



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y

METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS MINERALES DEL
PROYECTO CÓNDOR POR EL MÉTODO GEOESTADÍSTICO**

KRIGING EN BASE AL CÓDIGO JORC CAYLLOMA –

AREQUIPA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. OMAR PILCO CHÁVEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS MINERALES DEL PROYECTO CÓNDOR POR EL MÉTODO GEOESTADÍSTICO KRIGING

AUTOR

OMAR PILCO CHAVEZ

RECuento DE PALABRAS

30987 Words

RECuento DE CARACTERES

157849 Characters

RECuento DE PÁGINAS

127 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 7, 2024 11:50 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 7, 2024 11:52 AM GMT-5

● **16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



Firmado digitalmente por LLERENA
PEREDO, Georges Florencio FAU
20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07.01.2024 11:54:30 -05:00



Dr. ROLANDO APAZA CAMPOS
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
EPIG

Resumen



DEDICATORIA

A Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, mis padres Ceferino Pilco e Inocencia Chávez mis hermanos Maribel y Clander porque siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos por hacer de mí una mejor persona.

A mi esposa Daysee Margoth Calsin por sus palabras su confianza por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mis hijos Leilany y Noha quienes son la razón de mi ser.

Omar Pilco Chávez.



AGRADECIMIENTOS

A Dios por sobre todas las cosas, Señor, quiero aprovechar al máximo la vida que me has dado. Gracias por tu dirección y tu compañía.

A nuestra alma mater UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO por brindarme la oportunidad de avanzar profesionalmente.

Al Ing. Luis Palacios y la empresa MAXPALA SAC por brindarme la oportunidad de desarrollarme y sumar las gratas experiencias en el ámbito laboral.

A mis jurados Ing. Roberto Zegarra, Ing. Miguel Calcina y el Ing. Roger Gonzales su experiencia, comprensión y guía constante para encaminar esta investigación.

A mi asesor Ing. Georges Llerena por creer en este trabajo y su disposición para ayudarme han sido fundamentales para la culminación de esta tesis.

A mis amigos Fidel Moreno y Nelson Choque Caljaro.

Omar Pilco Chávez.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	19
ABSTRACT.....	20
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.1.1 Identificación del problema	23
1.1.2 Valoración del problema.....	23
1.1.3 Formulación del problema	23
1.2 HIPOTESIS	23
1.3 JUSTIFICACIÓN	23
1.4 OBJETIVO	24
1.4.1 Objetivo General.....	24
1.4.2 Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES	25
2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	28



2.2.1 Dilución	28
2.2.2 Clases de dilución	28
2.2.2.1 Dilución primaria:	28
2.2.3 Reserva de Minerales	29
2.2.4 Recursos Minerales	29
2.2.5 Código para la certificación de recursos y reservas	29
2.2.6 Principios del código Jorc	29
2.2.7 Ley de Corte	30
2.2.8 Código de estándares de reporte para informar sobre recursos minerales y reservas de mena	30
2.2.9 Tipos de reservas y recursos de minerales	31
2.2.10 Clases de reservas de minerales según valor económico	34
2.2.11 El método de krigeadado	36
2.2.12 Krigeadado ordinario puntual	38
2.2.13 Noción de variable regionalizada	39
2.2.14 Interpolación de leyes	40
2.2.15 Variograma	41
2.2.16 Geología y modelos de variograma	42
2.2.17 Ecuación de variograma experimental	43
2.2.18 Exploración Greenfield	44
2.2.19 Exploración Brownfield	44
2.2.20 Feeder	44
2.2.21 Formas de comercialización de minerales	44
2.2.22 Concentrados de mineral	44
2.2.23 Merma	46



2.2.24 Maquila	46
2.2.25 Escaladores	46
2.2.26 Penalidades	46
2.2.27 Metales pagables	47

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.1.1	Tipo de investigación	48
3.2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	48
3.2.1	Trabajos de campo	48
3.2.2	Trabajos de gabinete	49
3.3	RECURSOS NECESARIOS.....	49
3.4	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA LEY DE CORTE.....	50
3.4.1	Balance metalúrgico	50
3.4.2	Precio de los metales.....	51
3.4.3	Maquila	52
3.4.4	Costo general de operación.....	52
3.5	FORMULAS PARA EL BALANCE METALURGICO.....	55
3.6	CALCULOS DE DILUCIÓN	56
3.6.1	Porcentaje de dilución.....	56
3.6.2	Ley diluida	56
3.7	VIDA ÚTIL DEL YACIMIENTO.....	56
3.8	METODO GEOESTADISTICO PARA DETERMINAR LA CONTINUIDAD ESPACIAL DE LA MINERALIZACION A TRAVES DE VARIOGRAMAS.....	56



3.8.1	Variables	56
3.8.2	Indicadores	57
3.9	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	57
3.10	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	57
3.10.1	Pasos para trabajar con kriging ordinario	58
3.10.1.1	Paso 1: Recopilar datos para trabajar con kriging ordinario....	58
3.10.1.2	Paso 2: Análisis exploratorio de datos para kriging ordinario .	58
3.10.1.3	Paso 3: Selección de modelo en kriging ordinario.....	59
3.10.1.4	Paso 4: Interpolación mediante kriging ordinario.....	59
3.10.1.5	Paso 5: Validación y Verificación del modelo de kriging ordinario	60
3.11	CONFIABILIDAD DEL METODO KRIGING	61
3.12	PROTOCOLO DE MUESTREO EN LABORES LINEALES HORIZONTALES SUBTERRÁNEOS.....	61
3.12.1	Responsabilidad	62
3.12.2	Materiales herramientas y EPP	62
3.12.3	Protocolo	64
3.13	CARTOGRAFIADO GEOLÓGICO SUBTERRÁNEO.....	68
3.13.1	Fundamento	68
3.13.2	Procedimiento	70
3.13.3	Inspección de la labor:	71
3.13.4	Recolección de la información	71
3.14	PERFORACIÓN DIAMANTINA CAMPAÑA 2016	73

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



4.1	UBICACIÓN POLÍTICA.....	76
4.2	ACCESIBILIDAD	78
4.3	CLIMA Y FISIOGRAFÍA	79
4.4	EXTENSIÓN DEL DERECHO MINERO.....	80
4.5	GEOLOGÍA	81
	4.5.1 Geología regional.....	81
	4.5.2 Geología local	84
4.6	CONTROL ESTRUCTURAL	91
	4.6.1 Sector Este (Estructural)	91
4.7	MAGMATISMO.....	94
	4.7.1 Dique andesítico de grano medio (DIK ANT MD)	95
	4.7.2 Monzodiorita (MZ-DI)	95
4.8	ALTERACIÓN.....	96
	4.8.1 Silicificación	96
	4.8.2 Agilización intermedia.....	96
	4.8.3 Cloritización.....	97
	4.8.4 Propilitización.....	97
	4.8.5 Sericitización	97
4.9	MINERALIZACIÓN.....	97
4.10	ANOMALÍAS DE Au y Ag	101
4.11	TIPO DE DEPÓSITO.....	105

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1	DETERMINACION DE LA LEY DE CORTE.....	107
	5.1.1 Balance metalúrgico promedio primer semestre	108



5.1.2	Valorización y ley de corte	109
5.1.3	Cálculos con la ley del concentrado	109
5.2	DETERMINACION DE LA CONTINUIDAD ESPACIAL DE LA MINERALIZACION A TRAVES DE LOS VARIOGRAMAS ESPACIALES.....	110
5.2.1	Análisis geoestadístico.....	110
5.3	INTERPRETACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN.....	115
5.4	VISTA 2D – SECCIÓN LONGITUDINAL	117
5.4.1	Ubicación de puntos de muestreo clavo IV	117
5.5	VARIOGRAMAS DEL CUARTO CLAVO.....	118
5.5.1	Aspectos fundamentales del análisis variografico	118
5.5.2	Interpretación	119
5.6	VARIOGRAMAS DEL CUARTO CLAVO DE VETA CELIA	121
5.7	INTERPRETACIÓN DE LOS VARIOGRAMAS	124
5.8	VARIOGRAMA ESFÉRICO	125
5.9	KRIGING ESTIMACION DE LEYES.....	125
5.10	BLOQUES CUBICADOS RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES....	131
5.11	RESERVAS Y RECURSOS DE MINERALES PARA MAXPALA	131
5.11.1	Reservas de mineral	132
5.11.2	Otras categorías (no reserva)	136
5.11.3	Mineral submarginal o subeconómico	136
5.11.4	Resumen general de mineral.....	137
5.11.5	Evolución de las reservas y la explotación a través del tiempo.....	138
5.11.6	Recursos de mineral.....	139
5.12	RESERVAS DE MINERAL PARA PALACIO DEL CÓNDOR.....	141



5.12.1 Reservas de mineral	141
5.12.2 Otras categorías (no reserva)	143
5.12.3 Recursos de mineral	143
5.13 TOTAL MINERAL CUBICADO.....	145
5.14 DILUCIÓN MÁXIMA	145
5.15 VIDA ÚTIL DE LA MINA	146
VI. CONCLUSIONES	147
VII. RECOMENDACIONES	148
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
ANEXOS.....	153

Área: Geología de Minas

Tema: Estimación de reservas y recursos minerales

Fecha de sustentación: 11 de enero del 2024.



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de reservas y recursos según el código JORC.....	34
Figura 2. Relación de variograma y covarianza.....	39
Figura 3. Modelo de interpolación de leyes.....	41
Figura 4. Modelo de variograma.....	42
Figura 5. Ejemplificación de metales pagables y penalizables.....	47
Figura 6. Trama de colores para el mapeo geológico subterráneo.....	69
Figura 7. Simbología de estructuras para el mapeo geológico	70
Figura 8. Fotografía de un plano topográfico de una galería en papel herculene escala 1/250 la cual es base para el mapeo geológico.....	72
Figura 9. Maquina Explorer diamantina Junior 60E, equipo de perforación diamantina	75
Figura 10. Ubicación política del proyecto mediante imágenes satelitales.	76
Figura 11. Plano de ubicación política del proyecto cóndor.....	77
Figura 12. Acceso al proyecto.....	79
Figura 13. Imagen satelital de la caldera chonta, la caldera de Caylloma y el proyecto cóndor	83
Figura 14. Fotografías de las distintas litologías del proyecto:a. Lava andesítica,b.Autobrechas,c. Toba brecha y volcanoclasticos,d.Toba Lapilli.	86
Figura 15. Fotos izquierdo: Aglomerado volcanico, clasto soportado polimicticos con fragmentos de caliza, arenisca, andesita. Foto derecho: Horizontes de grauvaca y limolita calcarea alterados por silicificacion leve.	87
Figura 16. Dique de composicion Andesitica textura fluidal y gruesa.	88



Figura 17.	Columna estratigráfica local del proyecto cóndor.	90
Figura 18.	Lineamientos y fallas locales interpretados, ubicación del proyecto cóndor dentro de la caldera chonta. diagrama Riedel en la esquina.....	93
Figura 19.	Resumen estructural del sistema de vetas, fallas con azimut preferente de 280°.....	94
Figura 20.	Foto Izquierda fragmento de roca dique andesítico, foto derecha fragmento de roca de monzodiorita.	95
Figura 21.	Figura izquierda brecha hidrotermal en veta cóndor con matriz de alteración clorita-silice amorfa, la mena está formada por un reemplazamiento de sulfuros pirita 10%, calcopirita trazas además de especularita 15%.	100
Figura 22.	Paragénesis de la mineralización del proyecto cóndor.....	101
Figura 23.	Anomalías de Ag ppm principales clúster de dirección NE.....	103
Figura 24.	Anomalías de Au ppm principales cluster de dirección NE.....	104
Figura 25.	Sección transversal de las vetas de dirección S-N, muestra el sistema de fallas entre la veta roxana y veta celia, sistema de fallamiento normal propio del colapso de caldera.....	106
Figura 26.	Balace metalúrgico promedio del primer semestre	108
Figura 27.	Muestreo Chim 277 nivel 4750 Veta Celia	111
Figura 28.	Muestreo Snv. 277 NW-SE Veta Celia	112
Figura 29.	Muestreo y leyes de la Galería 185 NV 4750 Veta Celia.....	113
Figura 30.	Complemento de muestreo y leyes de la chim.277 Clavo IV veta celia .	114
Figura 31.	Muestreo y leyes nivel 4800 veta celia.....	115
Figura 32.	Plano topográfico sección longitudinal del cuarto clavo de veta celia....	116



Figura 33. Ubicación de puntos de leyes en Au equivalente del cuarto clavo en forma sistemática separados a 25 metros. Leyes promedio del área circundante.	117
Figura 34. Variograma en distintas direcciones.....	120
Figura 35. Cuatro direcciones para relacionar las leyes -variograma experimental .	120
Figura 36. Variograma experimental de dirección Vertical del cuarto clavo de veta celia.....	123
Figura 37. Variograma Experimental de dirección horizontal del cuarto clavo de veta celia.....	123
Figura 38. Variograma experimental de dirección diagonal 45° del cuarto clavo de veta celia.....	124
Figura 39. Variograma experimental de dirección diagonal 315° del cuarto clavo de veta celia.....	124
Figura 40. Variograma experimental compuesto de todas las direcciones del cuarto clavo de veta celia.....	125
Figura 41. Las leyes ya fueron estimadas y son colocados en la malla sistemática para la interpolación	128
Figura 42. Interpolación de leyes del cuarto clavo de veta celia – Manualmente	129
Figura 43. Interpolación 3D con el Software datamine kriging, para realizar las comparaciones realizamos con un software especializado vemos la gran similitud.....	130
Figura 44. Interpolación 3D con el software datamine inverso a la distancia, como se observa en la imagen este método es más genérico.....	130
Figura 45. Bloqueo de la zona mineralizada del cuarto clavo de veta celia	131
Figura 46. Ratio de cubicación	135



Figura 47.	Listado de bloques del cuarto clavo de veta celia	136
Figura 48.	Evolución de las reservas y la explotación del proyecto desde el año 2012	138
Figura 49.	Evolución de las reservas y explotación desde el año 2012.....	138
Figura 50.	Sección longitudinal de la veta Celia y los bloques cubicados	140
Figura 51.	Ratio de cubicación para palacio del cóndor	143
Figura 52.	Recursos inferidos para Palacio del cóndor.....	143
Figura 53.	Plano de cubicación de veta Juana-Palacio del cóndor	144
Figura 54.	Dilución máxima del mineral cubicado a junio 2023.....	145



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Formula Kriging ordinario	38
Tabla 2 Precio de los metales con los que se trabajo	51
Tabla 3 Condiciones de la comercialización.....	52
Tabla 4: Costos de operación	53
Tabla 5: Costo de exploración y desarrollo.....	53
Tabla 6: Costos explotación mina	55
Tabla 7 Accesos al proyecto condor	78
Tabla 8 Concesiones del proyecto cóndor	80
Tabla 9 Costos generales de operación del proyecto cóndor	107
Tabla 10 Precios de los metales actuales a junio 2023.	108
Tabla 11 Condiciones de comercialización	108
Tabla 12 Cálculos para la ley de corte	109
Tabla 13 Cálculos ley de corte parte 2.....	109
Tabla 14 Ley de corte final	110
Tabla 15 Utilidad final	110
Tabla 16 Datos (leyes) para realizar el variograma experimental y el proceso de dirección vertical.....	122
Tabla 17 Distancia en metros entre puntos.	126
Tabla 18 Aplicando la formula obtenemos las distancias geoestadísticas.....	126
Tabla 19 Cálculo de la matriz inversa.....	127
Tabla 20 El producto de la matriz son los ponderadores para cada punto.....	127
Tabla 21 Ponderadores y leyes.....	127



Tabla 22	Punto estimado sumatoria de productos de los ponderadores y leyes	127
Tabla 23	Reservas de mineral según valor.....	132
Tabla 24	Reservas de mineral según certeza	132
Tabla 25	Reservas de mineral según accesibilidad.....	132
Tabla 26	Reservas de mineral según vetas.....	133
Tabla 27	Ley de corte calculado	134
Tabla 28	Fechas de inventario y su ratio de cubicación	135
Tabla 29	Mineral submarginal del proyecto	137
Tabla 30	Mineral de baja ley del proyecto.....	137
Tabla 31	Resumen general de mineral para CIA MINERA MAXPALA SAC.....	137
Tabla 32	Mineral recurso inferido	139
Tabla 33	Reservas según valor para Palacio del cóndor.....	141
Tabla 34	Reserva según certeza para Palacio del cóndor	141
Tabla 35	Reserva de mineral según accesibilidad para palacio del cóndor	141
Tabla 36	Reservas por vetas en palacio del cóndor	142
Tabla 37	Mineral cubicado entre MAXPALA Y PALACIO DEL CONDOR.....	145



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

INGEMMET:	Instituto geológico minero y metalúrgico
m.:	Metro
m.s.n.m.:	Metro sobre el nivel del mar
gr Au/TM:	Gramos de oro por tonelada
Oz Ag/TM:	Onzas de plata por tonelada
% Pb:	porcentaje de plomo
Au Equv.:	Oro equivalente
S.A.C.:	Sociedad Anónima Cerrada
Has.:	Hectáreas
Cutt-off:	Ley mínima explotable
NW:	Noroeste
TMH:	Toneladas métrica húmedas
TMS:	Toneladas métrica secas
ANT G:	Lava andesítica gruesa
ANT M:	Lava andesítica Media
ANT F:	Lava andesítica fina
AB:	Autobrecha andesita
L PL:	Toba lapilli
VC:	Volcanoclasticos
TB:	Toba brecha
T:	Toba
AGLO:	Aglomerado volcánico
DIK ANT GSO:	Dique andesítico de grano grueso
DIK ANT MD:	Dique andesítico de grano medio
MZ-DI:	Monzodiorita



RESUMEN

El proyecto cóndor está ubicado a 14 Km al NE del distrito y provincia de Caylloma de la región de Arequipa, entre los 4,500 a 5,100 m.s.n.m. entre las coordenadas UTM 202,884-E, 8,329,211-N. sistema WGS 84 zona 19 S. Realizar una planificación minera sobre la explotación, tratamiento y restauración ambiental será imposible de encarar si no se tiene el cálculo seguro de las reservas y recursos de minerales, la investigación se concretó con el objetivo de realizar la estimación de reservas y recursos minerales del proyecto cóndor teniendo como guía el código Jorc, cuya finalidad es determinar la cantidad, calidad y posibilidad de explotación comercial del mineral que compone nuestro yacimiento. La presente investigación es descriptiva y cuantitativa porque describiremos las características geológicas del yacimiento, la litología, la geología estructural y la geología económica, es una investigación cuantitativa porque utilizamos un enfoque estadístico y matemático utilizando gran cantidad de datos (muestras), esta estimación fue realizada para el primer semestre del año 2023, de acuerdo a los costos de operación y otros concernientes a la operación determinamos la ley del cutt-of en 3.21 Oz Ag/TM, 2.74 gr Au/TM, 0.43% Pb donde se tiene un equivalente Au de 3.99 gr/TM. Finalmente lográndose estimar como mineral de reserva entre probados y probables 174,471.40 TMH. Con leyes promedio de 4.51 Oz Ag/TM, 4.56 gr Au/TM, 1.10% Pb, alcanzando un equivalente Au de 6.52 gr/TM. Esto nos da un margen para nuestra dilución como máximo del 52 % de mineral submarginal que sumaría a nuestra estimación final total alcanzando 264,471.40 TMH con leyes 2.57 Oz Ag/TM, 3.13 gr Au/TM, 0.87% Pb llegando a un equivalente Au de 4.18 por encima del Cutt-of. A una producción de 3,500 TMH/mes (explotación actual de la empresa) nuestra vida útil es de 6 años y tres meses.

Palabras claves: Exploración Geológica, Minería subterránea, Polimetálica, Reservas y recursos geológicos, Yacimiento Epitermal.



ABSTRACT

The Condor project is located 14 km NE of the Caylloma district and province of the Arequipa region, between 4,500 to 5,100 meters above sea level between UTM coordinates 202,884-E, 8,329,211-N. WGS 84 zone 19 S system. Carrying out mining planning on exploitation, treatment and environmental restoration will be impossible to undertake if there is no reliable calculation of mineral reserves and resources. The research was carried out with the objective of estimating reserves and mineral resources of the Condor project, taking the Jorc code as a guide, the purpose of which is to determine the quantity, quality and possibility of commercial exploitation of the mineral that makes up our deposit. The present investigation is descriptive and quantitative because we will describe the geological characteristics of the site, lithology, structural geology and economic geology, it is a quantitative research because we use a statistical and mathematical approach using a large amount of data (samples), this estimate was made for the first half of 2023, According to the operating costs and other costs related to the operation, we determine the cut-of grade at 3.21 Oz Ag/TM, 2.74 gr Au/TM, 0.43% Pb. where there is an Au equivalent of 3.99 gr/TM. Finally, it was possible to estimate 174,471.40 TMH as a reserve mineral between proven and probable. With average grades of 4.51 Oz Ag/TM, 4.56 gr Au/TM, 1.10% Pb, reaching an Au equivalent of 6.52 gr/TM. This gives us a margin for our dilution of a maximum of 52% of submarginal mineral that would add to our final total estimate reaching 264,471.40 TMH with grades 2.57 Oz Ag/TM, 3.13 gr Au/TM, 0.87% Pb reaching an Au equivalent of 4.18 above the Cutt-of. At a production of 3,500 TMH/month (current exploitation of the company) our useful life is 6 years and three months.

Keywords: Geological Exploration, Underground mining, Polymetallic, Reserves and geological resources, Epithermal Deposit.



1 CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La estimación de reservas y recursos de minerales de un yacimiento es fundamental ya que tiene por objeto determinar la cantidad, calidad y posibilidad de explotación comercial del mineral, por lo cual es de vital importancia para el éxito de una inversión minera por lo que los cálculos de la ley y el tonelaje deben ser lo más confiable posible a partir de las muestras disponibles que se tengan, la calidad de los análisis y la definición de los controles geológicos de la mineralización (Pérez, 2023). Para poder estimar las reservas se deben generar un modelo del yacimiento que lo represente de la mejor manera posible, la modelización del yacimiento consta de dos etapas, una primera que consiste en la definición de la morfología (geometría, forma) de la mineralización y los contenidos de cada uno de ellos y una segunda etapa que consiste en la evaluación de los criterios técnicos económicos, la cantidad de reservas recuperables y su valor actual y futuro con vistas a estudiar la rentabilidad de su extracción y comercialización (Pérez, 2023).

El proyecto cóndor se encuentra ubicado en la provincia y distrito de caylloma de la región de Arequipa, se encuentra dentro del cuadrángulo 31-s. El proyecto cóndor posee 6 concesiones mineras cuyas denominaciones son Condor II, Condor III, cóndor IV, Condor V, Condor VI y la concesión palacio de shila. Es un proyecto aurífero y la exploración es del tipo Brownfield mediante el método subterráneo, actualmente se tiene tres vetas en exploración y explotación las cuales son veta Celia, veta San pablo y veta Juana, cuyo objetivo de la empresa (CIA MINERA MAXPALA-MINERA PALACIO DEL CONDOR SAC) es expandir la capacidad operacional actual y aumentar la escala de producción para ello debemos primeramente determinar las reservas y recursos de



minerales de nuestro yacimiento. Actualmente se tiene una producción mensual de 3500 TMH, veta Celia aporta el 80% de la producción y contiene las leyes más altas a nivel del yacimiento, esta estructura mineralizada tiene 12 años de explotación y las reservas se van agotando, por tal motivo la empresa se ve obligado a explorar las distintas vetas cercanas a la operación, realizándose exploraciones subterráneas, perforación diamantina, exploraciones superficiales, etc. Para de esta manera contrarrestar el agotamiento de las reservas.

La presente investigación tiene la finalidad u objetivo de realizar la estimación de recursos y reservas de minerales para el proyecto cóndor por el método geoestadístico kriging en base al código JORC y que sea lo más confiable posible para de esta manera determinar la vida útil del proyecto y garantizar la producción del mineral a corto y mediano plazo y así permitirnos realizar un óptimo planeamiento de mina.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tener cuantificado y controlado las reservas de mineral es pieza clave en cualquier negocio minero ya sea en la gran, mediana o pequeña minería. Las pequeñas mineras o mineros artesanales no dan la importancia debida al control de las reservas, esto genera una duda respecto a la inversión por el desconocimiento de la cantidad y calidad del mineral y la posibilidad de explotación comercial que compone nuestro yacimiento, realizar una planificación sobre la explotación, tratamiento y restauración ambiental será imposible de encarar si no se tiene el cálculo seguro de las reservas. Específicamente las de rubro de pequeña minera no lo realizan porque no poseen personal calificado para realizar la estimación de reservas o por el personal limitado que labora.



1.1.1 Identificación del problema

las pequeñas mineras no dan la importancia debida al control de las reservas esto genera una duda respecto a la inversión por el desconocimiento de la cantidad y calidad y la posibilidad de explotación comercial del mineral que compone nuestro yacimiento.

1.1.2 Valoración del problema

No será posible realizar una planificación sobre la explotación de minerales del yacimiento si no se tiene el cálculo seguro de las reservas.

1.1.3 Formulación del problema

¿Cuánto son las reservas de minerales a partir de la última estimación realizada para junio 2023 del proyecto cóndor?

1.2 HIPOTESIS

La estimación de reservas y recursos de minerales determinara la vida útil de nuestro yacimiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente Investigación es de gran importancia para la empresa minera Maxpala y Minera Palacio del cóndor, el resultado de la presente investigación actualizara nuestros recursos y reservas mineras y por ende nuestra vida útil de nuestro proyecto, la presente investigación será una guía de estudio para quien necesite realizar trabajos desde la prospección geológica hasta la explotación minera subterránea.

El geólogo es el encargado de elaborar el mapeo geológico, los planos geológicos y sus respectivas secciones y es el encargado de realizar la estimación de reservas y



recursos de minerales del yacimiento (cuantificar la cantidad, calidad y la distribución del mineral). En lo económico y social, una vez cuantificado las reservas del yacimiento se tendrá claro la vida útil de la mina y esta actividad contribuye positivamente en la economía de nuestro país, de nuestra región generando empleo directo e indirecto, empleo de actividades conexas, la contribución mediante el canon minero y en lo que respecta a los impactos ambientales no son significativas por la pequeña escala de producción y empleo de maquinaria adecuado a la pequeña minería, pues no hay mayor movimiento de tierras, no se hace uso de reactivos ni otros elementos que puedan dañar el ambiente físico, biológico, por el contrario tiene un impacto altamente positivo en el ambiente socioeconómico de la zona.

1.4 OBJETIVO

1.4.1 Objetivo General

Estimar las reservas y recursos de minerales del proyecto cóndor según el valor económico, certeza y accesibilidad con el uso del código JORC australiano con el método geoestadístico kriging.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la ley de corte y la vida útil del yacimiento
- Determinar la continuidad espacial de nuestra mineralización a través de los variogramas experimentales.



2 CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Dávila (1998) en 1998, geólogos de INGEMMET liderados por David Dávila levantan la carta geológica nacional 31-s, hoja Caylloma.

Echevarría (2004), El año 2004 la veta Celia fue explorada por la Compañía Minera Ares con sondajes diamantinos interceptando 0.2 m @ 132 g/t Au, 6.59 Oz/t Ag, 6.8% Zn, 1.8% Pb, al considerar que tuvieron resultados modestos abandonaron el proyecto. Actualmente el proyecto Cóndor es propiedad de la Cía. Minera Maxpala. Desde el año 2011 explotan mineral de Au-Ag que es transportado 180 km a la planta Antonio Raimondi en Condoroma.

Moreno (2013) hizo la estimación de reservas del proyecto cóndor considerando a las vetas Celia, san pablo y veta cóndor, las reservas de mineral han sido estimadas según el valor económico hasta el 31 de diciembre del 2013, según su certeza (probadas y probables), según su valor (mena y marginal) se obtuvo en total 225,492 TMH con leyes 3.58 Oz Ag/TM, 6.34 gr Au/TM y 2.38% Pb.

Huanca (2015) realizó el estudio geoeconómico de la veta Celia del proyecto cóndor, donde determino que es un yacimiento epitermal de baja sulfuración con vetas de textura brechada, bandeada conservando huecos residuales en lo que es común observar las típicas geodas con los minerales más tardíos (ejemplo carbonatos). El estudio de microscopia electrónica de barrido determino una secuencia de minerales encontrados cuarzo – pirita – barita – tetraedrita – electrum – argentita – esfalerita – especularita.



Moreno (2016) efectuó la estimación de reservas del proyecto cóndor considerando a las vetas Celia, san pablo y veta cóndor, hasta el 31 de diciembre del 2016, según su certeza (probadas y probables), según su valor (mena y marginal), según su accesibilidad (accesible y eventualmente accesible) se obtuvo en total 175,572 TMH con leyes 5.15 Oz Ag/TM, 6.20 gr Au/TM y 1.04% Pb.

