27
Figura N. 6: Geomorfología-Cordillera Oriental que aloja el Prospecto Chaupiloma.....	28
Figura N. 7: Geología Local del Prospecto Chaupiloma 2007	30
Figura N. 8: Petrología del Prospecto Chaupiloma 2007	31
Figura N. 9: Estructura del Prospecto - Granitos de Sucllamachay.	32
Figura N. 10: Cuerpos de cuarzo lechoso Prospecto Chaupiloma 2007	33
Figura N. 11: Mineralización del Prospecto Chaupiloma 2007.	34
Figura N. 12: Mineralización encontrada en el Prospecto Chaupiloma 2007.....	35
Figura N. 13: Mineralización en las paredes del Prospecto Chaupiloma 2007.	36
Figura N. 14: Mineralización en el techo del el Prospecto Chaupiloma 2007.....	36
Figura N. 15: Alteraciones Supérgenas.....	38
Figura N. 16: Alteración por silicificación en el Prospecto Chaupiloma 2007.....	40
Figura N. 17: Alteración por limonitización en el Prospecto Chaupiloma 2007.	41
Figura N. 18: Muestra de Bloque de Mena.....	50
Figura N. 19: Muestra de Bloque de Mineral Marginal.....	51
Figura N. 20: Bloque de Mineral Probado.	54
Figura N. 21: Bloque de Mineral Probable.....	56
Figura N. 22: Bloque de Mineral Posible.	58
Figura N. 23: Bloque de Mineral Potencial.	61
Figura N. 24: Gráfico de Inventario de Minerales.	64
Figura N. 25: Muestreo de mineral (interior de la mina) Prospecto Chaupiloma 2007. ...	66
Figura N. 26: Muestreo de afloramiento Prospecto Chaupiloma 2007.....	67
Figura N. 27: Muestreo de afloramiento Prospecto Chaupiloma 2007.....	67
Figura N. 28: Método de muestreo por panales (interior mina), Prospecto Chaupiloma 2007.....	68
Figura N. 29: Bloque de roca con muestreo tipo canal.	69
Figura N. 30: Muestreo tipo canal.	70
Figura N. 31: Muestreo Tipo Chip Rock.	71
Figura N. 32: Muestreo tipo trinchera.	72

Figura N. 33: Galería principal del Prospecto Chaupiloma 2007	78
Figura N. 34: Obteniendo rumbo y buzamiento en Interior de la Galería	78
Figura N. 35: Entrada a la Estocada 680 NE	79
Figura N. 36: Entrada a la Estocada 670 SE	80
Figura N. 37: Obteniendo muestra de la Estocada 657 NE	81
Figura N. 38: Midiendo la potencia de la Estocada 645 SE	82
Figura N. 39: Midiendo la potencia de la Estocada 638 SW	83
Figura N. 40: Afloramiento de mineral en la Estocada 657 NE	84
Figura N. 41: Medición de la Trinchera N. 1	86
Figura N. 42: Medición de la Trinchera N. 2	87
Figura N. 43: Medición de la Trinchera N. 3	88
Figura N. 44: Medición de la Trinchera N. 4	89
Figura N. 45: Medición de la Trinchera N. 5	90
Figura N. 46: Medición de la Trinchera N. 6	91
Figura N. 47: Medición de la Trinchera N. 7	92
Figura N. 48: Medición de la Trinchera N. 8	93
Figura N. 49: Reserva de mineral probado.....	94
Figura N. 50: Reserva de Mineral Probable.....	97
Figura N. 51: Reserva de Mineral Potencial	100

LISTA DE TABLAS

Tabla N. 1: Matriz de operacionalización de variables.....	18
Tabla N. 2 Itinerario de acceso-prospecto Chaupiloma, 2007	22
Tabla N. 3 Coordenadas de los vértices del Prospecto	24
Tabla N. 4: Datos de muestras de galería	76
Tabla N. 5: Potencia y leyes - Galería.....	77
Tabla N. 6: Potencia y leyes-Estocada 680 NE	79
Tabla N. 7: Potencia y leyes-Estocada 670 SE	80
Tabla N. 8: Potencia y leyes - Estocada 657 NE	81
Tabla N. 9: Potencia y leyes - Estocada 645 SE	82
Tabla N. 10: Potencia y leyes-Estocada 638 SW	83
Tabla N. 11: Potencia y leyes - Estocada 697 S.....	84
Tabla N. 12: Potencia y leyes - Trinchera 1.....	85
Tabla N. 13: Potencia y leyes-Trinchera 2.....	86
Tabla N. 14: Potencia y leyes-Trinchera 3.....	87
Tabla N. 15: Potencia y leyes-Trinchera 4.....	88
Tabla N. 16: Potencia y leyes - Trinchera 5.....	89
Tabla N. 17: Potencia y leyes - Trinchera 6.....	90
Tabla N. 18: Potencia y leyes - Trinchera 7.....	91
Tabla N. 19: Potencia y leyes - Trinchera 8.....	92
Tabla N. 20: Promedio de potencia de mineral probado.....	94
Tabla N. 21: Área de Mineral Probado	95
Tabla N. 22: Volumen de mineral probado	95
Tabla N. 23: Tonelaje de mineral probado	95
Tabla N. 24: Tabla de las leyes de mineral probado.....	96
Tabla N. 25 Promedio de potencia de mineral probable.....	97
Tabla N. 26: Área de mineral probable.....	98
Tabla N. 27: Volumen de Mineral Probable	98
Tabla N. 28: Tonelaje de mineral probable.....	98
Tabla N. 29: Tabla de las leyes de mineral probable.....	99
Tabla N. 30: Total de Reservas.....	99
Tabla N. 31: Promedio de potencia de Mineral Potencial	100
Tabla N. 32: Área de mineral potencial	101
Tabla N. 33: Volumen de mineral potencial	101
Tabla N. 34: Tonelaje de mineral potencial	102

Tabla N. 35: Tabla de las leyes de mineral potencial	102
Tabla N. 36: Total de recursos	102

RESUMEN

La presente tesis evalúa geológicamente el prospecto minero Chaupiloma en el 2007, para determinar si es factible o no para continuar con su explotación. Asimismo, el método de la investigación utilizado fue el método deductivo y analítico. En tanto, el tipo de investigación es la aplicada o tecnológica, que es la utilización de los conocimientos en la práctica. Además, el nivel de investigación es descriptivo, también conocido como investigación estadística, pues se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. Este nivel de Investigación responde a las preguntas: ¿qué, quién, dónde, cuándo y cómo? De la misma manera, el diseño de la investigación es descriptivo, porque se plantean a manera de objetivos. Para esto se dividió el trabajo en capítulos. El capítulo I trata todo lo relacionado al planteamiento del estudio. A su vez, el capítulo II alude el marco teórico. Mientras que el capítulo III menciona la metodología de la investigación. Finalmente, en el capítulo IV se presenta el análisis e interpretación de resultados.

Palabras clave: evaluación, geológica, prospecto, minero.

ABSTRACT

This thesis evaluates geologically the mining prospect "Chaupiloma 2007", to determine if it is feasible or not to continue with its exploitation. Likewise, the research method used was the deductive and analytical method. Meanwhile, the type of research is applied or technological, which is the use of knowledge in practice. In addition, the level of research is descriptive, also known as statistical research, since the data and characteristics of the population or phenomenon under study are described. This level of Research answers the questions: who, what, where, when and how? In the same way, the research design is descriptive, because they are presented as objectives. For this, the work was divided into chapters. Chapter I deals with everything related to the study approach. In turn, Chapter II refers to the theoretical framework. While Chapter III mentions the research methodology. Finally, chapter IV presents the analysis and interpretation of results.

Keywords: Evaluation, geological, prospect, mining.

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se presenta la evaluación geológica para el cálculo de reservas y recursos del prospecto minero Chaupiloma 2007. Se hace una descripción general de los aspectos geográficos y geológicos de la zona en la que se ubica el mencionado prospecto. También, se muestra la descripción de propiedad minera, los trabajos que se realizaron antes de realizar la tesis, así como la metodología que emplearemos para desarrollar la investigación de la más adecuada.

Como parte de este trabajo se realiza una descripción del clima, la vegetación y la geomorfología que se tiene en la zona del prospecto. Luego, se presenta todos los recursos que se tienen, tantos recursos hídricos, recursos energéticos. Asimismo, se describe la geología regional y local, además de la geología económica para detallar la mineralización de la zona. Luego, se detalla el tipo de yacimiento que contiene el prospecto, y cuáles son sus alteraciones y las zonas de mineralización.

Posteriormente, se desarrolla los tipos de muestreo y las zonas donde se realizaron los muestreos, para identificar las potencias de la mineralización y las leyes de los minerales, para finalmente realizar el cálculo de las reservas y recursos con ayuda de normas de cubicación y fórmulas matemáticas.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento del problema

Cada día, el requerimiento de materias primas a nivel mundial va en aumento, debido al incremento constante de la población. Dentro de estas materias primas, están los minerales y metales. Razón por la cual la prospección, exploración y evaluación de prospectos mineros metálicos y no metálicos va en aumento en todo el mundo, para así poder descubrir y poner en operación yacimientos polimetálicos, auríferos, etc. Por ello, la presente tesis trata de la evaluación geológica del prospecto minero Chaupiloma en el 2007, para poder determinar sus recursos y reservas.

Para la investigación de yacimientos acorde a la evaluación de las reservas explotables y clasificación es necesario recurrir a las técnicas geológicas, geofísicas, geoquímicas y para la obtención de muestras empleadas, para de esta manera conseguir la recopilación de datos geométricos y de leyes de los depósitos, es decir, los datos estructurales más preciso en relación con la mineralogía y sus leyes son determinantes.

Asimismo, las técnicas de modelización de yacimientos, los modelos geológicos y la morfología y distribución de leyes entre los modelos descritos se da más importancia al modelo de bloques. Además, se presenta la realización de los métodos de interpolación de leyes dentro del yacimiento, resaltando las técnicas de tipo geoestadístico. También, se muestran las fases de construcción de los modelos y las ventajas e inconvenientes que plantea cada uno de ellos. De la misma manera, se presenta la modelización y se dan unas breves ideas sobre los modelos económicos que constituyen la etapa previa al diseño de la explotación y evaluación de las reservas explotables.

1.1.2 Formulación del problema

Problema general

¿Cuántas son las reservas y los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007 a partir de su evaluación geológica?

Problemas específicos

- ¿Cuántas son las reservas y los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007 a partir de la evaluación geológica de su veta?

- ¿Cuántas son las reservas y los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007 a partir de la evaluación geológica de su afloramiento?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Calcular las reservas y estimar los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007 a partir de su evaluación geológica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Calcular las reservas y estimar los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007 a partir de la evaluación geológica de su veta.
- Calcular las reservas y estimar los recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007 a partir de la evaluación geológica de su afloramiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La presente tesis tiene como finalidad calcular las reservas y estimar los recursos minerales, para ver si es factible o no poner en explotación este prospecto minero Chaupiloma 2007.

Asimismo, el propósito del presente trabajo es evaluar y demostrar el potencial de la mineralización económica, en las que se justifique realizar, en el futuro estudios geológicos y darle más valor al prospecto.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis General

La evaluación geológica influye en el cálculo de reservas y en la estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- La evaluación geológica de la veta influye en el cálculo de reservas y en la estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007.
- La evaluación geológica del afloramiento influye en el cálculo de reservas y en la estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007.

1.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

1.5.1 Variable Independiente

Evaluación geológica.

1.5.2 Variable dependiente

Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales.

1.5.3 Matriz de operacionalización de variables

Tabla N. 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
V.I.: Evaluación geológica	Es evaluar el tipo de yacimiento, tipo de rocas, alteraciones, tipos de mineral, dimensiones del mineral, leyes, etc.	Evaluación de la veta	Dimensiones de la veta (en m) Leyes de mineral (en %)
		Evaluación del afloramiento	Dimensiones del afloramiento (en m) Leyes de mineral (en %)
V.D.: Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales	Es determinar la cantidad de reservas de mineral (parte económicamente explotable de mineral, que podría justificar razonablemente su extracción.) y de recursos de mineral (concentración u ocurrencia de mineral en forma y cantidad en que haya probabilidades de una eventual extracción económica).	Reservas probadas	Tonelaje de mineral Leyes de mineral (en %)
		Reservas probables	Tonelaje de mineral Leyes de mineral (en %)
		Recursos potenciales	Tonelaje de mineral Leyes de mineral (en %)

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Un trabajo es *Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales de la veta Esperanza Yacimiento Minero San Andrés-Puquio Ayacucho*, realizado por Chacca Bustinza Julio Cesar, y presentado en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa (2018), para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo. Tuvo como objetivo el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales, utilizando criterios geológicos de acuerdo con el tipo de yacimiento, finalmente dar un valor geoeconómico de gran certeza a dicho yacimiento. Y tuvo como conclusiones a las siguientes: De acuerdo con la interpretación de las secciones transversales sistemáticas, la presencia de las inflexiones en el buzamiento (bajo ángulo) refleja un evidente panorama favorable para la mineralización. Asimismo, la estimación de Recursos Minerales es importante porque con un estudio de Factibilidad pueden convertirse en Reservas y por lo tanto proceder a su explotación. Los blocks minerales de Baja Ley, Inaccesibles y Potenciales que no son considerados reservas ni recursos ya que no tienen valor económico, es importante considerarlos teóricamente en el inventario de minerales, porque en una subida de los precios y el uso de nuevas tecnologías puede convertirlos en Reservas, por lo tanto, estarán sujetos a explotarse.

Otro estudio es *Estandarización de los controles geológicos como soporte de la producción en la mina de oro Corihuarmi*, realizado por Álvarez Neyra Jorge Ricardo y otro, y presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2016, para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo. Tuvo como objetivo el establecer un eficiente control geológico durante la explotación para que sirva como soporte de la producción, mediante procedimientos de extracción cuantificados geológicamente, generando polígonos de extracción operativos para una adecuada electividad del mineral, de acuerdo con sus leyes reales recuperables.

Otra tesis es *Geología, mineralización y evaluación económica del proyecto minero virgilio*, realizado por Arce Portugal, John Carlos, y presentado en la Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, 2017, para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo. Tuvo como objetivo el realizar el estudio geoeconómico del proyecto Virgilio. Para esto se propuso identificar y describir el aspecto geológico del proyecto y obtener un modelo geológico adecuado para ser utilizado en el diseño de programas de

exploración. Entre sus conclusiones se halla la siguientes: la mineralización en las estructuras se presenta dividida en zonas, una de óxidos con predominancia de fierro, de mixtos con óxidos y sulfuros y otra de sulfuros netamente. Además, el relleno mineralógico de las vetas es hipógeno, constituidos principalmente por cuarzo blanco hialino, óxidos de fierro y arcillas en las partes superiores y cuarzo, galenas, marmatitas, piritas y arsenopiritas en los niveles inferiores. Asimismo, dentro el Proyecto minero Virgilio, la alteración predominante en la argilización y silicificación sirviendo como guías en la búsqueda de mineral económico.

Además, las reservas de mineral estimadas en el proyecto entre probado y probable ascienden a 25,151 TM, con una ley promedio de 1.72 % Pb; 5.43 % Zn; 5.56 Oz Ag y 1.88 Gr Au, no siendo estas aun definitivas ya que en el momento este proyecto se encuentra en exploración y evaluación preliminar. En el proyecto Virgilio nunca se realizó la perforación diamantina por lo que el conocimiento de las zonas mineralizadas se limita a las investigaciones de los trabajos subterráneos accesibles y algunos afloramientos en superficie. Solamente las vetas de alto valor fueron explotadas en forma artesanal sin contar con una planificación, para realizar una explotación planificada. 8. Considerando los resultados obtenidos del mapeo y muestreo, consideramos que hay evidencias suficientes que nos indican la continuidad de la mineralización tanto lateralmente como en profundidad de las estructuras, determinando la viabilidad del proyecto económicamente.

Otro estudio es *Geología y prospección geoquímica del prospecto Pisacca, Arequipa*, realizado por Carrasco Santos, Denis Jasson, y presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2018, para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo. Tuvo como objetivo el recopilar y analizar todas las características geológicas del prospecto "Pisacca", y mediante la interpretación poder definir el posible tipo de yacimiento emplazado en el prospecto "Pisacca". Entre sus conclusiones se aprecian las siguientes: Se han identificado 11 lineamientos estructurales mineralizados con longitudes mayores a 1 km entre estos; "Ruth", "Abdon" y "El Alto", cuya continuidad, potencia y azimut de las alteraciones y mineralización podrían ser de interés económico, esto debido a que a 4 km hacia el NE se encuentran emplazadas las vetas del distrito minero de Caylloma cuyas características geológicas de emplazamiento son muy similares.

2.2 GENERALIDADES DEL PROSPECTO MINERO CHAUPILOMA 2007

2.2.1 Ubicación y acceso

El Prospecto Minero Chaupiloma 2007 se encuentra ubicado en el paraje Yurac Rumi, anexo Quero, distrito Molinos, provincia Jauja, departamento Junín.



Figura N. 1: Ubicación del Prospecto Minero Chaupiloma 2007

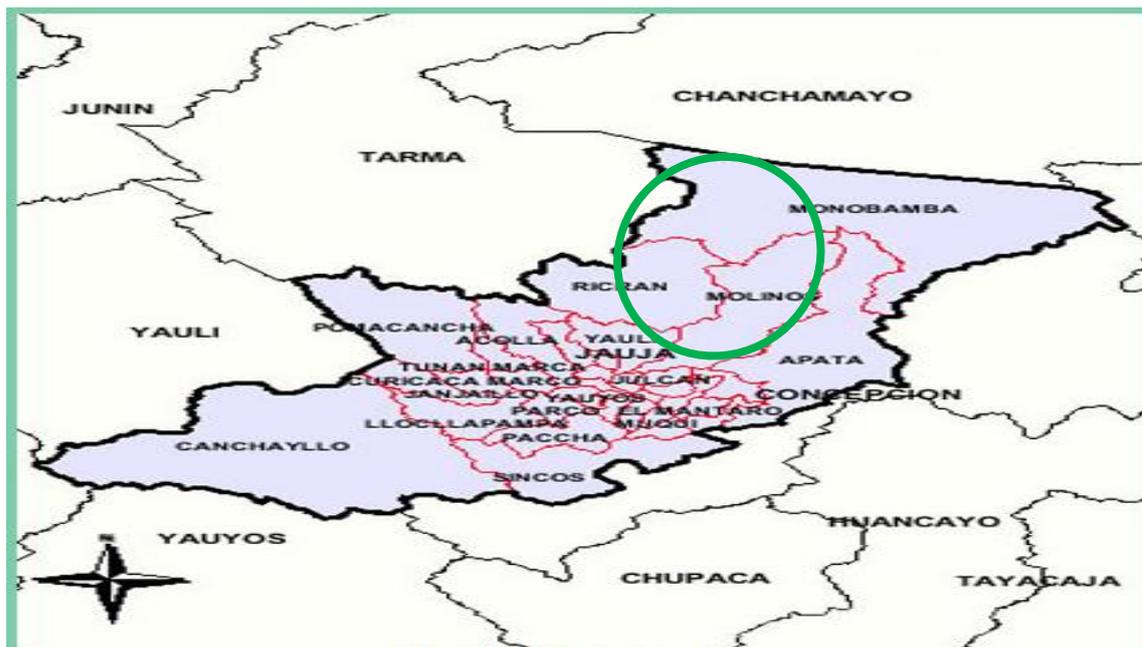


Figura N. 2: Mapa de Jauja indicando el distrito de Molinos - Prospecto Chaupiloma 2007

Se encuentra a una altitud promedio de 4,500 m.s.n.m. El acceso desde la ciudad de Lima se realiza por vía terrestre, de acuerdo con el siguiente itinerario:

Tabla N. 2 Itinerario de acceso-prospecto Chaupiloma, 2007

Tramo	Distancia (km)	Carretera	Tiempo aproximado (h)
Lima-La Oroya	184	carretera asfaltada	4
La Oroya-Jauja	83	carretera asfaltada	1
Jauja-Huertas-Molinos- Quero-Prospecto	34	carretera afirmada	2
Total	301		7



Figura N. 3: Vista de la carretera de acceso

2.2.2 Propiedad minera

La propiedad minera está constituida por la concesión minera Chaupiloma 2007, código 01-05549-07, 100 has, perteneciente a la empresa minera Monserrat S.A.C. cuyas coordenadas de los vértices son las siguientes:

Tabla N. 3 Coordenadas de los vértices del Prospecto

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

También se tiene información del Resumen del derecho minero del Prospecto Chaupiloma 2017, a continuación (1):

Página : 1 de 2

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

Datos Generales			
Código	010554907	Nombre	CHAUPILOMA 2007
Fecha de Formulación	26/10/2007	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TITULADO(CONCESION)	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas	100.00	Sustancia	METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	
Has. Reducidas		Has. Disponibles	
Ubicación	REGION JUNIN desde el 15/02/2008		

Titular Referencial			
Tipo	Nombre de Razón Social	Dirección	% Participación
JURIDICO	MINERA MONTSERRAT S.A.C.		100

Demarcaciones			
Departamento	Provincia	Distrito	
JUNIN	JAUJA	MOLINOS	

Cartas			
Código	Descripción	Zona UTM	
24-M	JAUJA	18	

Vertice	Coordenadas UTM PSAD56		Coordenadas WG84	
	Norte	Este	Norte	Este
1	8,713,000.00	461,000.00	8,712,633.27	459,775.06
2	8,712,000.00	461,000.00	8,711,633.26	459,775.07
3	8,712,000.00	460,000.00	8,711,633.26	459,775.08
4	8,713,000.00	460,000.00	8,712,633.27	459,775.07

Pagos					
Nro. Recibo	Monto	Fecha Pago	Nro. Cuenta	Banco	Concepto
0003732	S/ 345.00	26/10/2007	CAJA	CAJA	Tramite
2660500700013	US \$ 100.00	26/10/2007	070362957784	SCOTIABANK PERÚ S.A.A.	Vigencia

Resoluciones				
Nro. Resolución	Fec. Resolución	Decisión		Plazo
026-2008-GRJUNIN/DREM	30/04/2008	CONCESION MINERA		15 dias
000321-2008-	15/02/2008	REMISION DE EXPEDIENTE A GOBIERNO		
DCM	30/01/2008	EVALUACION TECNICA		
DGCM	14/11/2007	EXPIDASE LOS CARTELES		30 dias

Figura N. 4: Resumen del derecho minero Chaupiloma 2007. Tomado de “Resumen del derecho minero”, por INGEMMET-GEOCATMIN. 2007. [En línea] [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en http://www.ingemmet.gob.pe/igm-sidemcat-portlet/ver-resumen?pCodigo_DM=010554907

2.2.3 Reseña histórica

El yacimiento minero Chaupiloma 2007 fue trabajado en los años 1957 y 1958 por la Cía. Andes Orientales S. A. (constituida por dos Ingenieros ingleses que laboraron en la empresa norteamericana Cerro de Pasco Corporation). Ellos realizaron unas galerías de 70 m y estocadas a cada 10 m.

Asimismo, en 1984 fue trabajada, en pequeña escala, por Mauro Límaco Quintanilla, quien llevó el mineral a la planta concentradora que tenía el Ing. Julio Vera

Gutiérrez, en Pio Pata, El Tambo, Huancayo. Luego, la mina se cerró en 1984 cuando bajaron de precio los metales.

Anteriormente, la mina se llamaba TUNSHO, y figura con ese nombre en el Mapa Geológico del Cuadrángulo de Jauja (Hoja 24-m) del INGEMMET. Años después en el 2007 el Ing. Jesús Fernando Martínez Ildefonso realizó el petitorio minero con el nombre de Chaupiloma 2007. Prontamente en 2015, se hizo la transferencia a la Minera Monserrat S.A.C, actual titular de la concesión minera. (1).

2.2.4 Clima y vegetación

El clima de la zona es templado-frio y seco, característico de la región altoandina. Las precipitaciones pluviales, nevadas y granizadas se producen en los meses de diciembre a marzo, y durante los meses de abril a septiembre es seco, produciéndose fuertes heladas.

Además, la fisiografía de la zona presenta una topografía abrupta y con cumbres elevados formando valles, la morfología forma parte de las nacientes del Río Curimarca, afluente de la cuenca de los ríos Tulumayo y Perené. Cabe mencionar que el prospecto se ubica en la zona ecológica de Puna, la cual presenta un relieve relativamente suave y como lo indica su nombre existen frecuentes heladas que imposibilitan la agricultura a lo más mínimo.

Asimismo, la presencia de vegetación está constituida por gramíneas que son las que confieren de alguna utilidad al pastoreo de ovinos y vacunos en la zona. La vegetación como ya se menciono está representada por gramíneas ichu, plantas almohadillas y rosetadas. (2).



Figura N. 5: Clima y vegetación de la zona del Prospecto Chaupiloma 2007.

2.2.5 Geomorfología

Se distinguen cuatro regiones geomorfológicas de dirección NO-SE. Una meseta occidental que representa el borde NE de la "Alta Planicie del Perú Central" que se encuentra sobre los 4,000 m.s.n.m. Además, se encuentra la depresión de Jauja-Huancayo, que es una cuenca rellena de material cuaternario entre 3,100 a 3,300 m. de altitud. Una franja montañosa cuyas cumbres alcanzan altitudes de 5,500 m., denominada Cordillera Oriental. Pendiente empinada ubicada al norte del cuadrángulo cubierta de vegetación propia de la zona tropical.

Asimismo, para caso del presente trabajo se tiene la información que el Prospecto Chaupiloma 2007 se aloja en región geomorfológica Cordillera Oriental. Dicha Cordillera Oriental se conforma de picos alineados NO-SE donde las altitudes sobrepasan los 5,500 m.s.n.m. en los macizos de Marairazo y Huaytapallana (Chuspe, Talves, Cachas). Su relieve se debería en gran parte a la tectónica reciente postpuna, como lo demuestra la falla inversa de Pariahuanca.

También, sobre la base del GEOCATMIN se puede apreciar en las siguientes figuras que el prospecto en estudio está inmerso en una montaña en roca intrusiva, vertiente glacial o de gelifracción y montaña y colinas en rocas sedimentaria. (3)

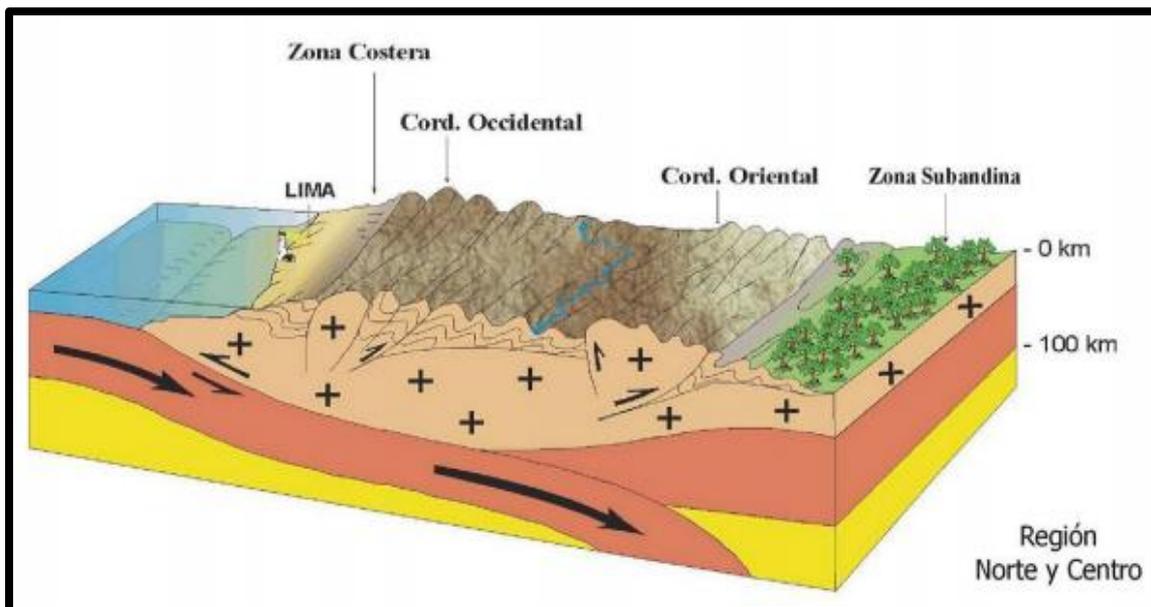


Figura N. 6: Geomorfología - Cordillera Oriental que aloja el Prospecto Chaupiloma

2.2.6 Recursos hídricos

Entre los recursos hídricos se cuenta con tres principales ríos: el más grande y el principal es el río Mantaro y con menor tamaño se hallan los ríos Ricrán y Tulumayo, estos últimos pertenecen al sistema del río Perené. Para fines del presente trabajo, en el Prospecto Chaupiloma 2007, los recursos hídricos presentes comprenden de menor a mayor el río Curimarca que desemboca en el río Tulumayo, y el río Tulumayo desemboca en el río Perené. El río Curimarca tiene su origen en la laguna de Pongos y usualmente recorre de sur a norte, esta laguna está aproximadamente a 10.39 km de distancia del Prospecto Chaupiloma 2007.

A su vez, el río Tulumayo tiene un recorrido de sur a norte y drena casi los dos tercios orientales de la Hoja de Jauja. Nace en la laguna Pomacocha en la margen occidental a 4,500 m.s.n.m. A partir de Comas se forma un gran cañón de pendientes empinadas de más de 1,500 metros de desnivel. Asimismo, en los sectores bajos en el límite norte, las laderas están cubiertas de vegetación subtropical entre el lecho del río, a menos de 2,600 m.s.n.m., y alturas no mayores de 3,300 m.s.n.m. Los tributarios mayores son los ríos Comas, Tilspani, Curimarca, Tambillo, Cullos y Macón. (2)

2.2.7 Recursos energéticos

La fuente de energía eléctrica es requerida para el desarrollo de actividades propias de minería como para servicios en campamento, actividades en operaciones y

demás. Entonces considerando su importancia en el Prospecto Chaupiloma 2007 para futuros trabajos; la línea de alta tensión de Jauja a Curimarca pasa por la parte inferior del Prospecto, exactamente por la carretera afirmada que da acceso al Prospecto Chaupiloma 2007.

2.3 Geología

2.3.1 Geología Regional

La geología regional es considerada como una rama de las ciencias geológicas que se ocupa de la configuración geológica de cada continente, país, región o de zonas determinadas de la Tierra. Este marco contiene varias estructuras y litologías. En nuestro país, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) como organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio de Energía y Minas del Perú, tiene la labor de la investigación de la geología básica, los recursos del subsuelo, los riesgos geológicos y el geo ambiente.

Por tanto, dicho organismo es el encargado de ejecutar el cartografiado geológico nacional y regional, y las investigaciones geológicas científicas especializadas, además de las investigaciones y análisis en temas referentes a geofísica, paleontología, y disciplinas asociadas. Toda la información geológica se almacena en la carta geológica nacional y las investigaciones geológicas asociadas en boletines.

Cabe indicar que una carta geológica (cuadrángulos) es la representación de rocas y suelos en un mapa topográfico con la finalidad de evaluar los recursos que hay en las rocas, es decir, los minerales, aguas subterráneas, petróleo, gas. Por otro lado, los mapas geológicos nos dan información acerca de los peligros geológicos: las inundaciones, aluviones, huaicos, etc. El proceso de obtención de la información geológica implica en ejecutar el levantamiento geológico regional del territorio nacional a escalas adecuadas a las características geológicas de las diferentes zonas del país, la distribución de los recursos naturales y el uso del territorio. (2)

2.3.2 Geología Local

2.3.2.1 Generalidades

En el área de estudio mayormente afloran rocas ígneas intrusivas como el granito y la diorita, que pertenecen a la familia de los Granitos de Sucllamachay que data del Cretáceo superior a Terciario Inferior. Este intrusivo sobreyace en rocas metamórficas como pizarras, esquistos, cuarcitas con venillas de cuarzo, que corresponden a la formación geológica del Grupo Mitu. Las formaciones geológicas antes mencionadas están cubiertas por depósitos fluvio-glaciares.

La geología local comprende básicamente la litología y geología de un lugar particular. En ella se representan las unidades litológicas, estructura y petrología. Además, una unidad litológica es un cuerpo rocoso que presenta características de composición química y mineralógica más o menos homogéneas, tiene límites definidos con otras unidades y una edad de formación determinada. En síntesis, la geología local se refiere a un lugar particular y la estructura es la arquitectura o distribución de los materiales afectados por tectonismo. (2)



Figura N. 7: Geología Local del Prospecto Chaupiloma 2007

Sobre la base de la información geológica ubicada en el repositorio del INGEMMET se tiene la siguiente información: en el Prospecto Chaupiloma 2007, en gran mayoría, se localizan afloramientos de rocas ígneas intrusivas como el granito y la diorita (Figura N. 8: Petrología del Prospecto). Asimismo, pertenecen a la familia de los granitos de Sucllamachay. Esta formación de familia de granitos data del Cretáceo Superior a Terciario Inferior. Como se ha mencionado, las rocas existentes en dicha zona son rocas ígneas intrusivas, las cuales sobreyacen en rocas metamórficas, como pizarras, esquistos, cuarcitas con venillas de cuarzo, y este último grupo de rocas metamórficas son pertenecientes a la formación geológica del Grupo Mitu. Las formaciones geológicas antes mencionadas están cubiertas por depósitos fluvio-glaciares. (2)



Figura N. 8: Petrología del Prospecto Chaupiloma 2007

2.3.2.2 Estructura

Considerando que los tipos de rocas existentes pertenecen a la familia de los granitos de Sucllamachay se tiene la información sobre la estructura. El Macizo de Saccacancha-Sücllamachay muestra las particularidades siguientes:

- En el contacto oriental el macizo muestra una textura orientada (textura de flujo planar, subvertical, dirección andina N-150). En este borde, la distensión posterior ha provocado una proliferación de filones básicos.
- En el interior del macizo las texturas son isotrópicas.
- En el borde occidental correspondiente a la zona de emplazamiento de los productos diferenciados (gabros-dioritas-tonalitas y porfiroides riolíticos tardíos), las texturas son en general microgranulares. (2)



Figura N. 9: Estructura del Prospecto - Granitos de Sucllamachay.

2.3.3 Geología económica

2.3.3.1 Generalidades

El yacimiento mineral es de origen hidrotermal formado en ambientes epítermales de tipo relleno de fracturas, emplazada en rocas intrusivas como granitos y dioritas. Asimismo, en el área de estudio se observan dos cuerpos de cuarzo lechoso, cuya longitud de ambos es 585 m. con rumbo S 60° E, su potencia varia de 2.00 hasta 15.00 m., con un buzamiento variable de 56° hasta 75° al NE.

Además, la mineralización se presenta en forma diseminada dentro de los dos cuerpos de cuarzo lechoso. Asimismo, la mena del yacimiento es la calcopirita, chispas de molibdenita y la malaquita, crisocola se aprecia en menor cantidad en algunos tramos de la estructura "A" y en la estructura "B" algunas trazas de óxido de cobre; y como ganga

mayormente se tiene el cuarzo lechoso y pirita. Además, la calcopirita esta concentra más en el cuarzo gris, en especial a las venillas de este material pegado a la caja piso, y en el cuarzo lechoso pegado a la caja techo hay muy poca diseminación de calcopirita. Las leyes de estos puntos varían de 1.5 a 0.5 % de Cu (ver Plano Geológico y de Muestreo). Las alteraciones que predominan en los dos cuerpos son la silicificación y limonitización.



Figura N. 10: Cuerpos de cuarzo lechoso Prospecto Chaupiloma 2007



Figura N. 11: Mineralización del Prospecto Chaupiloma 2007.

2.3.3.2 Mineralización

En el Prospecto Chaupiloma 2007 se define que la mineralización presente es de tipo hipógena o primaria. El yacimiento mineral es de origen hidrotermal en donde la mineralización se ha formado en ambientes epitermales de tipo relleno de fracturas, emplazada en rocas intrusivas como granitos y dioritas.

Asimismo, cabe indicar que en el lugar se ha observado la presencia de dos cuerpos de cuarzo lechoso, la longitud de ambos es de aproximadamente 585 m, con rumbo promedio de S 60° E, con una potencia de 2.00 m hasta los 15.00 m, y el buzamiento de dichos cuerpos varían de 56° hasta 75° al NE.



Figura N. 12: Mineralización encontrada en el Prospecto Chaupiloma 2007.

2.3.3.3 Mineralogía

La mineralogía que presenta dicho prospecto está relacionada al tipo de mineralización con la cual se identifica dicho yacimiento. Si bien se ha determinado que el tipo de mineralización es de origen hidrotermal formándose en ambientes del tipo epitermal, por tanto, se tiene la siguiente mineralogía.

La mineralización se manifiesta en forma diseminada dentro de los dos cuerpos de cuarzo lechoso identificados. El mineral con valor explotable del yacimiento es la calcopirita, como mena también se tiene la molibdenita y la malaquita en forma de chispas, la crisocola, la cual se aprecia en menor cantidad en algunos tramos de la estructura "A", y en la estructura "B" algunas trazas de óxido de cobre.

Se tienen, además, a los minerales definidos como no económicos (ganga), en gran mayoría se tiene al cuarzo lechoso y a la pirita. La mena de dicho yacimiento está unida en gran mayoría al cuarzo gris, en especial a las venillas de este material pegado a la caja piso, y en el cuarzo lechoso pegado a la caja techo hay muy poca diseminación de calcopirita. El grado de concentración de los minerales presentes en el prospecto contiene una varianza considerable, pues están variando desde 1.5 a 0.5% de Cu.



Figura N. 13: Mineralización en las paredes del Prospecto Chaupiloma 2007.



Figura N. 14: Mineralización en el techo del el Prospecto Chaupiloma 2007.

2.3.3.4 Alteraciones

a) Alteraciones supérgenas

La alteración supérgena es un proceso de reequilibrio de la mineralogía hipógena (hidrotermal) a las condiciones oxidantes cerca de la superficie terrestre (sobre el nivel de las aguas subterráneas). La mayoría de las asociaciones de minerales sulfurados son inestables en estas condiciones y se descomponen (meteorizan) para originar una nueva mineralogía estable en condiciones de meteorización.

El proceso de alteración supérgena de depósitos minerales hidrotermales involucra la liberación de cationes metálicos y aniones sulfato, mediante la oxidación de sulfuros hipógenos (lixiviación). Los sulfatos de Cu y Ag así generados son solubles y son transportados hacia abajo por aguas meteóricas percolantes. Los cationes descienden en solución y pueden ser redepositados por reacción con iones carbonato, silicato, sulfato o sulfuro. El Cu y Ag pueden formar minerales oxidados que permanecen en la zona oxidada, pero también pueden ser precipitados debajo del nivel de aguas subterráneas por los sulfuros hipógenos y formar sulfuros más ricos en Cu o Ag respectivamente, siendo este proceso más eficiente para el Cu que para el Ag (enriquecimiento secundario).