Moreno (2017) elaboro la estimación de reservas del proyecto cóndor considerando a las vetas Celia, san pablo y veta cóndor, hasta el 31 de diciembre del 2017, según su certeza (probadas y probables), según su valor (mena y marginal), según su accesibilidad (accesible y eventualmente accesible) se obtuvo en total 181,581 TMH con leyes 4.92 Oz Ag/TM, 5.46 gr Au/TM y 1.19% Pb.

Pilco (2021) calculo la estimación de reservas del proyecto cóndor considerando a las vetas Celia, san pablo y veta cóndor, hasta el 31 de diciembre del 2021, según su certeza (probadas y probables), según su valor (mena y marginal), según su accesibilidad (accesible y eventualmente accesible) se obtuvo en total 143,314 TMH con leyes 5.11 Oz Ag/TM, 4.59 gr Au/TM y 1.22% Pb.

Pilco (2022) realizo la estimación de reservas del proyecto cóndor considerando a las vetas Celia, san pablo y veta cóndor, hasta el 31 de diciembre del 2022, según su certeza (probadas y probables), según su valor (mena y marginal), según su accesibilidad (accesible y eventualmente accesible) se obtuvo en total 138,564 TMH con leyes 5.33 Oz Ag/TM, 5.18 gr Au/TM y 0.85% Pb.

Sánchez (2018) ejecuto la investigación sobre factores que influyen en la estimación de reservas probadas y probables en la unidad operativa pallancata Ayacucho, donde concluye que el factor más importante es lo económico ya que está sujeto a la mayor variabilidad de la cotización de la Ag y Au y los costos de operación por lo que es



necesario realizar estudios de tendencias y proyecciones, los otros dos factores son el operativo y la accesibilidad.

Ñahui & Carrasco (2015) realizaron la investigación de la evolución paragenética de las vetas Nazareno 1 y Nazareno 2 de la Unidad minera Shila – Paula. Caylloma – Arequipa, la evolución paragenética está definida por dos estados principales el primero está caracterizado por un conjunto mineralógico que se inicia con la cristalización del cuarzo, adularia, calcita. El segundo continuo con paragénesis compleja de metales base y preciosos, finalmente la etapa supergena que produce el enriquecimiento del oro.

Castillo (2018) efectuó el estudio geológico económico El yacimiento minero aurífero FIDAMI con el objetivo de realizar la Estimación de recursos y reservas del yacimiento aurífero Fidami, Sancos-Lucanas Ayacucho. Cuyo yacimiento se encuentra emplazado en las granodioritas de la Súper Unidad Tiabaya del Batolito de la Costa, y forma parte de la Franja mineralizada Nazca-Ocoña de Au-Cu de la Provincia Metalogénica de Cu del Batolito de la Costa.

Ortiz (2019) llevo a cabo el estudio de comparación entre el análisis de fluorescencia de rayos x portátil e icp-ms en elementos guía para la exploración geoquímica del área de antabamba-apurimac La comparación estadística (inverso a la distancia interpolación), muestra que no existe diferencia significativa entre la comparación de análisis ICP-ms y XRFp, para los elementos Cu, Mo, Zn, As y Pb; sin embargo, existe diferencia significativa estadística para los análisis de Ag.

2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.2.1 Dilución

El termino dilución se refiere a cualquier material de desecho dentro del bloque de minado, incluido la roca estéril y de baja ley, así como el material de relleno. La dilución suele ser el factor más subestimado en la planificación minera ya que un incremento de la dilución del mineral provoca una disminución de la ley de extracción en comparación con las reservas mineras. (Flores, 2023)

2.2.2 Clases de dilución

2.2.2.1 Dilución primaria:

Es aquella dilución inherente al método de explotación usado; puede considerarse una dilución planificada. La Dilución Planificada es el material que se encuentra fuera de la definición económica de mineral y se incorpora como parte del diseño minero. (Rodriguez,2017).

- **Dilución secundaria:**

Es aquella dilución que involucra material fuera de las dimensiones de la unidad de explotación; dilución no planificada. Esta dilución está definida principalmente por las condiciones geotécnicas del macizo rocoso y su control se realiza asumiendo buenas prácticas operacionales (perforación y voladura), La dilución actual u operativa es aquella que se extrae por sobre las reservas mineras. La dilución operativa puede ser económica o no dependiendo de su contenido de producto. (Rodriguez,2017).



2.2.3 Reserva de Minerales

Parte económica explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye los factores de dilución y tolerancias por pérdidas que pueden ocurrir cuando se explota el mineral. Considera que se han llevado a cabo evaluaciones apropiadas que podrían incluir estudios de factibilidad e incluyen tomar en cuenta factores mineros, metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. (Guzmán, 2012)

2.2.4 Recursos Minerales

Ocurrencia de interés económico intrínseco, dentro o fuera de la corteza terrestre, en forma y cantidad tal como para demostrar que hay perspectivas razonables para una eventual extracción económica. (Guzmán, 2012)

2.2.5 Código para la certificación de recursos y reservas

Este código sintetiza la practica actual de la industria minera con respecto a estándares y normas que se aplican a prospectos, recursos y reservas mineras con el propósito de informar públicamente sobre instrumentos financieros derivados de estos activos mineros en los mercados de capital. Estas normas siguen lineamientos ya adoptados y aplicados por mercados de capitales de países que se distinguen por contar con sectores mineros dinámicos y pujantes como son los de Australia, Canadá, Sudáfrica, el reino unido y otros. (Gonzales, 2010)

2.2.6 Principios del código Jorc

- **Transparencia**

Presentación clara, oportuna e inequívoca de la información, con el fin de entender el informe y no ser engañado por la información.



- **Materialidad**

Toda la información relevante debe estar razonablemente dispuesta y accesible.

- **Competencia**

Requiere que el informe público se base en trabajo que es de responsabilidad de una persona debidamente calificada y con experiencia en el tipo y estilo de depósito que se está informando. (The Jorc Code, 2012).

2.2.7 Ley de Corte

La ley de corte marginal es la ley más baja estimada que puede ser extraída y tratada rentablemente. Con varios tipos de minerales, métodos de tratamiento y productos la estimación y el uso de una apropiada ley de corte marginal puede ser compleja. La ley de corte real utilizada para el informe puede ser superior a la ley de corte marginal estimada, esto quizás por motivos económicos, la minería, control de leyes u otras razones prácticas. La ley de corte utilizada debe indicarse claramente, sin ambigüedades y fácil de entender. (Gonzales, 2010).

2.2.8 Código de estándares de reporte para informar sobre recursos minerales y reservas de mena

El código para informar sobre recursos minerales y reservas de mena tiene como propósito establecer los estándares mínimos, las recomendaciones y los lineamientos a seguir en la presentación de informes de dominio público que servirán de base para acceder al segmento de capital de riesgo de la bolsa de valores de lima. Estos informes sustentaran los resultados de las exploraciones mineras sobre recursos minerales y las reservas de mena. Este código fue



preparado por un comité conformado por miembros de la bolsa de valores de lima y profesionales dedicados a la actividad minera en particular a la exploración y evaluación de recursos minerales. Este código fue preparado teniendo como ejemplo y base el CODIGO JORC de Australia de 1999 que fuera preparado con el fin de establecer las pautas a cumplirse en todo informe de dominio público relacionado a las exploraciones mineras y los resultados de las evaluaciones. (Bolsa de valores de lima, 2003).

2.2.9 Tipos de reservas y recursos de minerales

En esta columna se especifica el tipo de recurso y reserva que cuenta el depósito mineral. Las reservas pueden ser probadas y probables y los recursos indicados y medidos o inferidos. Acosta et al., (2016)

- **Recurso Medido:** Un ‘Recurso Mineral Medido’ es aquella parte de un Recurso Mineral para la cual la cantidad, ley (o cantidad), densidades, forma y características físicas se estiman con confianza suficiente para permitir la aplicación de Factores Modificadores para sustentar un planeamiento de minado detallado y la evaluación final de la viabilidad económica del depósito. La evidencia geológica se deriva de exploración detallada y confiable, muestreo y pruebas recogidas a través de técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, trincheras, pozos, labores y sondajes y es suficiente para confirmar la continuidad geológica y de ley (o calidad) entre los puntos de observación donde se recogen los datos y las muestras. Un Recurso Mineral Medido tiene un mayor nivel de confianza que el que se aplica tanto a un Recurso Mineral Indicado como a un Recurso Mineral Inferido. Puede ser



convertido a una Reserva de Mena Probada o bajo ciertas circunstancias a una Reserva de Mena Probable. El código JORC (2012)

- **Recurso Indicado:** Un ‘Recurso Mineral Indicado’ es aquella parte de un Recurso Mineral por el cual la cantidad, ley (o calidad), densidades, forma y características físicas se estiman con suficiente confianza para permitir la aplicación de Factores Modificadores en suficiente detalle para sustentar el planeamiento de minado y evaluación de la viabilidad económica del depósito. La evidencia geológica se deriva de exploración adecuadamente detallada y confiable, muestreo y pruebas recogidas a través de técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, trincheras, pozos, labores y sondajes y es suficiente para asumir la continuidad geológica y de ley (o calidad) entre los puntos de observación donde se recogen los datos y las muestras. Un Recurso Mineral Indicado tiene un menor nivel de confianza que el que se le aplica a un Recurso Mineral Medido y sólo puede ser convertido a una Reserva Probable. El código JORC (2012)

- **Recurso Inferido:** Un ‘Recurso Mineral Inferido’ es aquella parte de un Recurso Mineral en la que la cantidad y ley (o calidad) se estima sobre la base de evidencia geológica y muestreo limitados. La evidencia geológica es suficiente para suponer, pero no verificar la continuidad geológica y de ley (o calidad). Se basa en información de exploración, muestreo y pruebas recogidas a través de técnicas apropiadas de ubicaciones tales como afloramientos, trincheras, excavaciones, labores y sondajes. Un Recurso Mineral Inferido tiene un nivel de confianza más bajo que el que se aplica a un Recurso Mineral Indicado y no se debe convertir a Reserva de Mena. Es razonable esperar que



la mayoría de los Recursos Minerales Inferidos pudieran ser elevados a la categoría de Recursos Minerales Indicados como resultado de exploración continuada. El código JORC (2012).

- **Reserva Probada:** Una “Reserva de Mena” es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido y/o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando el material es minado o extraído y es definido por estudios apropiados a nivel de Factibilidad o PreFactibilidad que consideran la aplicación de Factores Modificadores y demuestran que, al momento de reportar, la extracción podría ser razonablemente justificada. El código JORC (2012).

- **Reserva Probable:** Una “Reserva de Mena Probable” es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias Recurso Mineral Medido. La confianza en la aplicación de los Factores Modificadores a una Reserva de Mena Probable es menor que una aplicada a una Reserva de Mena Probada. El código JORC (2012).

- De acuerdo con el Código JORC, todo informe sobre recursos y/o reservas mineras, con una importante repercusión económica, deben ir avalados por una persona competente calificada (QP). El QP se responsabiliza en la admisión de cualquier proyecto minero en las principales Bolsas donde se cotizan activos mineros. Acosta et al., (2016)

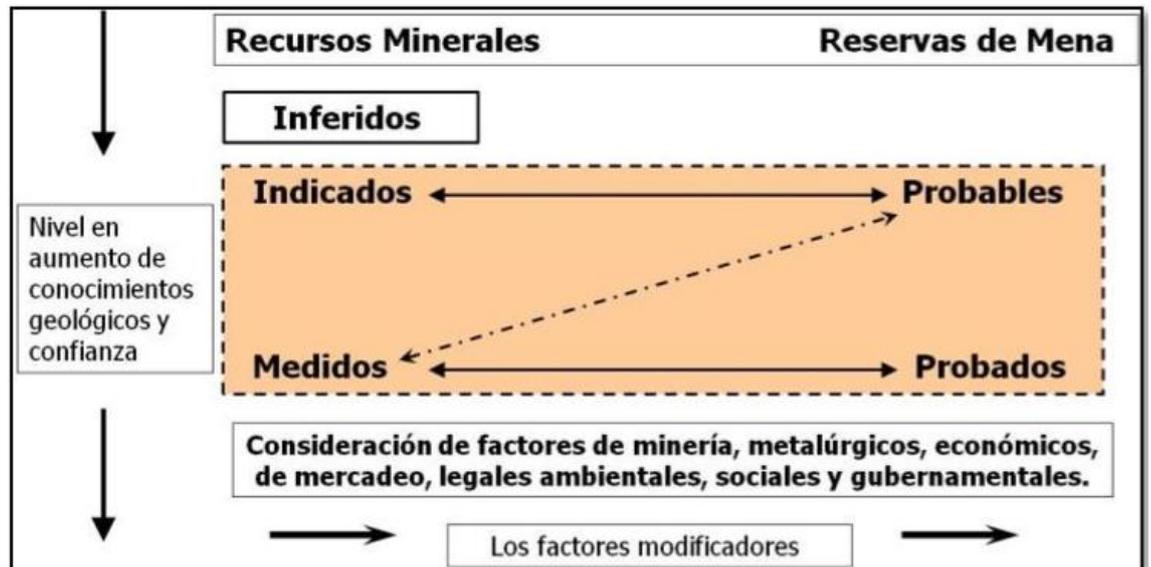


Figura 1. Clasificación de reservas y recursos según el código JORC

Fuente: El código JORC (2012).

2.2.10 Clases de reservas de minerales según valor económico

a) Mineral de mena

Esta reserva mineral siempre va a generar utilidades, su valor excede los gastos que me mencionan a continuación:

- Costo de producción (Incluye depreciación y amortización)
- Gastos de venta.
- Gastos administrativos.
- Gastos financieros.
- Regalías (es el 10% de la suma de a, b, c y d, si es que la tienen).

Para determinar los bloques de mena se tiene que definir la ley de corte.

En los planos, los blocks que forman parte del mineral de mena se colorean siempre de rojo (Mayta & Mesa, 2010).

b) Mineral marginal



Es la reserva mineral que forma parte del recurso, que cuando se realizó su estimación bordea ser económicamente explotable. Este mineral, no genera utilidades por sí solo, pero ayuda a generarla al mineral de mena en el momento de su explotación, esto se debe a que los gastos de desarrollo, de servicios, de infraestructura, etc., ya son pagados por el mineral de mena. La presentación del mineral marginal se hace en cuadros aparte para realizar su planeamiento al momento de explotarlo y se sepa su ley y tonelaje, para poder combinar de manera adecuada con el mineral de mena, siempre teniendo en cuenta que el promedio de ley sea mayor que el Cut-Off de Mena. En los planos este mineral se le pinta de naranja (Mayta & Mesa, 2010).

c) Mineral Submarginal

Este mineral no es económico y su valor sólo cubre los costos de producción y las regalías correspondientes, este tipo de mineral no debe explotarse aún bajo mejores condiciones previsibles en el mediano plazo, debido a que su valor no alcanzaría a cubrir los otros gastos. Es necesario variaciones favorables fuera de lo previsible en los parámetros económicos para que se pueda convertir en mineral económicamente explotable. Puede tener un grado de confianza y de certeza, en su estimación, similares a los correspondientes a reservas probadas y probables, pero esto no es suficiente como para ser considerarlas como reservas minerales, en los planos este mineral se les pinta de color azul (Mayta & Mesa, 2010).

d) Mineral de baja ley

Su valor de este mineral no es económicamente explotable y está por debajo del mineral submarginal y su límite mínimo es menor que el costo de



producción. En los planos este mineral se coloreará de verde (Mayta & Mesa, 2010).

e) **Leyes Metálicas**

Representa la concentración de los elementos metálicos que contiene la cantidad de mineral de las reservas y recursos del yacimiento. Los principales elementos considerados son: Au (g/t), Ag (Oz/t), Cu (%), Mo (%), Pb (%), Zn (%), Fe (%), Sn (%), WO₃ (%), U (%), U₃O₈ (lbs/t), U₃O₈ (Mlbs). (Acosta, 2016).

2.2.11 El método de krigeado

El Krigeado (Kriging) es una técnica de estimación (o predicción) de valores en puntos o volúmenes, cuyo valor se desconoce; se basa en las muestras vecinas, su ubicación y la variabilidad espacial de la distribución que surge del variograma. La metodología de krigeado también es de combinaciones lineales ponderadas y permite obtener tanto el estimador como el error de esa estimación. Actualmente es un método muy usado en las estimaciones y definiciones de recursos/reservas en minería, pero también se utiliza en problemas de contaminación de aguas y suelos, estimaciones en reservorios de petróleo, propiedades geotécnicas de suelos, etc.

El Krigeado es un método que permite obtener los ponderadores que se aplicarán a cada muestra para estimar el valor de un punto o bloque de valor desconocido y la varianza (o error) que se produce en dicha estimación. El método utiliza los datos de valores de muestras conocidas de su entorno (o internas al bloque), pero emplea no sólo sus valores numéricos sino también su arreglo espacial, el cual debe definirse previamente mediante la construcción del



variograma experimental y su ajuste a un modelo de variograma. Por la experiencia en la evaluación de depósitos minerales, el krigado parece representar mejor los datos reales respecto a otros estimadores (inversa de las distancias, polígonos, triángulos, etc.). En algunos textos el Krigado ha sido calificado con las siglas B.L.U.E (del inglés: Best Linear Unbiased Estimator = el mejor estimador lineal no sesgado). El término “estimador lineal” es porque es el resultado de combinaciones lineales ponderadas de los datos disponibles. “No sesgado” se debe a que produce datos estimados en donde la media de los errores (residual) es igual a cero. “El mejor” es como consecuencia que minimiza la varianza del error. El Krigado, por lo tanto, tiende a eliminar los defectos de sub-estimación y los excesos de sobre-estimación que presentan los métodos clásicos de estimación de recursos en minería. (Fernández & Tessone. 2015).

Tabla 1
Formula Kriging ordinario

$$v_e = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i$$

Fuente: Fernández & Tessone 2015.

Donde:

v_e : es el valor estimado

v_i : es el valor de la muestra

w_i : son los ponderadores.

2.2.12 Krigeado ordinario puntual

La hipótesis del Krigeage Ordinario (KO), es que trabaja desconociendo el valor de la media de la variable regionalizada. Existen situaciones donde la media no es constante en el espacio, cuando existen distintos dominios por ejemplo. De esta forma la media puede variar de una región a otra.

Lo otro es que el KO, solo debe conocer el variograma $\gamma(h)$ o la función de covarianza $C(h)$.

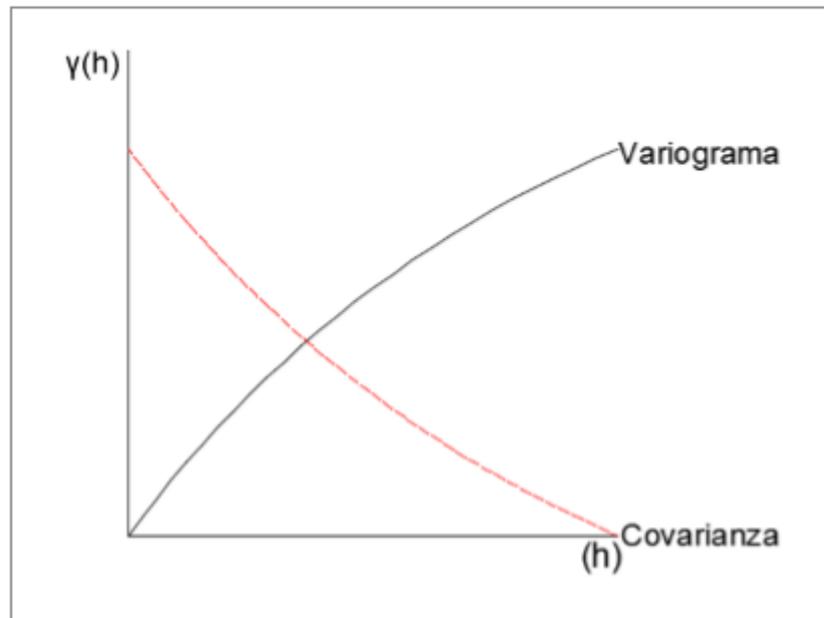


Figura 2. Relación de variograma y covarianza

Fuente: Fernandez & Tessone 2015

2.2.13 Noción de variable regionalizada

La geoestadística se define como el estudio de fenómenos regionalizados, es decir, que se extienden en el espacio y presentan una cierta continuidad. Por “espacio”, entenderemos en general el espacio geográfico, pero puede también tratarse del eje temporal o de espacios más abstractos. El objeto sobre el cual trabajaremos será una descripción matemática del fenómeno regionalizado, a saber, una o varias funciones numéricas llamadas variables regionalizadas, que miden ciertas propiedades o atributos relacionados con este fenómeno. Por ejemplo:

- La ley de un mineral, la potencia de una veta, la acumulación, la densidad de la roca o la recuperación metalúrgica, describen un fenómeno de mineralización;



- La porosidad y la permeabilidad de la roca en un reservorio de petróleo o en un acuífero;
- La concentración de un elemento contaminante en la atmósfera o en el suelo;
- La altitud topográfica en un punto del espacio geográfico;
- La conductividad eléctrica, el pH y la concentración en nutrientes medidas sobre una muestra de suelo;
- El número de árboles y su diámetro promedio en áreas de observación de un bosque.

Del punto de vista conceptual, una variable regionalizada es una función determinística. En general, esta función presenta dos aspectos complementarios: por una parte, tiene una cierta “continuidad” espacial (zonas de altos valores / zonas de bajos valores), pero por otro lado, varía irregularmente y escapa a toda representación simple (Emery,2013).

2.2.14 Interpolación de leyes

Consiste en definir con un determinado grado de precisión, los diferentes parámetros del depósito de mineral y no solo sus

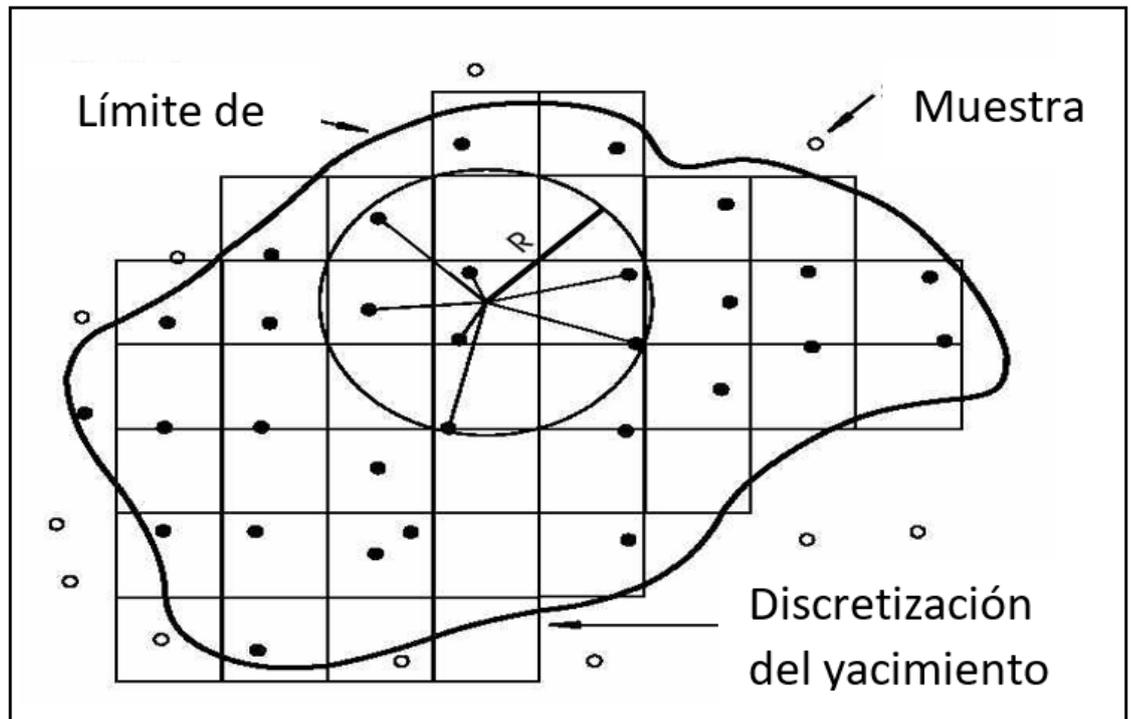


Figura 3: Modelo de interpolación de leyes

Fuente: Jilanqui (2020) Repositorio UNAP

2.2.15 Variograma

Buena parte del comportamiento espacial de variables geológicas de una región o cuerpo mineralizado, pueden ser descriptas en forma aceptable por el variograma. Por eso esta es la herramienta básica y fundamental de la geoestadística. Utilizado adecuadamente, el variograma permite abordar el estudio de la distribución espacial de los datos y su interpretación y relación con los aspectos geológicos conocidos. La continuidad, que también puede llamarse interdependencia o correlación, queda reflejada en la tasa de crecimiento del variograma (γ h) de acuerdo al aumento de la distancia entre muestras (h). Con esta herramienta puede analizarse el grado de interdependencia de los datos en el espacio y las zonas de influencia de cada dato. (fernandez &tessone. 2015).

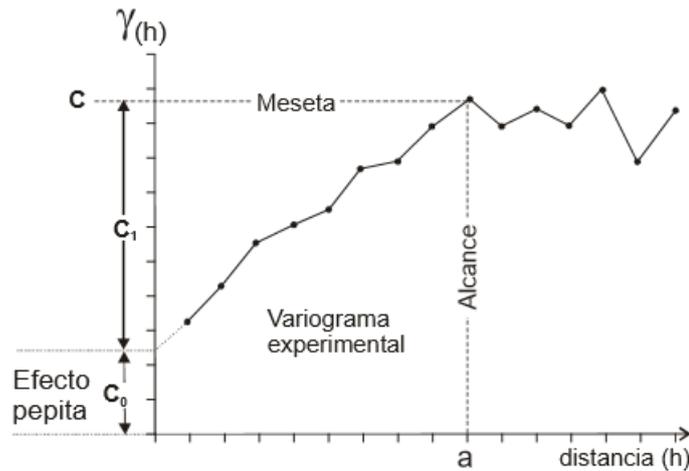


Figura 4: Modelo de variograma

Fuente: González (2008).

2.2.16 Geología y modelos de variograma

Si bien los modelos de variograma son ecuaciones de una curva, estas surgen de la información real obtenida de un yacimiento en particular en el cual, la distribución espacial de los datos estará controlada por los fenómenos geológicos que determinaron su formación. Conforme a su génesis, cada tipo de depósito mineral tendrá una distribución espacial particular de sus variables y además, para un mismo tipo de depósito, cada yacimiento individual tendrá su propia continuidad espacial y diferente de otros. También es común que en un mismo yacimiento, de porciones con estilos de mineralización diferentes resulten distintos variogramas: en depósitos tipo “porphyry copper” los variogramas suelen ser distintos en la mineralización en “stockwork” (red de vetillas), en la mineralización diseminada y en la mineralización en “chimeneas de brecha” y resultarán diferentes en los sectores de enriquecimiento supergénico respecto a los de mineral primario; en depósitos tipo “sulfuros masivos” (VHMS) comúnmente los variogramas de la porción masiva (Pb-Zn-Cu) son diferentes a los del sistema de vetillas infrayacente (“feeder”) de alimentación de fluidos mineralizantes; se

han registrado ejemplos de depósitos vetiformes alojados en distintos tipos de roca de caja (sobre todo de distinta reactividad con los fluidos) donde los variogramas son diferentes de acuerdo a la roca hospedante. Por otra parte, las anisotropías en la continuidad espacial suelen estar fuertemente controladas por las características geológicas: zonas de cizalla, “enjambres” de diques subparalelos, orientación principal de los sistemas de vetillas en un stockwork, estratificación, etc. Con estos pocos ejemplos se resalta que el modelo de variograma es el resultado de los fenómenos geológicos propios del depósito y por lo tanto es necesario insistir que estas características deben ser suficientemente conocidas para las más acertadas interpretaciones de los variogramas. Además, debido a que el modelo de variograma se utilizará posteriormente en la estimación de recursos por el método de krigado, aunque éste sea un procedimiento geoestadístico muy aceptado, será fundamental una sólida base geológica para que esas estimaciones sean confiables. (fernandez &tessone. 2015).

2.2.17 Ecuación de variograma experimental

$$\gamma(h) = 1/2N(h) \sum_{i=1}^{Nh} ((Z(x+h) - Z(x)))^2$$

Donde Nh es el número de pares separados una distancia h, sus características son las siguientes

- Es un estimador no paramétrico
- Es óptimo cuando se dispone de una malla regular de muestreo que sea representativa y la distribución sea normal
- En esas condiciones el sesgo es el mínimo posible.

(Fernández & tessone. 2015).



2.2.18 Exploración Greenfield

La exploración greenfield supone el descubrimiento de depósitos en nuevas ubicaciones geográficas y/o la diversificación de la cartera de productos de una compañía (Herrera,2017).