Asimismo, la denudación (erosión) es un proceso geológico continuo en las áreas terrestres elevadas por sobre el nivel del mar o por sobre el nivel de base local de erosión; esto implica que, en áreas cordilleranas, los depósitos minerales de origen hidrotermal eventualmente serán sometidos a las condiciones oxidantes cercanas a la superficie terrestre. Los yacimientos epitermales que se forman cerca de la superficie y son fácilmente objeto de procesos supérgenos. También, los sistemas de tipo pórfido (formados a niveles algo más profundos) también son afectados por procesos supérgenos al ser exhumados por la denudación.

Además, los procesos supérgenos modifican significativamente la mineralogía de los cuerpos mineralizados de origen hidrotermal y afectan su metalurgia extractiva. Además, pueden producir importantes enriquecimientos secundarios ya sea de Cu, Ag o Au. La mayor parte de los pórfidos cupríferos no son económicos a menos que hayan desarrollado enriquecimiento secundario o supérgeno. Sin embargo, los procesos supérgenos también pueden resultar en la dispersión de los elementos metálicos o su redepositación como depósitos exóticos a cierta distancia del depósito hipógeno original.

Un perfil supérgeno ideal puede ser modificado por sucesivos ciclos de alteración supérgena y por condiciones locales. En principio la zona de oxidación alcanza al nivel de aguas subterráneas y su posición inferior ha sido controlada en muchos depósitos por las posiciones del nivel de aguas subterráneas en el pasado.

Consecuentemente, es función de la evolución geomorfológica de una región. En la zona oxidada los minerales sulfurados hipógenos son destruidos y la mineralogía, estructura y composición química de las menas modificadas significativamente, lo que obviamente tiene repercusión en la metalurgia extractiva de las menas de interés económico. En la porción inferior de la zona oxidada que subyace a rocas lixiviadas, se forman nuevos minerales oxidados por reacción de cationes metálicos en solución con aniones tales como carbonato (Ej. malaquita) y silicato (crisocola). En condiciones áridas y salinas como las del desierto de Atacama, donde los cloruros juegan también un rol importante (Ej. formación de atacamita). (3)

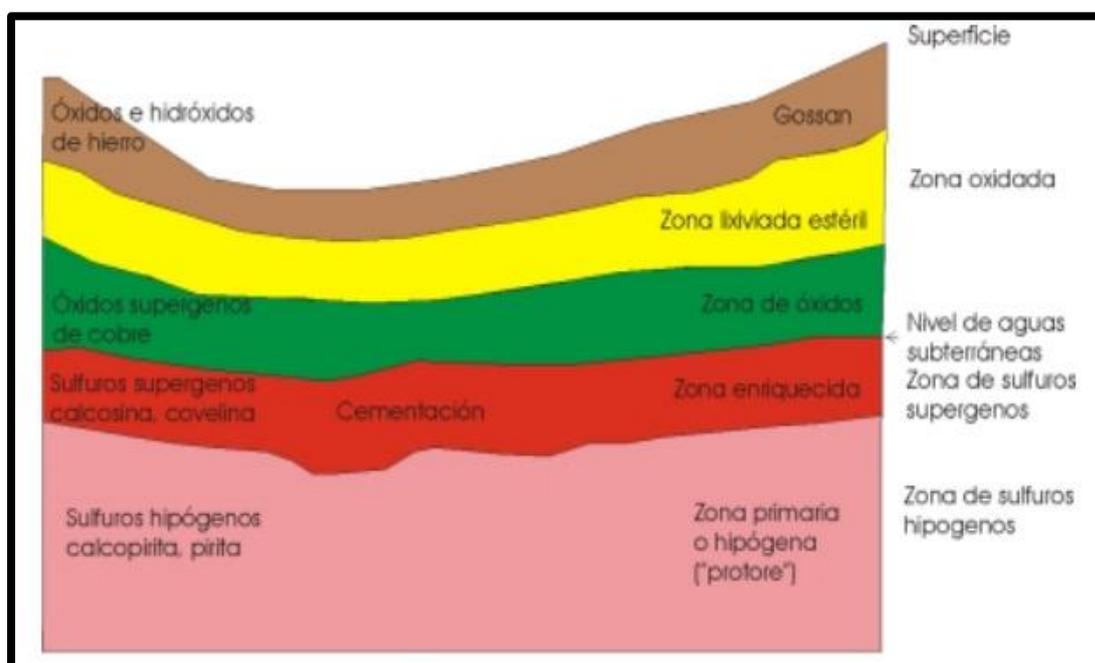


Figura N. 15: Alteraciones Supérgenas. Tomado de "Procesos Supergénicos", por UNAL-Medellín [En línea] [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <http://www.medellin.unal.edu.co/~rrodriguez/exogenos/PROCESOS-SUPERGENICOS.pdf>.

b) Alteraciones hipógenas

Las alteraciones hipogénicas según el término hipogénico hacen referencia a las rocas que pertenecen a los depósitos originales, primeros en orden de aparición, formados en el interior terrestre. Son minerales primarios. Un mineral primario corresponde a la parte profunda de un yacimiento en que se han preservado las características de su formación original, con minerales formados a grandes presiones y temperaturas, por lo que las rocas son en general duras e impermeables.

Los silicatos y aluminosilicatos son los principales componentes de la mayor parte de los minerales que constituyen las rocas y muchos suelos. (4).

c) Alteración de silicificación

Involucra un aumento de sílice, con el desarrollo de cuarzo secundario, jaspe, calcedonia, chert, ópalo u otras variedades silíceas en las rocas de caja de depósitos epigénicos. La química de esta alteración es variada y depende esencialmente del tipo de roca afectada. En materiales carbonáticos hay generalmente una mayor introducción de sílice y una gran remoción de Ca, Mg, Fe, CO₂ entre otros constituyentes. En rocas silicatadas, la sílice puede ser redistribuida entre las rocas de caja. Se asocia a la depositación de sulfuros principalmente.



Figura N. 16: Alteración por silicificación en el Prospecto Chaupiloma 2007

d) Alteración de limonitización

Es un proceso químico natural mediante el cual los minerales de hierro contenidos en las rocas, que se desintegran y oxidan debido a la acción atmosférica, modifican y producen limonita. La composición mineralógica de estos materiales es bastante homogénea, siendo el cuarzo el mineral más abundante seguido de feldespatos y micas y como componentes minoritarios calcedonia, minerales de la arcilla, goethita y hematites. Es de destacar la ausencia de carbonatos en estos materiales. La presencia de arcilla disminuye la calidad de la roca frente a la alterabilidad, mientras que los materiales silíceos aportan una mayor dureza. Este tipo de rocas presenta una alterabilidad media, acentuada con la presencia de arcillas y feldespato.



Figura N. 17: Alteración por limonitización en el Prospecto Chaupiloma 2007.

e) Alteración de piritización

Tipo de alteración hidrotermal que consiste en el reemplazamiento total o parcial de minerales ferromagnesianos por pirita, o por la persistente impregnación de pirita en las rocas encajantes.

La piritización se produce cuando el organismo se descompone en condiciones anaeróbicas, produciéndose ácido sulfhídrico que reacciona con las sales de hierro presentes en el agua, dando como resultado marcasita o pirita que son las que sustituyen a la materia orgánica. Mientras que la pirita da como resultado fósiles brillantes, estables y bien conservados, la marcasita se oxida de nuevo al entrar en contacto con el oxígeno, dando lugar a los fósiles limonitizados.

Por último, la fosfatación es el mecanismo más frecuente de fosilización para los huesos y dientes de vertebrados. Se produce al añadirse al fosfato cálcico que poseen

estas partes de los seres vivos un aporte adicional de carbonato cálcico proveniente del sedimento.

2.3.3.5 Controles de mineralización

a) Control mineralógico

El control y análisis mineralógico es una técnica de investigación geológica de laboratorio dedicada a la obtención de datos mineralógicos necesarios para la evaluación y aprovechamiento de las materias primas minerales. Asimismo, es una técnica dedicada a la identificación de minerales y al conocimiento detallado de sus propiedades físicas y químicas. Además, el análisis térmico realizado en este control consiste en el estudio de los cambios físicos y químicos del mineral durante su calentamiento, los cambios físicos están relacionados con las transiciones polimorfas.

Los métodos espectroscópicos de estudio mineral son muy variados, su aplicación permite obtener datos de la estructura y composición de minerales en el rango amplio de ondas electromagnéticas, tanto a nivel en de átomos y electrones como de la red cristalina en general (en el caso de la utilización de la espectroscopia de IR o Raman). (6)

b) Control litológico

El control litológico es parte de la geología que estudia a las rocas, especialmente el control se realiza en su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante. Entendemos por roca una masa de materia mineral coherente, consolidada y compacta. Se puede clasificar por su edad, su dureza o su génesis. Cuando existen rocas masivas de un solo tipo, o con una estructura similar, la naturaleza de las rocas puede condicionar el relieve. Los tipos de relieve por causas litológicas más significativos son: el relieve cárstico, el relieve sobre rocas metamórficas y el relieve volcánico. (5).

2.4 Bases Teóricas

2.4.1 Tipo de yacimiento y distribución de la mineralización

Los yacimientos minerales son entidades que presentan grandes variaciones en su forma, tamaño, contenido mineral, valor económico y origen. En consecuencia, es

difícil que encajen todos estos factores en casilleros propios y, según sea el factor predominante, será el tipo de clasificación empleada. En la sistematización de los yacimientos, han predominado las clasificaciones por forma y sustancia, las genéticas y últimamente las de tipos de yacimientos.

En cuanto a la mineralización, esta ocurrió a poca profundidad y a temperaturas de bajo a moderado, correspondiendo a la fase epitermal. En cuanto a la profundidad de la estructura mineralizada, solo se tiene información de los cuerpos intrusivos emplazadas en rocas como granitos y diorita, esto por falta de laboreo.

El yacimiento mineral es de origen hidrotermal, en donde la mineralización se ha formado en ambientes epitermales de tipo relleno de fracturas, emplazada en rocas intrusivas como granitos y dioritas. El yacimiento se ha originado por causa de las soluciones que se produjeron a partir de las consolidaciones de lo que se conoce como el magma. Además, en esto influyó también circulaciones, conocidas hoy, como las soluciones de tipo acuosas.

Lo que se describió anteriormente ocurre en la corteza del planeta tierra, estas soluciones de constituyen muchas veces de aguas de tipo magmáticas, el agua magmática es un tipo de agua que es impulsada hacia la superficie del planeta tierra. La impulsación de las aguas se hace desde grandes profundidades, debido a los movimientos ascendentes de muchas rocas denominadas como ígneas intrusivas.

El yacimiento es un depósito de minerales epigenéticos, del tipo de relleno de fracturas, formadas a partir de soluciones epitermales y alteraciones hidrotermales. La veta está controlada por un patrón de fracturamiento regional y muestra zonas de brecha, menas bandeada y mayor diseminación que indican varios episodios de movimientos y relleno de fisuras.

En la veta, la mineralización hipógena sufrió posteriores acciones de intemperizaciones que dieron lugar a productos supérgenos (carbonatos, óxidos, silicatos), propios de la zona de oxidación, que es la más superficial y probablemente profundice unos 30 a 50m.

Debajo de la zona de enriquecimiento supérgeno, que está de 30 a 50m de profundidad está la zona primaria o de sulfuros con plata, plomo y cobre, en lo cual se observa la disminución de leyes de zinc, plata aumentando el cobre.

Un estudio de la distribución de la mineralización en profundidad de la veta será importante para definir las diferentes vetas que tengan las mismas características y probablemente este modelo puede ser trasladado a las otras estructuras aun no exploradas. (2).

2.4.2 Principales estructuras mineralizadas

En la geología del prospecto se tenían definidas las estructuras presentes en la zona, ahora se explica qué mineralización contiene cada una de ellas. Considerando que los tipos de rocas existentes pertenecen a la familia de los granitos de Sucllamachay se tiene la información sobre la estructura. El Macizo de Saccsacancha-Sücllamachay muestra las particularidades siguientes:

- En el contacto oriental el macizo muestra una textura orientada (textura de flujo planar, subvertical, dirección andina N-150). En este borde, la distensión posterior ha provocado una proliferación de filones básicos. En esta parte se ve mineralización supérgena.
- En el interior del macizo las texturas son isotrópicas. En la parte inferior al enriquecimiento supérgeno se encuentran algunos sulfuros, silicatos y carbonatos.
- En el borde occidental correspondiente a la zona de emplazamiento de los productos diferenciados (gabros-dioritas-tonalitas y porfiroides riolíticos tardíos), las texturas son en general microgranulares. En esta estructura la mineralización principal corresponde al sulfuro de cobre con presencia de cuarzo lechoso brechado.

En síntesis, se tiene mineralización principal en la veta "A".

2.4.3 Secuencia paragenética

Es un depósito de origen hidrotermal que se forma en ambientes del tipo epitermal, por lleno de fracturas interestratificadas, epigenéticos y de profundidad epitermal, con principal presencia de calcopirita diseminado, se encuentra en forma cristalizada hasta de 2 cm, calcopirita que se encuentra en parches, pátinas y cristalizada, diseminadas en la zona de sulfuros y, englobados en la calcopirita, y asociado al cuarzo lechoso, cuarzo hialino, óxidos de hierro o en rocas silicificadas. Las muestras presentan una secuencia paragenética probable.

De acuerdo con esta secuencia paragenética, el ensamble mineralógico y la relación textural de las rocas, se comprueba el origen hidrotermal para la mineralización de cobre y molibdeno, que probablemente este mineral estuvo originalmente asociado a la pirita que ahora se encuentra alterada en la zona de óxidos. De aquí el mejor control mineralógico a tenerse en cuenta en el caso de explorar, sería el mineral oxidado (hematitas-limonitas) y la silicificación.

De esta manera observamos una secuencia paragenética probable. En algunos puntos de la zona de oxidación el cobre se encuentra al estado libre y está asociado a la limonita y goethita. En la zona de sulfuros el mineral principal se encuentra como solución sólida dentro de la calcopirita. La malaquita y crisocola se encuentra en pátinas, cristales dentro de los diseminados y como alteración de la roca diorita, en cuarzo está presente en formas amorfas cristalizadas desde cuarzo gris, cuarzo lechoso, cuarzo hialino y como alteración. (6)

2.4.4 Zonamiento

Sobre la base de los resultados obtenidos de los diferentes análisis de campo y con las secciones longitudinales realizadas en las estructuras mineralizadas observamos que el Zonamiento es tanto vertical como horizontal con ligeros cambios mineralógicos en los diferentes niveles del yacimiento. (7)

2.4.4.1 Zona de lixiviación

En principio se entiende como lixiviación al proceso de lavado de un estrato de terreno o capa geológica por el agua. Como también por placas ácidas encontradas en las sales que disuelven casi cualquier material sólido. En este caso para el Prospecto en estudio se ha visualizado el siguiente punto de lixiviación.

2.4.4.2 Zona de oxidación

Esta zona de oxidación es considerada zonamiento supérgeno que baja a 30-40 m de profundidad desde la superficie hacia abajo, en donde sus valores son variables, debido a que ingresan aguas meteóricas y existe una circulación de agua, estas aguas vienen cargadas de oxígeno y CO₂ lo que hace que exista oxidación y precipitación de los elementos como el cobre.

2.4.4.3 Zona de mineral primario

Los minerales considerados primarios que, de acuerdo con las labores mineras realizadas hasta el momento en el yacimiento, son la calcopirita, pirita y cuarzo. Para esto, se han tomado muestras para ser analizadas, para determinar las concentraciones de los minerales principales, como Cu, Zn y Ag. Asimismo, es notable un zoneamiento horizontal en el sentido en que la veta contiene mayor concentración de Cu y Ag en la parte central del cuerpo mineralizado y disminuyendo a los márgenes esto sucede en la principal labor (galería). (7).

2.4.5 Reservas de mineral

2.4.5.1 Normas de cubicación

Para conseguir un exitoso cálculo de las reservas para cualquier mina, se tiene en consideración los siguientes pasos:

- Muestreo sistemático.
- Corrección de leyes: erráticos, error de muestreo.
- Dilución de leyes: ancho muestra, ancho mínimo explotación, tipo de cajas, sistema de explotación.
- Dimensionar bloques de mineral: criterio geológico y geométrico.
- Inventario de minerales.
- Clasificación de las reservas de minerales: certeza, accesibilidad, valor.
- Determinar reservas minerales.

El cálculo de tonelaje (reservas) se basa en un muestreo, el que figura en los planos a diferentes escalas. Estos planos de muestreo se harán de galerías, chimeneas, afloramiento y tajos. El muestreo en subterránea es sistemático, estos puntos se toman en toda la trayectoria de la estructura sacando una muestra compósito representativo.

Realmente, la gran uniformidad de leyes evita el problema de los valores erráticos, es por esta razón que no se aplica castigo. El muestreo al efectuarlo sobre una veta más o menos uniforme en dureza y en ley, determina que los ensayos tengan poca variación, esto es comprobado por el muestreo de la zona. A diferencia el muestro en afloramiento se ha realizado por trincheras. (8)

a) Determinación de la ley promedia

La ley de cada block está dada por la suma de finos entre la suma de ancho. Entonces la ley de cada block, se calcula a partir de las leyes medias de los frentes expuestos que lo limitan, considerando igualmente que la ley promedio del block está en función a la longitud de sus lados, o sea:

$$Ley\ promedia = \frac{\sum (L \times ancho \times Ley)}{\sum (L \times Ancho)}$$

b) Determinación de ancho promedio

En el Prospecto Chaupiloma 2007, el ancho de la veta no es uniforme, pues para poder determinar el ancho promedio se suma los valores de ancho tomado en el muestreo y se divide entre el número de muestras. En seguida para el ancho de cada block se toman los anchos promedios de los lados que los limitan multiplicadas cada una por las longitudes consideradas (L), la sumatoria de estos productos se divide entre la sumatoria de las longitudes del periodo del block, o sea:

$$Potencia\ media = \frac{\sum (L \times Ancho)}{\sum L}$$

c) Cálculo de área

El área de los blocks se ha determinado por procedimientos geométricos, y resulta de multiplicar el largo por el alto de cada block.

d) Cálculo de volumen

Los volúmenes fueron determinados multiplicando el área obtenida de los blocks por la potencia media de cada uno de ellos. Además, es importante tener un buzamiento, los blocks deben dibujarse sobre el plano de la veta. Asimismo, los blocks regulares se multiplican lado por lado para obtener el área; en los irregulares se aplica el planímetro sobre una sección longitudinal a escala. Entonces el volumen de los blocks se halla de la siguiente manera:

$$\text{volumen} = \text{área} \times \text{potencia media}$$

Y finalmente conociendo el peso específico del mineral, que ha sido obtenido por medios puramente geológicos, que para para el caso del Prospecto Chaupiloma 2007 es de 2.80 se puede fácilmente calcular el tonelaje del block, entonces:

$$\text{tonelaje} = \text{volumen} \times \text{peso específico}$$

Las reservas del mineral se deben calcular sobre la base de toneladas métricas (TM). Una vez analizadas las muestras tomadas y calculadas las leyes medias correspondientes, se procede a la fase de estimación de las reservas del yacimiento. Esta consiste en calcular, con el mínimo error posible, la cantidad de mineral existente en el yacimiento estudiado.