2.2.19 Exploración Brownfield

La exploración brownfield está orientada al crecimiento o al menos al sostenimiento de las operaciones existentes, se capitaliza en proyectos en los que ya se ha hecho una inversión significativa, es decir fundamentalmente zonas donde ya existe un proyecto minero en marcha. (Herrera,2017).

2.2.20 Feeder

Conducto volcánico alimentadores de la mineralización (Dávila, 2011)

2.2.21 Formas de comercialización de minerales

Los minerales se pueden comercializar ya sea en forma de concentrados o refinados. Los minerales refinados son adquiridos directamente por las empresas industriales (acerías, transformadoras, manufactureras, etc.), mientras que los concentrados son comercializados mediante transacciones más complejas, entre las empresas mineras, comercializadores, refinerías y fundiciones para su posterior transformación a metal. (Sociedad Nacional de Minería Petróleo y energía, 2011)

2.2.22 Concentrados de mineral

Se le llama concentrado, en el quehacer minero, al producto rico en metales. Los concentrados se obtienen mediante varios procesos tales como la



flotación, la lixiviación, la gravimetría, entre otros. Como sabemos, los concentrados llevan el nombre del mayor metal contenido, pueden ser concentrados de zinc, cobre, plomo y otros. Entonces, puede señalarse que los concentrados contienen metal pero que está acompañado por otros elementos, además de materiales residuales. Es importante recordar que el contenido de los concentrados siempre es distinto. Esto se puede atribuir al lugar de procedencia (ya que cada yacimiento tiene sus características particulares) y a que el contenido del yacimiento no es homogéneo. Por tal motivo el concentrado tendrá contenidos similares pero no iguales, a pesar de que se trate de mineral del mismo yacimiento. Por lo tanto, cada concentrado tendrá un grado de concentración distinto y un valor diferente dependiendo de sus características. Los concentrados son un producto que se comercializa a nivel mundial y deben pasar por la fundición y refinación para obtener de ellos metales con un mayor nivel de pureza (de modo que puedan ser utilizados en galvanizadoras, acerías, manufactureras, etc.). Al vender un concentrado se toma en cuenta, fundamentalmente, tres variables:

- El peso del concentrado, el cual se mide en toneladas métricas secas (se debe eliminar la humedad que pueda contener).
- El precio, tomándose como punto de partida la cotización internacional del metal.
- La calidad; es decir, la presencia de otros elementos en el concentrado, los que serán pagables o penalizables dependiendo del caso. (Sociedad Nacional de Minería Petróleo y energía, 2011)



2.2.23 Merma

pérdida del material producto del manipuleo. Lo que quiere decir que se pierde en el transporte y demás Por tanto se le resta un porcentaje a las TMS del concentrado. (Sociedad Nacional de Minería Petroleo y energía, 2011)

2.2.24 Maquila

Es el costo del proceso de fundición y/o refinación al que debe someterse el concentrado para obtener el metal y que se descuenta de los valores pagables del concentrado. Este costo se negocia entre el comprador y el vendedor y depende, fundamentalmente, de las condiciones en las que se encuentre el mercado. Por ejemplo, cuando hay exceso de concentrados el costo de la maquila es mayor, cuando hay déficit, la maquila es menor. (Sociedad Nacional de Minería Petroleo y energía, 2011)

2.2.25 Escaladores

Mediante la aplicación de esta herramienta se busca vincular el costo de la maquila con las variaciones que pudiesen registrarse en la cotización internacional. Así, se establecen rangos de referencia ante incrementos de la cotización que se reflejarán en pagos o descuentos adicionales por concepto de maquila. (Sociedad Nacional de Minería Petroleo y energía, 2011)

2.2.26 Penalidades

Si el concentrado contiene elementos que ocasionan dificultades en el proceso de fundición o refinación, estos serán penalizados. (Sociedad Nacional de Minería Petroleo y energía, 2011)

2.2.27 Metales pagables

Es el mismo concepto de las penalidades, pero en sentido positivo. Se puede tener presencia de determinados metales que añaden valor al producto porque son un elemento valioso y que pueden ser recuperados en el proceso de fundición y refinación. Cabe indicar que tanto las condiciones de penalización y pago de otros metales pueden variar dependiendo del tipo de concentrado y de la refinería o fundición que vaya a realizar el proceso. En ambos casos se establece un contenido mínimo a partir del cual se considera el cálculo de la penalidad/pago (si existiera un contenido menor éste no sería penalizado/pagado). (Sociedad Nacional de Minería Petróleo y energía, 2011)

	Conc. de Cobre	Conc. de Zinc	Conc. de Plomo
Metales Pagables			
Plata	x	x	x
Oro	x	x	x
Cobre	x		
Zinc		x	
Plomo			x
Elementos Penalizables			
Antimonio	x	x	x
Arsénica	x	x	x
Mercurio	x	x	x
Manganeso		x	
Bismuto	x		x
Plomo	x		
Cloro	x		
Cadmio		x	
Fluor	x		
Fierro		x	
Sílice		x	
Zinc	x		x

Figura 5. Ejemplificación de metales pagables y penalizables

Fuente: Sociedad Nacional de Minería Petróleo y energía, (2011)



3 CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es descriptiva porque nos hemos encargado de puntualizar las características de nuestro yacimiento y también es una investigación cuantitativa porque utilizamos información cuantificable para un enfoque estadístico y matemático utilizando gran cantidad de datos (muestras).

3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Consiste básicamente en recopilar toda la información disponible del proyecto como el tipo de yacimiento, características geológicas, volúmenes de recursos y reservas anteriormente realizadas, características geométricas, geología de la zona de estudio, historial minero, tipo de explotación realizado, mapas metalogenéticos o provincias metalogenéticas, etc.

3.2.1 Trabajos de campo

En el proyecto cóndor las exploraciones el desarrollo, preparaciones y explotación prosiguen diariamente, el departamento de geología de la unidad es la encargada de guiar las exploraciones lleva el control de la ley de la explotación cuyo fin es cumplir con el programa mensual que se realiza. La data de los muestreos y los mapeos geológicos se actualizan diariamente y esto es de mucha utilidad para la cubicación de reservas.



3.2.2 Trabajos de gabinete

Todos los datos obtenidos en el campo son integrados en nuestro base de datos y actualizando diariamente en nuestros planos base, correlacionando los puntos conocidos con los puntos desconocidos, al contar con los resultados de los análisis de muestras nos facilita la interpretación. A medida que los trabajos de campo abarcan la mayor parte de la concesión, el cartografiado se va completando en nuestro plano base o plano topográfico todo esto lo realizamos tanto manualmente como digitalmente (software) Delineación, reproducción de planos y realización de informes finales. En esta etapa final el plano es delineado y reproducido según las necesidades ya sea en blanco y negro o a colores, la labor del geólogo es fundamental en esta etapa, ya que realizamos las correcciones de los errores que hayan podido suceder al pasar al plano base o digitalizando y resaltamos los aspectos de interés. Mediante el software arc-gis (kriging) y leapfrog nos zonificaran las zonas anómalas para la cubicación de recursos minerales y reservas de mena nos basaremos en el código australiano JORC.

3.3 RECURSOS NECESARIOS

Los recursos que requiere el trabajo de investigación son recursos humanos calificados con sólidos conocimientos y habilidades, las disposiciones de trabajar en altura y condiciones aisladas esto para el ingeniero geólogo, asistente de geología, personal muestrero y personal de topografía.

Los recursos materiales que necesitamos principalmente son:

- GPS
- Brújula de geólogo



- Picota
- Libretas de campo
- Protactor de diferentes escalas
- Juego de lápices de colores
- Cámara fotográfica
- Pintura spray rojo
- Conjunto de herramientas de muestreo
- Mochilas de lona
- Movilidad a disposición.
- Bolsas para muestras
- Tarjetas o registro de muestreo

3.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA LEY DE CORTE

La ley de corte es el contenido mínimo de metal para discriminar el mineral y el estéril en un yacimiento, la ley de corte asume que el bloque en cuestión debe ser extraído y determina si debe ser enviado a planta. Para determinar la ley de corte necesitamos los siguientes datos.

3.4.1 Balance metalúrgico

Se efectúa en la planta concentradora para determinar la producción, la eficacia o recuperación y la calidad de los concentrados. Los balances metalúrgicos son emitidos mensualmente y obtenemos un promedio semestral para la obtención de la ley de corte.



3.4.2 Precio de los metales

El precio de los metales en la bolsa se determina principalmente por la relación entre la oferta y la demanda, así como por factores como las condiciones económicas, políticas y sociales en los países productores y consumidores, eventos geopolíticos, políticas gubernamentales, tasas de interés, inflación, costos de producción, operaciones en mercados de futuros y contratos a plazo, e indicadores económicos. Estos factores pueden influir en la fluctuación diaria y la volatilidad de los precios de los metales. Para la siguiente investigación trabajamos con precios del mercado internacional.

Tabla 2

Precio de los metales con los que se trabajo

ITEM	METAL	UNIDAD	VALOR ACTUAL
1	ORO	\$/Oz	1900
2	PLATA	\$/Oz	22
3	PLOMO	\$/TM	1900

Fuente: Propia



3.4.3 Maquila

Es el costo del proceso de fundición que debe someterse el concentrado para obtener el metal que se descuenta de los valores pagables del concentrado. El dato de la maquila no los da la gerencia de operaciones que tiene un valor de 290 \$/TM.

Tabla 3

Condiciones de la comercialización

ITEM	PROCESO	UNIDAD
1	Maquila	\$/TM
2	Refinación del Au	\$/gr
3	Refinación de la Ag	\$/Oz
4	Escaladores	\$/TM

Fuente: Cía. Minera Maxpala

3.4.4 Costo general de operación

Las actividades mineras están asociadas a la influencia de factores internos y externos, las empresas no tienen control sobre los factores externos como la oferta y la demanda de los metales, sin embargo, los factores internos como la optimización y gestión de sus procesos es responsabilidad de sus directivos y supervisores. El costo de operación es la inversión necesaria para la producción del mineral, los costos son el resultado de la mejora continua, gestión de los procesos, gestión de la seguridad en el trabajo, cuidado del medio ambiente y de las relaciones sociales.

A continuación, mostramos los siete costos principales en mina. Ver

tabla 4

Tabla 4

Costos de operación

ITE M	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Exploración y desarrollo	\$/TM
2	Explotación mina	\$/TM
3	Planta concentradora	\$/TM
4	Gastos generales operativos	\$/TM
5	Gastos administrativos	\$/TM
6	Gastos de ventas	\$/TM
7	Otros (depreciación, amortización)	\$/TM

Fuente: Cia Minera Maxpala

- **Costos de exploración y desarrollo:** estos costos son producto de exploración brownfiel realizado en la unidad, y son determinados en dólares por tonelada.

Tabla 5

Costo de exploración y desarrollo

ITE M	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Costo metros de avance de exploración	\$/TM
2	Costo de los materiales de sostenimiento	\$/TM
3	Costo de la instalación de sostenimiento	\$/TM
4	Costo de desquiches	\$/TM
5	Costo de accesorios y tuberías	\$/TM
6	Costo de energía eléctrica (ventilación, aire comprimido, etc.)	\$/TM
7	Costo transporte mina	\$/TM
8	Costo personal compañía	\$/TM
9	Trabajos cuenta Administración	\$/TM
10	Alquiler equipos (comprensoras, etc.)	\$/TM
11	Combustible	\$/TM

Fuente: Cía. Minera Maxpala



- **Costos explotación mina:** son la suma de costos de preparación y costos de explotación propiamente dicha, para una explotación corte y relleno ascendente en una mina convencional.

Tabla 6

Costos explotación mina

ITE	DESCRIPCION	UNIDAD
M		
1	Costo metros de avance de preparación	\$/TM
2	Costo de los materiales de sostenimiento	\$/TM
3	Costo de la instalación de sostenimiento	\$/TM
4	Costo de desquiches en preparación	\$/TM
5	Costo de desquiches en explotación	\$/TM
6	Costo de rotura de mineral	\$/TM
7	Costo de transporte de relleno	\$/TM
8	Costo de relleno de tajo	\$/TM
9	Costo de limpieza de mineral	\$/TM
10	Costo de transporte de mineral a planta	\$/TM
11	Costo de accesorios y tuberías	\$/TM
12	Costo de energía eléctrica (ventilación, aire comprimido, etc.)	\$/TM
13	Costo transporte mina	\$/TM
14	Costo personal compañía	\$/TM
15	Trabajos cuenta Administración	\$/TM
16	Alquiler equipos (compresoras, maquinaria, etc.)	\$/TM
17	Combustible	\$/TM

Fuente: Cía. Minera Maxpala

- La sumatoria de los costos de cada uno de los cuadros obtenemos como resultado el costo por tonelada de exploración y desarrollo, así como el de explotación mina.
- Para la obtención de \$/TM es en función de las toneladas programadas o obtenidas en la explotación mensual.

3.5 FORMULAS PARA EL BALANCE METALURGICO

Contenido metálico = (ley)(peso)/100 en caso la ley sea en %

Recuperación= (contenido metálico del concentrado) *100/(contenido metálico cabeza)

Radio de concentración = (peso de la cabeza) / (peso del concentrado)



3.6 CALCULOS DE DILUCIÓN

En la presente estimación de reservas y recursos de mineral tomamos en cuenta una dilución planificada, esto en razón de las leyes y así aproximarnos a la ley de corte, para ello utilizamos las siguientes formulas.

3.6.1 Porcentaje de dilución

$$\% \text{ dilución} = ((\text{Total volumen explotado} - \text{Volumen ore}) / \text{volumen ore}) * 100$$

3.6.2 Ley diluida

$$\text{Ley diluida} = \text{ley inicial} / (1 + (\% \text{ dilución} / 100)) \text{ (salmenmaki, 2018)}$$

3.7 VIDA ÚTIL DEL YACIMIENTO

La vida útil del yacimiento se determinará en función de las reservas probadas y probables divididos entre la producción actual o proyectado que nos dará el tiempo en años de nuestro yacimiento.

3.8 METODO GEOESTADISTICO PARA DETERMINAR LA CONTINUIDAD ESPACIAL DE LA MINERALIZACION A TRAVES DE VARIOGRAMAS

3.8.1 Variables

Son atributos o características que se miden en los sujetos de estudio. Como ejemplos de variables podemos citar: Ley, potencia, accesibilidad, económico, marginal, submarginal, baja ley de todas las muestras obtenidas en nuestro yacimiento.



3.8.2 Indicadores

Es una variable cuantitativa que nos ayudara a medir o comparar el mineral económico que posee mi yacimiento nos referimos al cutt-of, donde me determinara los rangos de económico, marginal, submarginal y baja ley de mi yacimiento.

3.9 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población son la totalidad de muestras obtenidas en todo el yacimiento en las distintas estructuras ya sea de superficie o subterráneo. (actualmente 40000), la muestra es representada por la porción de la totalidad de muestras que usamos para el análisis geoestadístico por ejemplo la zona de clavos mineralizados.

3.10 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

La técnica utilizada en la presente investigación es geoestadística que es una rama de la estadística especializada en el análisis de datos utilizando los variogramas que es una herramienta que permite analizar el comportamiento espacial de una variable sobre un área definida, obteniendo como resultado un variograma experimental que refleja la distancia máxima y la forma en que un punto tiene influencia sobre otro punto a diferentes distancias, para luego utilizar el kriging que es un método de inferencia espacial el cual nos permite estimar los valores de una variable en lugares no muestreados utilizando la información proporcionado por la muestra.



3.10.1 Pasos para trabajar con kriging ordinario

3.10.1.1 Paso 1: Recopilar datos para trabajar con kriging ordinario

La recopilación de datos es un paso crítico en el proceso de kriging ordinario, ya que la precisión y la confiabilidad de los resultados de la interpolación dependen de la calidad y representatividad de los datos, en este sentido es fundamental definir claramente la finalidad de la recopilación de datos y el área de estudio, lo que permitirá identificar qué tipos de datos son necesario y cuáles son las fuentes de datos disponibles. Para la recopilación de datos se puede utilizar diferentes fuentes como leyes (resultados de muestras Au, Ag, Pb), ley equivalente en Au, potencia de veta, etc. Es importante asegurarse de que los datos sean representativos del área de estudio.

3.10.1.2 Paso 2: Análisis exploratorio de datos para kriging ordinario

En este paso se lleva a cabo un análisis estadístico básico de los datos, con el objetivo de identificar la existencia de valores extremos, la distribución de las variables y la existencia de correlaciones. En el análisis exploratorio de datos, se puede utilizar diferentes técnicas como la visualización y la estadística descriptiva, la visualización es una herramienta útil para comprender la distribución espacial y temporal de los datos y se puede utilizar mapas y gráficos para identificar patrones y tendencias, por otro lado, la estadística descriptiva se utiliza para resumir y analizar los datos, lo que puede incluir el cálculo de medidas de centralidad y dispersión, así como valores atípicos.



3.10.1.3 Paso 3: Selección de modelo en kriging ordinario

En particular en el proceso de selección de modelo para el kriging ordinario, la elección del modelo de variograma es crucial, los modelos de variograma más utilizados son el esférico, el exponencial y el gaussiano. El modelo esférico es apropiado para datos con una correlación espacial corta, por otro lado el modelo exponencial es utilizado para datos con una correlación espacial moderada y finalmente el modelo gaussiano se utiliza para datos con una correlación espacial larga. Es importante tener en cuenta que la elección del modelo de variograma puede afectar significativamente los resultados de la interpolación por lo que se debe seleccionar cuidadosamente el modelo que mejor se adapte a los datos y la finalidad de la aplicación, en general la selección del modelo de variograma es una parte crucial del proceso de kriging ordinario, el modelo de variograma adecuado dependerá de la naturaleza y la distribución espacial de los datos, además es importante considerar la finalidad de la aplicación.

3.10.1.4 Paso 4: Interpolación mediante kriging ordinario

El siguiente paso es realizar la interpolación utilizando el modelo kriging seleccionado, esto implica la creación de una superficie continua a partir de los datos de muestra, es importante tener en cuenta que los resultados de la interpolación dependen de la densidad de muestreo de los datos, cuanto mayor sea la densidad de muestreo más precisos serán los resultados de la interpolación. En este paso se procede a aplicar el modelo kriging para interpolar los valores de la variable de interés en los puntos



donde no se dispone de información, es importante tener en cuenta que la precisión de los resultados dependerá del tamaño y distribución de los datos de muestra así como del modelo de variograma seleccionado, también es importante tener en cuenta que la interpolación nos proporcionara información precisa en áreas que están mas allá del alcance de los datos de la muestra por lo tanto se debe tener precaución al interpretar los valores interpolados en áreas donde no hay datos de muestra.

3.10.1.5 Paso 5: Validación y Verificación del modelo de kriging ordinario

En la validación se puede utilizar diferentes técnicas, una de las mas populares es la validación cruzada que se utiliza para evaluar la precisión del modelo de interpolación, la validación cruzada implica la partición de los datos de muestra en un conjunto de entrenamiento y un conjunto de validación, el conjunto de entrenamiento se utiliza para crear el modelo de kriging y el conjunto de validación se utiliza para evaluar la precisión del modelo, la validación cruzada puede proporcionar información sobre la capacidad del modelo para predecir valores desconocidos y la precisión de las predicciones en diferentes áreas del campo espacial, la verificación por otro lado se utiliza para evaluar la calidad de los resultados de la interpolación, esto puede implicar la comparación de los resultados de la interpolación con los datos de muestra y con otros datos de referencia, como mediciones independientes o estimaciones de otras técnicas de interpolación, la verificación es una forma importante de asegurarse de que los resultados de la interpolación



sean precisos y confiables y de detectar posibles errores o sesgos en el modelo kriging, en resumen la validación y la verificación son pasos críticos en el proceso kriging ordinario estos pasos permiten evaluar la precisión y la confiabilidad de los resultados de la interpolación y detectar posibles errores o sesgos en el modelo para que a si podamos tomar decisiones informadas basadas en los datos interpolados.

3.11 CONFIABILIDAD DEL METODO KRIGING

Muchas herramientas estadísticas son de gran utilidad para resolver una inmensa variedad de problemas que se presentan en ciencias naturales, dando incluso respuestas cuantitativas a problemas específicos. Desafortunadamente, los métodos estadísticos clásicos no hacen uso de la información espacial presente en los datos georreferenciados con los que habitualmente trabajamos en geociencias. La geoestadística, a diferencia de la estadística clásica, nos ofrece una forma de describir la continuidad espacial de los datos, que es una característica fundamental de innumerables procesos naturales, proveyéndonos de métodos de adaptación de las técnicas clásicas de regresión para incluir en ellas la información disponible de la continuidad espacial. Esta información es incorporada en los métodos de estimación mediante alguna de las siguientes funciones: covarianza, variograma o correlograma, es por esta razón confiable.

3.12 PROTOCOLO DE MUESTREO EN LABORES LINEALES HORIZONTALES SUBTERRÁNEOS

Establecer reglas en el correcto y adecuado muestreo en labores lineales horizontales para llevar un control del registro de muestras fijando estándares que protejan la base data geológica de la empresa. Este protocolo está confeccionado en conformidad a la legislación vigente y al reglamento interno de la empresa y su



cumplimiento es obligatorio para todo el personal que labora en el departamento de geología e ingeniería, principalmente para el personal Muestrero y jefes muestreros.

3.12.1 Responsabilidad

- **Jefe del departamento de Geología e ingeniería.**

Deberá tomar conocimiento del presente protocolo y transmitir el contenido a los geólogos, maestros muestreros y ayudantes muestreros.

- **Maestros muestreros**

Trasmitir a todo los muestreros y ayudantes de muestrero, aplicar y controlar el fiel cumplimiento del siguiente protocolo.

- **Ayudantes Muestreros**

Deberán tomar conocimiento y cumplir fielmente todas las disposiciones contenidas en el siguiente protocolo de muestreo en labores lineales horizontales.

3.12.2 Materiales herramientas y EPP

a) Materiales de trabajo.

Todos los trabajadores que realicen esta actividad deberán contar con las siguientes materiales e insumos de trabajo:

- Cuaderno de apuntes.
- Lapicero rojo y azul.
- Marcadores o plumones.
- Talonario de muestreo.
- Bolsa de muestreo de 10"x15"x4Gr.



- Pita rafia.
- Sacos de polipropileno (metaleros).
- Pintura esmalte ó spray antitóxico de color rojo.
- Mochila de Lona.

b) Herramientas de trabajo

Todos los trabajadores que realicen esta actividad deberán contar con las siguientes herramientas de trabajo:

- Flexómetro metálico de 5 mts.
- Wincha métrica de 30 mts.
- 01 Cincel con punta hexagonal y 01 Cincel con punta Plana.
- Combas de 6 Lb y de 5 Lb.
- Juego de brocha de Nylon.
- Bastidor atrapa muestras.
- Manta de jebe o lona.
- Cuarteador.
- Yunque (ó pedazo de riel).
- Picota o martillo de geólogo.
- Balanza Romana.

c) Equipo de protección personal

El personal muestrero durante el jornal de trabajo deberá llevar en forma obligatoria y permanente todos los implementos de seguridad personal (EPP) que consistirán en los siguientes:

- Casco protector de seguridad.



- Botas de seguridad con punta de acero.
- Lámpara minera.
- Barbiquejo.
- Correa portalámparas.
- Guantes de cuero o guantes de jebe.
- Lentes de seguridad tipo malla o lentes de seguridad con lunas claras.
- Mameluco con cintas reflectiva.
- Respirador con filtro para polvo.
- Tapón de oídos.

3.12.3 Protocolo

El presente protocolo de muestreo es aplicado para todas aquellas labores subterráneas lineales horizontales, tales como Cruceros, Cortadas, Galerías, By Pass, Estocadas, Subniveles, etc ya sea que se encuentren en fase de exploración, de desarrollo o preparación. Este protocolo rige a partir de la decisión de muestrear una determinada labor y los procedimientos a seguir son:

a) Inspección de seguridad.

Identificar el peligro y registrar controles: verificar ventilación, identificación de disparos deficientes, desatado de rocas sueltas principalmente sobre el área a muestrear, orden y limpieza. La labor debe encontrarse en buenas condiciones para iniciar el muestreo caso contrario no procede el trabajo. De tener cualquier observación corregir de manera inmediata en coordinación con el líder de la labor, jefe de guardia, inspector de seguridad o con la supervisión de turno, de no levantar observación, no realizar trabajos de muestreo.



b) Lavado de Hastiales.

Antes de realizar el trabajo propiamente de muestreo se debe realizar el lavado de las paredes o hastiales (lado derecho, izquierdo y corona) sobre las áreas a muestrear, ésta área debe encontrarse completamente limpia sin polvo ni barro que impida el correcto muestreo, se debe evita como principio la contaminación de muestra. En algunos casos la limpieza de los canales consistirá únicamente en hacer un pre-picado del área a muestrear para tal caso adelantarse al ítem 5.3 esto es aplicado solo para labores donde no se encuentre instalado las tuberías de agua.

c) Ubicación de Referencias.

Ubicar una referencia, es decir buscar puntos topográficos, éstas generalmente se encuentran al techo de la labor, es un clavo en forma de argolla triangular que se empotra sobre un tarugo de madera o en algunos casos se empotra sobre el sombrero del cuadro de madera cuya codificación alfabética (A, B, C, etc.), numérica (1, 2, 3, etc.) o alfanumérica (1A, 2B, 3H, etc.) se encuentra dibujado en los hastiales de la labor, estas labores por lo general serán labores principales como Cortadas, Galerías, By pass, etc; los puntos topográficos en algunas labores secundarias (Estocadas, subniveles, etc.) se encuentran sobre los hastiales o postes de cuadros de madera; en el caso de no encontrarse puntos topográficos se procede a ubicar intersecciones de labores, generalmente éstas referencias están dadas por 02 labores una principal y una secundaria (por ejemplo: una galería con estocada) que interceptan entre sí, formando un filo o un borde, tomar como referencia el filo de la labor a muestrear. Luego de ubicar el punto topográfico o el filo de labor, tomar distancia de la referencia hasta el punto o canal de muestreo.



d) Ubicación y marcado de canal de muestreo.

Para ubicar el canal de muestreo primeramente se debe revisar la contra del canal de muestreo con su respectivo punto de referencia en el caso de que tenga contra continuar con el marcado sistemático para ello utilizar la cinta métrica o la wincha metálica y marcar el distanciamiento hacia el punto de muestreo, para Labores de avance sobre veta (galerías, subniveles, By pass) se tomaran equi-distanciamientos sistemáticos cada 2.00 mts marcar todos los canales de muestreo programados en la labor, Para labores de interceptación a la veta (estocadas, cortadas, cruceros), el muestreo será continuo hasta un máximo de 1.50 m de ancho muestreado y se realizaran en ambos hastiales derecha e izquierda a la altura de la cintura. En el caso de ser una nueva labor sin contra necesariamente ubicar puntos topográficos.

e) Contorneo del canal de muestreo.

Marcar con pintura roja el canal de muestreo en el punto asignado, con un ancho de 8" (0.20 m.), la longitud del canal dependerá de la potencia de veta expuesta, hasta un máximo de 1.80 m, para vetas con potencias menores a 0.20 m, el ancho de muestreo aumentará más 1" por cada 1" de disminución de potencia de veta (ejemplo si la potencia de veta tiene 3", quiere decir que a disminuido 5", esto significa aumentar más 5" al ancho de muestreo vale decir 13" (ó 0.33 m). Por lo general la veta se expondrá en la corona de la labor y rara vez en los hastiales, el contorneo del canal de muestreo será perpendicular al rumbo de la veta.



Durante el contorno identificar y seleccionar las áreas de sulfuros, óxidos, arcillas, y áreas estériles o caballos, obtener muestras separadas por cada clase de mineralización.

f) Extracción propiamente de la muestra.

Luego de delimitar el canal de muestreo, con la ayuda de los cinceles y combas, picar dentro del área contorneada a una profundidad de 1" a 2" dependiendo de la dureza de la roca (para roca tenaz 1" y para rocas intermedias 2"), en lo posible obtener trozos menores a 1". En caso de presentarse roca dura realizar el muestreo por puntos (Ship Point) pero conservando el área del canal contorneado, la malla del muestreo por puntos será de 5 cm x 5 cm y el picado se hará en los retículos de la malla hasta obtener trozos menores a 1". Durante el picado el ayudante recibirá los fragmentos y trozos de muestras extraídas en un bastidor, luego estas muestras se llevarán a una manta de jebe, este proceso se repetirá varias veces hasta que se acumule la cantidad necesaria para su cuarteo. La cantidad de muestra requerida será de 5 Kg, (aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes de la bolsa de muestreo)

g) Triturado y preparación de la muestra.