Asimismo, las reservas que se estiman en esta fase inicial son las geológicas o in situ. Posteriormente, se tendrán en cuenta otros condicionamientos, como son los factores de diseño de la explotación, método minero, recuperación, dilución, elementos traza, etc. que definirán las denominadas reservas mineras, que generalmente son inferiores a las primeras.

e) Métodos de estimación de las reservas

Existen dos tipos de métodos, cuya idoneidad depende de las particularidades del yacimiento:

Métodos clásicos o geométricos

- Método de los perfiles
- Método de la triangulación
- Método de los polígonos
- Método de las matrices de bloques
- Método del inverso de la distancia
- Método de los contornos
- Método del reticulado

Métodos geoestadísticos

- Variable regionalizada
- Semivariograma
- Krigeage

En nuestro caso se ha utilizado los métodos clásicos o geométricos antes explicados. (8).

2.4.6 Clasificación de bloques

2.4.6.1. Por su accesibilidad

a) Mineral Accesible

Es aquella reserva constituida por bloques minerales que han sido reconocidos y/o desarrollados por labores subterráneas (galerías, chimeneas, subniveles) y/o complementados por sondajes, que generalmente están listos para entrar a la etapa de preparación y su consiguiente explotación económicamente. Constituyen reservas, cuando su valor está por encima de su costo total de operación. (9)

b) Mineral eventualmente accesible

Es aquella reserva que no se encuentra expedita para su inmediata explotación, y está constituida por bloques minerales que comúnmente se hallan en la parte inferior del nivel más bajo, alejados de labores de desarrollo o con acceso truncado por derrumbes, bóvedas vacías, etc., por lo que requieren la apertura de nuevas labores o de rehabilitación de las existentes antes de iniciar su preparación. Constituyen reservas si sus costos de desarrollo y/o rehabilitación para hacerlas accesibles, están cubiertas por la diferencia del valor de los bloques de mineral y sus costos totales de operación. (9)

c) Mineral inaccesible

Es aquel mineral cuya ubicación en el espacio es similar a lo indicado para el mineral eventualmente accesible, pero que requiere de la ejecución de las labores o rehabilitaciones para hacerlos accesibles y que es evidentemente muy costosa. Tal es el caso de bloques aislados (que en conjunto son de poco tonelaje), los ubicados debajo de una laguna o los situados en zonas cuya explotación afectará a instalaciones cercanas a piques, etc. En estas el costo/TCS de inversión necesaria para hacerles accesibles no es cubierto por el saldo entre valor del o de los bloques Inaccesibles/TMS y Cut-Off correspondiente.

Este mineral no constituye reserva mineral, aunque su valor sea de mena o marginal; pero puede ser considerado un recurso mineral si el tonelaje es considerable

(con bloques no aislados), porque una subida de precios o bajada de costos podría hacer económico su explotación, en cuyo caso se convertiría en reserva mineral. Además, puede haber bloques submarginales y de baja ley inaccesibles, los cuales no constituyen ni reservas ni recursos minerales. (9)

2.4.6.2. Por sus valores

a) Mineral económico (mena)

Su valor excede todos los costos directos (costos de operación, y regalías) y costos indirectos (depreciación anual de equipos, instalaciones, amortizaciones, etc.). Son los probados y probables, los accesibles y/o eventualmente accesibles, económicamente explotables. (9)

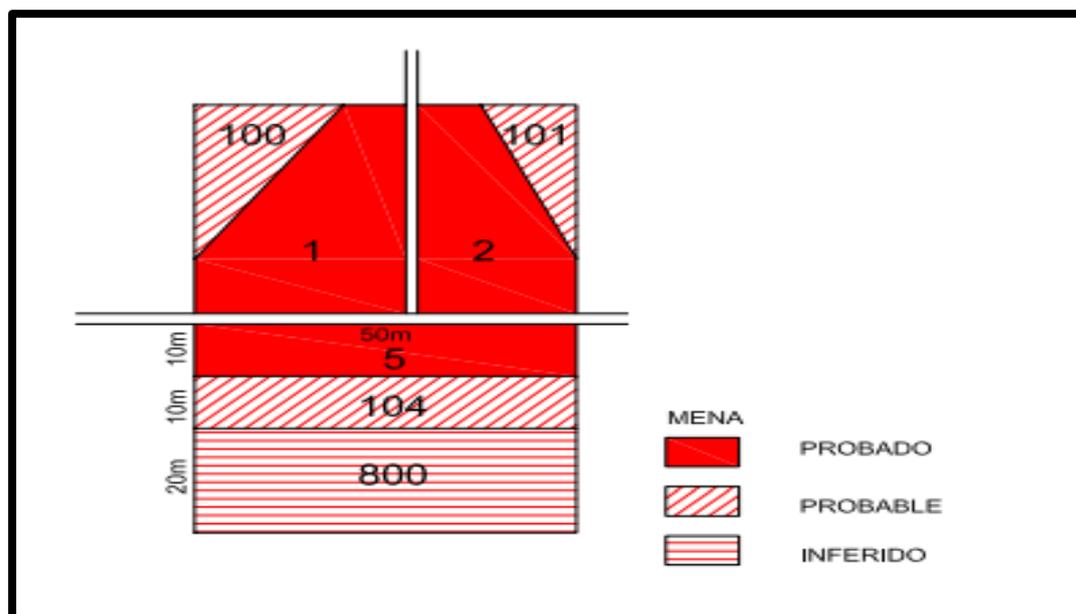


Figura N. 18: Muestra de Bloque de Mena. Tomado de “Manual de Inventario-Buenaventura”, por Oscar Mayta y Julio Meza. SlideShare-Buenaventura. [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>.

b) Mineral marginal

Es el mineral que forma parte de las reservas, que en el momento de su determinación puede ser económicamente explotable. Este mineral, por sí solo no genera

utilidades, pero sí ayuda a generarla, al explotarse junto al mineral de mena, pues además los gastos de desarrollo, de infraestructura, de servicios, etc., ya son cubiertos por el mineral de mena.

Este mineral puede fácilmente convertirse en mineral de mena con mejoras en los parámetros económicos. Cubre el 90% de los costos de producción, el 100% de los gastos de venta y el 20% de los gastos administrativos y financieros, y también cubre las regalías correspondientes, el cual es el 10% de la suma de a+b+c+d.

Asimismo, el mineral marginal se presenta en cuadros aparte, de modo que cuando se planea explotarlo se sepa su tonelaje y ley, con el cual se puede hacer una mezcla adecuada con el Mineral de Mena, debiendo ser el promedio de ley mayor que el Cut-Off de Mena.

Se tiene que estimar el Cut-Off correspondiente. (9)

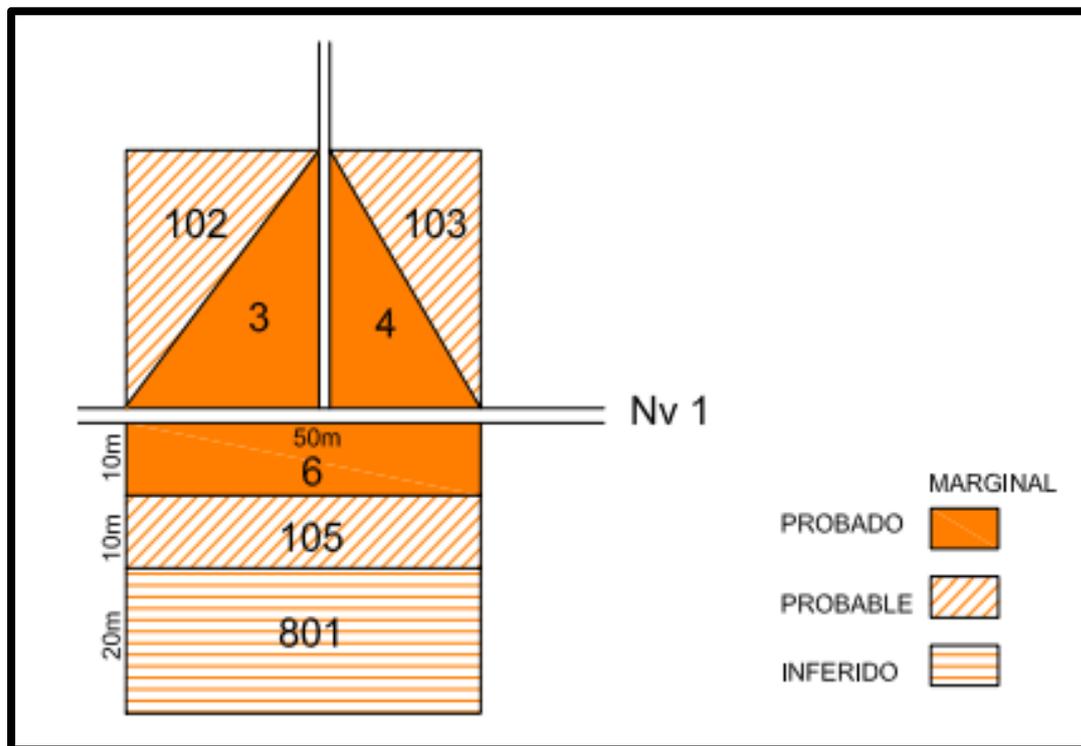


Figura N. 19: Muestra de Bloque de Mineral Marginal. Tomado de “Manual de Inventario-Buenaventura”, por Oscar Mayta y Julio Meza. SlideShare-Buenaventura. [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>.

c) Mineral submarginal

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

Aunque puedan tener un grado de confianza, continuidad y de certeza, en su estimación, similares a los correspondientes a reservas probadas y probables, esto no es suficiente para considerarlas como reservas minerales. En los planos se les pinta de color azul. Además, no hay mineral inferido ni mineral potencial para mineral submarginal. (9)

2.4.6.3. Por su certeza geológica

a) Probado

Es aquella reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados con un alto nivel de confianza. Su estimación se basa en una detallada y confiable información de exploración, muestreo y exámenes obtenida mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados sobre la base de los resultados de un detallado muestreo, en los cuales las muestras y mediciones están estrecha y sistemáticamente espaciadas, y en donde los caracteres geológicos están tan bien definidos de modo que el tamaño, forma y contenido de las reservas están bien determinados.

En estas reservas no existe virtualmente riesgo de discontinuidad de la mineralización. La categoría de reserva mineral probado implica el más alto grado de confianza y certeza en la estimación, con las expectativas consiguientes que se puedan formar los lectores del informe.

En caso de estructuras tabulares y cuerpos mineralizados elongados, cuando el yacimiento ha sido desarrollado mediante labores subterráneas, para la estimación de reservas, se separa en bloques de mineral. Puede haber bloques de uno (incluye afloramiento) o más caras muestreadas, el cual depende de la cantidad de labores con que se dimensiona cada bloque. Cuando el mineral ha sido desarrollado con una sola

labor (incluye afloramiento), la altura del bloque variará de acuerdo con la longitud mineralizada de esa labor o afloramiento. Así para longitudes entre 10 m y 25 m, la altura será de 5 m; para longitudes entre 25 m y 100 m, la altura será el 20% de esa longitud; y para longitudes mayores a 100 m, la altura será de 20 m.

Cuando hay dos o más bloques contiguos con valores de mena o de marginal, pero de diferente ley (uno con más leyes que el otro), para definir la altura, se tendrá en cuenta la suma de las longitudes correspondientes. Estas medidas son aplicables si no se tienen sondajes complementarios ni interpretación geológica (estructural, mineralógica y curva de isovalores), ni definición de rangos verticales de la mineralización, ni estudios geoestadísticos, etc. Por ejemplo, si el fracturamiento premineral a lo largo del cual se emplazó la mineralización, tuvo movimiento horizontal o vertical o ambos, el rango vertical de mineralización estaría relacionado a este aspecto, por lo que las alturas de los bloques de una sola labor estarían supeditado a la interpretación respectiva.

Para dos o más labores, que limitan los bloques. Cuando hay sondajes complementarios la altura de bloques tanto probados como probables serán mayores que si no los hubiera. Se deben hacer curvas de isovalores, por que con estas se definen los bloques probados, probables, inferidos y potenciales, siguiendo la tendencia de la franja.

En el caso de cuerpos mineralizados irregulares, desarrollados en un solo nivel sin chimeneas ni sondajes, la altura del bloque estará en relación con la longitud del eje mayor. En caso de no definirse un eje mayor por la irregularidad del cuerpo, la altura será igual a la mitad de la raíz cuadrada del área del cuerpo en ese nivel. Para dos o más labores, considerando los niveles de desarrollo, más información de sondajes complementarios, etc., la altura de los bloques son mayores que en el caso de no haber sondaje, o puede formarse un solo bloque probado entre niveles.

Además, en depósitos diseminados la estimación de reservas probadas y probables está basado principalmente en los resultados de los sondajes suficiente y sistemáticamente espaciados. Comúnmente la delimitación de bloques y estimación de Reservas Minerales se hacen usando la geoestadística. Asimismo, el coeficiente de certeza para el mineral probado es de 100%. (9)

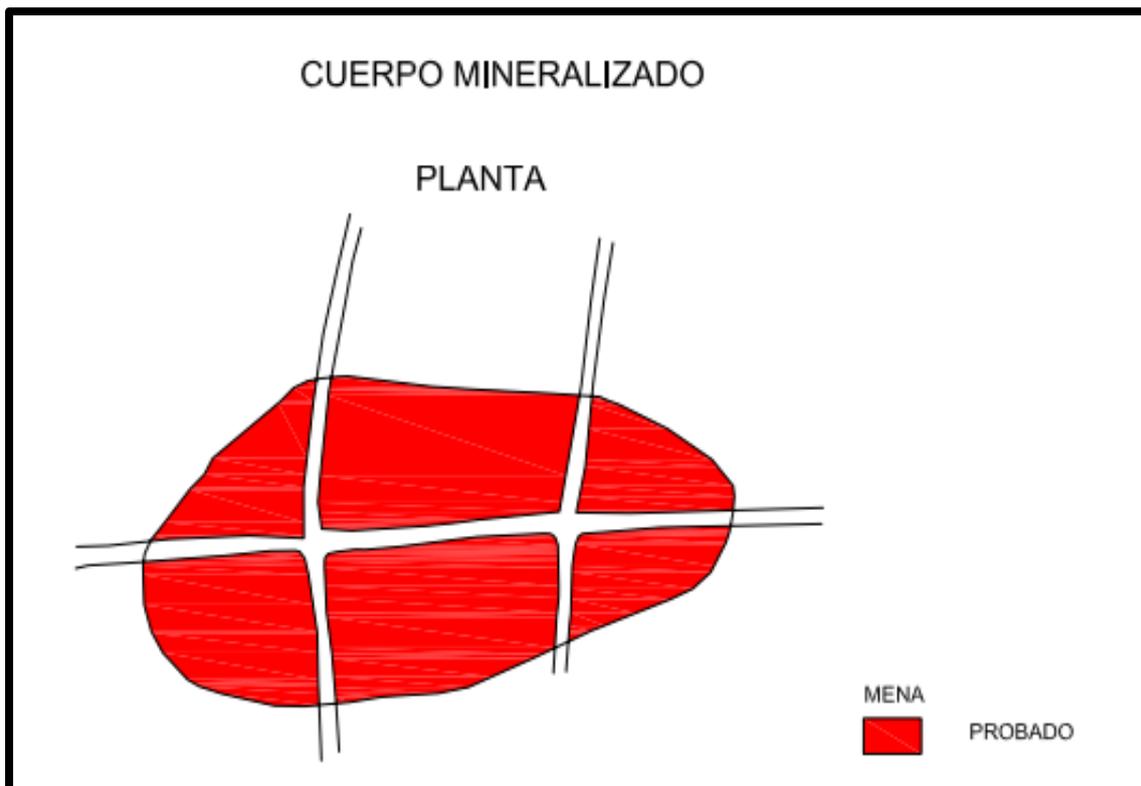


Figura N. 20: Bloque de Mineral Probado. Tomado de “Manual de Inventario-Buenaventura”, por Oscar Mayta y Julio Meza. SlideShare-Buenaventura. [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>

b) Probable

Es aquella reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados con un razonable nivel de confianza. Su estimación se basa en informaciones de exploración, muestreos y exámenes obtenidos mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados sobre la base de los resultados de las muestras que están más espaciadas que en el caso de reservas probadas o inapropiadamente espaciadas como para confirmar la continuidad geológica y/o de ley, pero este espaciamiento es suficiente como para asumir dicha continuidad.

Asimismo, el grado de confianza y de certeza es lo suficientemente alto para asumir la continuidad, pero el riesgo de discontinuidad es mayor que el del mineral probado. Generalmente (no necesariamente) se delinea en la continuación del mineral

probado, con una altura igual o menor que este mineral probado. algunas veces se delimitan, además de dimensionarse en la continuación de bloques probados, o debajo de afloramientos con muestras inapropiadamente pero suficientemente espaciadas, mediante sondajes complementarios, también sistemática y suficientemente espaciados, y en número suficiente, en cuyo caso la altura va a corresponder a la extensión que abarcan los sondajes.

Entonces, el tonelaje se estimará sobre la base de la información del mineral probado correspondiente o de los afloramientos respectivos, y la de los sondajes. La ley se estimará ponderadamente con estas informaciones. Cuando se tienen curvas de isovalores, estas definen los bloques probados, probables, inferidos y potenciales.

Asimismo, el coeficiente de certeza aplicable al tonelaje de la reserva mineral probable es más bajo que el de los minerales probados pero lo suficientemente alto para asumir su continuidad. Para los efectos de nuestras estimaciones se consideran entre 90% y 100%, siempre y cuando la altura del bloque sea igual que el del Probado correspondiente; esto depende de la regularidad de la mineralización. Los Bloques Probables se pintan achurados con líneas inclinadas a la izquierda, del color correspondiente a su valor. (9)

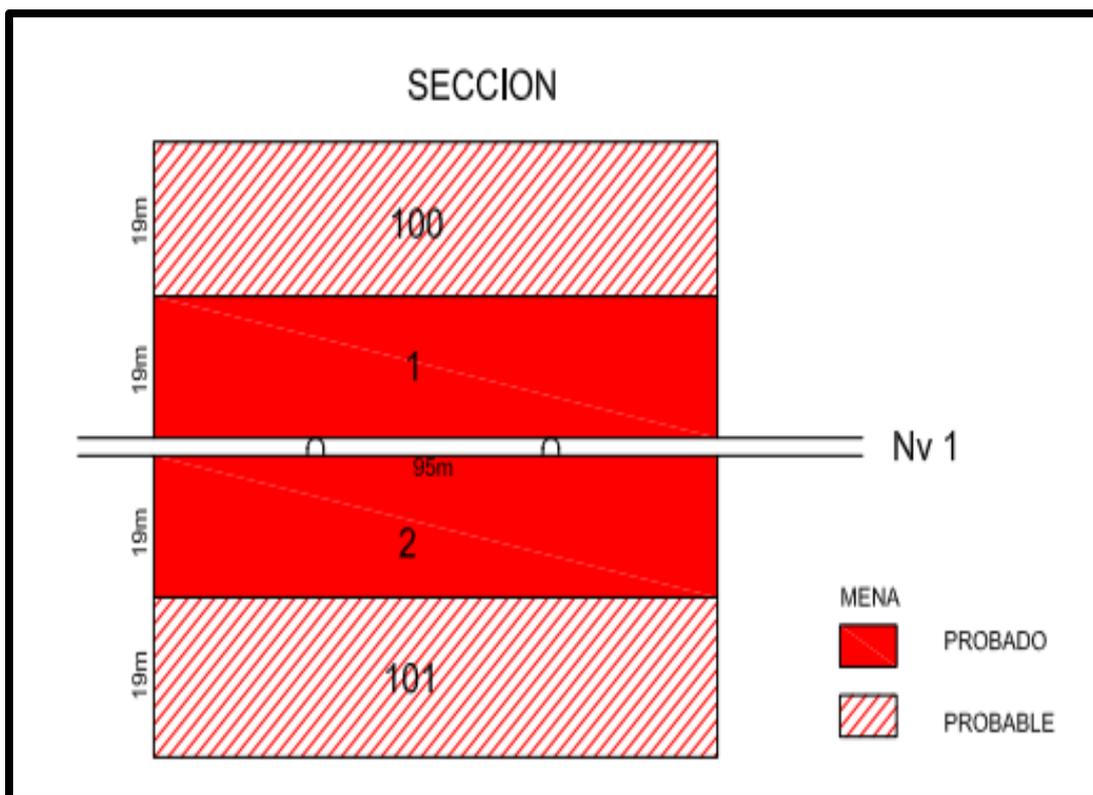


Figura N. 21: Bloque de Mineral Probable. Tomado de “Manual de Inventario-Buenaventura”, por Oscar Mayta y Julio Meza. SlideShare-Buenaventura. [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>

c) Posible

Es aquella parte de un recurso mineral, cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con un bajo nivel de confianza. Es estimado e inferido a partir de evidencias geológicas, y la continuidad geológica y la ley es asumida pero no verificada. Está basado en la información obtenida de afloramientos, trincheras, tajos, labores y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confianza inciertas.