Una vez obtenida la cantidad necesaria de muestra, el siguiente paso es, la trituración ó chancado respectivo, para ello, sobre el yunque colocar los trozos de muestras mayores a 1" y con la ayuda de la comba proceder a triturar hasta obtener trozos menores a 1". Si los trozos de muestra son mucho mayor 1" y son altamente silíceas, llevar a la chancadora mecánica, para su respectiva trituración.

h) Homogenización de la muestra.



La muestra tiene que aparentar en su contenido homogeneidad (mezcla uniforme), para ello, la muestra chancada vaciar a una manta de saco metalero de polipropileno, el ayudante y el muestrero deben contener uno de los extremos del saco e imitar movimientos de zarandeo de tal manera la muestra debe aparentar algo uniforme en su contenido.

- Cuarteado de la muestra.
- Embolsado de la muestra.
- Registro de talonario de muestreo.
- Codificación y etiquetado de muestra.
- Envío de muestra.

3.13 CARTOGRAFIADO GEOLÓGICO SUBTERRÁNEO

Durante este periodo de prácticas se realizaron diversas actividades relacionadas con el mapeo geológico el cual consta de una representación gráfica del comportamiento geológico de una labor minera para luego hacer una interpretación geológica del comportamiento de la zona mineralizada.

El mapeo geológico es la representación gráfica de todo lo que se observa en el campo y es plasmado en el papel. Es transferir la petrología, estructuras mineralizadas, fallas, fracturamiento, alteraciones con sus respectivas descripciones al detalle que nos ayuden a interpretar el comportamiento de la estructura mineralizada.

3.13.1 Fundamento

a) Mapeo geológico

El mapeo geológico consiste en la representación gráfica de las características geológicas de un sector, con su estructura y relaciones de contacto,

el mapeo es fundamental para la solución de problemas estructurales y litológicos, así como a la prospección de recursos minerales.

El mapeo geológico que se lleva en interior es a detalle de esta manera la escala de trabajo que se lleva es 1/500 o a veces 1/250 y se trabaja sobre una cuadrícula N y E previamente establecido.

b) Método de mapeo

El mapeo geológico se desarrolla por el método de proyecciones a la altura de la cabeza, es decir las estructuras que se encuentran en la corona se proyectarán de manera vertical a la altura de la cabeza. Las distancias de las estructuras serán de los hastiales de manera perpendicular a la proyección vertical de la estructura, el mapeo será sistemático cada 2 metros.

c) Simbología litológica y estructural usada para el mapeo:

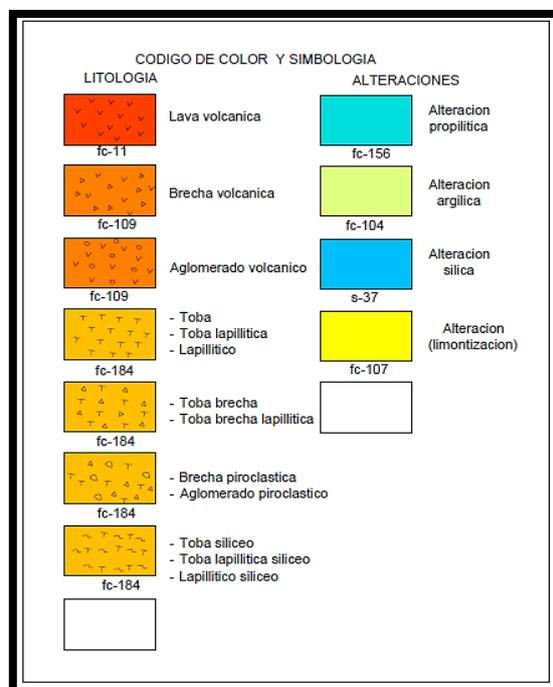


Figura 6. Trama de colores para el mapeo geológico subterráneo

Fuente: Elaboración propia

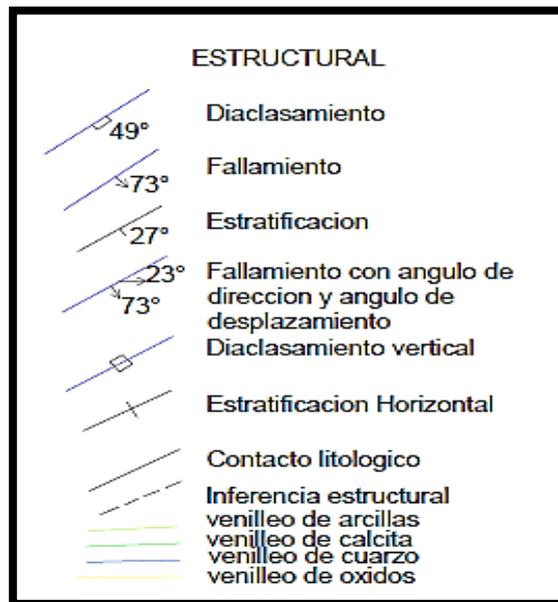


Figura 7. Simbología de estructuras para el mapeo geológico

Fuente: Elaboración propia

3.13.2 Procedimiento

Brigada

- 01 geólogo

Materiales y equipo

- 01 brujula brunton
- 01 protactor
- 01 tablero para mapeo
- 01 mapa topográfico de la labor a mapear en papel resistente al agua.

Tamaño A-5

- 01 flexómetro
- 01 picota
- 01 juego de colores (principalmente azul amarillo celeste y rojo)
- Lápices y borrador
- Tizas o pintura



- Cordel, clavos y otros.

Ubicación de la labor minera:

- Se lleva a cabo consultando con el plano topográfico respectivo de la zona a mapear.
- Reproducción del mapa topográfico de la labor, es imprescindible que se haya llevado a cabo el levantamiento topográfico de la labor, en caso contrario se hará un levantamiento con brújula y wincha, se realizará en un papel resistente al agua y a una escala de 1/500

3.13.3 Inspección de la labor:

- Previo al ingreso se informa al jefe de geología, mina o al encargado de la labor para coordinar la logística y verificar las condiciones de seguridad y ventilación de la labor.
- Dependiendo de las condiciones del área se solicita al jefe de mina realizar desate de rocas, ventilación y limpieza de la labor.
- Limpieza de la labor, lavamos con agua a presión el techo, los hastiales tanto izquierda como derecha desde la zona a mapear, a fin de dejar libre de polvo, barro etc. a la mineralización, estructuras, litología, para de esa manera llevar un mejor reconocimiento de ellas. Se representa los rasgos geológicos a una escala adecuada (generalmente 1/500).

3.13.4 Recolección de la información

El mapeo geológico se realizará de manera sistemática, este será cada dos metros de espaciado. Para el mapeo geológico se tiene como referencia a los puntos topográficos, al filo de estocada, filo de chimenea. A partir del punto de referencia se procede a medir la distancia total hasta el frente de la labor, se marca

con una tiza o pintura puntos progresivos cada dos metros para realizar un mapeo sistemático, esto será tanto en el hastial derecho como en el izquierdo. Se hará lo mismo en el plano topográfico. La técnica para la toma de datos será mediante proyecciones verticales de las estructuras a la altura de la cabeza. En caso de chimeneas será la proyección de estructuras de manera frontal. El orden para la toma de datos será de la siguiente manera:

- **Litológica:** se indicará el tipo de roca que se encuentra tanto en la zona mineralógica como también las pertenecientes a las rocas caja del techo y piso
- **Estructural:** se tomarán los rasgos estructurales como las brechas, fallas, fracturas, diaclasas, estratificación.

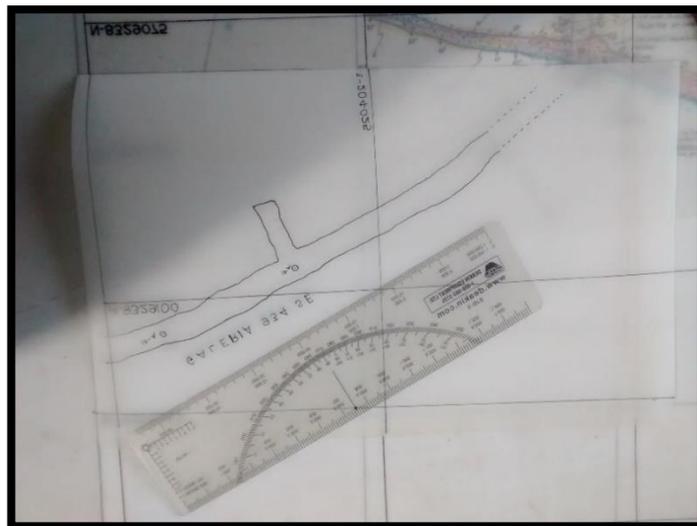


Figura 8. Fotografía de un plano topográfico de una galería en papel herculene escala 1/250 la cual es base para el mapeo geológico

Alteraciones y mineralogía: se anotarán las alteraciones existentes como la alteración silica, argilica, propilítica, clorítica entre otras. De la misma manera se anotará el grado o la intensidad de dichas alteraciones. En la parte mineralógica



se indicará la distribución y la forma de minerales que estén presente, así mismo la intensidad de ellos.

Se debe tener en cuenta el Buzamiento de la estructura, por qué un cambio brusco de buzamiento significa que la estructura está haciendo un giro.

En el mapeo geológico se distinguió, zonas de falla, dentro de ellas, zonas de brecha, zonas de intenso fracturamiento, así mismo las zonas mineralizadas como también las rocas caja tanto en el piso como en el techo.

El mapeo geológico de interior mina es de suma importancia ya que depende de ello la interpretación de la mineralización, mientras más detalles tomemos será mejor nuestra interpretación, una vez obtenido la información en campo procedemos a la digitalización de la misma, esto se realiza mediante el software AutoCAD. Recomendamos realizar un mapeo constante en las distintas labores, ya que cuando se coloca el sostenimiento en las labores se impide la visualización de las estructuras.

3.14 PERFORACIÓN DIAMANTINA CAMPAÑA 2016

Se ha perforado 2,081 mts. con 21 taladros de perforación; 14 taladros en Veta Celia con 1,294 mts, 4 taladros en veta San Pablo con 503.30 mts y 3 taladros en veta Muky con 283.50 mts. Para realizar la campaña de perforación DDH, se trabajaron en 02 etapas; una primera etapa de preparación y una segunda etapa de perforación.

La campaña de perforación tuvo una duración de 105 días calendario, se inició el 23 de Abril y culminó el 05 de Agosto. La campaña se dividió en 02 partes, una campaña subterránea con perforación desde interior mina (donde se hicieron 16 sondajes) y la otra campaña desde superficie (donde se hicieron 5 sondajes). Con 10 hombres, se ha



obtenido un acumulado total de 475 días trabajadas, 712.50 tareas y 5,700 horas trabajadas. Los días efectivos de perforación fueron de 87 días (Abr-2016 -Ago-2016).

La recuperación de los testigos fue del 96.69% con una longitud de 2012.05 mts. La eficiencia de avance es de 23.92 Mts/día. y 13.43 Mts/turno. Se ha realizado 816 análisis de elementos químicos (entre oro, plata, plomo zinc y cobre).

Los sondajes DDH-CE-04 y DDH-SPs-05 dirigido hacia veta Celia y San pablo respectivamente, son los únicos taladros que reportaron buenos resultados, estos cortaron veta a la cota 4680 y 4665 m.s.n.m. El resto de los taladros tienen valores submarginales, baja ley y valores en trazas se ha cubicado 02 bloques de recurso inferido, las cuales ascienden a 4,800 TMH con una ley de Oro equivalente de 11.03 (Gr/TM)Au a un valor de mineral de 332.00 \$/TM. Los valores de oro y plata en veta Muqui, Celia y San Pablo a niveles profundos se encuentran muy por debajo de 1.0 Gr ó 1.0 Oz, se nota el orden decreciente de los valores de estos elementos, esto estaría confirmando un yacimiento epitermal de baja temperatura y de poca profundidad. A partir de la cota 4,650 hacia abajo la litología consiste en rocas piroclásticas silíceas, no es favorable para una buena mineralización. La roca favorable o roca con buena receptividad química son las andesitas brechadas y aglomeradas, éstas se encuentran por encima de la cota 4650.



Figura 9. Maquina Explorer diamantina Junior 60E, equipo de perforación diamantina

Fuente: Cía. Minera Maxpala.

4 CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 UBICACIÓN POLÍTICA

El proyecto Cóndor de CIA Minera Max Pala SAC. Y Minera Palacio del cóndor está ubicado en el paraje Coñecmayo a 14 Km al NE del distrito y provincia de Caylloma del departamento de Arequipa, cuya altitud oscila entre los 4,500 a 5,100 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas centrales del área de estudio son: 8,329,211.626 E-202,884.593 (datum WGS84, zona 19 sur). Hoja Caylloma 31-s. (ver Figura 10 y 11).

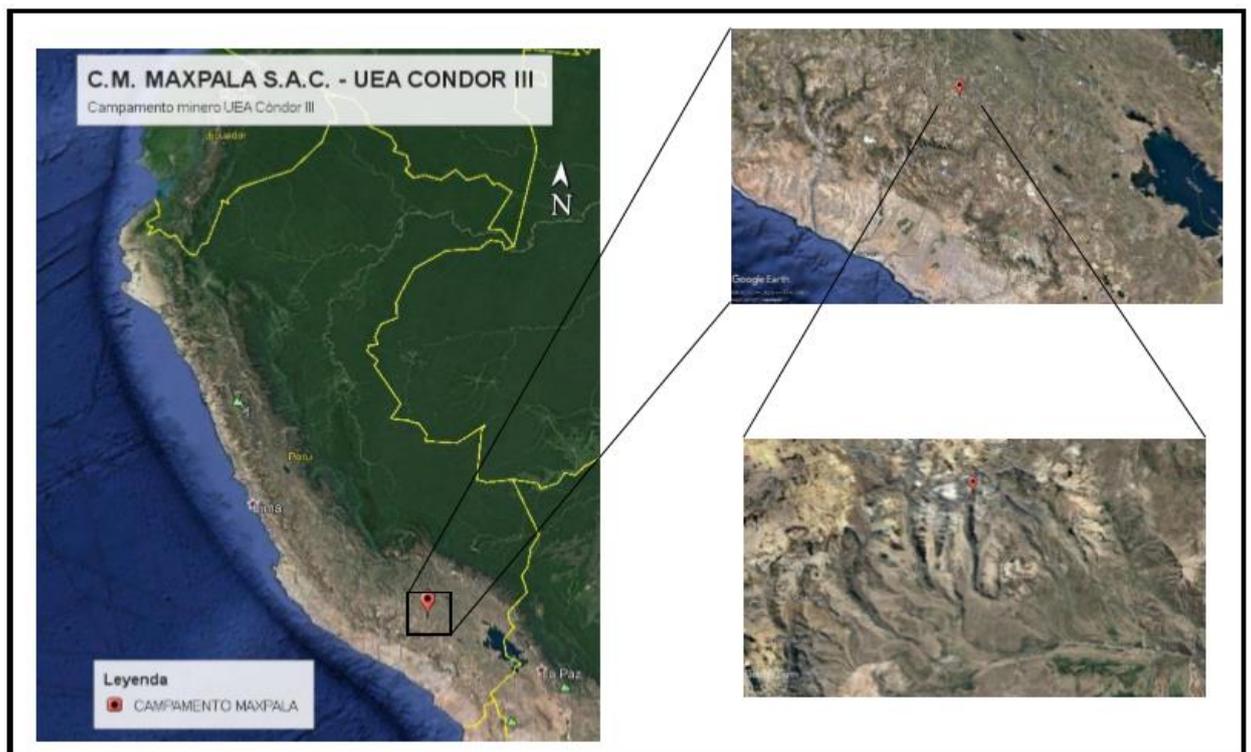


Figura 10. Ubicación política del proyecto mediante imágenes satelitales.

Fuente: Elaboración Propia

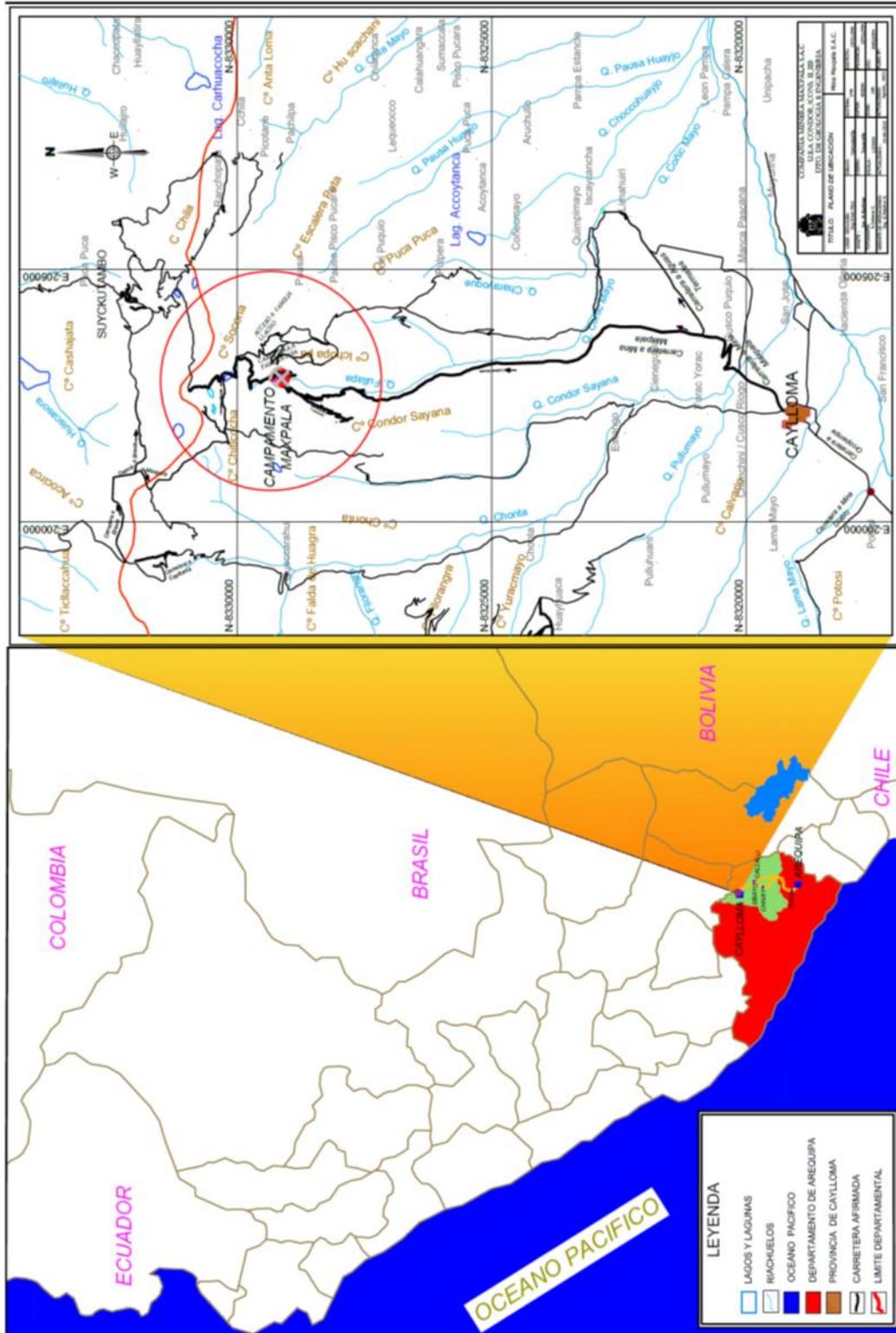


Figura 11: Plano de ubicación política del proyecto cóndor

4.2 ACCESIBILIDAD

El área de trabajo se encuentra situada a una altura que varía entre 4500 y 5100 msnm, en el distrito y provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, aproximadamente a 14 km al norte de la ciudad de Caylloma por una trocha carrozable, utilizada por las pequeñas empresas mineras del área. Otra ruta. La ruta de acceso utilizada es: Lima-Arequipa por avión 1:15 horas; Arequipa - Caylloma, 265 km de los cuales hasta Chivay es asfaltada (3 horas), y las últimas 2 horas por carretera afirmada. Otra ruta empleada fue desde Espinar (Cusco), 2 horas por trocha carrozable desde el

TRAMO	VIA	KM	TIEMPO (Hr)
Arequipa – Sibayo	Carretera asfaltada	180	4.00
Sibayo - Caylloma	Carretera afirmada	70	2.00
Caylloma – Concesión Cóndor II	Trocha Carrozable	15	0.50
TOTAL		265	6.50

noreste.

Tabla 7

Accesos al proyecto condor

Fuente: Elaboración Propia

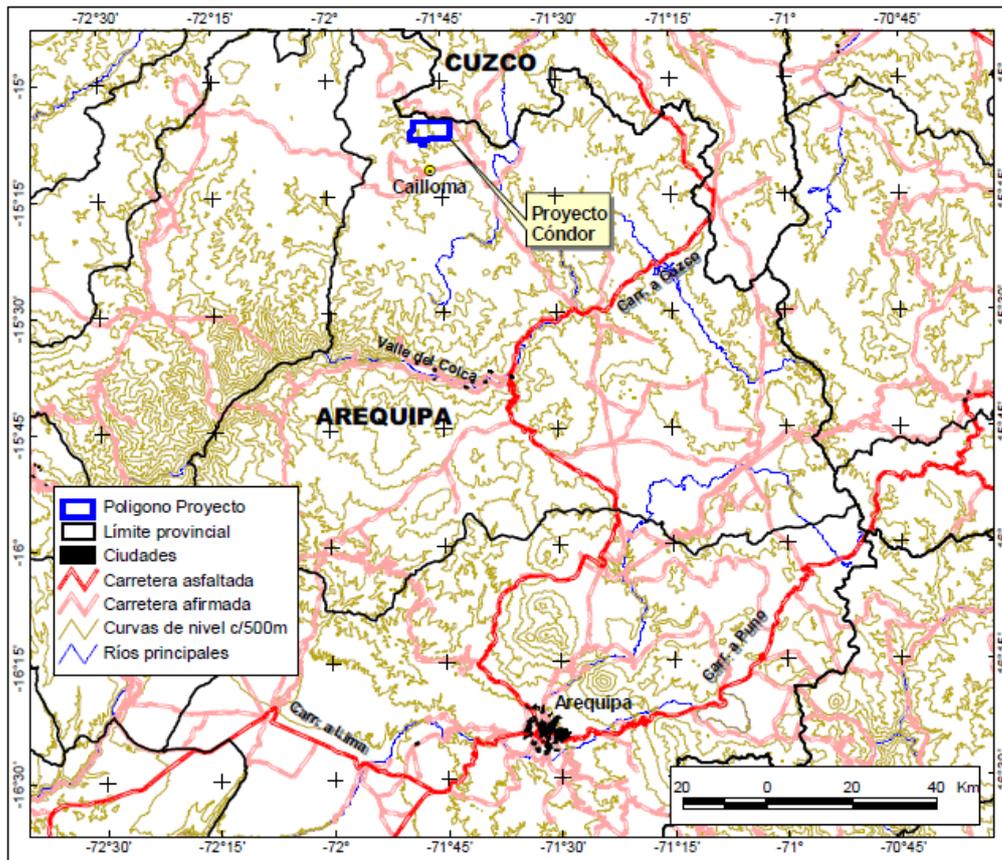


Figura 12. Acceso al proyecto

Fuente: Cia Minera MAXPALA SAC

4.3 CLIMA Y FISIOGRAFÍA

El Clima del distrito de Caylloma es muy frío y seco, la temperatura oscila entre los 20° C y -14° bajo cero, la temperatura durante el día y la noche es muy variado, el frío se hace intenso por las noches y madrugadas; las estaciones no son marcadas porque se diferencia dos épocas; época de lluvias durante los meses de diciembre a marzo, donde las precipitaciones fluviales (lluvia, nevada, granizo) son muy intensas, que van desde 200 a 450 mm y viene acompañado por tempestades, relámpagos y vientos. Y la otra época de sequía entre los meses de abril a octubre donde las heladas son fuertes. También se aprecia intensos vientos huracanados en el mes de agosto.



El relieve de la zona tiene altitudes que oscilan entre los 4,500 – 5,100 m.s.n.m. Cubiertas en su mayoría por depósitos morrenicos y material aluvial, presenta una superficie algo suave y ondulada con afloramientos rocosos que resaltan en el área. Dentro de nuestras concesiones, la red de drenaje es juvenil representadas por quebradas menores que desembocan sobre el rio Apurímac.

4.4 EXTENSIÓN DEL DERECHO MINERO

La titularidad de derecho minero lo tiene la Empresa Maxpala SAC con 888.53 Hectáreas (Condor II-III), y Palacio del cóndor SAC 1,100 Ha (Condor IV,V,VI y palacio de shila). definidas por coordenadas UTM-WGS84. (Ver Tabla N° 08).

Tabla 8

Concesiones del proyecto cóndor

	CONCESION	AREA (has.)
1	Condor II	400
2	Condor III	488.53
3	Condor IV	200
4	Condor V	700
5	Condor VI	100
6	Palacio de shila I	100
	total	1988.53

Fuente: Elaboración Propia

Para la realización de la presente tesis se tuvo que adjuntar bastante información del yacimiento, para determinar el volumen, tonelaje y leyes del mismo, necesitamos tener criterios geológicos y mineros.



4.5 GEOLOGÍA

4.5.1 Geología regional

El proyecto Cóndor está ubicado en los volcánicos Sonco-Chonta de edad Mioceno medio 11.4 Ma. (P. Navarro, 2007) y dentro del corredor metalogénico denominado “Vetas de baja sulfuración de Au-Ag Puquio-Caylloma”. El marco tectónico regional está controlado por fallas de dirección noroeste, de cinemática sinistral y contemporáneos a la formación de la caldera Chonta en el Mioceno (11.4 Ma) y un sistema norte-sur dextral de edad Plioceno correspondiente a la caldera Caylloma (4.4 Ma.) que afecta levemente a la caldera Miocénica. (Figura 13), Echavarría, 2003. El centro volcánico Sonco – Chonta se encuentra ubicado al NW del distrito de Caylloma, este centro volcánico ha originado numerosos y espesos depósitos lávicos y piroclásticos como resultado de seis eventos eruptivos que detallamos:

1. Consiste en depósitos de flujos piroclásticos de cenizas de coloraciones gris violáceas intercalado con depósitos piroclásticos de bloques y cenizas gris verdosas con fragmentos líticos monomícticos.
2. Caracterizado inicialmente por dinámicas efusivas constituidas por depósitos de flujos de lava y depósitos de flujos piroclásticos de pomez y cenizas respectivamente.
3. Conformado por depósitos de flujos de lava afirica depósitos de flujos piroclásticos de cenizas y flujos piroclásticos de pomez y cenizas sobreyacen depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas cubiertos por sedimentos volcanoclasticos gris parduscos en capas finas y algunos niveles de sinter que representarían alguna fuente geotermal extinta.



4. Este evento esta conformado por depósitos de flujos piroclásticos de pomez y cenizas soldadas y depósitos de flujos piroclásticos de cenizas.
5. Constituido por depósitos de flujos de lava afanítica cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas y depósitos de flujos piroclásticos de pomez y cenizas soldados asi como depósitos de oleadas piroclásticos gris violáceos
6. El ultimo evento esta conformado por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas y depósitos de flujos piroclásticos de pomez y ceniza. Peterson (1983) definio esta estructura volcánica como una caldera, pero no reúne los argumentos geológicos para definirlo como tal. Navarro (2007).

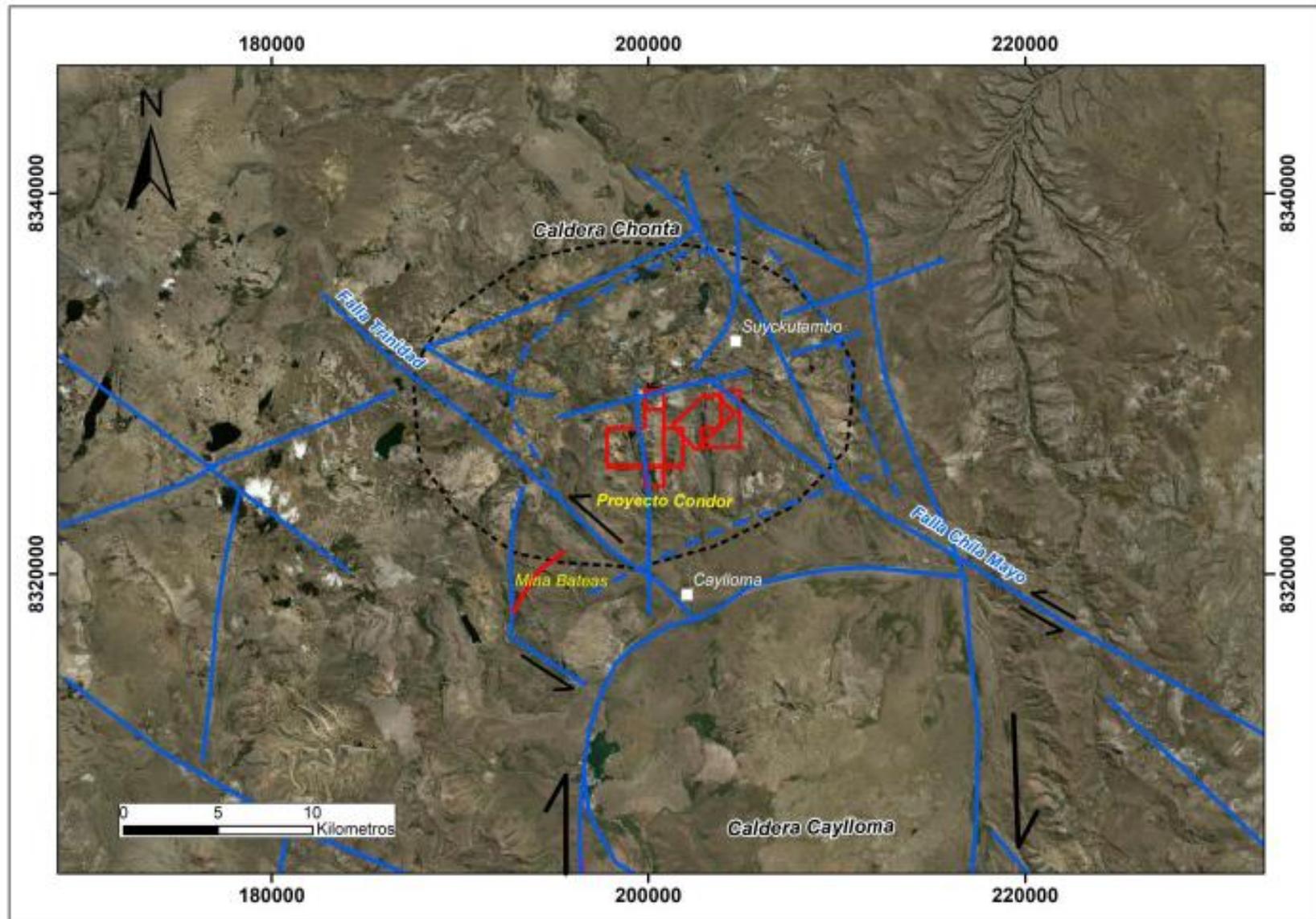


Figura 13: Imagen satelital de la caldera chonta, la caldera de Caylloma y el proyecto cóndor

4.5.2 Geología local

El área del proyecto está dentro de la Caldera Chonta, y limita por el Este con la falla Chila Mayo, en el Oeste por la falla Trinidad, en el norte por el cerro Chiticocha y al sur por los afloramientos de agua termal Condorsayana. Existen dos secuencias que varían de composición andesita a dacita, la primera en la base presenta volcanoclásticos de aglomerados volcánicos y horizontes clásticos calcáreos, que gradualmente pasan a una fase piroclástica formada por ignimbritas ricas en pómez. Finalmente, los subvolcánicos de diques y domos andesíticos que cortan toda la columna Mio-Pliocénica. En la parte superior una secuencia con dominio lávico y algunos horizontes de toba. Los horizontes lagunares de limo-arcillas aparecen al final de las secuencias mencionadas.

A. LITOLOGÍA

A continuación, se describen las unidades litológicas cartografiadas:

Lava andesita gruesa (ANT G): Afloran en las cumbres de los cerros Socona y Escalera Patá. Consisten en secuencias de lava de composición andesítica y de textura porfírica, con presencia de cristales orientados de plagioclasas y de tamaños mayores a 4 mm. Se manifiestan mayormente inalterados. Son de edad post-Mioceno. (Figura 13).

Lavas andesita media (ANT M): Afloran en casi toda la extensión del proyecto Cóndor y tienen su mayor expresión en la margen izquierda de la quebrada Fullapa (quebrada de acceso hacia el campamento de MaxPala). Son de textura porfírica y composición andesítica, con cristales de plagioclasas de tamaños de 2 a 4 mm de textura fluidal. Presenta diferentes grados de cloritización



y propilitización; y cerca a vetas o venillas es frecuente encontrarla con silicificación y argilización leve.

Lava andesita fina (ANT F): Escasos afloramientos en la cumbre del cerro Puca Puca y hacia el fondo de la quebrada entre las vetas Rita Rita y Roxana. Consiste en lavas de textura afanítica y composición andesítica. Presenta alteración principalmente clorítica y silicificación asociada a presencia de vetas y venillas.

Autobrecha andesita (AB): Generalmente en la base de la lava andesítica media (ANT M) y consiste en agregados monomíticos, clasto soportados de bloques de lavas angulosos y subangulosos de hasta 1 m de diámetro. Generalmente se encuentran frescos y en algunos sectores pueden presentar cloritización moderada.

Toba lapilli (LPL): Es la unidad litológica de mayor extensión y consiste en rocas de origen piroclástica, con fragmentos líticos, cristales y pómez de diámetros menores a 6 cm. Los sectores asociados a vetas y venillas presentan la mejor expresión de alteración silíceo y argílica, facilitando el reconocimiento de estructuras mineralizadas en superficie. (Figura 14).

Volcanoclásticos (VC): Afloramientos de poca extensión reconocidos sólo en las cumbres de los cerros Ichopampa y Puca Puca. Consiste en rocas volcánicas retrabajadas con fragmentos de limolita arenosa de diámetro menores a 2 mm y cementante limolítico de tonalidad rojiza. Se reconocen frescos o con un ligero grado de alteración supérgena.

Toba brecha (TB): Afloran principalmente en el sector Este del proyecto (predios Infa y Llacho). Consiste en rocas de origen piroclástico, compuesta de

fragmentos líticos de diámetro mayor a 6 cm. Generalmente se presentan frescos, con alteración supérgena y en sectores con propilitización moderada a débil.

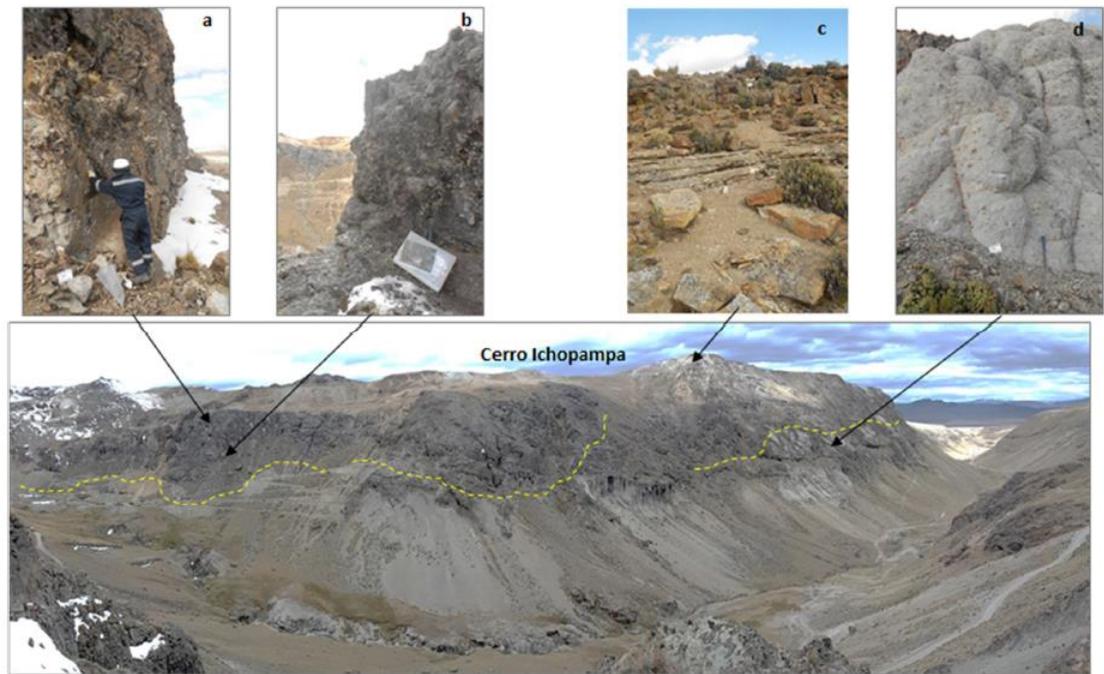


Figura 14. Fotografías de las distintas litologías del proyecto: a. Lava andesítica, b. Autobrechas, c. Toba brecha y volcanoclasticos, d. Toba Lapilli.

Fuente: Condori et al., 2018

Tobas (T): Los afloramientos se han reconocido en diferentes sectores dentro del área del proyecto, su mejor expresión se encuentra en la ladera sur del cerro Socona y en la cumbre del cerro Ichopampa. Consiste en rocas piroclásticas de grano fino a grueso, de composición dacítica y presencia de cristales en la matriz. En sectores intercalados con lavas andesíticas de grano medio (ANT M). Se encuentran frescas o con alteración supérgena incipiente adquiriendo tonalidades gris blanquecinas.

Aglomerado volcánico (AGLO): Se cuenta con afloramientos restringidos en la quebrada Fullapa y su mayor expresión esta hacia el lado Oeste del área del proyecto (predio Escarza) cercano a la veta Blanca en la cumbre del cerro Chonta. Consiste en aglomerados de fragmentos polimícticos angulosos con

predomino de calizas negras, clasto soportado y matriz tobácea (<10%). Mayormente se presentan frescas y en sectores asociados a vetas y venillas de cuarzo presenta moderada silicificación.

Sedimentos clásticos calcáreos (CLZ-LML): Afloran en el sector Oeste, a media falda del cerro Chonta. Consisten en secuencias sedimentarias con intercalación de limolitas negras y calizas grises y areniscas blancas en bancos de hasta 0.5 m de potencia. Generalmente se presentan inalteradas y en sectores asociados a la veta Nazareno se presenta con alteración clorítica moderada.

Grauvaca (SG): Aflora en el sector Oeste, en la cumbre del cerro Chonta y consiste en una grauvaca de textura microbrechosa, compuesta por fragmentos angulosos a subangulosos de cristales de cuarzo y plagioclasas de dimensiones micrométricas. Presenta una silicificación moderada que actúa como cementante y presencia de pirita fina diseminada.



Figura 15. Fotos izquierdo: Aglomerado volcanico, clasto soportado polimicticos con fragmentos de caliza, arenisca, andesita. Foto derecho: Horizontes de grauvaca y limolita calcarea alterados por silicificacion leve.

Fuente: Condori et al.,2018

Dique andesítico de grano grueso (DIK ANT GSO): Se tiene reconocido un importante afloramiento de este dique en el sector Oeste del área del proyecto Cóndor, asociado a la presencia de la Veta Blanca de forma paralela

en un largo de aproximadamente 1 km. Tiene composición andesítica, con cristales de plagioclasas entre 4 a 8 mm y su afloramiento cuenta con 10 m de potencia en promedio. Con un rumbo de 120° NE y un buzamiento de 80° al NE. Se presenta cloritizada generalmente, sin embargo, en sectores en contacto con la Veta Blanca se le ha reconocido con silicificación y argilización.

Dique andesítico de grano medio (DIK ANT MD): También en el sector oeste se han identificado algunos afloramientos de diques andesíticos de grano medio, con cristales de plagioclasas de 2 a 4mm. Siempre inalterados y también asociados estructuralmente a algunos ramales de veta y fallas.



Figura 16. Dique de composición Andesítica textura fluidal y gruesa.

Fuente: Propia

Monzodiorita (MZ-DI): Se ha identificado pequeños afloramientos de intrusivos de composición monzodiorita cercanos al fondo de la quebrada Chonta (sector Oeste del área del proyecto). Presentan textura fanerítica y una débil alteración propilítica caracterizada por la presencia de epidota que altera a los anfíboles.



Depósitos cuaternarios aluviales (Qt-al): Identificados en los fondos de quebradas y valles.

Depósitos cuaternarios glaciares (Qt-g): Identificados en fondos que valles y en pampas con acumulaciones de morrenas.

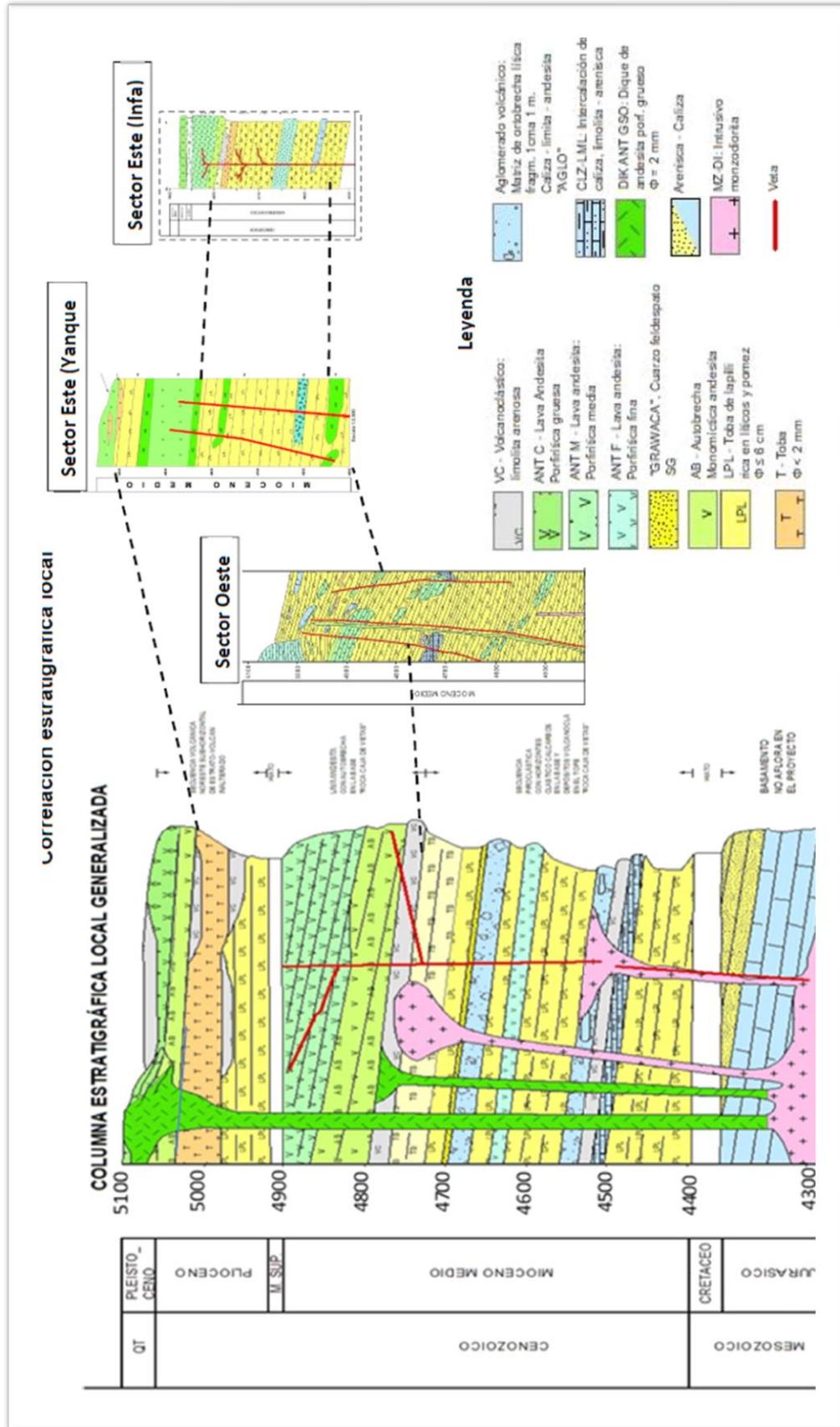


Figura 17. Columna estratigráfica local del proyecto cóndor.

Fuente: Condori et al., 2018

4.6 CONTROL ESTRUCTURAL

Regionalmente se identifican dos estructuras circulares, la Caldera Caylloma de 25 km (5.4Ma.), y la Caldera Chonta de 18 km de diámetro (11.4 Ma.), que hospeda las vetas del proyecto Cóndor. La cinemática regional es transcurrente sinistral, contemporánea a la caldera Chonta, produjo sistemas transpresivos y transtensivos que se fundamentan en el modelo de Riedel. (L Echavarría 2003) (Figura 18).

Localmente, las estructuras de deformación frágil del tipo extensión se caracterizan por un conjunto: de fracturas de alta densidad, hospedadas en rocas "silicificadas", de fallas, vetas o diques; mientras que las estructuras de compresión son caracterizadas por algunas fallas inversas de buzamiento mediano a alto y pliegues suaves de las secuencias piroclásticas, lavas, aglomerados volcánicos y volcanoclásticos. Esta litología última se muestra fuertemente plegada en forma puntual.

El cartografiado registra un conjunto de fallas de dirección preferencial este-oeste o noroeste-oeste (Az 280°) a noroeste y buzamiento de alto ángulo (70° al Norte); de cinemática dominante normal-sinistral y que están limitadas por la falla Chila Mayo en el Este y por la falla Trinidad al Oeste. Adicionalmente existe una influencia de la Caldera Caylloma, en la cinemática normal de las fallas y también podrían estar relacionadas a la orientación norte-sur de las quebradas Chonta y Fullapa. (Figura 18).

4.6.1 Sector Este (Estructural)

Afloran un conjunto de fallas vetas de dirección Az 280° y buzamiento 70° al Norte, excepto la veta Celia que buza al sur; flexionan hacia el sur (al seguir el afloramiento del Oeste al Este) y forman lazos sigmoides por sectores; estas son cortadas por fallas de dirección aproximada norte-sur y noreste, con un desplazamiento del orden de algunos centímetros a metros. (Figuras 18 y 19). Las



aperturas (potencia) de estas fallas vetas son de centímetros a algunos metros en superficie, en general caracterizadas por una silicificación de la roca caja piso y una alteración argílica en la caja techo. La longitud mínima de afloramiento discontinuo en este sector es del orden de 1.6 km, veta Roxana 2, con la excepción de la Veta Roxana 1 que es de 0.350 km.

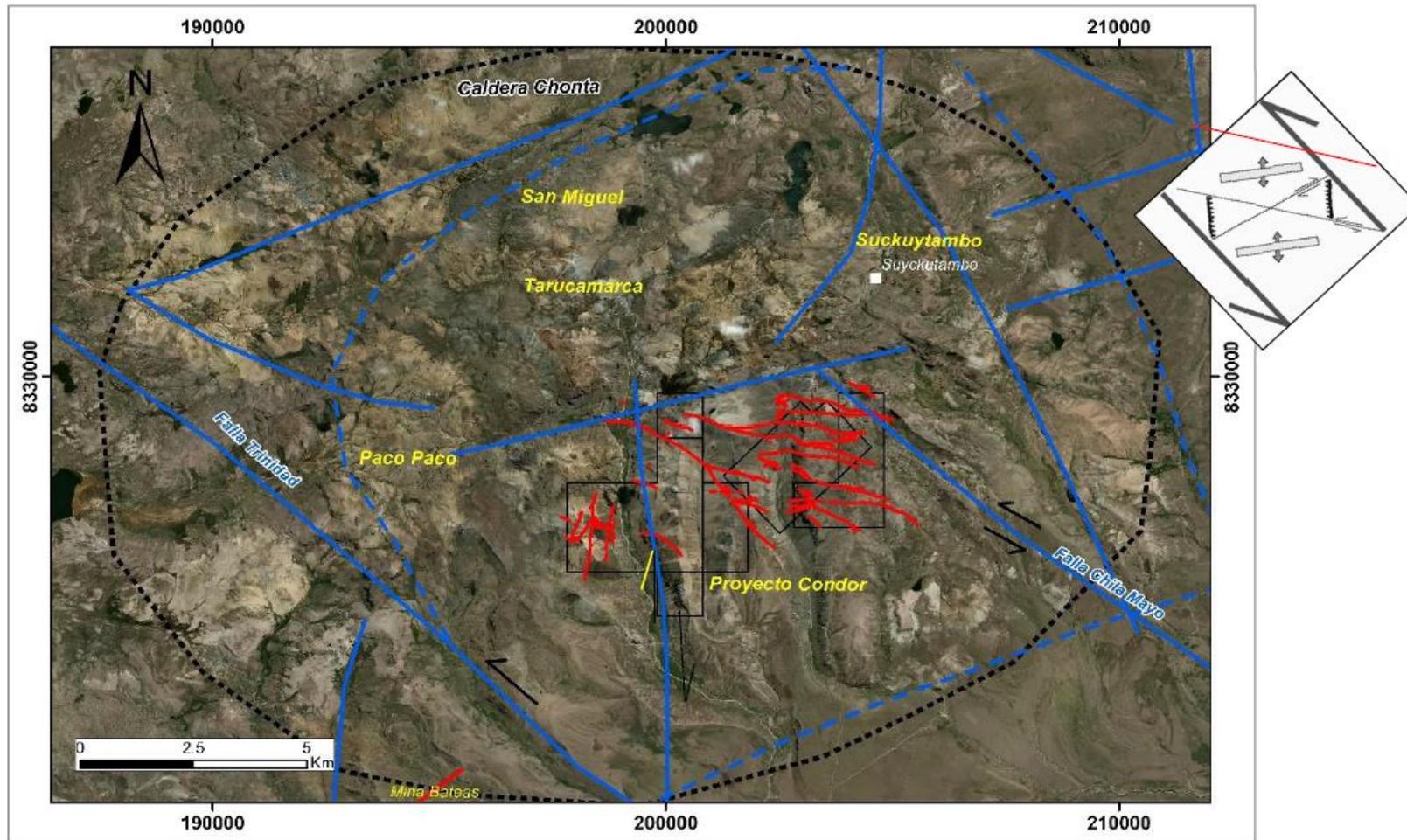


Figura 18. Lineamientos y fallas locales interpretados, ubicación del proyecto cóndor dentro de la caldera chonta. diagrama Riedel en la esquina superior derecha.

Fuente: Cía. Minera Maxpala

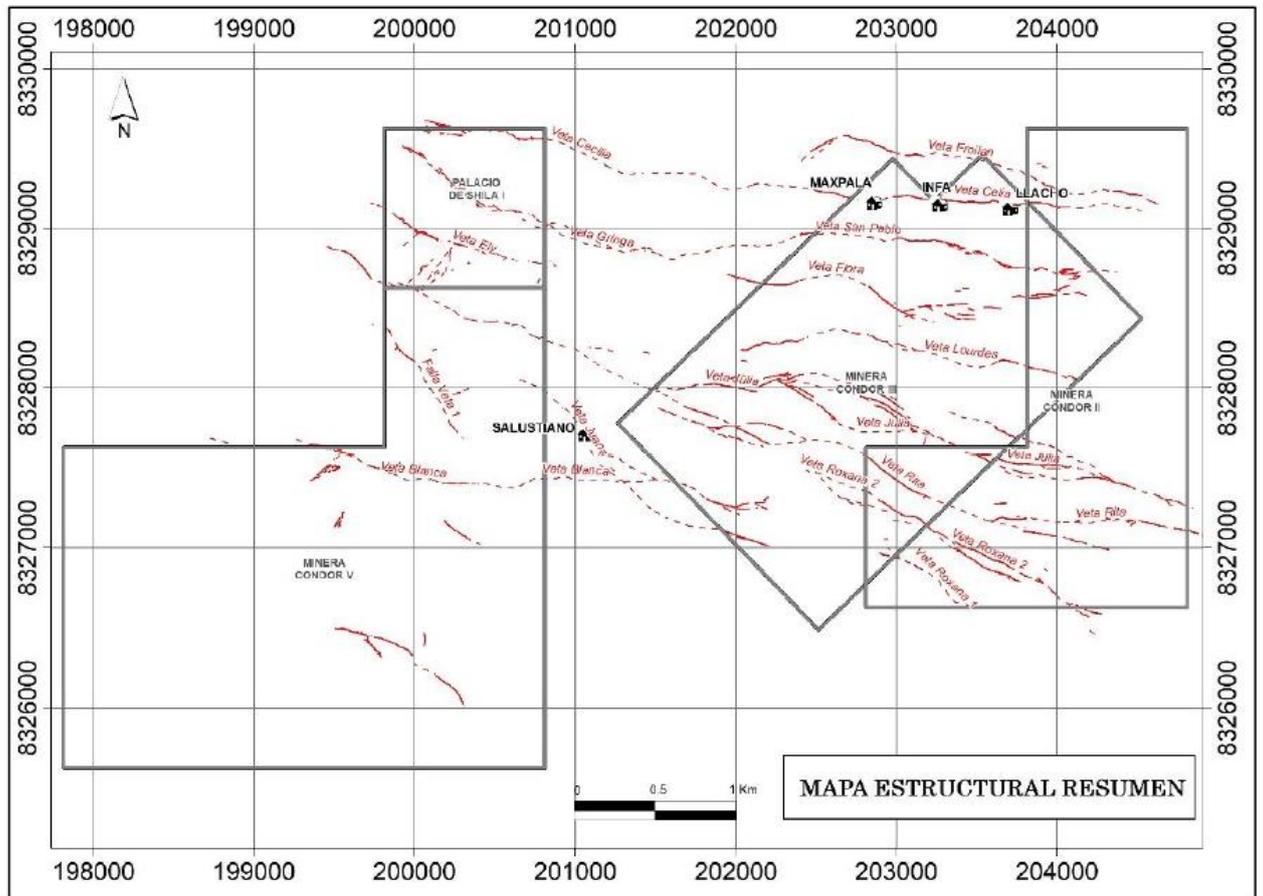


Figura 19. Resumen estructural del sistema de vetas, fallas con azimut preferente de 280°

Fuente: Elaboración Propia

4.7 MAGMATISMO

El proyecto Cónдор es parte del distrito Minero de Caylloma y este a su vez dentro del Arco volcánico Miocénico conformada por edificios volcánicos, estructuras de colapso, calderas, en partes superpuestas y que han evolucionado independientemente separadas en el tiempo por varios millones de años. En el proyecto afloran rocas volcánicas calco-alcalinas, intrusivas como la monzodiorita en la quebrada Chonta, porfirítica como los diques de andesita, y las ignimbritas propias de la caldera volcánica.

4.7.1 Dique andesítico de grano medio (DIK ANT MD)

También en el sector oeste se han identificado algunos afloramientos de diques andesíticos de grano medio, con cristales de plagioclasas de 2 a 4 mm. Siempre inalterados y también asociados estructuralmente a algunos ramales de veta y fallas.

4.7.2 Monzodiorita (MZ-DI)

Roca plutónica de grano grueso, intermedia entre la monzonita y la diorita, con menos del 5% de cuarzo y más abundancia de plagioclasa que de feldespato alcalino.

Se ha identificado pequeños afloramientos de intrusivos de composición monzodiorita cercanos al fondo de la quebrada Chonta (sector Oeste del área del proyecto). Presentan textura fanerítica y una débil alteración propilítica caracterizada por la presencia de epidota que altera a los anfíboles. (Figura 20).



Figura 20. Foto Izquierda fragmento de roca dique andesítico, foto derecha fragmento de roca de monzodiorita.

Fuente: Cía. Minera Maxpala

4.8 ALTERACIÓN

Un evento con alteración epitermal dentro de la caldera Chonta formó estructuras síliceas y halos argílicos muy discretos con amplios remanentes de roca fresca, aprovechando el fallamiento contemporáneo. Los tipos de alteración son:

4.8.1 Silicificación

Tipo de sílice amorfa (60%, 80%) controlado por estructura, reemplazamiento pervasivo de la matriz y fragmentos. Como sílice I en fragmentos originales de la roca primaria, sílice II (residual) asociada a hidromuscovita y como cementante reabsorbiendo gran parte de los fragmentos o cristales formando bordes corroídos, sílice III como relleno de venillas y sílice IV rellenando intersticios y cavidades.

La silicificación hidrotermal conformada por sílice III, sílice IV es la de relleno de fracturas y cavidades respectivamente formando venillas y playas. Los cuarzos III y cuarzo IV de la misma manera son drusas de cuarzo rellenando fracturas y cavidades.

La silicificación está restringida a la veta y se desarrolla con mayor intensidad a la caja piso que a la caja techo. Y correlaciona a las anomalías de Au y Ag. La caja techo presenta una mayor concentración de óxidos y arcillas por la acción supérgena que lixivia las paredes de la veta-falla.

4.8.2 Agilización intermedia

Es un ensamble que refleja un pH levemente ácido y está representado por illita-hidromuscovita (arcillas 30%-40%) – Cloritas - sílice amorfa, carece de



caolín, no hay epidota y poca piritita cristalina de reducción. Trazas de alunita en fracturas, leve lixiviación y oxidación.

4.8.3 Cloritización

Ensamble de alteración epidermal formado por Clorita (30%, 60%), arcillas, caolinita-esmectita (20%), sílice opalina (20%-40%), escasa epidota y escasa illita. (Figura 21)

4.8.4 Propilitización

Ensamble formado por cloritas-epidota-calcita-hidromuscovita, hidromuscovita-illita fina-piritita, donde la Clorita varía entre 30% a 60%.