Asimismo, la categoría de inferido tiene la intención de informar situaciones donde una concentración y ocurrencia de mineral ha sido identificado, y se ha completado limitadas mediciones y muestreos, pero donde los datos son insuficientes para permitir la continuidad geológica y/o de ley, sea interpretado confiablemente. Comúnmente sería razonable esperar que la mayoría de los recursos minerales inferidos pudieran pasar a

ser recursos minerales indicados con una exploración continua. Sin embargo, debido a la incertidumbre del recurso mineral inferido, no se asumirá que tal cambio siempre ocurrirá.

También, la confianza en la estimación de recursos minerales inferidos usualmente no es suficiente como para permitir que los resultados de la aplicación de los parámetros técnicos y económicos sean usados en un planeamiento detallado. Por esta razón no hay relación directa entre un recurso inferido y alguna categoría de reservas minerales. Además, la estimación de este recurso se basa también en la continuidad asumida o de repetición de evidencias geológicas favorables que a continuación se dan: a) diagramas de curvas de isovalores b) aislados sondajes c) áreas de influencia de recursos indicados o de reservas probables d) Indicios de buena valorización en afloramientos con muestreos muy espaciados en trincheras, labores, tajos, etc.

Generalmente se les dimensionan en la extensión inmediata no explorada de uno o varios bloques de Reservas probables o de recursos indicados con valores de mena o marginal. Asimismo, se delinearán con la información de uno o más sondajes muy espaciados y/o combinando ambas situaciones. Otras veces se delimitan a partir de afloramientos muestreados en trincheras y cateos, en los cuales los resultados de los muestreos dan información sobre la existencia de mineralización económica hacia abajo.

Si se tuviera un solo sondaje muy aislado, sin relación a bloques probables o indicados o a afloramientos bastante anómalos, éste no generaría un recurso inferido. La altura de los bloques de un recurso mineral inferido puede ser correspondiente a la suma de las alturas de bloques de recursos medidos más indicados o a la suma de las alturas de bloques probados más probables, o a la mitad de la longitud del afloramiento muestreado con valor de mena y/o marginal, salvo que el criterio geológico y las indicaciones de curvas de isovalores o la intersección de sondajes bastante espaciados sugieran otra altura u otra dimensión.

Referente al Coeficiente de Certeza aplicable al tonelaje del recurso inferido, se sugiere dos rangos:

- Cuando el bloque inferido está ubicado en la continuación de un bloque probable, pero con información de muestreos de sondajes, de labores (correspondientes al bloque probado respectivo) o de afloramientos respectivos, el coeficiente de certeza será entre 70% y 90%, lo que depende de la regularidad de la mineralización y de la cantidad y/o espaciamiento de los lugares de muestreo.

- Cuando el bloque inferido está situado solamente en la continuación de un bloque probable o sea que no hay sondajes, o si los hay son escasos, en cuyo caso las muestras son también escasas, o sea que su delimitación está basada en la interpretación estructural y mineralógica principalmente, el coeficiente de certeza será entre 50% y 70%. (9)

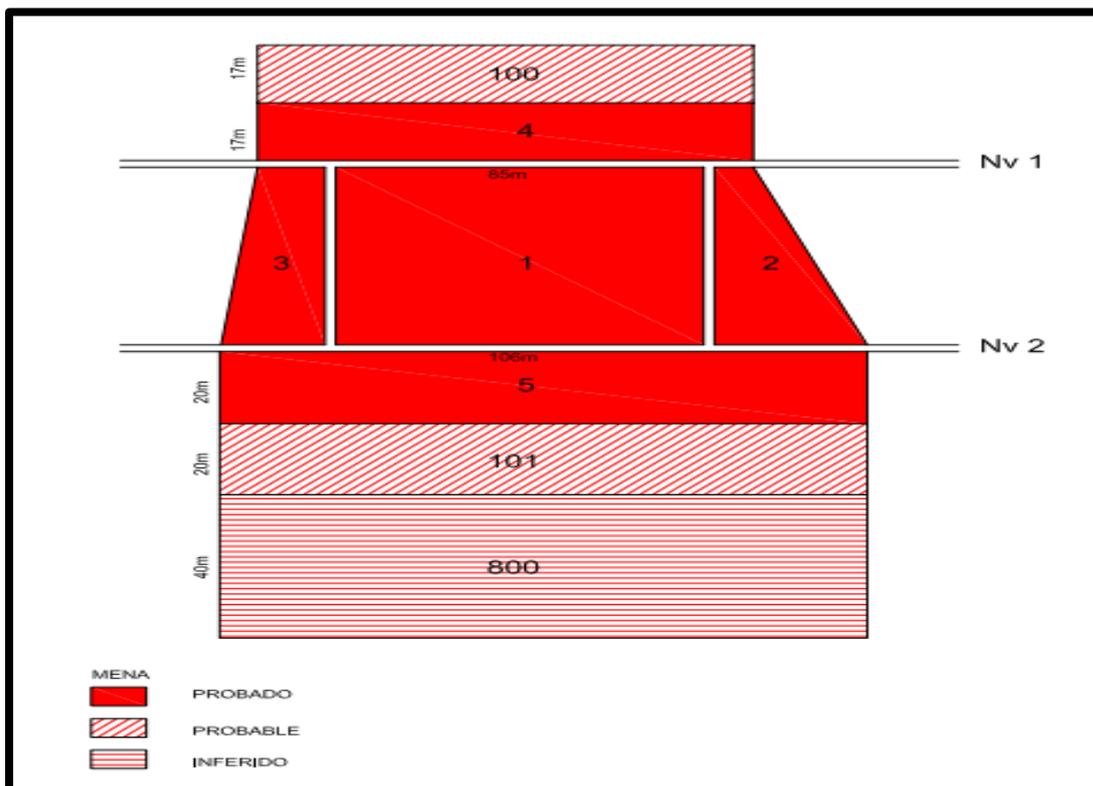


Figura N. 22: Bloque de Mineral Posible. Tomado de “Manual de Inventario-Buenaventura”, por Oscar Mayta y Julio Meza. SlideShare-Buenaventura. [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>

d) Potencial

Es aquella parte de un yacimiento mineral, cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con bastante bajo nivel de confianza menor que el del recurso mineral inferido. Su estimación se basa mayormente en el conocimiento geológico del yacimiento, es decir muchas veces no depende de la exposición directa de la mineralización económica, sino de indicaciones indirectas tales como los siguientes:

- Presencia de recurso mineral Inferido en cuya extensión puede dimensionarse.

- Curvas de isovalores y/o rangos verticales de mineralización que se extiendan fuera del recurso inferido.
- Controles litoestructurales.
- Anomalías geofísicas y/o geoquímicas que se correlacionan bien con la geología superficial.
- Relación con minas vecinas o estructuras cercanas mineralizadas desarrolladas, etc.

Muchas veces, su estimación depende de la información geológica y del muestreo de los afloramientos, que sin tener valores de mena o marginal, tienen óxidos, ensambles y alteraciones favorables, valores anómalos interesantes, y estructuralmente sean de interés y correlacionables con anomalías geofísicas y/o geoquímicas. En este caso se puede asumir la presencia de mineral potencial en profundidad con mineralización económica y/o marginal.

A veces se les dimensionan a partir de los afloramientos de estructuras, cuyos muestreos arrojan bajos valores, pero anómalos, pero estructural y mineralógicamente interesantes, y a la vez sean paralelas a otras estructuras de similares características mineralógicas y estructurales en superficie, las cuales fueron ya reconocidas suficientemente y cuentan con Reservas y Recursos.

En este caso el bloque de mineral potencial se ubicará debajo de los afloramientos con anomalías y tendrá el mismo rango vertical de las reservas más recursos de las estructuras paralelas ya desarrolladas, y estará a una profundidad similar que el de las reservas y recursos de esas estructuras y, no se estimará la ley. En este caso se tiene que asumir la profundidad de óxidos, si es que las hay.

En los casos que se delimiten en la extensión del recurso mineral inferido la altura de los bloques puede ser igual a la altura de dicho recurso, siempre y cuando no se tenga un criterio geológico que de otra altura (curvas de isovalores, interpretación geoestadística, profundización de estructuras vecinas, etc.). En este caso la ley será de los recursos minerales Inferidos correspondientes. Cuando se estima a partir de afloramientos cuyos muestreos muy espaciados dan valores de interés económico, la altura media desde superficie del bloque correspondiente puede ser igual a la longitud de la mineralización de interés o igual a la altura de la mineralización de estructuras vecinas que contienen Reservas y/o Recursos, salvo otros criterios geológicos de otra altura. La ley será el promedio de los afloramientos correspondientes.

Ocasionalmente, puede dimensionarse a partir de un sondaje muy aislado. En este caso si la estructura es en rosario en los que los clavos y clavitos son verticales o subverticales, se pueden dimensionar bloques potenciales a partir del sondaje, con anchos igual al promedio de anchos de los clavos conocidos, y altura igual a la mitad del promedio de las alturas de los clavos respectivos. Cuando se estiman a partir de anomalías geofísicas y/o geoquímicas, las alturas de los bloques pueden corresponder al de las estructuras mineralizadas de minas vecinas. En este caso no se estima la ley de este mineral. Respecto al coeficiente de continuidad y certeza del mineral potencial se sugiere aplicar dos rangos al tonelaje:

- Cuando el bloque potencial está en la continuación de un bloque inferido, pero con información de muestreos de sondajes, de labores (correspondientes al bloque probado respectivo), o de afloramientos respectivos, el coeficiente de continuidad y certeza será entre 50% y 70% y dependerá de las evidencias geológicas favorables que se tiene.
- Cuando el bloque potencial está solamente situado en la extensión del bloque inferido o sea no hay sondajes, o si los hay en el bloque inferido son escasos, en cuyo caso las muestras son también escasas, o sea que su delimitación está basada en la interpretación estructural y mineralógica.

El coeficiente de continuidad y certeza será entre 25% y 50%. Este mineral no constituye ni reservas ni recursos y sus bloques tendrán un achurado de líneas verticales con el color correspondiente a mena o marginal, según el caso. Si bien este mineral no constituye ni reservas ni recursos, su presencia indica la magnitud y posible vida operativa de un yacimiento. No hay mineral potencial con valores de submarginal ni de baja Ley.

(9)

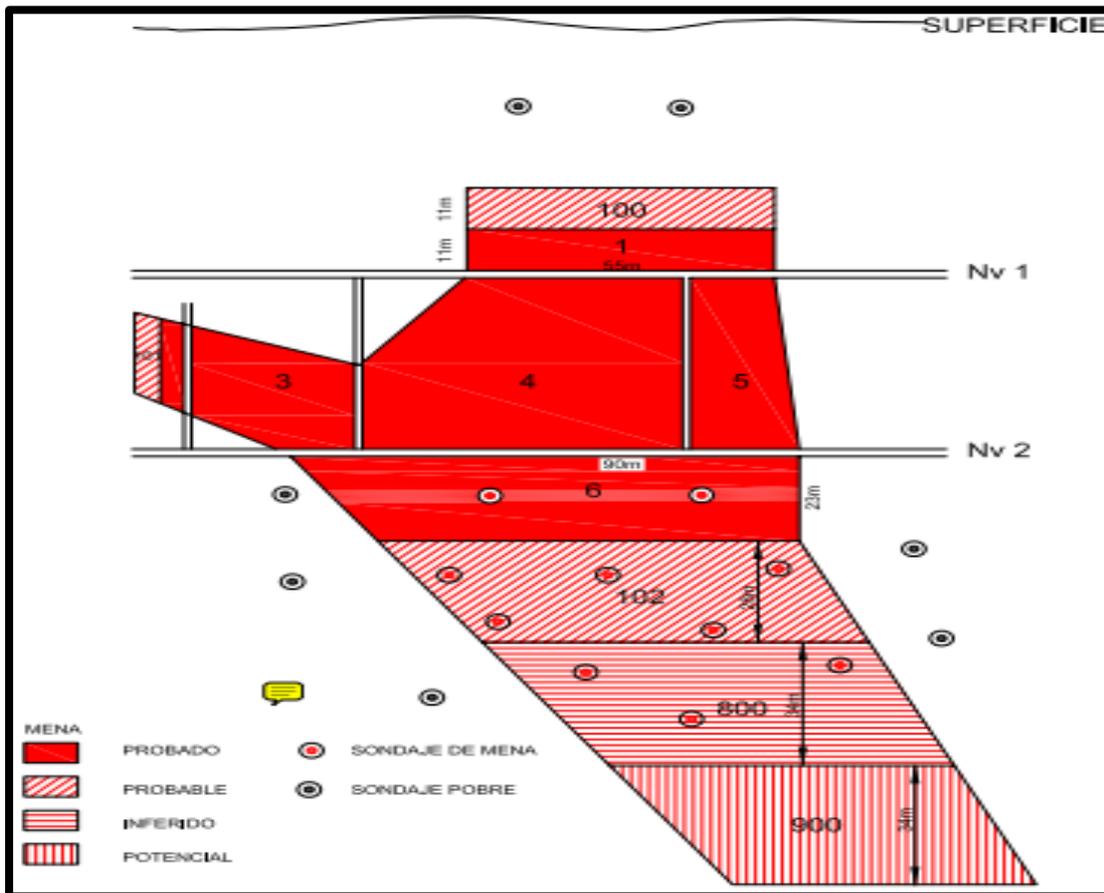


Figura N. 23: Bloque de Mineral Potencial. Tomado de “Manual de Inventario-Buenaventura”, por Oscar Mayta y Julio Meza. SlideShare-Buenaventura. [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>

2.4.7 Dilución

Es el tonelaje de material extraído por debajo de la ley de corte. Este tonelaje puede ser desmonte netamente o mineral de muy baja ley que no alcanza la ley de corte.

Es la reducción en ley por la cantidad de material por debajo de la ley mínima de corte, o estéril que se mezcla con el mineral económico. Es la operación de agregar estéril al mineral económico para bajar su ley.

La dilución ha sido, en todas las minas del mundo, una gran preocupación. Los ingenieros de minas y geólogos buscan reducir sus efectos, en el sentido de aumentar sus ganancias y reducir sus costos. En realidad, la dilución no significa solamente bajar

la ley del mineral, es elevar en muchos casos los costos, ya que el envío de una tonelada de estéril a la planta es más costoso que el envío de una tonelada de mineral. Por ello, en todas las minas se han desarrollado estudios tendientes a encontrar las posibles causas de la dilución y, en consecuencia, proponer procedimientos más eficientes con los cuales reducir "empobrecimiento" del mineral. De todo lo que se ha hecho hasta ahora, en términos de evaluación de la dilución se puede concluir que el valor aceptable de dicho parámetro está en alrededor de 10%, lo que sirve hoy para establecer el estándar mundial o el "benchmarking". (9)

2.4.8 Inventario de mineral

El Inventario de minerales es la estimación cuantitativa de los tonelajes y leyes de un yacimiento de acuerdo con su valor, certeza y accesibilidad que incluye a los minerales de interés económico, como las reservas de minerales y recursos minerales, así como a otros que no lo tienen en el momento de la estimación.

Asimismo, tiene por objeto definir las reservas, recursos de un yacimiento, así como su distribución, a fin de planear su explotación o ampliar la escala de producción para un tiempo determinado cuando se trata de reservas minerales. La estimación de recursos minerales es importante porque con un estudio de factibilidad pueden convertirse en reservas y por lo tanto proceder a su explotación. Igualmente, la importancia radica en que las reservas y recursos minerales pueden garantizar, además de la vida operativa, un mayor financiamiento para una posible ampliación u optimización de la operación con la inversión en compra de equipos de mina o planta.

El inventario de minerales está compuesto de reservas minerales, recursos minerales. En proyectos de exploración avanzados y en los de desarrollo, en los que no se tiene estudio de factibilidad técnico-económico, pero con pruebas metalúrgicas, contiene recursos minerales. Con un estudio de factibilidad técnico económico los recursos minerales de un proyecto pueden convertirse en reservas minerales parcial o totalmente.

Reservas minerales. Es la parte de un yacimiento mineral, cuya explotación es posible o razonablemente justificable desde el punto de vista económico y legal al momento de su determinación. Para su estimación se considera haberse llevado a cabo evaluaciones apropiadas que podrían incluir estudios de factibilidad en los cuales se tiene en cuenta factores mineros, metalúrgicos, económicos, ambientales, de mercado,

sociales y gubernamentales. En la estimación se incluye solamente mineral recuperable y diluido, expresado en tonelaje y leyes. Los términos *económicamente minable* implican que la extracción de las reservas minerales ha sido demostrada ser viable de inversión.

Por lo general se expresa en términos de mineral cuando se trata de mineral metálico. Usualmente para la estimación de reservas minerales es necesario determinar una ley mínima explotable (Cut Off), cuyo cálculo está directamente relacionado al costo total, resultados metalúrgicos, condiciones de comercialización y precio de los metales. Una vez determinado el Cut-Off, el yacimiento ya explorado y desarrollado se separa en bloques de mineral de acuerdo con su valor, certeza y accesibilidad, con lo que se definirán que bloques de una o varias estructuras mineralizadas constituyen las reservas minerales. Acorde con lo mencionado, en Buenaventura se considera como reservas minerales a aquellos que tienen certeza de probado y probable, tengan valor de mena y marginal, y sean accesibles y eventualmente accesibles.

Recursos Minerales. Un recurso mineral es una concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco dentro o fuera de la corteza terrestre, que por la calidad y cantidad haya perspectivas razonables de una eventual explotación económica. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y de continuidad de un recurso mineral son conocidas, estimadas o interpretadas sobre la base de evidencias y conocimientos geológicos específicos. Los recursos minerales se subdividen en orden de confianza geológica decreciente en categorías de medido, indicado e Inferido. Estas categorías solo indican la certeza.