4.8.5 Sericitización

Ensamble de sericita formada por illita-montmorillonita (muscovita), el resto de la roca está alterado por arcillas < 20%, sílice opalina < 10%, no hay calcita,

epidota < 10%.

4.9 MINERALIZACIÓN

Los principales controles de mineralización son:

Estructural: Fallas relacionadas al sistema volcánico y la tectónica regional, descritos en el capítulo respectivo.

Alteración: de sílice amorfa, illita-hidromuscovita (sericita), Cloritas, Arcillas, restringidas a las vetas.

Meteorización: que produce oxidación, lixiviación de la piritita y sulfuros primarios formando un ensamble mineral de hematita terrosa, marcasita, hematita microcristalina,



covelita y especularita con inclusiones microscópicas de Au-Ag en los primeros 50 metros de profundidad y que bajan más en los clavos de mineralización con un fuerte fracturamiento.

Litología: Ignimbritas ricas en pómez y líticos con buena permeabilidad que permitieron el transporte convectivo de fluidos transportadores de iones formando pirita, esfalerita,

calcopirita y galena que precipitaron junto a sílice opalina en las trampas generadas por las fracturas abiertas.

Una descripción de los principales minerales económicos, resultado del estudio petromineralógico de 8 secciones delgadas, 3 secciones delgada/pulida, 5 secciones

pulidas, complementado con microscopía electrónica de barrido (MEB) de 2 briquetas pulidas, por C. Cánepa, sabemos que es insuficiente para una caracterización completa de la mineralización, pero es útil como una guía preliminar y base de estudios geometalúrgicos en una fase temprana de exploración:

Se ha verificado la presencia de pirita, calcopirita, esfalerita, sulfuros de cobre (calcosita, digenita y covelita), galena, frecuente ocurrencia de microvenillas y/o microinclusiones de otros sulfuros (especialmente calcopirita y galena) dentro de pirita, y de delgados bordes de sulfuros de cobre (especialmente covelita) que reemplazan a esfalerita y pirita. Con la MEB se ha detectado la ocurrencia de fosfatos de plomo, que se presentan hasta en dos fases claramente diferenciadas:

- I) De color blanco con elevado brillo, bajo contenido de oxígeno y elevado de plomo
- II) de tono gris y menor brillo, con elevado contenido de oxígeno y bajo de plomo; la fase II es probablemente una etapa de oxidación de la fase I ambas fases suelen



presentar valores de Au pero sólo ocasionalmente de Ag. Estos fosfatos de plomo, que se presentan en gran variedad de tamaños, suelen ocurrir como diseminaciones estrechamente asociadas a las playas o venillas de hematita acicular y la granular terrosa.

Los minerales identificados podemos caracterizarlos como:

Portadores de Cu.- Calcopirita, covelita, calcosita, digenita

Portadores de Ag.- Pirita, “hematita”, pirargirita, covelita, calcosita, digenita, fosfatos de plomo.

Portadores de Au.- Pirita, fosfatos de plomo, calcopirita, “hematita”

Portadores de Pb.- Galena, fosfatos de plomo

Portadores de Zn.- Esfalerita

Portadores de Cd.- Esfalerita

Portadores de Fe.- Pirita, calcopirita, “hematita”, esfalerita

Los resultados del estudio mediante microscopía óptica, complementados con la microscopía electrónica de barrido, permiten afirmar que las leyes de Au deben estar esencialmente ligadas molecularmente a pirita y a “hematita”, y, en menor medida, a calcopirita y fosfatos de plomo. En consecuencia, la recuperación metalúrgica de Au requiere inevitablemente de concentrar y lixiviar dichos minerales, especialmente pirita y hematita (Figura 21)

Por otro lado, es importante resaltar que una buena parte de la ley de Pb debe estar bajo la forma de fosfatos, mayormente muy ligados a los compuestos oxidados terrosos,

todo lo cual ha sido claramente evidenciado por la MEB. Como es lógico, los fosfatos se perderán en los relaves, no sólo por su escasa flotabilidad sino porque, dado su tamaño

generalmente muy fino, no podrán ser fácilmente liberados. La separación Zn-Cu estará algo dificultada por los complicados amarres entre la esfalerita y la covelita, especialmente por los delgados bordes que la segunda forma alrededor de la primera lo que facilitarán la flotación de esfaleritas en el Concentrado Cu.

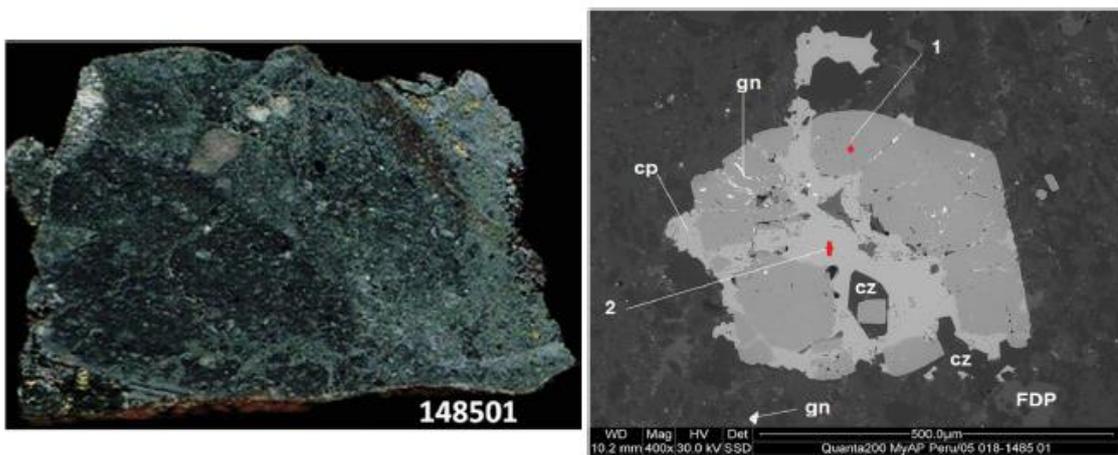


Figura 21. figura izquierda brecha hidrotermal en veta cóndor con matriz de alteración clorita-silice amorfa, la mena esta formada por un reemplazamiento de sulfuros pirita 10%, calcopirita trazas además de especularita 15%.

Fuente: Cía. Minera Maxpala

SECUENCIA PARAGENETICA DE PRINCIPALES PROCESOS	
Mineral	Elemento
Formación de cavidades en fenocristales y en cuarzo macrogranular →	
Pirita y rutilo →	Au-Ag (traza)
Esfalerita →	Zn
Calcopirita →	Au (traza)
Galena →	Pb
Hematita macrocristalina (especularita) →	Au, Ag (traza)
Covelita, calcosita, digenita →	Cu, Ag
Hematita microcristalina (seudomorfo de biotita) →	Au, Ag (traza)
Marcasita →	
Hematita terrosa (Agregado fosfatos de plomo + Óxidos terrosos) →	Au-Ag (traza)
Venillas de cuarzo tardío →	

Figura 22. Paragénesis de la mineralización del proyecto cóndor.

Fuente: Condori et al.,2018

4.10 ANOMALÍAS DE Au y Ag

Las anomalías de Au y Ag, se pueden agrupar visualmente formando lineamientos con dirección noreste (“clúster NE”), que podrían vincularse con clavos mineralizados en profundidad, como se conoce de los trabajos de explotación minera por MaxPala e interpretado por los geólogos de la Compañía R. Medina y W. Rodríguez, para los grupos de vetas: Julia-Roxana 2; Cóndor-Julia-Lourdes; San Pablo-Celia-Froilán y Blanca-Nazareno. (Figuras 23 y 24). A continuación, otras anomalías abiertas:

Al norte de la veta Froilán, concesiones Huilacro 5, Nueva Corona y Caylloma 5 (>7ppm de Ag) es importante resaltar que en al norte del proyecto Cóndor se ubica la



Mina Brexia, pudiendo significar la continuidad de las vetas identificadas en campo, área prospectiva cubierta por volcánicos andesítico porfirítico gruesos (potencia aproximada 100m). Al este de la veta Julia, concesión Suykuctambo 3 ($>28\text{ppm}$ de Ag), anomalía abierta estas áreas están cubiertas por volcánicos andesíticos y lapillíticos por segmentos cloritizados, no se tuvo acceso por falta de permisos, aunque se identificó en campo la posible proyección de la veta Rita Rita. Al sur y oeste de la veta Nazareno, concesiones Minera Cóndor V y VI ($>28\text{ppm}$ de Ag), área en trámite de permisos para realizar labores de prospección, área donde MaxPala reconoció las vetas como Muki y Española.

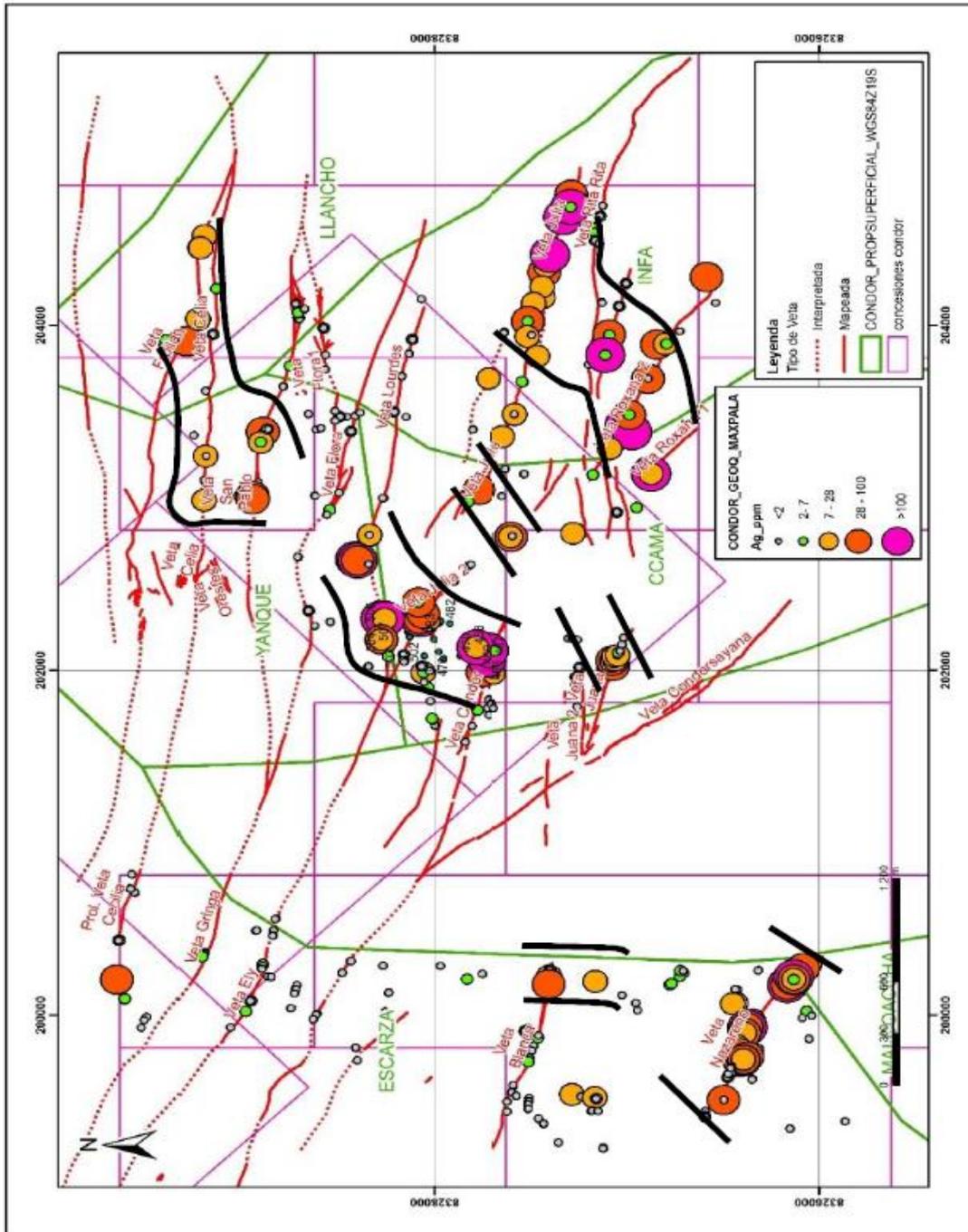


Figura 23. Anomalias de Ag ppm principales clúster de dirección NE



4.11 TIPO DE DEPÓSITO

En el ámbito del proyecto se tiene dos yacimientos bien marcados que esta dividida por la falla regional chonta de rumbo N-S, el yacimiento de la parte Oeste no se reportó presencia de adularia ni se observó niveles de sinter silíceo, por lo tanto, se aleja de un modelo neto de “baja sulfuración”. Por otra parte, el cartografiado muestra un ensamble de alteración muy angosto y restringido a la veta, formado por sílice amorfa, cloritas (variedad chamosita), sericita (illita hidromuscovita), arcillas (caolín esmectita-montmorillonita), epidota-calcita en trazas, lo que nos indica una alteración de argilización intermedia, que se interpreta como un modelo de vetas de sulfuración intermedia similar a otros depósitos que existen en la franja metalogénica epitermal de Au-Ag con metales base y hospedados en rocas volcánicas caso minas caylloma (bateas), en esta zona la mineralización es observada en los niveles 4400 msnm. La Figura 25 contiene un esquema interpretado del tipo de depósito. La zona este si se la puede definir como de baja sulfuración porque son vetas que están constituida principalmente por varias generaciones de cuarzo y calcedonia bandeados, mayormente fracturados y brechados con matriz de minerales arcillosos dentro de esta zona se encuentra la veta mas desarrollada veta celia la mineralización en esta zona es de 250 a 300 metros desde superficie.

Las vetas son principalmente de reemplazamiento en zonas de cizalla, de fallamiento normal sinistral (Az 280° / Bz 70° N) con fuerte fracturamiento, discontinuas, formando secuencias de “clavos mineralizados” y “anticlavos de baja ley” que en conjunto para la docena de vetas reconocidas se alinean en dirección noreste formando “clúster geoquímicos anómalos”.

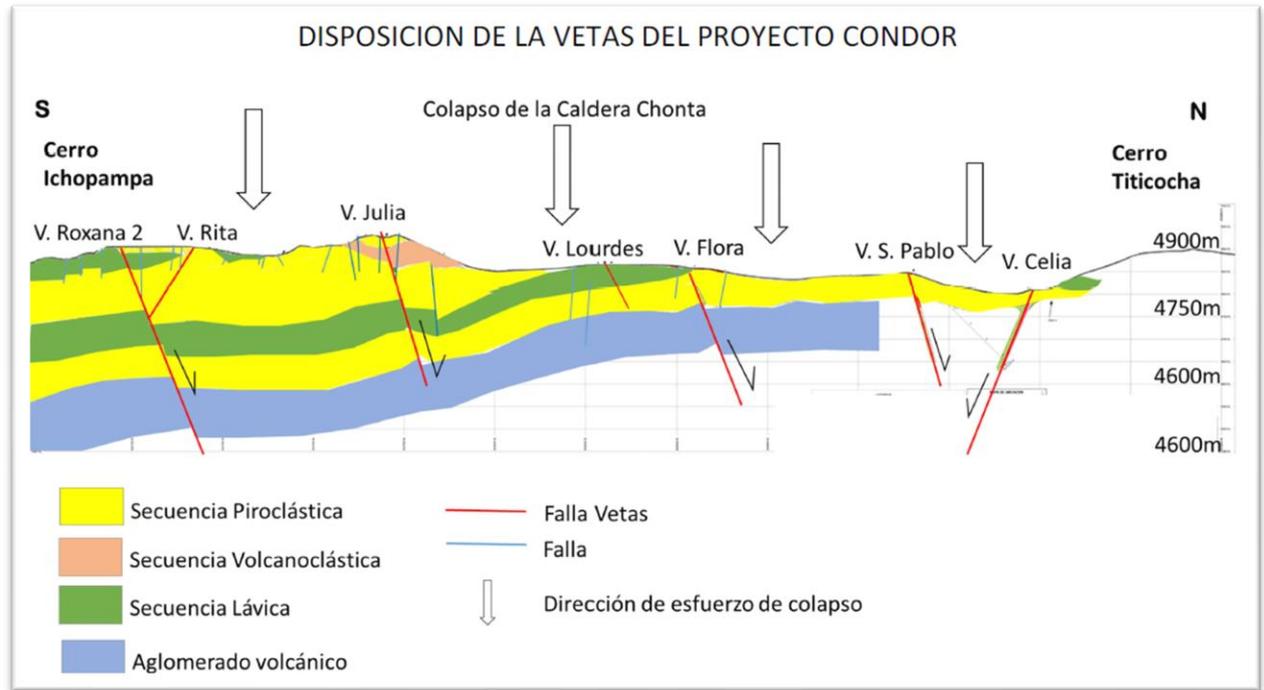


Figura 25. Sección transversal de las vetas de dirección S-N, muestra el sistema de fallas entre la veta roxana y veta celia, sistema de fallamiento normal propio del colapso de caldera.

Fuente: Cia Minera Maxpala SAC.



5 CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 DETERMINACION DE LA LEY DE CORTE

Ley mínima rentable que se debe considerar en las condiciones económicas del momento, para ello nos es proporcionado por parte de la gerencia y el directorio de la empresa algunos de los datos, los costos de exploración y explotación son determinados en mina ver tabla 9.

Tabla 9

Costos generales de operación del proyecto cóndor

COSTOS GENERALES DE OPERACION	\$/TM
Exploración y desarrollo	13.00
Explotación mina	70.00
Planta concentradora	45.22
Gastos generales operativos	27.82
Gastos administrativos	8.37
Gastos de venta	5.82
Otros	3.72
TOTAL	173.95

Fuente: Cia. Minera Maxpala

Las condiciones y los precios de los metales también son proporcionados por la gerencia de operaciones de la empresa.

Tabla 10

Precios de los metales actuales a junio 2023.

METALES	\$/TM O \$/OZ TROY
PLOMO (\$/TM)	1900
PLATA (\$/OZ)	22
ORO (\$/OZ)	1900

Tabla 11

Condiciones de comercialización

MAQUILA (\$/TM)	290
ESCALADOR (\$/TM)	0.20
REFINACION Ag (\$/OZ)	1.80
REFINACION Au (\$/gr)	0.96

Fuente: Cia. Minera Maxpala

5.1.1 Balance metalúrgico promedio primer semestre

Componentes	TMS	Leyes			Contenido			Recuperación			RC
		%Pb	Oz-Ag/TM	Gr.Au/TM	TMS-Pb	Oz-Ag	Gr-Au	Pb	Ag	Au	
Cabeza Concentrado	2,838.20	0.53	3.95	3.37	15.04	11,210.89	9,564.73	100.00	100.00	100.00	43.51
Relave	65.23	13.89	135.03	114.49	9.06	8,808.01	7,468.18	67.13	81.81	80.80	
Cabeza calculada	2,772.97	0.16	0.71	0.64	4.44	1,958.33	1,774.70	32.87	18.19	19.20	
	2,838.20	0.48	3.79	3.26	13.50	10,766.34	9,242.88	100.00	100.00	100.00	

Figura 26. Balance metalúrgico promedio del primer semestre

5.1.2 Valorización y ley de corte

Tabla 12

Cálculos para la ley de corte

Condiciones:		Precio base:
Plomo (\$/TM)	1,900.00	1,800
Plata (\$/Oz)	22.00	20.00
Oro (\$/Oz)	1,900.00	1,800
Maquila (\$/TM)	290.00	
Escalador (\$/TM)	0.20	
Refinación Ag (\$/Oz)	1.80	
Refinación Au (\$/Gr)	0.96	

5.1.3 Cálculos con la ley del concentrado

	Pb	Ag	Au	Total \$/TM	Valor neto del concentrado	Valor del mineral de cabeza
Ley Cc	13.89	135.03	114.49			
Deducción	2.00	0.98	0.98			
Leyes deducidas	11.89	132.33	112.20			
Valor	225.91	2,911.25	6,853.90	9,991.06		
	6.56	84.50	198.94	290.00		
	0.90	11.66	27.44	40.00		
				238.19	108.22	346.41
					VNC	9,314.65
						VMC
						\$/TM
						214.08

Tabla 13

Cálculos ley de corte parte 2

Contribución al Precio	2.26%	29.14%	68.60%	Valor del mineral de cabeza
Contribución al valor de Cabeza (US\$/TM)	4.84	62.38	146.86	214.08
Ley de Cabeza	0.53	3.95	3.37	
Valores Unitarios (US\$/TM)	9.13	15.79	43.58	
Oro Equivalente (Gr/TM)	0.21	0.36	1.00	VMC 214.08
	0.11	1.43	3.37	4.91

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14*Ley de corte final*

	%Pb	Oz-Ag/TM	Gr.Au/TM	Au Equiv	\$/TM
Ley Corte	0.43	3.21	2.74	3.99	173.95
Marginal	0.32	2.37	2.02	2.94	128.22
Submarginal	0.21	1.53	1.31	1.90	83.00

Equivalente Au 3.99.

Tabla 15*Utilidad final*

Resultados finales	US\$
Costo Operación	493,705
Ventas	607,594
Utilidad	113,890

5.2 DETERMINACION DE LA CONTINUIDAD ESPACIAL DE LA MINERALIZACION A TRAVES DE LOS VARIOGRAMAS ESPACIALES

5.2.1 Análisis geoestadístico

Una vez obtenido nuestra ley de corte iniciamos a trabajar con nuestros datos que son nuestras leyes en las distintas labores como Galerías, chimeneas en distintos niveles que se realizó para el descubrimiento del cuarto clavo mineralizado de veta celia. Como bien sabemos para identificar áreas principales de mineralización el muestreo se realiza en forma sistemática a cada 2 metros en galerías principales y chimeneas en veta se realiza a cada metro alternándolo de izquierda a derecha. Se han tomado un total de 500 muestras para la exploración del cuarto y quinto clavo en sus diferentes niveles (Galerías y chimeneas) desde el nivel 4,750 al 4,900 de veta celia.

Todas las muestras fueron enviados a laboratorio de planta Raimondi ubicados en condoroma de la región del cusco. De los resultados podemos observar que los mejores valores la obtuvimos en los niveles superiores 4800-4900 entre 8 – 15 gr Au/TM y en niveles inferiores entre 1 – 3 gr Au/TM. Así como también un plunge de la mineralización al SE en la vertical.

REGISTRO DE MUESTRAS CLAVO IV - 4750 chim 277								PROMEDIOS					
Nº	CÓDIGO	FECHA	VETA	NIVEL	LABOR	UBICACIÓN	LADO	Ag		Au		% Pb	% Zn
								AM	(Oz/TM)	(Gr/TM)			
68	12577	9-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 7.00 m.	Der.	1.70	3.55	3.10	0.08	0.60	
69	12600	10-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 8.00 m. (caja techo)	Der.						
70	12601	10-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 8.00 m. (caja piso)	Der.	1.70	2.26	1.96	0.08	0.60	
71	12602	10-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 9.00 m. (caja techo)	Izq.						
72	12603	10-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 9.00 m. (caja piso)	Izq.	1.80	1.55	0.89	0.09	0.38	
73	12615	11-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel. + 10.00 m. (caja piso)	Der.						
74	12616	11-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel. + 10.00 m. (caja techo)	Der.	1.60	2.79	2.37	0.11	0.10	
75	12659	13-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 11.00 m.	Izq.	1.70	0.76	1.00	0.06	0.08	
76	12660	13-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 12.00 m.	Der.	1.30	2.38	1.15	0.06	0.08	
77	12729	16-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 13.00 m.	Izq.	1.40	3.75	3.90	0.06	0.08	
78	12730	16-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 14.00 m.	Der.	1.30	0.68	0.85	0.06	0.08	
79	12838	19-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel. 277 + 15.00 m.	Izq.	1.30	1.39	1.10	0.06	0.08	
80	12840	19-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel. 277 + 16.00 m.	Der.	1.60	16.96	6.50	0.08	0.14	
81	12966	26-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel. 277 + 17.00 m.	Izq.	1.80	3.31	2.45	0.08	0.14	
82	12967	26-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel. 277 + 18.00 m.	Der.	1.50	0.18	0.35	0.08	0.14	
83	12997	28-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 21.00 m.	Izq.	1.30	1.47	4.00	0.08	0.14	
84	12998	28-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 22.00 m.	Der.	1.40	1.17	0.75	0.08	0.14	
85	12999	28-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel + 23.00 m.	Izq.	1.20	0.37	0.15	0.08	0.14	
86	13020	29-Jul	Celia	4755	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 24.00 m.	Der.	1.30	1.64	1.05	0.06	0.08	
PROMEDIO								1.49	2.89	2.02	0.08	0.20	

Figura 27. Muestreo Chim 277 nivel 4750 Veta Celia

REGISTRO DE MUESTRAS CLAVO IV - 4750								PROMEDIOS				
Nº	CÓDIGO	FECHA	VETA	NIVEL	LABOR	UBICACIÓN	LADO	AM	Ag (Oz/TM)	Au (Gr/TM)	% Pb	% Zn
118	14770	10-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 0.00 m. (T)	Cor.					
119	14771	10-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 0.00 m. (P)	Cor.	0.90	9.68	5.06	0.21	0.00
120	14772	10-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 2.00 m. (T)	Cor.					
121	14773	10-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 2.00 m. (P)	Cor.	1.10	3.71	2.12	0.21	0.00
122	14796	12-ene	Celia	4800	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 4.00 m. NW (T)	Cor.					
123	14797	12-ene	Celia	4800	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 4.00 m. NW (P)	Cor.	1.90	6.77	3.60	0.21	0.00
124	14894	19-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 6.00 m (Techo co	Cor.	0.60	0.89	0.55	0.21	0.00
125	14923	21-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 8.00 m (techo co	Cor.	0.90	1.13	0.70	0.21	0.00
126	14924	21-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 10.00 m (techo co	Cor.	1.00	1.04	0.50	0.21	0.00
127	14937	22-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 12.00 m NW (Techo	Cor.	0.90	1.54	0.90	0.21	0.00
128	14942	23-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Fl. Est. 277 + 14.00 m NW (Techo	Cor.	1.00	2.66	1.85	0.21	0.00
129	14960	24-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Pto. 2 + 11.00 m SE (Piso)	Cor.					
130	14961	24-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Pto. 2 + 11.00 m SE (Techo)	Cor.	1.10	2.37	5.15	0.63	0.00
131	14970	25-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Pto. 2 + 13.00 m NW (Techo)	Cor.	0.90	1.93	1.15	0.63	0.00
132	14978	26-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	pto. 2 + 15.00 m NW (techo)	Cor.	1.30	2.16	1.90	0.63	0.00
133	14984	27-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	pto 2 + 17.00 m NW (techo)	Cor.	0.90	2.06	1.60	0.63	0.00
134	15040	31-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Pto. 2 + 19.00 m NW (T)	Cor.	1.00	2.83	1.05	0.11	0.00
135	15041	31-Ene	Celia	4750	Snv. 277 NW	Pto. 2 + 21.00 m NW (T)	Cor.	1.00	2.42	1.60	0.11	0.00
136	14774	10-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 0.00 m. SE	Cor.	0.50	2.93	1.60	1.89	0.00
137	14775	10-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 2.00 m. SE	Cor.	0.80	3.46	3.40	1.89	0.00
138	14784	11-Ene	Celia	4800	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 4.00 m. SE	Cor.	1.20	3.30	4.75	1.89	0.00
139	14811	13-Ene	Celia	4800	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 6.00 m (TC)	Cor.	0.80	2.63	1.60	1.89	0.00
140	14812	13-Ene	Celia	4800	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 8.00 m (TC)	Cor.	0.90	3.04	3.65	1.89	0.00
141	14816	14-Ene	Celia	4800	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 10.00 m (TC)	Cor.					
142	14817	14-Ene	Celia	4800	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 10.00 m (P))	Cor.	0.95	1.62	1.23	2.21	0.00
143	14831	15-Ene	Celia	4800	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 12.00 m (P)	Cor.					
144	14832	15-Ene	Celia	4800	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 12.00 m (T)	Cor.	1.20	2.51	1.29	0.86	0.00
145	14855	16-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 14.00 m (P)	Cor.					
146	14856	16-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 14.00 m (T)	Cor.	1.25	1.82	1.28	0.81	0.00
147	14862	17-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 16.00 m (P)	Cor.					
148	14863	17-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 16.00 m (t)	Cor.	1.70	0.66	1.09	0.81	0.00
149	14870	18-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 18.00 m (P)	Cor.					
150	14871	18-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 18.00 m (t)	Cor.	1.70	9.94	5.05	0.86	0.00
151	14872	18-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 20.00 m (P)	Cor.					
152	14873	18-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 20.00 m (t)	Cor.	2.20	1.67	1.10	0.88	0.00
153	14895	19-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 22.00 m (cja piso)	Cor.					
154	14896	19-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 22.00 m (cja tech	Cor.	3.20	2.19	1.53	0.18	0.00
155	14922	21-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 24.00 m (techo co	Cor.	1.90	0.84	1.30	0.15	0.00
156	14935	22-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 26.00 m SE (Tech	Cor.					
157	14936	22-Ene	Celia	4750	Snv. 277 SE	Fl. Est. 277 + 26.00 m SE (Piso)	Cor.	1.80	5.85	2.88	0.17	0.00
PROMEDIO								1.24	3.10	2.16	0.65	0.00