No deben incluirse en un recurso mineral las porciones de un yacimiento que no tienen perspectivas razonables de una eventual explotación económica. El término Recurso Mineral abarca la mineralización identificada y estimada mediante exploración y muestreo. La frase “perspectivas razonables de una eventual explotación económica” implica un criterio de valor económico, aunque sea preliminar a nivel de perfil, por parte de la persona competente con respecto a los factores técnicos y económicos que podrían influir en la perspectiva de explotación económica, incluyendo los parámetros mineros aproximados. En otras palabras, un recurso mineral no es un inventario de toda la mineralización perforada o muestreada, cualquiera que sea la ley de corte (Cut-Off), las probables escalas de producción, ubicación y continuidad. En un inventario realista del yacimiento mineral que, bajo condiciones técnicas y económicas asumidas y justificables,

podría, total o parcialmente, llegar a ser económicamente explotable, en cuyo caso se le asume valores de mena y/o marginal. (9).

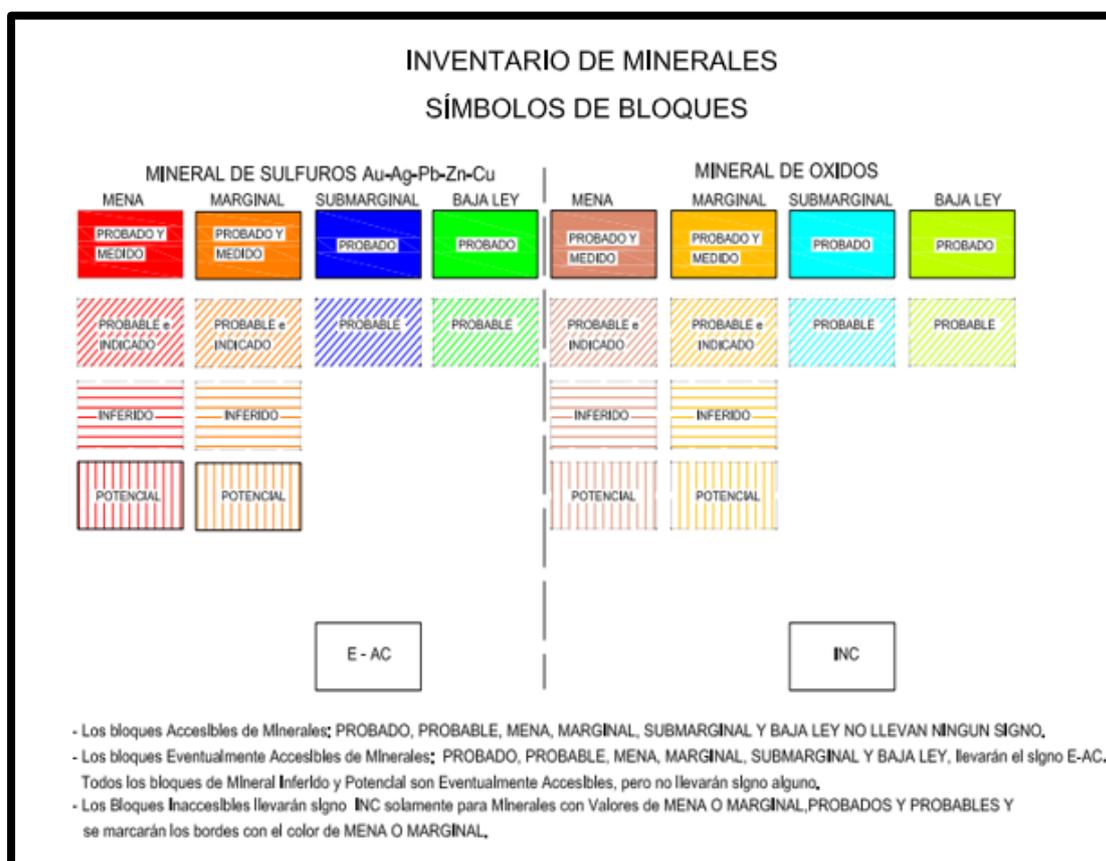


Figura N. 24: Gráfico de Inventario de Minerales. Tomado de “Manual de Inventario-Buenaventura”, por Oscar Mayta y Julio Meza. SlideShare-Buenaventura. [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>

2.4.9 Muestreo

2.4.9.1 Generalidades

En las operaciones mineras el muestreo es un proceso técnico cuyo objetivo es conocer la riqueza de un yacimiento. Se le define al muestreo como el procedimiento que mediante técnicas establecidas para obtener una pequeña cantidad de mineral o minerales que están presentes en un depósito mineral, de tal manera que la pequeña cantidad de mineral representa del conjunto.

Igualmente, el yacimiento o depósito mineral debería estar representado totalmente por una pequeña cantidad, pero como los yacimientos minerales son irregulares y los contenidos metálicos varían en sus diferentes partes, una sola muestra de cualquier parte del depósito no tendrá la misma proporción de minerales de todo el yacimiento.

Como la naturaleza no ha distribuido los metales uniformemente, la muestra ideal no existe, por eso, hay que tomar varias muestras para buscar el equilibrio entre el número de muestras y la exactitud deseadas, por lo tanto, el muestreo es obtener cantidades de minerales y rocas uniformes a fin de que todas las partes del yacimiento mineral estén convenientemente representadas en el muestreo, la muestra debe ser representativa proporcional pura.

La finalidad del muestreo es determinar el contenido de la mena dentro del depósito mineral y el valor de esta, las muestras sirven para lo siguiente:

- Conocer las leyes de mineral de las vetas, bolsonadas y cuerpos, durante la exploración y desarrollo.
- Saber las leyes de mineral de las vetas, bolsonadas y cuerpos de las labores de explotación.
- Planificar la explotación, enviando a la planta, mineral con ley uniforme, ya que se conoce el muestreo de las diferentes partes del depósito.
- Controlar la eficiencia de las plantas metalúrgicas.

El muestreo es una de las operaciones importantes en el trabajo diario de una exploración y producción, de su buen resultado depende casi todas las actividades futuras. El muestreo sirve para valorizar un depósito mineral, planear o controlar la explotación de este o para apreciar los resultados de un proceso metalúrgico, luego es evidente la gran importancia que tiene entre las operaciones de una empresa minera.



Figura N. 25: Muestreo de mineral (interior de la mina) Prospecto Chaupiloma 2007.

Marcha del muestreo. Es necesario hacer cumplir en el muestreo, las siguientes reglas:

- El muestreo debe realizarse de una manera ordenada, por ningún motivo debe saltar ninguna toma de muestra, aun cuando su obtención presente dificultades.
- Un mismo grupo de muestreros no debe trabajar en un mismo tiempo en dos labores por más continuas que estén.
- En la marcha del muestreo, interesa la exactitud que la rapidez, hay que tomar en cuenta que una muestra mal tomada es como ninguna, ya que llevará a conclusiones equivocadas.
- Antes de iniciar la extracción de la siguiente muestra, debe terminar completamente la anterior, inclusive su registro e identificación.
- Si hubiera alguna dificultad para la toma de muestra se deberá comunicar al Departamento de Geología, para su inmediato arreglo.
- El muestreo de rutina y muestras de exploración y desarrollos debe mantenerse al día con los avances, porque estos trabajos requieren de un control constante en la riqueza del terreno sobre el cual se avanza, especialmente cuando se trata

de corridas sobre veta, en ambas clases de muestras, se tomará la última muestra lo más cerca posible al frente de la labor. (10)



Figura N. 26: Muestreo de afloramiento Prospecto Chaupiloma 2007.



Figura N. 27: Muestreo de afloramiento Prospecto Chaupiloma 2007



Figura N. 28: Método de muestreo por panales (interior mina), Prospecto Chaupiloma 2007

2.4.9.2 Tipos de muestreo

a) Por canales

Este método se aplica corrientemente en el muestreo de vetas, y en el método de explotación, corte y relleno, este método consiste en contar con la mayor exactitud posible, una ranura rectangular de profundidad y ancho determinado, a través de intervalos constantes y perpendiculares al rumbo de la estructura.

Los pasos para seguir son los siguientes:

- Ubicación del canal. En la galería y crucero, el punto de referencia debe ser un punto topográfico y a falta de este, un crucero, una chimenea. En chimenea el punto de referencia es el riel. En tajos el punto de referencia será una tolva o chimenea, siempre estará referido a una altura con respecto al riel, por ningún caso, el canal en las galerías está a más de 30 m del punto topográfico.

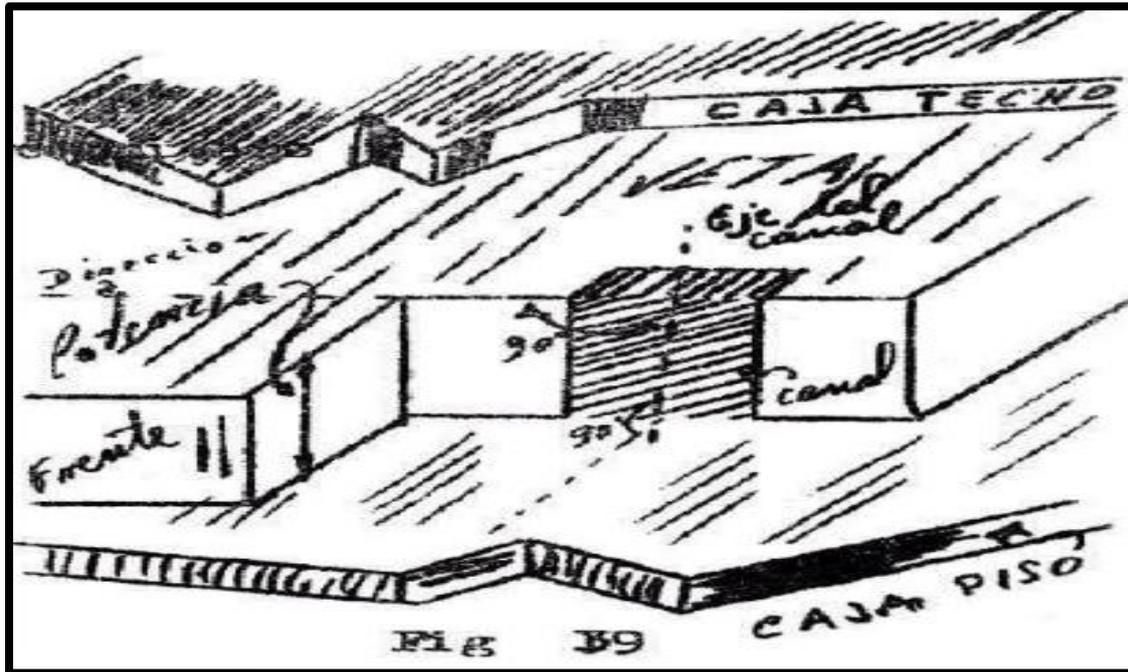


Figura N. 29: Bloque de roca con muestreo tipo canal. Tomado de “Muestreo en Geología”, por Mauro Valdivia. Scribd. [En línea] mayo de 2018. [Citado el: 11 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.scribd.com/presentation/293692767/muestreo-en-geologia>

- Los canales deben estar siempre a intervalos constantes de 1.2-6 m, si en el trazado por muestrear hay dos o más puntos topográficos, nunca deberá interrumpirse la medición antes del segundo punto. La medición debe pasar a coincidir con el segundo punto topográfico. El espaciamiento o distancia, depende del tipo de mineralización por ejemplo de 1 a 2 m en Julcani, Huachocolpa, Pataz, (MARSA), y de 2 a 3 m en Orcopampa. Para las medidas sucesivas de los diferentes canales se medirá siempre dos puntos topográficos o puntos de referencia de canal a canal.
- Después de ubicación la distancia se marcará con pintura blanca el contorno del canal, de donde se extrajo la muestra y el respectivo número de orden, de esta manera será fácil ubicar dicho canal en el caso se deba repetir el muestreo.
- Luego, se marcará el área por limpiar con tiza o pintura blanca, esta área debe tener unos 5 ó 10 cm más allá de los lados del canal y perpendicular a las cajas, el largo del canal depende de la potencia de la veta.
- Se procederá a limpiar el área marcada, nivelando en lo posible por muestrearse, para evitar el polvo o barro y facilitar la apreciación de la mineralización en forma

muy superficial. En algunos casos se hace con manguera de aire o lavado con agua, con el lavado se disuelve algunas sales minerales que se forman en la superficie.

- Luego se procede a obtener la muestra, mientras un muestrero procede a la extracción, el otro debe sostener la cuna o manta en posición adecuada para recoger los fragmentos que caigan al piso.
- La cantidad mínima del mineral de mineral extraído será de 1.5 kg. por cada muestra, se procede al cuarteo en la cuna.
- Todos los canales deben ser trazados perpendiculares a la dirección de las vetas o estructuras, es decir perpendiculares a las capas de la veta perpendicular a las cajas. Luego se procede a medir la potencia verdadera de la veta perpendicular a las cajas. (10)



Figura N. 30: Muestreo tipo canal. Tomado de “Muestreo en Geología”, por Mauro Valdivia. Scribd. [En línea] mayo de 2018. [Citado el: 11 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.scribd.com/presentation/293692767/muestreo-en-geologia>

b) Chip Rock o por puntos

Un Rock Chip es una muestra compuesta por fragmentos de virutas de esquirlas de roca de afloramiento. Consiste en obtener trozos de aproximadamente de 1 cm de diámetro, en forma irregular en una cierta longitud siguiendo una línea imaginaria, que al igual que las canaletas, siempre debe orientarse en forma perpendicular a cualquier

posible control lineal. El largo depende de las características del afloramiento y puede variar entre 0.2 a 5 m. Esto último condiciona también la cantidad de muestra, pero la experiencia ha enseñado que el mínimo aceptable es de 0.25 kg.

Es el método más sencillo y se emplea en los mismos casos en que se indica el método por canales. Consiste en tomar una serie de astillas o fragmentos de mineral en toda la potencia del depósito siguiendo en forma continua una línea imaginaria correspondiente al eje longitudinal de un supuesto canal de muestreo, en general se sitúa la misma técnica señalada para canales. El método es sencillo y menos laborioso que el de canales y requiere largos experimentos de control o que los muestreros estén bien entrenados. (10)



Figura N. 31: Muestreo Tipo Chip Rock. Tomado de “Muestreo en Geología”, por Mauro Valdivia. Scribd. [En línea] mayo de 2018. [Citado el: 11 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.scribd.com/presentation/293692767/muestreo-en-geologia>

c) Trinchera

Es el más empleado, se abren zanjas perpendiculares al eje mayor de cada afloramiento, y a intervalos regulares. El material acumulado en todas las trincheras es la muestra. Tenemos que cuartear la muestra para reducirla, si la cantidad es mayor que 5

kg. Deben ser íntegramente recogidos, para que los resultados de los ensayos sean buenos. (10)

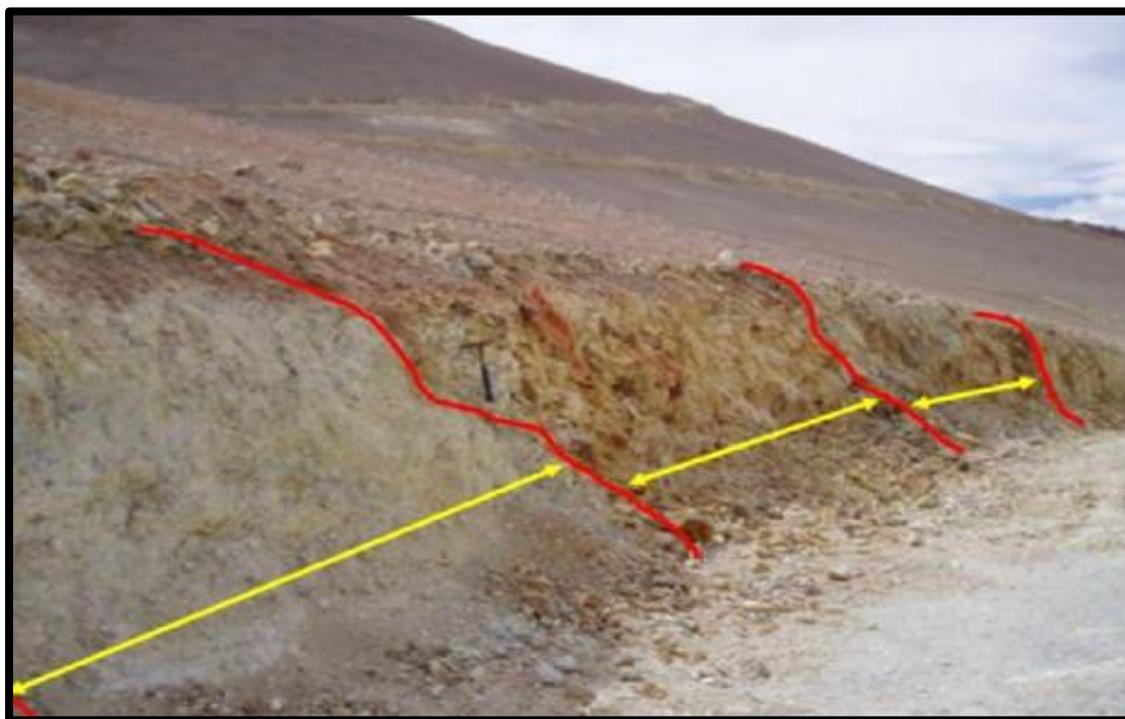


Figura N. 32: Muestreo tipo trinchera. Tomado de “Muestreo en Geología”, por Mauro Valdivia. Scribd. [En línea] mayo de 2018. [Citado el: 11 de junio de 2019.] Disponible en <https://es.scribd.com/presentation/293692767/muestreo-en-geologia>

CAPÍTULO III. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Método de la investigación

Se emplea como método general el método deductivo y analítico. El método deductivo, para deducir la evaluación geológica de la veta y del afloramiento, que se analizará mediante datos de campo in situ. Mientras que se emplea el método analítico para el cálculo de reservas y recursos.

3.1.2 Alcances de la investigación

Tipo de investigación. El tipo de investigación de esta tesis es aplicada, porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Y busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Asimismo, es un tipo de investigación aplicada, porque el objetivo de la investigación es la cubicación de reservas y recursos.

Nivel de investigación. Es de nivel explicativo tecnológico, ya que existe un interés en explicar una relación en el comportamiento entre las variables. En ese sentido trata de explicar de qué manera la evaluación geológica influye en el cálculo de reservas y recursos.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es descriptivo, porque se plantean a manera de objetivos.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

Es el Prospecto Minero Chaupiloma 2007.

3.3.2 Muestra

Es la galería 710 SE - Nv 4433, y el afloramiento "A" (ubicado encima de dicha galería).

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Observación. Esta técnica nos permitió observar el comportamiento in situ de la galería 710 SE - Nv 4433, y del afloramiento "A" (ubicados encima de dicha galería).

Recopilación. Recopilación de datos de campo, de la galería 710 SE - Nv 4433, y la veta y del afloramiento "A" (ubicados encima de dicha galería).

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- Informes
- Publicaciones
- Tesis
- Planos
- Fichas
- Libros
- Internet
- PC

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 MUESTREO DE LABORES MINERAS

Se cuenta en el Prospecto Chaupiloma 2007, con una galería de 70 m de longitud, de sección 1.80 m x 2.00 m, perpendicularmente a esta galería se ha desarrollado estocadas, con dirección hacia la caja techo, sus niveles han alcanzado la caja; todas estas labores han sido muestreadas sistemáticamente. Por otra parte, en los afloramientos en superficie también se han realizado cateos y trincheras que también fueron muestreadas de forma sistemática.