Figura 28. Muestreo Snv. 277 NW-SE Veta Celia

Fuente: Elaboración Propia



REGISTRO DE MUESTRAS CLAVO IV - 4750								PROMEDIOS				
Nº	CÓDIGO	FECHA	VETA	NIVEL	LABOR	UBICACIÓN	LADO	AM	Ag (Oz/TM)	Au (Gr/TM)	% Pb	% Zn
1	9943	6-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 63 + 1.00 m. SE	Cor.	1.30	3.83	1.65	1.37	2.21
2	9944	6-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 65 + 10.00 m. SE (P)	Cor.					
3	9945	6-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 65 + 10.00 m. SE (T)	Cor.	1.80	3.11	0.89	1.37	2.21
4	9946	6-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 65 + 12.00 m. SE (P)	Cor.					
5	9947	6-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 65 + 12.00 m. SE	Cor.					
6	9948	6-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 65 + 12.00 m. SE (T)	Cor.	1.60	2.80	1.21	1.37	2.21
7	9955	7-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 63 + 3.00 m. SE	Cor.	2.10	1.04	0.06	1.37	2.21
8	9956	7-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 63 + 5.00 m. SE	Cor.	2.20	1.54	0.55	1.37	2.21
9	9957	7-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 63 + 7.00 m. SE	Cor.	2.00	1.95	1.50	1.37	2.21
10	10027	13-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 14.00 m. SE (P)	Cor.	0.25	0.21	0.35	0.15	0.40
11	10028	13-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 16.00 m. SE (P)	Cor.	0.20	0.87	0.45	0.11	0.50
12	10029	13-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 6.00 a 8.00 m. S	l Izq.	2.00	1.11	0.80	0.15	0.40
13	10069	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 16.00 m. SE	Cor.					
14	10070	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 16.00 m. SE (T)	Cor.	1.15	2.10	0.90	0.11	0.50
15	10071	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 18.00 m. SE (P)	Cor.					
16	10072	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 18.00 m. SE (T)	Cor.	0.85	1.23	0.38	0.15	0.40
17	10073	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 20.00 m. SE	Cor.	1.20	0.48	0.45	0.15	0.40
18	10074	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 22.00 m. SE (P)	Cor.					
19	10075	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 22.00 m. SE (T)	Cor.	1.10	0.93	0.35	0.12	0.47
20	10076	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 24.00 m. SE (P)	Cor.					
21	10077	15-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 24.00 m. SE (T)	Cor.	1.50	1.57	0.19	0.13	0.45
22	10104	18-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 6.00 a 8.00 m. S	l Izq.	2.00	1.70	0.95	0.11	0.50
23	10105	18-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 8.00 a 10.00 m. S	l Izq.	2.00	1.34	1.10	0.15	0.40
24	10106	18-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 10.00 a 12.00 m. S	l Izq.	2.00	1.35	1.25	0.11	0.50
25	10110	18-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 26.00 m. SE (T)	Cor.					
26	10111	18-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 26.00 m. SE (P)	Cor.	1.65	1.68	0.42	0.14	0.42
27	10130	19-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 28.00 m. SE (P)	Cor.					
28	10131	19-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 28.00 m. SE	Cor.					
29	10132	19-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 28.00 m. SE (T)	Cor.	1.90	3.91	1.19	1.46	2.25
30	10143	20-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 30.00 m. SE (P)	Cor.					
31	10144	20-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 30.00 m. SE	Cor.					
32	10145	20-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 30.00 m. SE (T)	Cor.	1.95	2.83	0.86	1.44	2.22
33	10146	20-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 32.00 m. SE (P)	Cor.					
34	10147	20-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 32.00 m. SE	Cor.					
35	10148	20-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 71 + 32.00 m. SE (T)	Cor.	1.35	4.77	1.52	1.51	2.30
36	10156	21-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 13.60 m. SE	Piso					
37	10157	21-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 13.60 m. SE (P)	Cor.					
38	10158	21-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 13.60 m. SE	Cor.					
39	10159	21-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 13.60 m. SE (T)	Cor.	2.70	1.40	0.50	0.35	1.60
40	10161	22-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 4,00 a 6,00m.	Der.	2.00	0.94	0.45	0.11	0.90
41	10162	22-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 6,00 a 8,00m.	Der.	2.00	1.35	0.50	0.11	0.90
42	10163	22-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 8,00 a 10,00m.	Der.	2.00	2.71	1.30	0.11	0.90
43	10176	23-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 15,60m.	Piso					
44	10177	23-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 15,60m.	Caballo					
45	10178	23-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 15,60m.	Cor.					
46	10179	23-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 15,60m.	techo	2.90	1.76	0.53	0.33	1.93
47	10186	24-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 17,60m.	Piso					
48	10187	24-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 17,60m.	Cor.lzq					
49	10188	24-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 17,60m.	Cor.Der					
50	10189	24-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 17,60m.	Techo	2.70	1.14	0.10	0.40	2.26
51	10193	24-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 10,00 a 12,00m.	Der.	2.00	0.76	0.00	0.13	1.00
52	10194	24-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 64 + 12,00 a 13,80m.	Der.tech	2.00	14.02	6.10	0.11	0.90
53	10199	25-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 19,60m. (P)	Piso					
54	10200	25-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 19,60m. (T)	Techo	2.45	3.03	1.15	1.08	2.75
55	10219	26-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 21,60 m. (P)	Cor.					
56	10220	26-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 72 + 21,60 m. (T)	Cor.	2.50	6.28	2.21	1.10	2.70
57	10237	27-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 73 + 2.40 m. SE (P)	Cor.					
58	10238	27-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 73 + 2.40 m. SE (T)	Cor.	2.70	8.48	3.88	1.15	2.61
59	10250	28-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto 73 + 4.40 m. SE (C.J.	Cor.					
60	10251	28-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto 73 + 4.40 m. SE (Cor.	Cor.					
61	10252	28-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto 73 + 4.40 m. SE (C.J.T	Cor.	2.90	3.86	2.13	0.30	1.18
62	10253	29-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto 65 + 2 á 4 m. SE	Der.	2.00	0.68	0.45	0.53	1.40
63	10254	29-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto 65 + 4 á 6 m. SE	Der.	2.00	0.84	0.40	0.53	1.40
64	10255	29-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto 65 + 6 á 8 m. SE	Der.	2.00	1.09	0.50	0.21	1.10
65	10258	29-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 73 + 6.40 SE (C.J. P)	Cor.					
66	10259	29-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 73 + 6.40 SE (C.J. T)	cor.	3.70	3.08	1.78	0.36	1.24
67	10276	31-Ene	Celia	4755	Gl. 185 SE	Pto. 65 + 2.00 á 4.00 m. S	l Izq.	2.00	1.00	0.85	0.21	1.10
PROMEDIO								1.91	2.65	1.15	0.58	1.47

Figura 29. Muestreo y leyes de la Galería 185 NV 4750 Veta Celia.

REGISTRO DE MUESTRAS CLAVO IV - 4750							PROMEDIOS				
Nº	CÓDIGO	FECHA	VETA	NIVEL	LABOR	UBICACIÓN	AM	Ag (Oz/TM)	Au (Gr/TM)	% Pb	% Zn
87	14292	21-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 26.00 m.	1.60	2.77	2.40	0.08	0.00
88	14293	21-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 27.00 m.	1.50	4.48	4.60	0.08	0.00
89	14298	22-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 28.00 m.	1.00	12.31	8.85	0.08	0.00
90	14299	22-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 29.00 m.	1.30	11.65	6.15	0.08	0.00
91	14323	26-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 30.00 m. (P)					
92	14324	26-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 30.00 m. (T)	1.10	4.12	3.47	0.11	0.00
93	14325	26-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 31.00 m.	1.20	22.58	12.10	0.11	0.00
94	14347	28-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 32.00 m.	1.20	3.20	1.90	0.11	0.00
95	14348	28-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 33.00 m. (T)					
96	14349	28-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 33.00 m. (P)	1.60	15.82	7.83	2.41	0.00
97	14376	30-Nov	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 34.00 m.	2.40	5.52	3.25	2.65	0.00
98	14404	2-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 35 m. (P)					
99	14405	2-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 35 m. (T)	1.40	12.59	6.64	2.41	0.00
100	14432	4-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 37.00 m.	1.50	16.38	7.90	5.05	0.00
101	14433	4-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 36.00 m.	1.40	3.87	2.30	1.89	0.00
102	14445	7-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 39.00 m.	1.00	11.39	5.10	5.05	0.00
103	14446	7-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 38.00 m.	1.50	8.19	4.35	1.89	0.00
104	14460	8-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 41.00 m.					
105	14461	8-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 41.00 m.	2.60	10.78	7.29	3.11	0.00
106	14513	10-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 43.00 m.	1.40	12.16	6.15	5.05	0.00
107	14514	10-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 42.00 m.	1.60	5.57	3.45	1.89	0.00
108	14519	11-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 45.00 m.	1.70	12.51	9.65	5.05	0.00
109	14520	11-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 44.00 m.	1.60	6.87	4.60	1.89	0.00
110	14521	11-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 47.00 m.	1.50	12.05	6.50	5.05	0.00
111	14522	11-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 46.00 m.	1.60	4.12	3.00	1.89	0.00
112	14564	13-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 49.00 m.	1.30	4.00	2.75	5.05	0.00
113	14565	13-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel + 48.00 m.	1.50	3.43	2.20	1.89	0.00
114	14626	16-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 51.00 m.	1.20	4.78	3.30	5.05	0.00
115	14627	16-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 50.00 m.	1.50	4.46	2.20	1.89	0.00
116	14653	18-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 53.00 m.	1.00	3.60	3.95	5.05	0.00
117	14654	18-Dic	Celia	4750	Ch. 277	Fl. Riel 277 + 52.00 m.	1.50	4.52	3.35	1.89	0.00
PROMEDIO							1.47	8.26	5.01	2.50	0.00

Figura 30. Complemento de muestreo y leyes de la chim.277 Clavo IV veta celia

REGISTRO DE MUESTRAS CLAVO IV - 4800							PROMEDIOS				
Nº	CÓDIGO	FECHA	VETA	NIVEL	LABOR	UBICACIÓN	AM	Ag (Oz/TM)	Au (Gr/TM)	% Pb	% Zn
158	15374	1-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 4.00 m NW (T)					
159	15375	1-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 4.00 m NW (P)	1.40	5.85	7.56	2.77	0.00
160	15395	2-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 6.00 m NW (T)					
161	15396	2-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 6.00 m NW (P)	1.00	9.21	5.79	2.17	0.00
162	15397	2-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 8.00 m NW (T)					
163	15398	2-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 8.00 m NW (P)	1.50	10.10	5.57	2.09	0.00
164	15406	3-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 10.00 m NW (T)					
165	15407	3-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 10.00 m NW (P)	1.10	7.82	21.14	2.57	0.00
166	15422	4-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 12.00 m NW (T)					
167	15423	4-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 12.00 m NW (P)	1.40	3.88	5.14	2.54	0.00
168	15432	5-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 14.00 m NW (T)					
169	15433	5-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 14.00 m NW (P)	2.00	4.34	14.08	2.78	0.00
170	15445	6-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 8.00 m NW (T)					
171	15446	6-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 8.00 m NW (P)	1.00	2.37	2.68	1.60	0.00
172	15454	7-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 10.00 m NW (P)					
173	15455	7-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 10.00 m NW (T)	1.00	5.08	3.92	0.77	0.00
174	15467	8-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 12.00 m NW (P)					
175	15468	8-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 12.00 m NW (T)	0.80	11.07	7.23	1.22	0.00
176	15483	9-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 14.00 m NW	0.40	4.08	2.60	2.31	0.00
177	15507	10-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 16.00 m NW (P)					
178	15508	10-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 16.00 m NW (T)					
179	15509	10-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 16.00 m NW	1.10	5.80	4.32	2.31	0.00
180	15516	11-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 18.00 m NW					
181	15517	11-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 18.00 m NW	0.29	3.51	2.26	0.15	0.00
182	15533	12-Mar	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 047 + 20.00 m NW	0.30	10.84	6.10	0.15	0.00
183	15359	28-Feb	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 0.00 m NW (T)					
184	15360	28-Feb	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 0.00 m NW (P)	1.40	33.59	62.00	1.38	0.00
185	15365	29-Feb	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 2.00 m NW (T)					
186	15366	29-Feb	Celia	4800	Gal. 071 NW	Flo. Est. 071 + 2.00 m NW (P)	1.20	6.96	5.40	1.51	0.00
187	15211	14-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	F. Bz. 277 + 0.00m. SE (P)					
188	15212	14-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	F. Bz. 277 + 0.00m. SE (T)	1.60	4.74	5.52	1.66	0.00
189	15225	15-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 2.00 m. SE (P)					
190	15226	15-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 2.00 m. SE (T)	1.60	4.36	4.30	1.74	0.00
191	15241	16-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 4.00 m. SE (T)					
192	15242	16-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 4.00 m. SE (P)	1.70	2.20	4.37	1.40	0.00
193	15251	17-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 6.00 m. SE (T)					
194	15252	17-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 6.00 m. SE (P)	1.60	3.40	3.37	1.22	0.00
195	15275	19-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 8.00 m. SE (T)					
196	15276	19-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 8.00 m. SE (P)	1.70	3.68	2.73	1.16	0.00
197	15301	23-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 10.00 m. SE (T)					
198	15302	23-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 10.00 m. SE (P)	3.00	2.00	1.65	1.22	0.00
199	15325	25-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 12.00 m. (T)					
200	15326	25-Feb	Celia	4800	Gal. 071 SE	Fl. Bz. 277 + 12.00 m. (P)	1.40	1.95	1.23	1.11	0.00
PROMEDIO							1.30	6.25	8.32	1.71	0.00

Figura 31. Muestreo y leyes nivel 4800 veta celia.

5.3 INTERPRETACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN

Para la interpretación recurrimos a realizar variogramas experimentales con todos los datos obtenidos del clavo IV, se trabajó con equivalencia en Au.

5.4 VISTA 2D – SECCIÓN LONGITUDINAL

5.4.1 Ubicación de puntos de muestreo clave IV

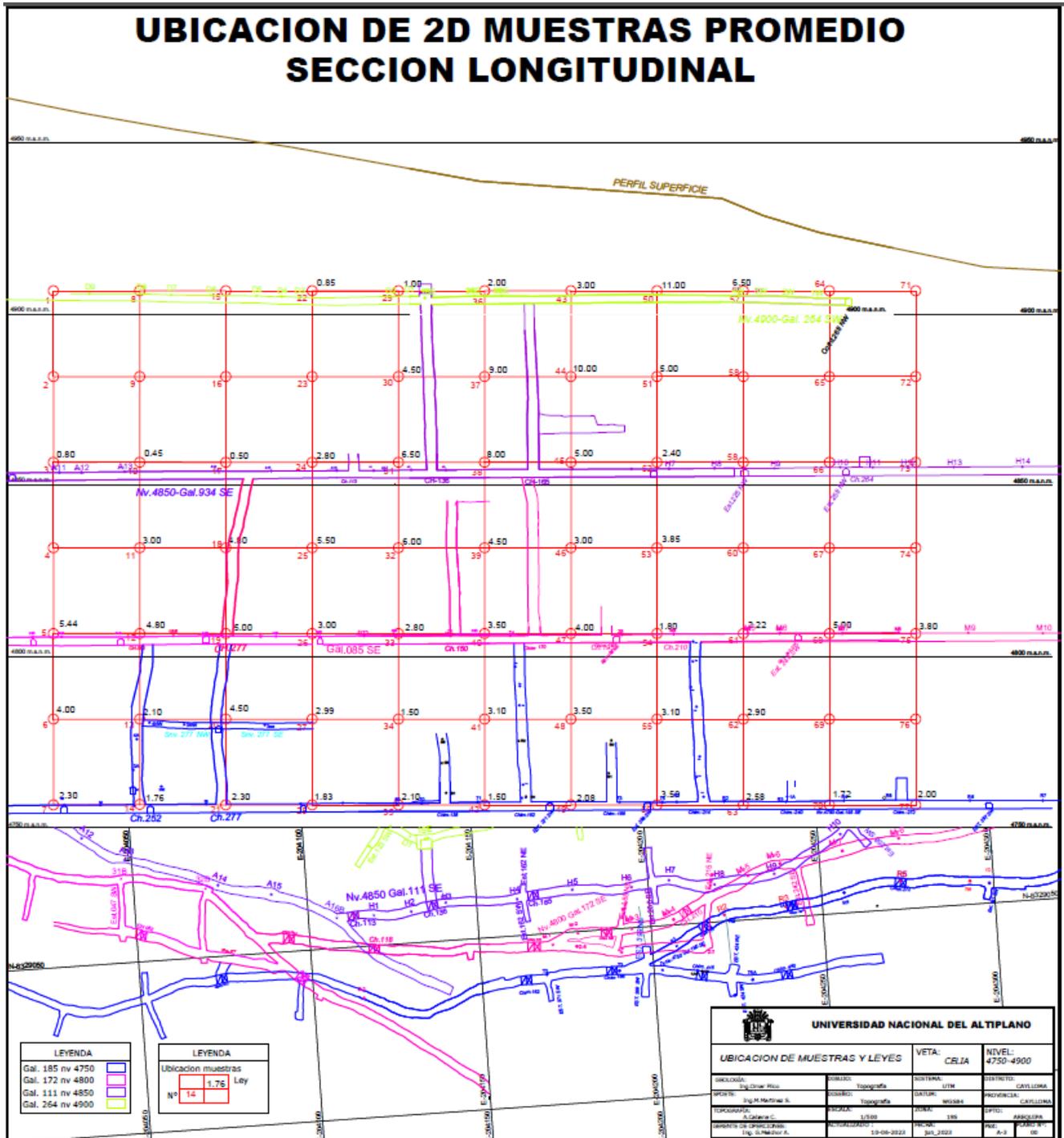


Figura 33. Ubicación de puntos de leyes en Au equivalente del cuarto clavo en forma sistemática separados a 25 metros. Leyes promedio del área circundante.

Fuente: Elaboración Propia



5.5 VARIOGRAMAS DEL CUARTO CLAVO

5.5.1 Aspectos fundamentales del análisis variográfico

El análisis variográfico combina el análisis de datos, el conocimiento geológico y el arte de ajuste de modelos de variograma para cuantificar la continuidad espacial de la ley en estudio. Entender como los valores muestrales de la ley se relacionan espacialmente puede contribuir a inferir posibles valores muestrales de la ley se relacionan espacialmente puede contribuir a inferir posibles valores de esta en localizaciones que no han sido muestreadas. Esta información es entonces utilizada para realizar una estimación por kriging.

Cuatro aspectos fundamentales del análisis variográfico son:

- Preparación
- Calculo
- Modelado
- Interpretación

a) **Preparación**

La validez de las direcciones de continuidad y los parámetros del variograma dependen ciertamente de los controles de la mineralización. Por lo tanto es fundamental que el estimador de recursos posea una buena comprensión del depósito y de los controles estructurales, litológicos e inclusive la meteorización afecta la mineralización. La definición de dominios geológicos es también un paso importante para realizar un análisis variográfico apropiado. Una definición incorrecta afecta la validez del análisis e impacta negativamente los resultados de la estimación del recurso.

b) **Calculo**



Generalmente se observa que las muestras de una misma ley en localizaciones distintas varían poco si la distancia que las separa es relativamente pequeña. Asimismo, dicha variabilidad tiende a aumentar al incrementar la distancia entre las localizaciones.

El símbolo gamma es utilizado comúnmente para identificar el variograma experimental. Este se obtiene al graficar la variabilidad promedio entre pares de muestras como función de la distancia de separación en una determinada dirección. Es común denotar por h la separación o lag por su nombre en inglés, pero este también se refiere a la dirección, por ejemplo 25 metros en la dirección N-S. la variabilidad promedio se calcula entonces para una serie de valores múltiplos del h para obtener el gráfico de un variograma en una determinada dirección.

c) **Modelado**

El modelo de variograma debe ser ajustado en tres direcciones ortogonales que definen un elipsoide tridimensional, esto permite calcular los valores del variograma requerido por los programas de estimación en cualquier dirección y distancia.

5.5.2 Interpretación

Una vez que las tres direcciones han sido determinadas e interpretadas. Se requiere ajustar un modelo de variograma que reproduzca razonablemente los variogramas experimentales calculados en las direcciones. Existen diversos modelos de variogramas

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [Z(x+h) - Z(x)]^2$$

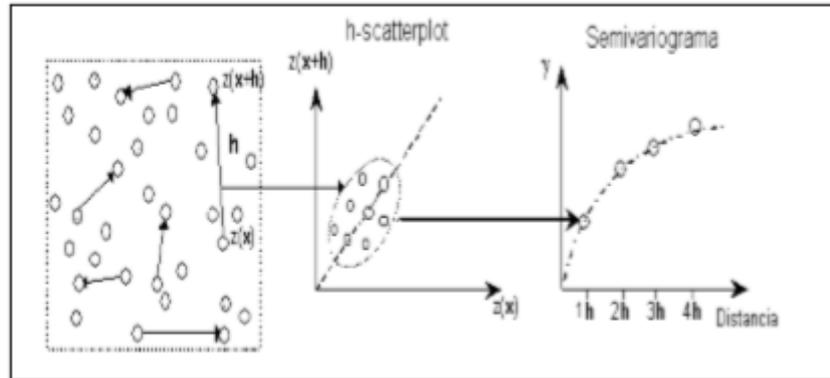


Figura 34. Variograma en distintas direcciones

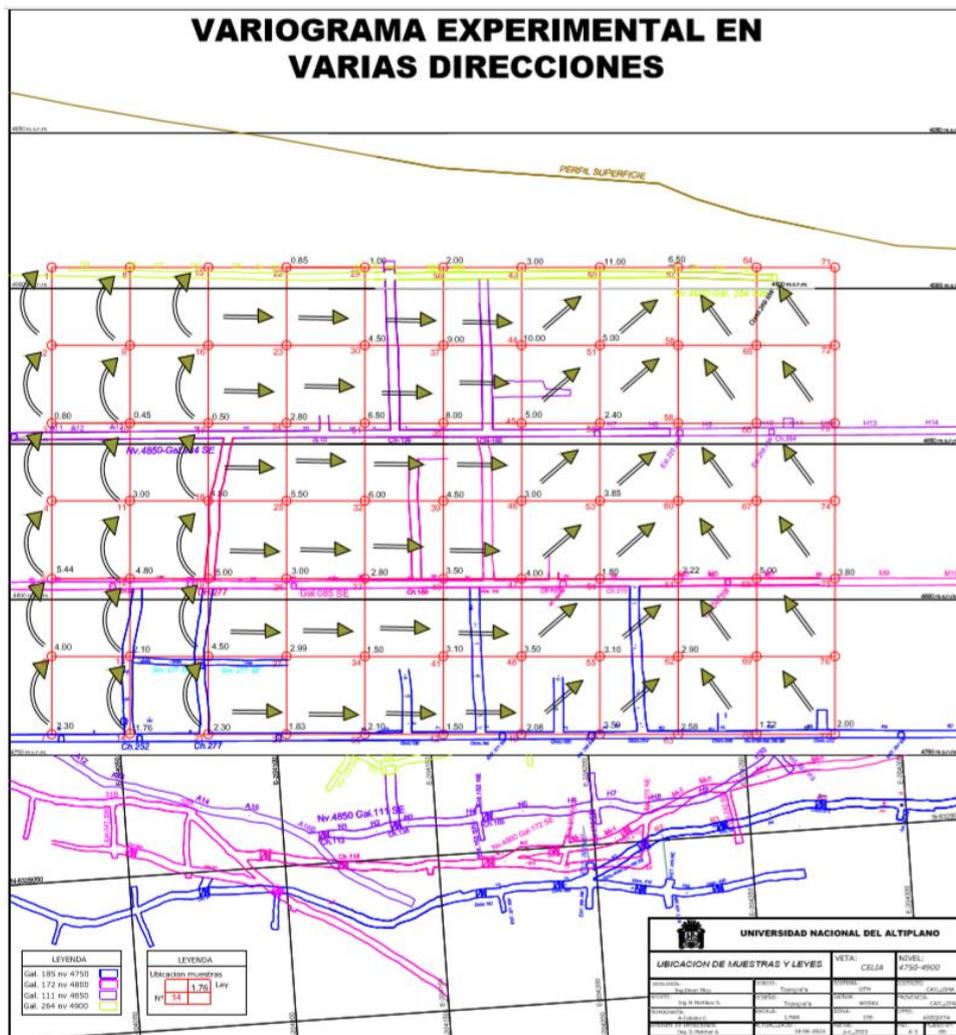


Figura 35. Cuatro direcciones para relacionar las leyes -variograma experimental

Fuente: Elaboración Propia



5.6 VARIOGRAMAS DEL CUARTO CLAVO DE VETA CELIA

para determinar los variogramas primeramente organizamos los datos del cuarto clavo de veta celia en los diferentes niveles, promediamos las leyes en una longitud de 50 por 50 metros.

Tabla 16

Datos (leyes) para realizar el variograma experimental y el proceso de dirección vertical.

DATOS DISTRIBUIDOS A 50 X 50 METROS DEL CUARTO CLAVO													
	x	x	x	x	0.85	1.00	2.00	3.00	11.00	6.50	x	x	x
	x	x	x	x	x	4.50	9.00	10.00	5.00	x	x	x	x
	0.80	0.45	0.50	2.80	6.50	8.00	8.00	5.00	2.40	x	x	x	x
	x	3.00	4.80	5.50	6.00	4.50	3.00	3.00	3.85	x	x	x	x
	5.44	4.80	5.00	3.00	2.80	3.50	4.00	4.00	1.80	2.22	5.00	3.80	3.80
	4.00	2.10	4.50	2.99	1.50	3.10	3.10	3.50	3.10	2.90	x	x	x
	2.30	1.76	2.30	1.83	2.10	1.50	1.50	2.08	3.59	2.58	1.72	2.00	2.00
Para 25 metros	4.96	17.15	23.62	14.89	28.79	65.97	81.27	81.27	51.00	0.56	0.00	0.00	0.00
	288.20	2	40	parejas									
	3.60	80											
Para 50 metros	31.39	28.97	27.63	11.51	66.93	82.46	57.94	57.94	79.41	0.13	10.76	3.24	3.24
	400.37	2	35	parejas									
	5.72	70											
Para 75 metros	10.24	4.26	22.25	35.13	68.10	69.51	39.10	39.10	61.92	0.00	0.00	0.00	0.00
	310.50	2	24	parejas									
	6.47	48											
Para 100 metros	2.25	1.72	3.24	5.56	31.60	79.31	51.78	51.78	89.67	18.32	0.00	0.00	0.00
	283.44	2	18	parejas									
	7.87	36											
Para 125 metros	0.00	0.00	0.00	4.58	6.01	57.46	62.98	62.98	64.40	12.96	0.00	0.00	0.00
	208.38	2	10	parejas									
	10.42	20											
Para 150 metros	0.00	0.00	0.00	0.96	1.21	0.25	0.85	0.85	54.91	15.37	0.00	0.00	0.00
	73.54	2	6	parejas									
	6.13	12											

Fuente: Elaboración Propia

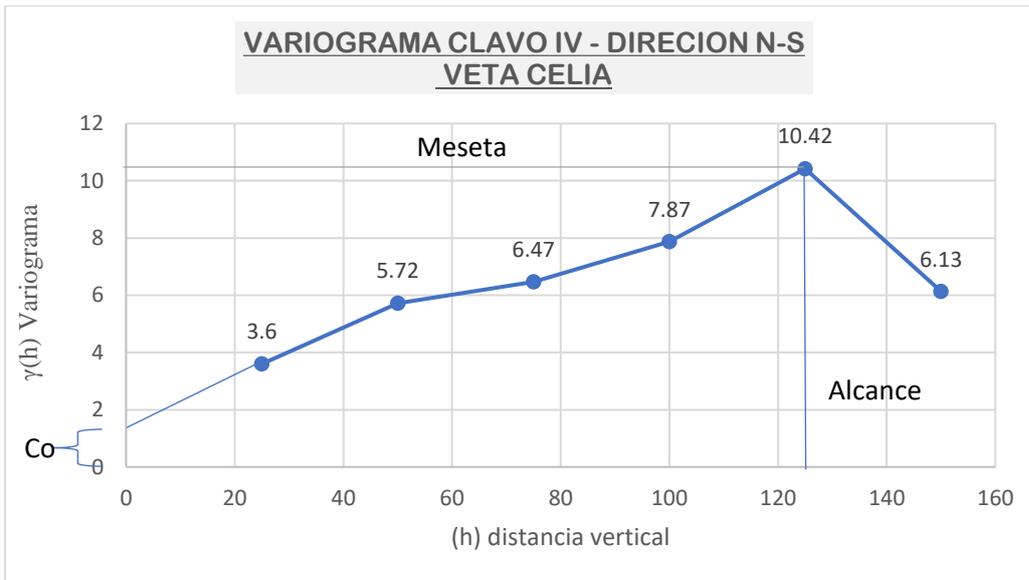


Figura 36. Variograma experimental de dirección Vertical del cuarto clavo de veta celia.