Previamente, se hicieron levantamientos topográficos con estación total, brújula, wincha y GPS navegador, tanto en superficie como en interior mina. Se han tomado en total 101 muestras, habiéndose realizado un muestreo sistemático, para una mejor interpretación geológica. Las muestras fueron enviadas y analizadas en el Laboratorio químico de la Mina Antonio Raimondi de la ciudad de Cusco.

4.1.1 Galería 710 SE - NV 4433

Desarrollada en la caja piso de la veta principal. A lo largo de la galería se han tomado 12 muestras, cuyos resultados son los siguientes:

Tabla N. 4: Datos de muestras de galería

MUESTRAS DE LA GALERÍA					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
169	1.25	0.14	0.80	0.20	R. Ígnea, Cz
168-B	1.55	0.17	1.20	0.15	Cz, disem. Cp
2	2.80	0.16	1.00	0.18	
Muestras	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
170	1.00	0.03	1.00	0.20	R. Ígnea, cp
Muestras	Potencia(m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
171	1.55	0.14	1.30	0.25	R. Ígnea, cp
Muestras	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
172	1.25	0.14	1.80	0.25	Cz, disem. Cp
Muestras	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
174	0.75	0.98	0.70	0.40	Cz, disem. Cp
173	1.50	-	1.50	0.30	R. Ígnea, Cz
2	2.25	0.49	1.10	0.35	
Muestras	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
175	0.50	-	1.40	-	Cz, óxidos
176	1.45	-	0.90	-	R. Ígnea
2	1.95	0.00	1.15	0.00	
Muestras	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
178	1.30	0.03	0.70	-	Cz, disem. Cp
Muestras	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
180	1.80	-	0.70	-	Diorita
179	0.90	-	0.65	-	Volc. Afanítico
2	2.70	0.00	0.68	0.00	

Tabla N. 5: Potencia y leyes - Galería

MUESTRAS DE GALERÍA				
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn
168-B	1.55	0.17	1.20	0.15
169	1.25	0.14	0.80	0.20
170	1.00	0.03	1.00	0.20
171	1.55	0.14	1.30	0.25
172	1.25	0.14	1.80	0.25
173	1.50	-	1.50	0.30
174	0.75	0.98	0.70	0.40
175	0.50	-	1.40	-
176	1.45	-	0.90	-
178	1.30	0.03	0.70	-
179	0.90	-	0.65	-
180	1.80	-	0.70	-
Total		1.63	12.65	1.75
Promedio		0.14	1.05	0.15



Figura N. 33: Galería principal del Prospecto Chaupiloma 2007



Figura N. 34: Obteniendo rumbo y buzamiento en Interior de la Galería

4.1.2 Estocada 680 NE

Tiene 16.00 m de longitud, con una sección de 7'x 8'. A partir del filo de la estocada más 0.50 m hay una chimenea de 3.00 m de altura. A lo largo de la estocada se ha tomado 05 muestras, con los siguientes resultados:

Tabla N. 6: Potencia y leyes-Estocada 680 NE

ESTOCADA 680 NE					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
1	1.00	2.85	-	-	Cz. c/ disem. Cpy.
2	1.00	0.52	-	-	Cz. c/ disem. Cpy.
3	1.00	0.88	-	-	Cz. c/ disem. Cpy.
4	1.00	0.59	-	-	Cz. c/ disem. Cpy.
5	1.00	0.05	0.01	-	Cz. c/ disem. Cpy.
Total	5.00	4.89	0.01	0.00	Cz, disem. Cp
Promedio		0.98	0.00	0.00	



Figura N. 35: Entrada a la Estocada 680 NE

4.1.3 Estocada 670 SE

Tiene 15.00 m de longitud, sección de 7'x 8'. A partir del filo de la estocada más 1.00 m hay una chimenea de 4.00 m de altura. A lo largo de la estocada se ha tomado 08 muestras, con los siguientes resultados.

Tabla N. 7: Potencia y leyes-Estocada 670 SE

ESTOCADA 670 SE					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
193	1.60	5.19	2.20	0.40	R. Ignea, ox
194	1.00	0.45	0.70	0.50	R. Ignea, cp
195	2.00	1.40	1.90	0.20	Cz, leve disem. cp
196	1.00	3.61	1.20	-	R. Ignea, cp
197	3.00	0.62	1.80	0.10	Cz, disem. cp
198	2.00	2.86	5.20	0.85	Ing, Cz, disem. Cp
199	1.00	0.06	2.50	0.40	R. Ignea, ox
200	2.00	0.06	1.70	0.30	R. Ignea, cp
Total	13.60	14.25	17.20	2.75	
Promedio		1.78	2.15	0.34	



Figura N. 36: Entrada a la Estocada 670 SE

4.1.4 Estocada 657 NE

Tiene las siguientes características: 15.00 m de longitud, sección de 7'x 8'. A lo largo de esta estocada se ha tomado 04 muestras, con los siguientes resultados:

Tabla N. 8: Potencia y leyes - Estocada 657 NE

ESTOCADA 657 NE					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	% Zn	Observaciones
8	4.00	0.04	-	-	Estructura
9	1.00	0.11	-	-	Estructura
10	1.00	0.25	-	-	Estructura
11	1.00	0.38	-	-	Estructura
Total	7.00	0.78	0.00	0.00	
Promedio		0.20	0.00	0.00	



Figura N. 37: Obteniendo muestra de la Estocada 657 NE

4.1.5 Estocada 645 SE

Tiene 15.00 m de longitud, sección de 6'x7'. A lo largo de esta estocada se ha tomado 09 muestras, con los siguientes resultados:

Tabla N. 9: Potencia y leyes - Estocada 645 SE

ESTOCADA 645 SE					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
184	0.7	0.03	0.5	-	Cz, óxidos
185	1.3	0.3	3	0.5	Cz, disem. Cp
186	0.8	0.51	1.2	0.1	Cz, disem. Cp
187	1.4	2.19	1.1	0.2	Cz, disem. Cp
188	2.8	0.39	0.9	0.15	Cz, leve disem.
189	2.7	0.34	1.2	0.25	R. Ignea, Cz
190	3.9	0.73	1	0.8	R. Ignea
191	1.3	2.19	3.3	0.8	R. Ignea, Cz
192	1.4	0.17	3.5	0.4	Cz, óxidos
Total	16.3	6.85	15.7	3.2	
Promedio	1.81	0.76	1.74	0.36	



Figura N. 38: Midiendo la potencia de la Estocada 645 SE

4.1.6 Estocada 638 SW

Tiene una longitud de 2.50 m, sección de 6'x7'. Se ha desarrollado sobre una zona de cuarzo lechoso de muy pobre mineralización. Y se puede visualizar además en el hastial derecho de la labor, así como en el tope la roca caja. En esta labor se ha tomado una muestra, con el siguiente resultado:

Tabla N. 10: Potencia y leyes-Estocada 638 SW

ESTOCADA 638 SW					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
182	1.10	3.06	1.80	0.40	Cz, disem. Cp
183	1.30	0.06	0.90	0.20	R. Ignea, cp
Total	2.40	3.12	2.70	0.60	
Promedio		1.56	1.35	0.30	



Figura N. 39: Midiendo la potencia de la Estocada 638 SW

4.1.7 Estocada 697 S

Tiene 12.0 m de longitud, sección de 6'x 7', desarrollado sobre una estructura de cuarzo lechoso, con mineralización de cobre oxidado. Se ha tomado una muestra, con el siguiente resultado: (2)

Tabla N. 11: Potencia y leyes - Estocada 697 S

ESTOCADA 697 S					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	% Pb	% Zn	Observaciones
14	1.00	0.24	-	-	Cu Oxidado
Total	1.00	0.24	0.00	0.00	
Promedio		0.24	0.00	0.00	



Figura N. 40: Afloramiento de mineral en la Estocada 657 NE

4.1.8 Muestreo de afloramientos

Para la zona superficial donde están los afloramientos, el muestreo realizado fue de tipo canal, dividido en varios tramos hasta abarcar todo el ancho del afloramiento cuarzoso. La longitud de ambos cuerpos es de 780 m, con rumbo S 60° E, su potencia varia de 2.00 hasta 13.00 m, con buzamientos variables de 56° hasta 75° al NE. En algunos cateos el mineral predominante es la malaquita, azurita, crisocola, calcopirita diseminada y pirita.

Se tomaron un total de 70 muestras en los dos cuerpos que afloran, cuyos resultados son los siguientes:

a) Trinchera 1

Tabla N. 12: Potencia y leyes - Trinchera 1

TRINCHERA N°1					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
101	1.10	6.17	1.20	0.15	Ox. de Cu
102	0.95	0.28	0.70	0.25	Limonitas
103	1.00	0.22	0.70	0.50	Venillas Cz
104	1.70	0.28	1.20	0.70	Cz. Masivo
105	1.70	0.51	0.80	0.30	Venillas Cz
106	1.70	-	0.70	0.15	Disem. Py, Cp.
107	1.75	0.06	0.60	0.25	Cz, disem. Py, Cp
108	1.70	0.12	0.70	1.20	Alteración
109	2.40	0.28	0.50	0.20	Brecha con Cz.
110	1.80	0.12	0.50	0.30	Diorita
Total	15.80	8.04	7.60	4.00	
Promedio		0.80	0.76	0.40	



Figura N. 41: Medición de la Trinchera N. 1

b) Trinchera 2

Tabla N. 13: Potencia y leyes-Trinchera 2

TRINCHERA N°2					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
111	1.1	0.06	0.6	0.1	Limonitas, Cz
112	0.8	-	0.5	0.2	Cz cristalino
113	2	0.06	0.6	0.1	Ignea, óxidos Fe
114	1.6	-	0.5	0.2	Disem. Py, Cp.
115	2.1	-	0.4	0.1	R. Ignea, Cz.
116	1	0.12	0.4	0.1	Disem. Py, Cp.
117	0.9	-	0.4	-	Cz, disem. Py, Cp
118	1.45	-	0.3	0.1	R. Ignea, limon.
119	0.9	0.22	0.3	-	Py, Ox. De Cu
Total	11.85	0.46	4	0.9	
Promedio		0.05	0.44	0.10	



Figura N. 42: Medición de la Trinchera N. 2

c) Trinchera 3

Tabla N. 14: Potencia y leyes-Trinchera 3

TRINCHERA N°3					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
120	2.5	0.12	0.2	0.3	Óxidos de Cu.
121	2.1	0.03	0.5	0.2	Limonitas
122	1.8	0.31	0.4	0.2	Óxidos de Fe.
123	2.1	0.03	0.35	0.15	Venillas de Cz
124	2.1	0.06	0.25	-	Cz con limonitas
125	2.2	0.08	0.3	-	Venillas de Cz
126	0.85	0.06	0.5	0.35	Brecha Cz. Disem
127	1.55	0.03	1.6	0.65	Brecha disem. Cp
128	2.5	0.03	0.4	0.15	Dior, venillas Cz
Total	17.70	0.75	4.5	2	
Promedio		0.08	0.50	0.22	



Figura N. 43: Medición de la Trinchera N. 3

d) Trinchera 4

Tabla N. 15: Potencia y leyes-Trinchera 4

TRINCHERA N°4					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
168	1.4	0.17	1.2	0.15	R. Ígneas
167	1.5	-	-	-	R. Ígneas, Cz.
166	1.4	-	-	-	Óxidos de Cu.
Total	4.30	0.17	1.20	0.15	
Promedio		0.06	0.40	0.05	



Figura N. 44: Medición de la Trinchera N. 4

e) Trinchera 5

Tabla N. 16: Potencia y leyes - Trinchera 5

TRINCHERA N°5					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
158	2.2	-	0.4	-	Limonitas
159	1.8	-	1	-	Abundante Cz.
160	2.1	-	1.9	-	R. Ignea, Ox.
161	2.7	-	0.7	-	R. Ignea
162	2.45	0.03	0.6	0.1	Óxidos
163	1.7	-	0.5	-	Vetillas de Cz.
164	2.3	-	0.7	-	R. Ignea Alter.
165	1.9	0.06	0.9	-	R. Ignea
Total	17.15	0.09	6.7	0.10	
Promedio		0.01	0.84	0.01	



Figura N. 45: Medición de la Trinchera N. 5

f) Trinchera 6

Tabla N. 17: Potencia y leyes - Trinchera 6

TRINCHERA N°6					
	Potencia				
Muestra	(m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
157	2.4	-	1.7	-	Leve oxidación
156	1.4	0.06	1.7	-	Venillas de Cz.
155	2.6	0.03	0.8	-	Leve oxidación
154	1	-	1.7	-	Óxidos Fe y Cu.
153	1.5	-	1.1	-	Brecha con Cz.
152	1.7	0.06	1.1	0.2	Limonitas
151	2.5	-	1	-	Óxidos Fe y Cu.
Total	13.10	0.15	9.1	0.2	
Promedio		0.02	1.30	0.03	



Figura N. 46: Medición de la Trinchera N. 6

g) Trinchera 7

Tabla N. 18: Potencia y leyes - Trinchera 7

TRINCHERA N°7					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
146	3.8	-	3.8	-	Óxidos Fe y Cu.
147	1.6	0.03	1.00	0.5	Cz, limonitas
148	1.6	-	2.2	-	Vetillas de Cz.
149	1.9	-	0.9	0.2	Alteración
150	1.7	-	1.3	-	R. Ignea, Cz.
Total	10.60	0.03	9.20	0.70	
Promedio		0.01	1.84	0.14	



Figura N. 47: Medición de la Trinchera N. 7

h) Trinchera 8

Tabla N. 19: Potencia y leyes - Trinchera 8

TRINCHERA N°8					
Muestra	Potencia (m)	% Cu	%Pb	%Zn	Observaciones
145	1	0.06	0.35	-	Cz, óxidos Fe.
144	1.15	-	0.7	0.2	Cz, < óxidos Fe
143	2.4	-	0.6	-	Cz, óxidos Fe.
142	0.85	0.08	0.8	0.2	Limonitas
141	2.4	0.03	0.9	0.3	< Alteración
140	2.7	-	0.45	-	Leve oxidación
139	2.8	0.06	0.35	-	Cz, óxidos
Total	13.30	0.23	4.15	0.70	
Promedio		0.03	0.59	0.10	



Figura N. 48: Medición de la Trinchera N. 8

4.2 RESERVAS MINERALES

4.2.1 Reservas Probadas

4.2.1.1 Cálculo de Reservas

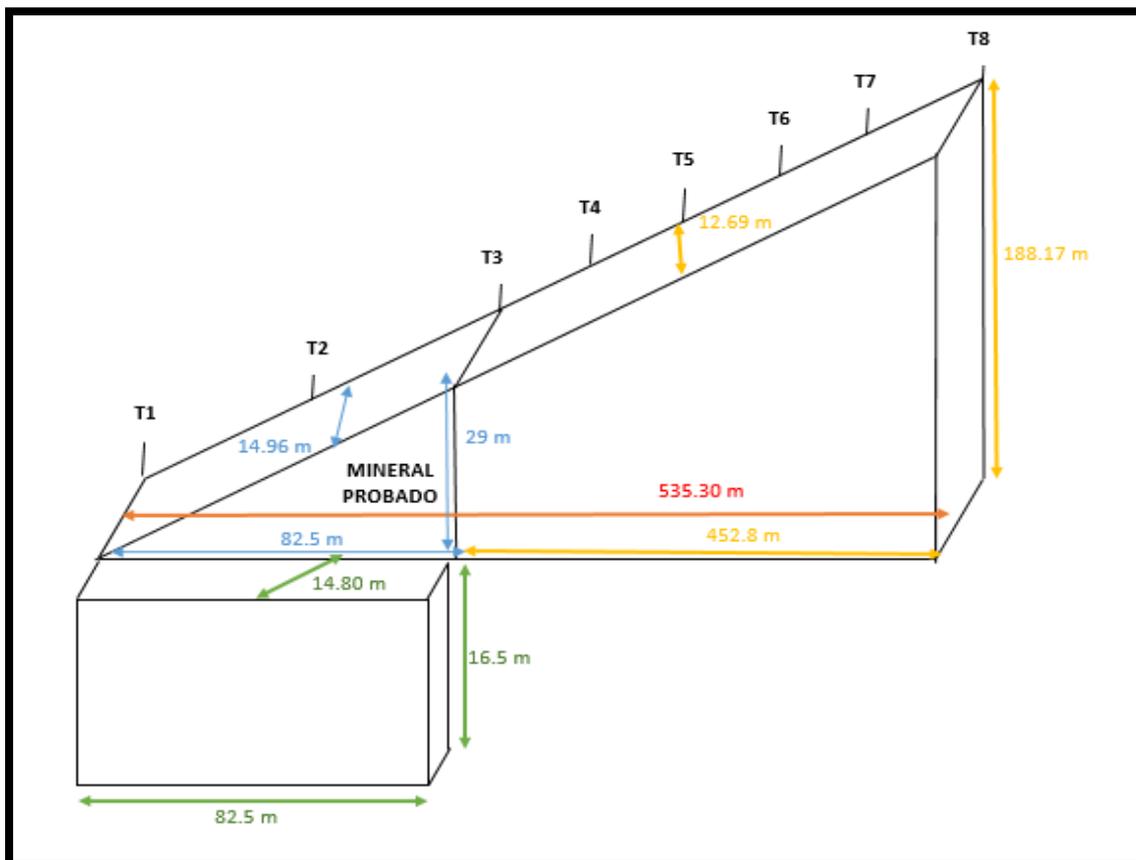


Figura N. 49: Reserva de mineral probado

Tabla N. 20: Promedio de potencia de mineral probado

POTENCIA MINERAL PROBADO		
Trinchera 1	15.80	m
Trinchera 2	11.85	m
Trinchera 3	17.70	m
Promedio Trinchera	15.12	m
Promedio Galería	14.80	m
Promedio potencia Mineral Probado	14.96	m

Para calcular el área del Mineral Probado, se usó la siguiente fórmula que corresponde a la fórmula del área de un triángulo:

$$\text{Área de Mineral Probado} = \frac{\text{longitud} \times \text{altura}}{2}$$

Tabla N. 21: Área de Mineral Probado

ÁREA MINERAL PROBADO		
Longitud	82.5	m
Altura	29	m
Área	1,196.25	m2

Para obtener el volumen de mineral probado, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de Mineral Probado} = \text{Área} \times \text{promedio potencia Mineral Probado}$$

Tabla N. 22: Volumen de mineral probado

VOLUMEN MINERAL PROBADO		
Área	1,196.25	m2
Promedio potencia Mineral Probado	14.96	m
Volumen	17,893.91	m3

Para el cálculo del tonelaje total, que significa el total de reservas probadas, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Tonelaje de Mineral Probado} = \text{Volumen} \times \text{peso específico del mineral}$$

Tabla N. 23: Tonelaje de mineral probado

TONELAJE MINERAL PROBADO		
Volumen	17,893.91	m3
Peso específico	2.8	TM/m3
Reservas Probadas	50,192.94	TM

Teniendo ya las reservas totales del mineral probado, nos disponemos a realizar la tabla de las leyes promedios del cobre, plomo y zinc para las reservas probadas, las cuales se muestran a continuación:

Tabla N. 24: Tabla de las leyes de mineral probado

LEYES DE MINERAL PROBADO			
Muestras	% Cu	%Pb	%Zn
Muestras 169 y 168-B	0.16	1.00	0.18
Muestra 170	0.03	1.00	0.20
Muestra 171	0.14	1.30	0.25
Muestra 172	0.14	1.80	0.25
Muestra 173 y 174	0.49	1.10	0.35
Muestra 175 y 176	0.00	1.15	0.00
Muestra 178	0.06	0.90	0.20
Muestra 179 y 180	0.00	0.68	0.00
Estocada 680 NE	0.98	0.00	0.00
Estocada 670 SE	1.78	2.15	0.34
Estocada 657 NE	0.20	0.00	0.00
Estocada 645 SE	0.76	1.74	0.36
Estocada 638 SW	1.83	1.35	0.30
Estocada 697 S	0.24	0.00	0.00
Promedio Galería y Estocadas	0.49	1.01	0.17
Trinchera 1	0.80	0.76	0.40
Trinchera 2	0.05	0.44	0.10
Trinchera 3	0.08	0.50	0.22
Promedio trincheras	0.31	0.57	0.24
Leyes de mineral probado	0.40	0.79	0.20

4.2.2 Reservas probables

4.2.1.2 Cálculo de reservas

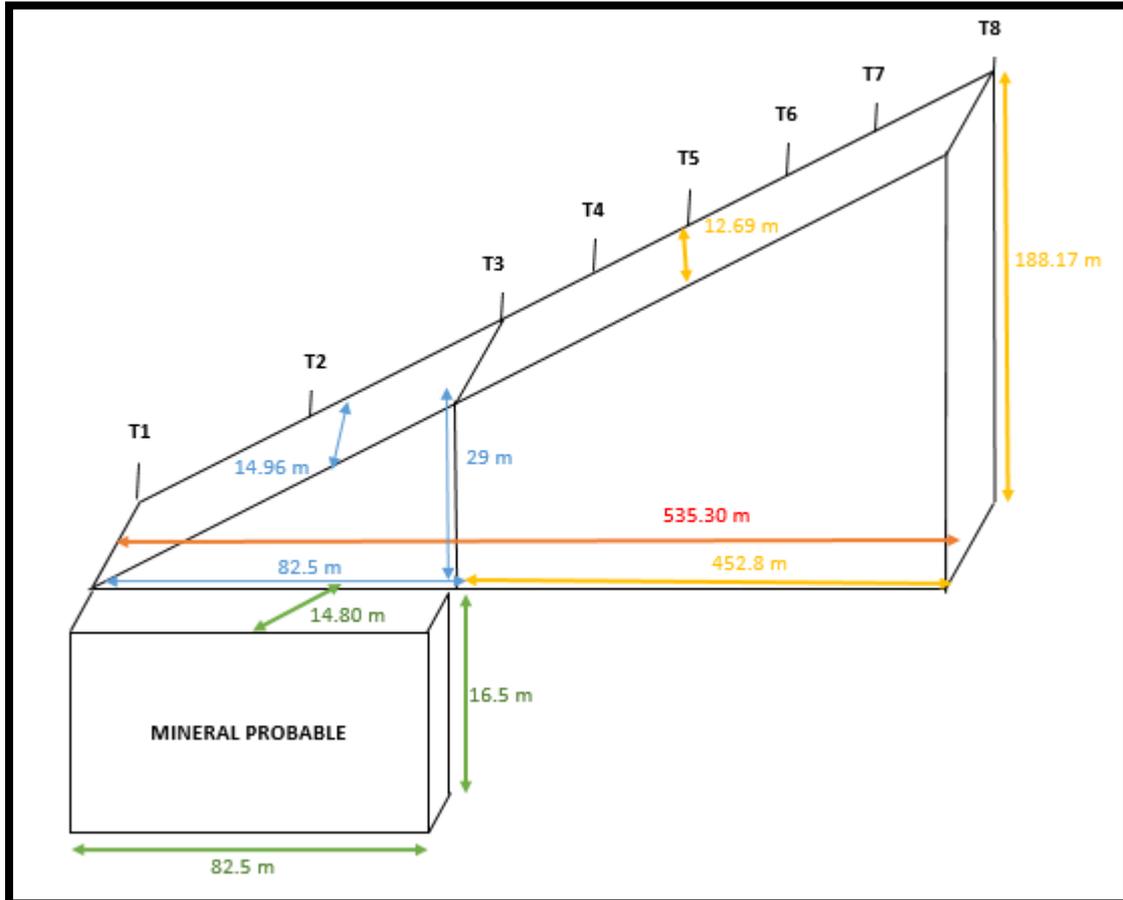


Figura N. 50: Reserva de Mineral Probable

Tabla N. 25 Promedio de potencia de mineral probable

Potencia mineral probable		
Inicio de la galería	7.50	m
Estocada 680 NE	17.15	m
Estocada 670 SE	15.60	m
Estocada 657 NE	16.50	m
Estocada 645 SE	18.30	m
Fin de galería	13.75	m
Promedio galería	14.80	m

Para hallar el área de las reservas probables, se usó la fórmula para hallar el área del rectángulo:

$$\text{Área de Mineral Probable} = \text{longitud} \times \text{altura}$$

Tabla N. 26: Área de mineral probable

ÁREA MINERAL PROBABLE		
Longitud	82.5	m
Altura	16.5	m
Área	1,361.25	m²

Para hallar el volumen de mineral probable se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de Mineral Probable} = \text{Área} \times \text{promedio potencia Mineral Probable}$$

Tabla N. 27: Volumen de Mineral Probable

VOLUMEN MINERAL PROBABLE		
Área	1,361.25	m ²
Promedio potencia	14.80	m
Volumen	20,146.50	m³

Para hallar el tonelaje total de Reservas Probables, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Tonelaje de Mineral Probable} = \text{Volumen} \times \text{peso específico del mineral}$$

Tabla N. 28: Tonelaje de mineral probable

TONELAJE MINERAL PROBABLE		
Volumen	20,146.50	m ³
Peso específico	2.8	TM/m ³
Reservas Probables	56,410.20	TM

Teniendo ya las reservas totales del Mineral Probable, nos disponemos a realizar la tabla de las leyes promedios del cobre, plomo y zinc para las Reservas Probables las cuales se muestran a continuación y que comprende la galería principal y a las estocadas:

Tabla N. 29: Tabla de las leyes de mineral probable

LEYES DE MINERAL PROBABLE			
Muestras	% Cu	%Pb	%Zn
Muestras 169 y 168-B	0.16	1.00	0.18
Muestra 170	0.03	1.00	0.20
Muestra 171	0.14	1.30	0.25
Muestra 172	0.14	1.80	0.25
Muestra 173 y 174	0.49	1.10	0.35
Muestra 175 y 176	0.00	1.15	0.00
Muestra 178	0.06	0.90	0.20
Muestra 179 y 180	0.00	0.68	0.00
Estocada 680 NE	0.98	0.00	0.00
Estocada 670 SE	1.78	2.15	0.34
Estocada 657 NE	0.20	0.00	0.00
Estocada 645 SE	0.76	1.74	0.36
Estocada 638 SW	1.83	1.35	0.30
Estocada 697 S	0.24	0.00	0.00
Promedio galería y estocadas	0.49	1.01	0.17
Leyes de mineral probable	0.49	1.01	0.17

A continuación, se muestra un resumen general de las Reservas Probadas y Probables en el siguiente cuadro:

Tabla N. 30: Total de Reservas

TOTAL DE RESERVAS		
MINERAL PROBADO	50,102.94	TM
MINERAL PROBABLE	56,410.20	TM
TOTAL	106,513.14	TM

4.3 Recursos Minerales

4.3.1 Mineral Potencial

4.3.1.1 Cálculo de Recursos

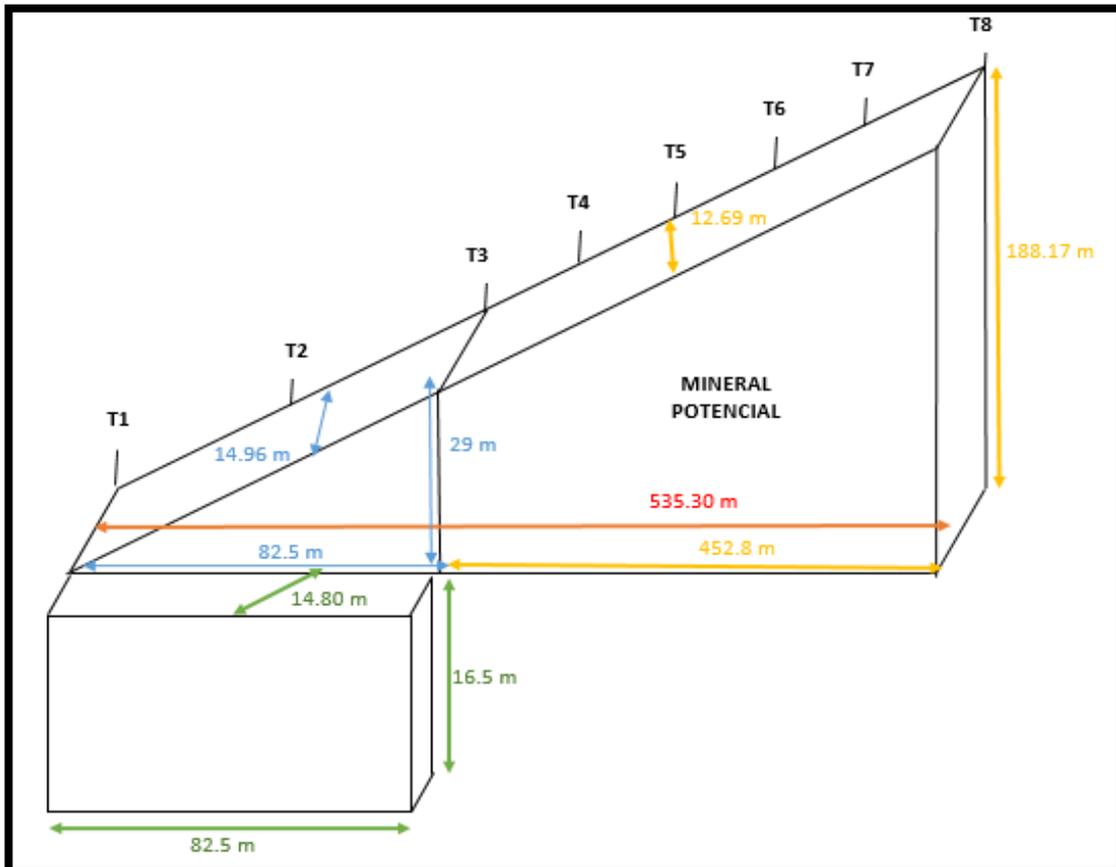


Figura N. 51: Reserva de Mineral Potencial

Tabla N. 31: Promedio de potencia de Mineral Potencial

POTENCIA MINERAL POTENCIAL		
Trinchera 3	17.7	m
Trinchera 4	4.3	m
Trinchera 5	17.15	m
Trinchera 6	13.1	m
Trinchera 7	10.6	m
Trinchera 8	13.3	m
Promedio potencia	12.69	m

Para hallar el área del mineral potencial, se halló primero el área del mineral probado que corresponde las tres primeras trincheras, y luego el área total de las ocho trincheras. Luego se restó el área de mineral probado al área total de las ocho trincheras, teniendo como resultado el área de mineral potencial.

Se utilizó la siguiente fórmula que corresponde a la fórmula del área de un triángulo:

$$\text{Área de Mineral Potencial} = \frac{\text{longitud} \times \text{altura}}{2}$$

Tabla N. 32: Área de mineral potencial

ÁREA MINERAL POTENCIAL		
Longitud probada	82.50	m
Longitud potencial	452.80	m
Longitud total	535.30	m
Altura	188.17	m
Área total	50,362.65	m ²
Área probada	1,196.25	m ²
Área Mineral Potencial	49,166.40	m²

Para hallar el volumen de Mineral Potencial, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de Mineral Potencial} = \text{Área} \times \text{promedio potencia Mineral Potencial}$$

Tabla N. 33: Volumen de mineral potencial

VOLUMEN MINERAL POTENCIAL		
Área	49,166.40	m ²
Promedio potencia	12.69	m
Volumen	624,003.51	m³

Para hallar el tonelaje total de Mineral Potencial, se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Tonelaje de Mineral Potencial} = \text{Volumen} \times \text{peso específico del mineral}$$

Tabla N. 34: Tonelaje de mineral potencial

TONELAJE MINERAL POTENCIAL		
Volumen	624,003.51	m3
Peso especifico	2.8	TM/m3
Mineral Potencial	1 747 209.83	TM

Teniendo ya el tonelaje total del mineral probable, nos disponemos a realizar la tabla de las leyes promedios del cobre, plomo y zinc para Mineral Potencial, las cuales se muestran a continuación, y que comprende desde la trinchera N. 3 hasta la trinchera N. 8:

Tabla N. 35: Tabla de las leyes de mineral potencial

LEYES DE MINERAL POTENCIAL			
	% Cu	%Pb	%Zn
Trinchera 3	0.08	0.50	0.22
Trinchera 4	0.06	0.40	0.05
Trinchera 5	0.01	0.84	0.01
Trinchera 6	0.02	1.30	0.03
Trinchera 7	0.01	1.84	0.14
Trinchera 8	0.03	0.59	0.10
Leyes de Mineral Potencial	0.04	0.91	0.09

A continuación, se muestra un resumen general de los recursos potenciales en el siguiente cuadro:

Tabla N. 36: Total de recursos

TOTAL DE RECURSOS		
MINERAL POTENCIAL	1 747 209.83	TM

CONCLUSIONES

1. En el prospecto minero Chaupiloma 2007 afloran rocas ígneas intrusivas como el granito y la diorita, que pertenecen a la familia de los granitos de Sucllamachay, que data del Cretáceo Superior a Terciario Inferior. Este intrusivo sobreyace en rocas metamórficas como pizarras, esquistos, cuarcitas con venillas de cuarzo, que corresponden a la formación geológica del Grupo Mitu.
2. La mineralización se presenta en forma diseminada dentro de los dos cuerpos de cuarzo lechoso. La mena del yacimiento es la calcopirita, chispas de molibdenita y la malaquita, crisocola se aprecia en menor cantidad en algunos tramos y algunas trazas de óxido de cobre, y como ganga mayormente se tiene el cuarzo lechoso y pirita. Además, la calcopirita esta concentra más en el cuarzo gris, en especial en las venillas de este material pegado a la caja piso, y en el cuarzo lechoso pegado a la caja techo hay muy poca diseminación de calcopirita.
3. Se tiene la siguiente cubicación de reservas:

Reservas probadas	50,102.94	TM
Reservas probables	56,410.20	TM
Total de reservas	106,513.14	TM

4. Sobre la base del resultado de los muestreos realizados, nos indica que estamos frente a un yacimiento con valores de Cu marginales y los cálculos preliminares de reservas minerales de la categoría probado, probable y potencial, las posibilidades del yacimiento podrían ser favorables siempre en cuando las leyes mejoren en profundidad.
5. Los proyectos mineros en las zonas alejadas y sobre los 4000 m.s.n.m. han creado dependencia y asistencialismo en las comunidades de su entorno, por la ausencia casi total del estado, y la presencia de las ONG “antimineras”.

RECOMENDACIONES

1. Realizar prospecciones geofísicas y geoquímicas en el yacimiento.
2. Efectuar sondajes diamantinos para tener mejor información e interpretación de las dimensiones y profundidad del yacimiento.
3. Ejecutar pruebas metalúrgicas para ver si es factible o no su recuperación metalúrgica, ya que en Huari (cerca de La oroya) existen tres plantas concentradoras.
4. Realizar un estudio de costos para saber si es rentable o no, además llevar el mineral a cualquiera de las tres plantas concentradoras de Huari, dado que ya no existe la planta concentradora de Pio Pata, a donde se llevó el mineral de este prospecto minero, en la década de 1980.
5. Establecer relaciones con las comunidades del entorno, para poder obtener los permisos necesarios cuando llegue el momento de la explotación.
6. Las Direcciones Regionales de Energía y Minas (DREM), donde los Pequeños Productores Mineros PPM y los Productores Mineros Artesanales PMA tramitan petitorios mineros, plan de minado, declaración de impacto ambiental, certificado de operación minera, plan de cierre de minas, etc. deberían tener profesionales capacitados, que en vez de demorar los tramites, deberían agilizarlos. Después de cada cambio de Gobierno regional, llegan a las DREM, profesionales sin ninguna experiencia en esos temas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INGEMMET. Prospecto Chaupiloma 2007. [En línea] [Citado el: 10 de junio de 2019.] http://www.ingemmet.gob.pe/igmm-sidemcat-portlet/ver-resumen?pCodigo_DM=010554907
2. INGEMMET. *Geología del cuadrángulo de Jauja*. [En línea] [Citado el: 14 de junio de 2019.] <http://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/ingemmet/168>
3. UNAL-MEDELLIN. Procesos Supergénicos. [En línea] [Citado el: 10 de junio de 2019.] <http://www.medellin.unal.edu.co/~rrodriguez/exogenos/PROCESOS-SUPERGENICOS.pdf>
4. QUISPE, A. *Alteraciones Hipógenas*. Scribd. [En línea] 9 de junio de 2012. [Citado el: 14 de junio de 2019.] <https://es.scribd.com/doc/96527141/Hipogena-o-Primaria>.
5. QUISPE, J. Determinación de los controles de mineralización del depósito de alta sulfuración ciénaga norte, Hualgayoc-Cajamarca. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Geólogo). Universidad Nacional de Cajamarca. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 12 de junio de 2019.] <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/121>.
6. YPARRAGUIRE, J. *Secuencias Paragenéticas*. [En línea]. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*. Vol. 8, N. 15, 2005. Universidad Nacional Mayor de San Marcos ISSN: 1561-0888 [Citado el: 10 de junio de 2019] http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/Vol8_N15/a12.pdf.
7. TAVE, L. *Paragénesis y Zonamiento*. Scribd [En línea] 9 de abril de 2014. [Citado el: 11 de junio de 2019.] <https://es.scribd.com/doc/217154364/Paragenesis-y-zoneamiento>.
8. LUCANO, R. *Cubicación de Reservas*. Scribd [En línea] 9 de mayo de 2014. [Citado el: 12 de junio de 2019.] <https://es.scribd.com/document/223085134/Cubicacion-de-Reservas>.
9. MAYTA, O. y MEZA, J. Buenaventura. *Manual de Inventario de Minerales*. SlideShare [En línea] Lima. [Citado el: 10 de junio de 2019.] <https://es.slideshare.net/antoniobanderascruz/manual-de-inventario-de-minerales>.

10. VALDIVIA, M. *Muestreo en Geología*. Scribd [En línea] mayo de 2018. [Citado el: 11 de junio de 2019.] <https://es.scribd.com/presentation/293692767/muestreo-en-geologia>.

ANEXOS

Anexo N. 1: Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿De qué manera la evaluación geológica del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este?	Determinar si la evaluación geológica del prospecto minero Chaupiloma en el 2007, será factible para continuar con la explotación de este.	La evaluación geológica del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica
¿De qué manera el cálculo de reservas del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este?	Determinar si el cálculo de reservas del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este.	El cálculo de reservas del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este.
¿De qué manera las leyes del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este?	Determinar si las leyes del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este.	Las leyes del prospecto minero Chaupiloma en el 2007 será factible para continuar con la explotación de este.

Anexo N. 2: Plano geológico Prospecto Minero Chaupiloma 2007

**Anexo N. 3: Plano geológico y de muestreo Galería 710 SE Prospecto Minero
Chaupiloma 2007**

**Anexo N. 4: Plano de muestreo afloramientos Prospecto Minero Chaupiloma
2007**