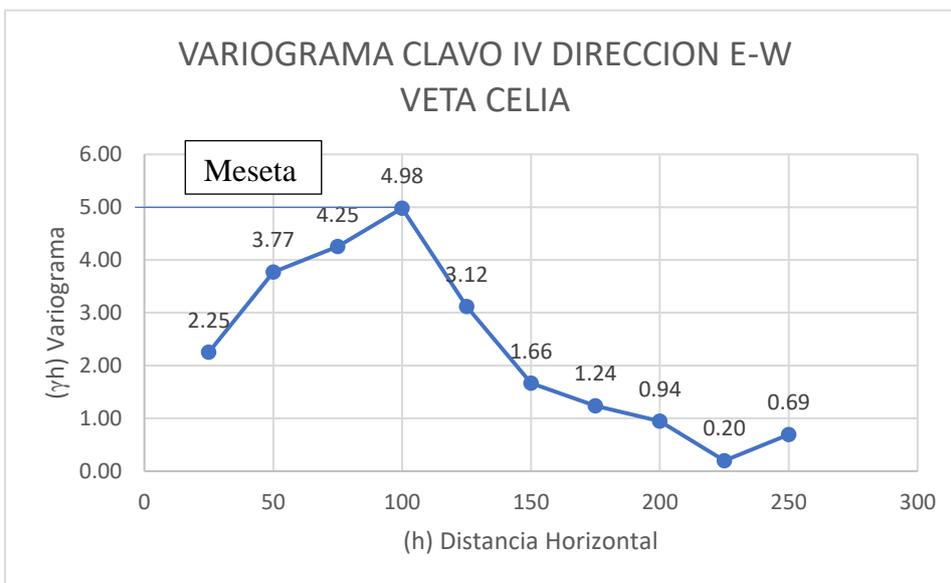


Figura 37. Variograma Experimental de dirección horizontal del cuarto clavo de veta celia.

Fuente: Elaboración Propia

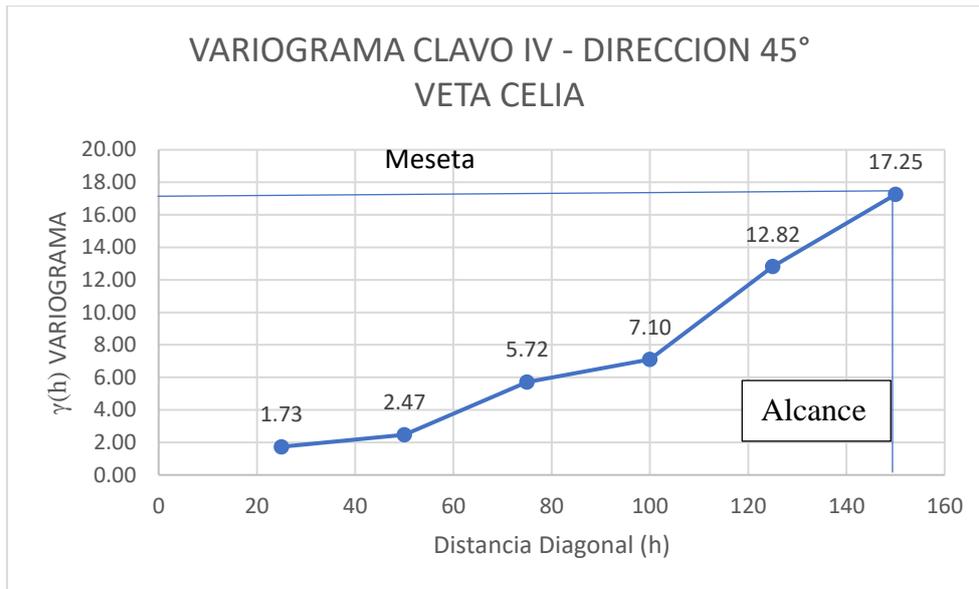


Figura 38. Variograma experimental de dirección diagonal 45° del cuarto clavo de veta celia

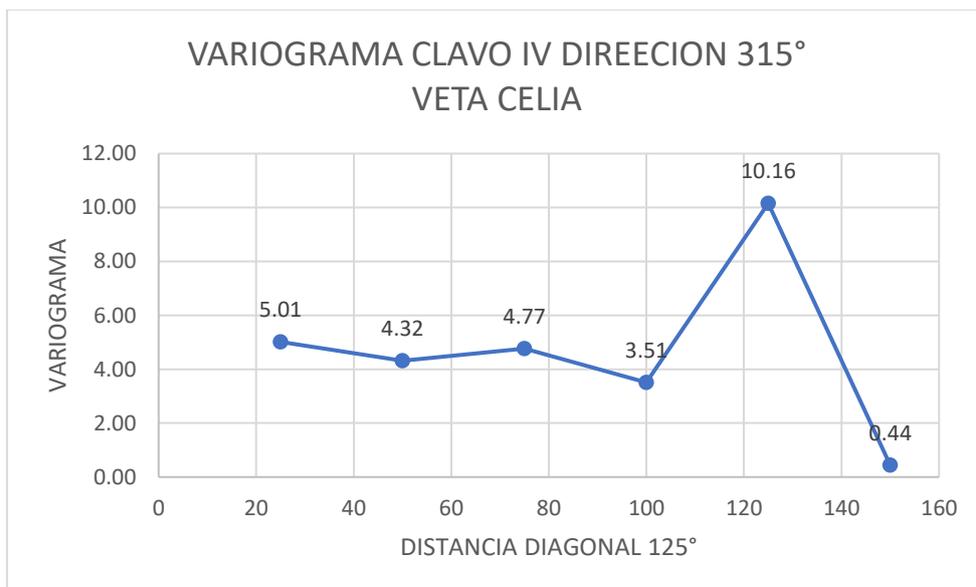


Figura 39. Variograma experimental de dirección diagonal 315° del cuarto clavo de veta celia

5.7 INTERPRETACIÓN DE LOS VARIOGRAMAS

Los variogramas nos indican la continuidad espacial de nuestra mineralización, la dirección vertical o N-S, nos indica que la relación de nuestros datos o continuidad alcanza los 125 metros. La dirección horizontal o E-W nos da una relación de 100 metros. A partir de los 100 metros pierden relación, pero la que tiene mayor relación es la de

dirección diagonal 45° con una relación de 150 metros, esto es mostrado en la interpolación del cuarto clavo de veta celia.

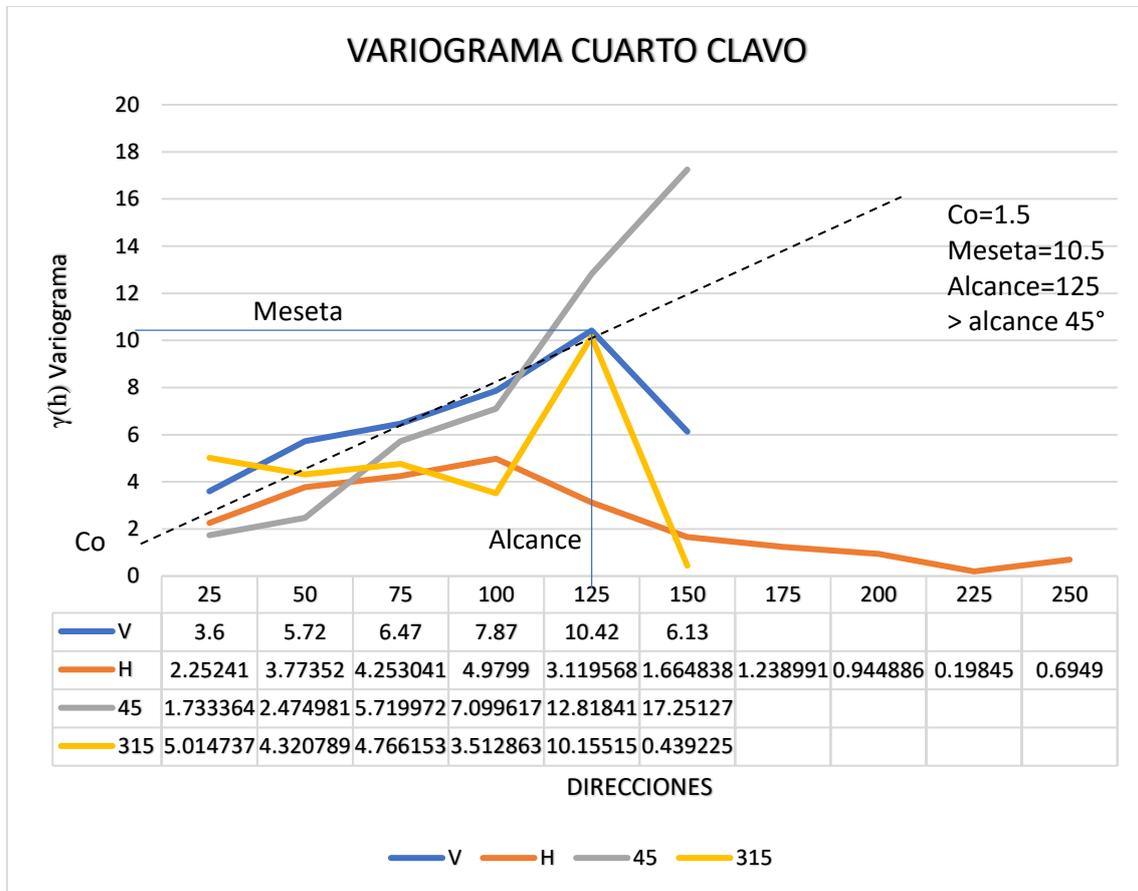


Figura 40. Variograma experimental compuesto de todas las direcciones del cuarto clavo de veta celia.

Fuente: Elaboración Propia

5.8 VARIOGRAMA ESFÉRICO

$$\gamma(h) = C \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right]$$

5.9 KRIGING ESTIMACION DE LEYES

La **interpolación espacial** de datos es una parte de la **geoestadística** que se basa en el cálculo de los valores desconocidos de una variable espacial a partir de otros valores cuyo valor es conocido. Como ya pudimos este cálculo es uno de los principales análisis

geoestadísticos que se llevan a cabo cuando se trabaja con datos espaciales y **modelos predictivos**.

- En la sección longitudinal del cuarto clavo se observa los 77 puntos distribuidos sistemáticamente a lo largo del cuarto clavo de los 77 puntos, 21 puntos no tienen leyes las cuales se estimaron por medio del método geoestadístico kriging ordinario, para cual necesitamos tener las medidas de separación de los 77 puntos.

Tabla 17

Distancia en metros entre puntos.

Dist. Geomt.	3	5	10	11	12	4
3	0.00	50.00	25.00	35.36	55.90	25.00
5	50.00	0.00	55.90	35.36	25.00	25.00
10	3.11	6.61	0.00	3.11	5.99	4.35
11	4.35	4.35	3.11	0.00	3.11	3.11
12	6.61	3.11	5.99	3.11	0.00	4.35

Fuente: Elaboración Propia

- Enseguida reemplazamos la fórmula del modelo variograma esférico para determinar las distancias geoestadísticas.

Tabla 18

Aplicando la fórmula obtenemos las distancias geoestadísticas

Dist. Geost.	3	5	10	11	12	4
3	0.00	5.99	3.11	4.35	6.61	3.11
5	5.99	0.00	6.61	4.35	3.11	3.11
10	3.11	6.61	0.00	3.11	5.99	4.35
11	4.35	4.35	3.11	0.00	3.11	3.11
12	6.61	3.11	5.99	3.11	0.00	4.35

- Una vez determinado las distancias geoestadísticas hallamos la matriz inversa de todos los datos (distancias geoestadísticas) para luego realizar un producto matricial con los puntos que no poseen leyes. Este producto matricial son los ponderadores hallados para cada punto.

Tabla 19

Cálculo de la matriz inversa

matriz inversa	3	5	10	11	12	4
3	-0.18	0.07	0.15	0.02	0.00	3.11
5	0.07	-0.18	0.00	0.02	0.15	3.11
10	0.15	0.00	-0.23	0.13	0.02	4.35
11	0.02	0.02	0.13	-0.32	0.13	3.11
12	0.00	0.15	0.02	0.13	-0.23	4.35

Ponderadores

Tabla 20

El producto de la matriz son los ponderadores para cada punto

Producto	4
3	0.38
5	0.38
10	-0.04
11	0.27
12	-0.04

Tabla 21

Ponderadores y leyes

Producto	4	LEYES
3	0.38	0.8
5	0.38	5.44
10	-0.04	0.45
11	0.27	3
12	-0.04	4.8

Tabla 22

Punto estimado sumatoria de productos de los ponderadores y leyes

PTO 4 ESTIMADO
3.01

- Para obtener la ley estimada realizamos una sumatoria de productos entre los ponderadores y las leyes, donde el resultado es la ley estimada de cada punto sin ley.
- Para ello en la figura 41 se ponen las leyes estimadas.

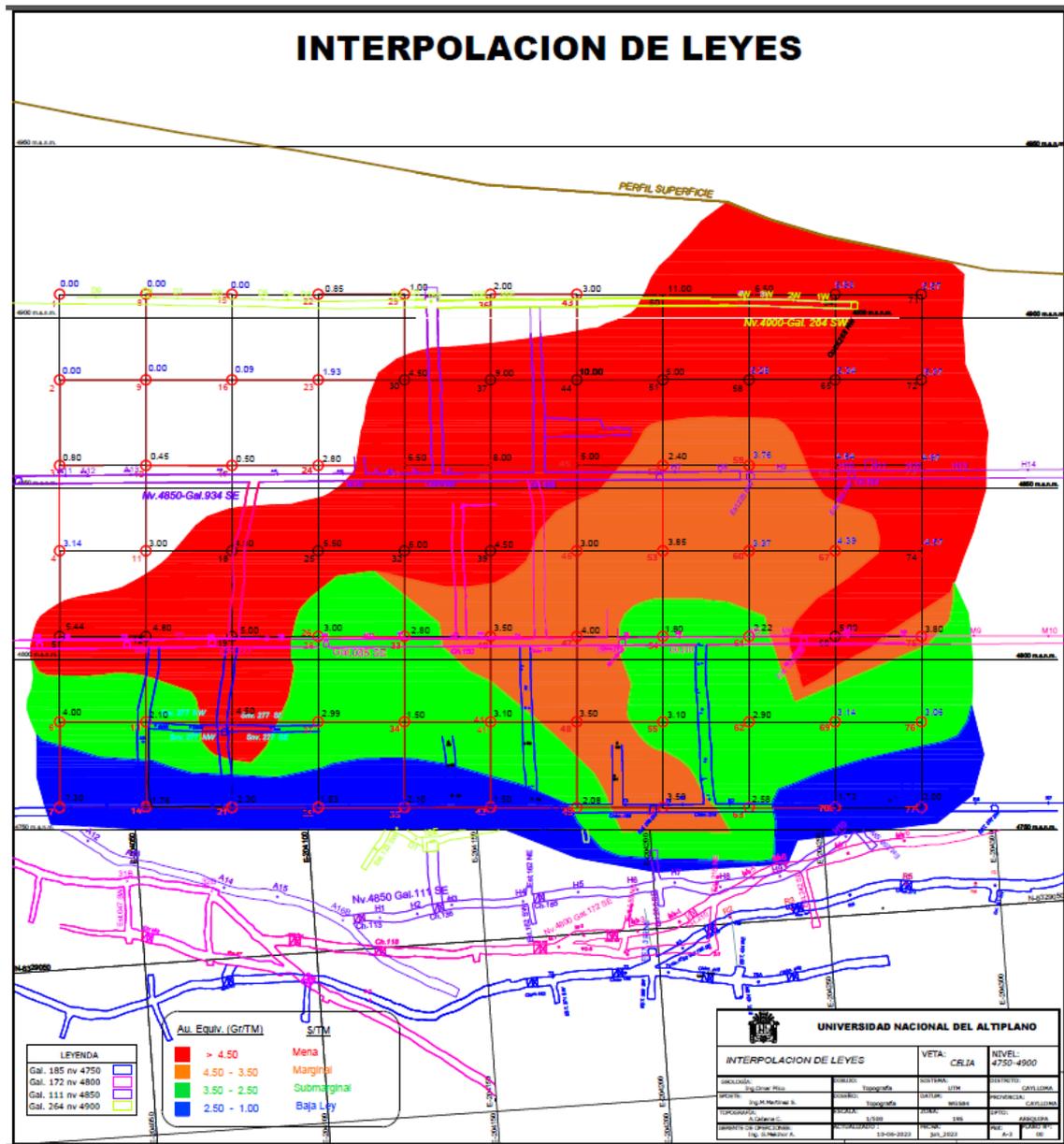


Figura 42. Interpolación de leyes del cuarto clavo de veta celia – Manualmente

Fuente: Elaboración Propia

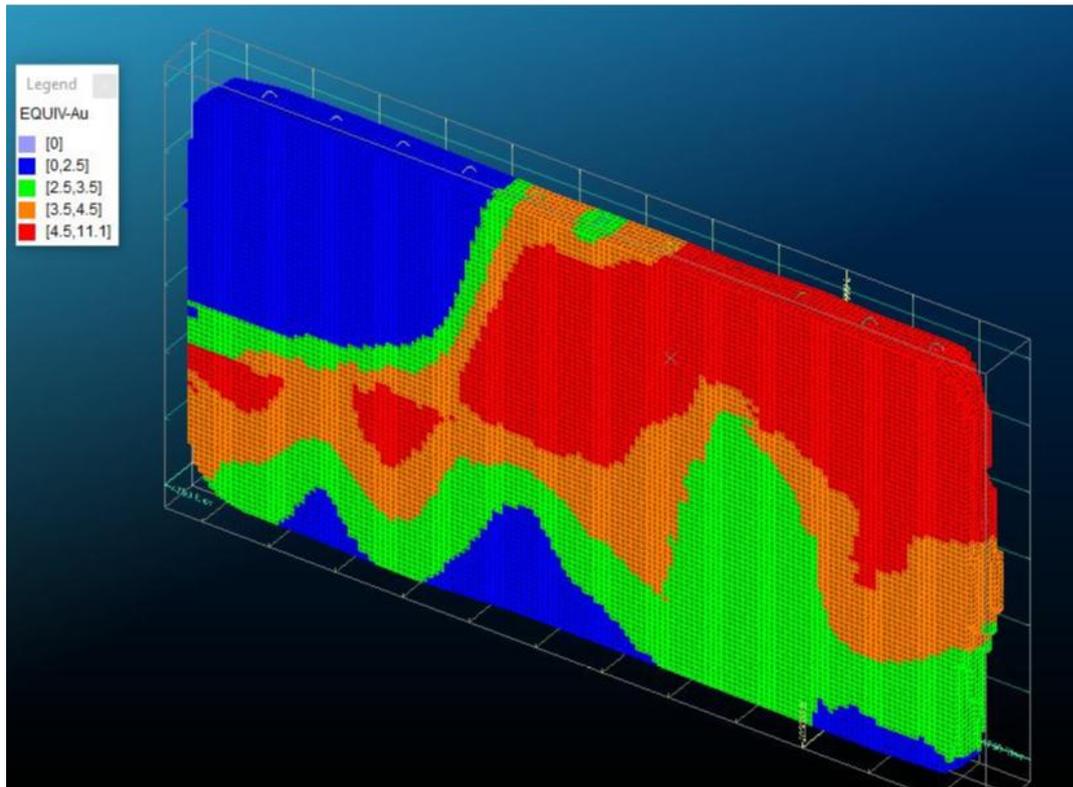


Figura 43. Interpolación 3D con el Software datamine kriging, para realizar las comparaciones realizamos con un software especializado vemos la gran similitud

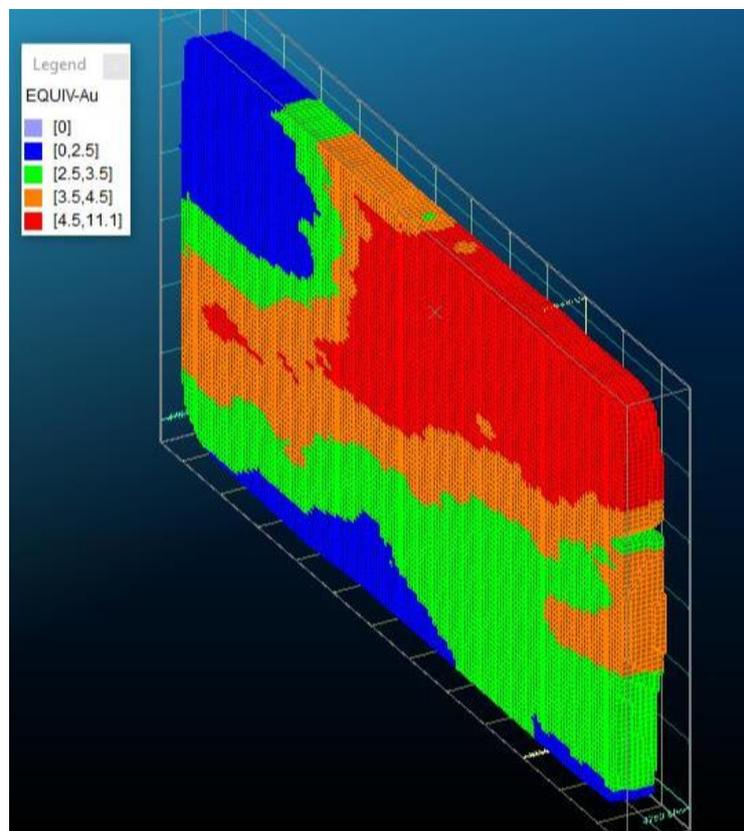


Figura 44. Interpolación 3D con el software datamine inverso a la distancia, como se observa en la imagen este método es más genérico.

5.10 BLOQUES CUBICADOS RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES

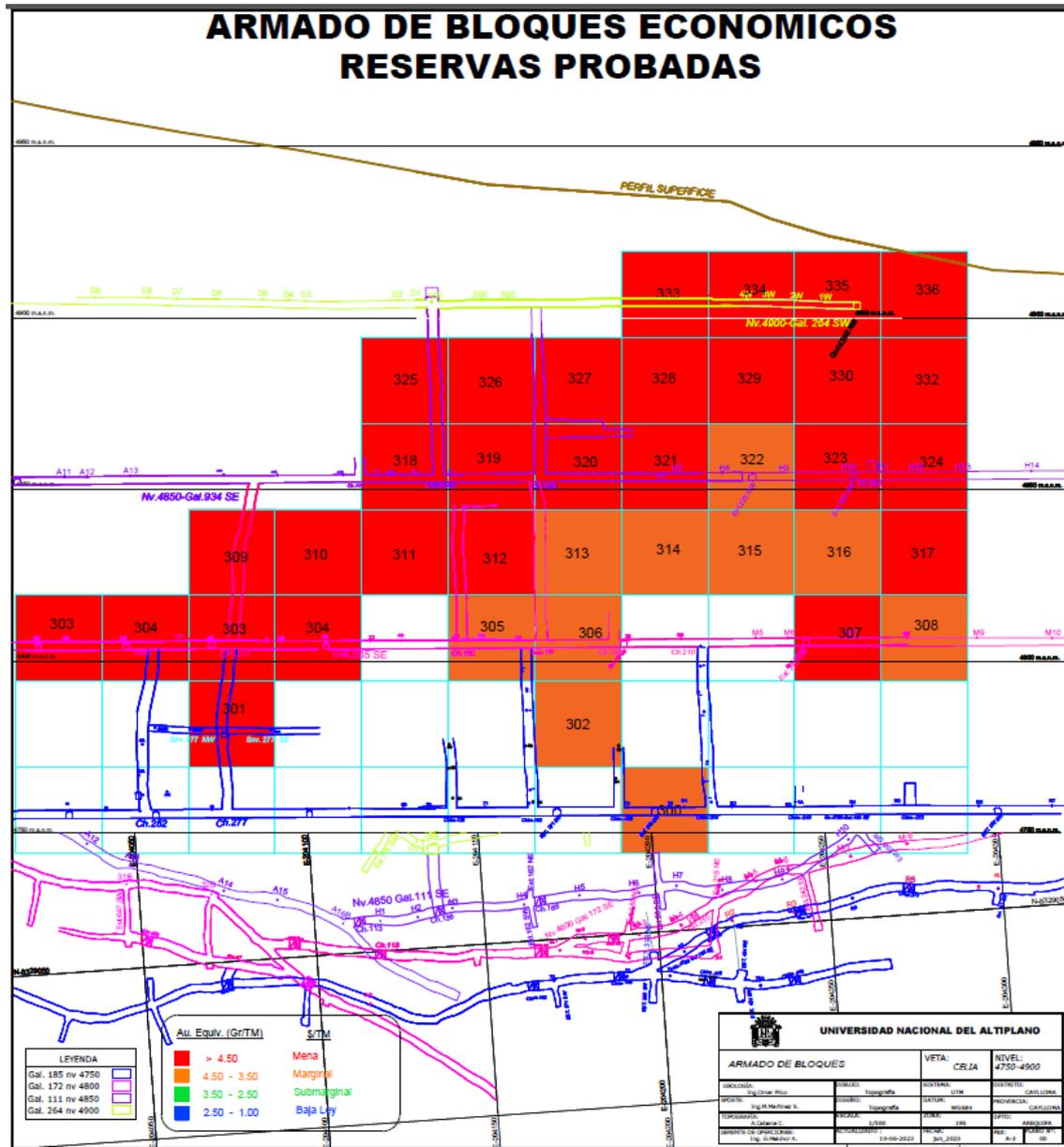


Figura 45. Bloqueo de la zona mineralizada del cuarto clavo de veta celia

5.11 RESERVAS Y RECURSOS DE MINERALES PARA MAXPALA

Las reservas de mineral han sido estimadas y clasificadas según el **valor económico** (Mena y Marginal), **según certeza** (Probado y Probable) y **según accesibilidad** (Accesible y eventualmente accesible) hasta el 30 de junio del 2023, además se consideran las categorías de mineral submarginal y mineral de baja ley, las reservas se resumen de la siguiente manera:



5.11.1 Reservas de mineral

A. Según valor

Tabla 23

Reservas de mineral según valor

VALOR	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
MENA	2.08	98,926.72	5.67	4.89	1.07	7.12	307.13
MARGINAL	1.68	44,863.68	2.51	2.84	0.51	3.83	165.25
TOTAL	1.95	143,790.40	4.83	4.34	0.92	6.24	269.15

B. Según certeza

Tabla 24

Reservas de mineral según certeza

CERTEZA	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
PROBADO	1.99	122,089.59	4.69	4.29	0.94	6.14	264.97
PROBABLE	1.75	21,700.81	5.70	4.65	0.84	6.86	295.87
TOTAL	1.95	143,790.40	4.83	4.34	0.92	6.24	269.15

C. Según accesibilidad

Tabla 25

Reservas de mineral según accesibilidad

ACCESIBILIDAD	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
ACCESIBLE	1.97	112,212.50	4.63	4.09	0.91	5.91	254.98
E. ACCESIBLE	1.88	31,577.90	5.57	5.28	0.99	7.46	321.97
TOTAL	1.95	143,790.40	4.83	4.34	0.92	6.24	269.15



D. Reservas por vetas

Tabla 26

Reservas de mineral según vetas

VETAS	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
CELIA	2.21	112,114.14	5.02	4.44	0.92	6.52	282.30
SAN PABLO	1.30	21,598.08	3.29	3.69	0.84	5.13	224.11
CONDOR	0.58	4,655.11	6.05	3.73	3.26	7.81	338.22
FLORA	0.51	5,423.08	1.68	3.28	0.01	4.24	183.99
TOTAL	1.95	143,790.40	4.83	4.34	0.92	6.24	269.15

Las reservas de mineral (MENA + MARGINAL) al 30 de junio del 2023 asciende a 143,790.40 TMH con ley media de 4.83 Oz-Ag/TM, 4.34 Gr-Au/TM, 0.92 %Pb una ley equivalente de 6.24 Gr-Au/TM esto representa un valor de mineral de 269.15 \$/TM. La reserva de mineral en la Unidad Cóndor se distribuye de la siguiente forma: Veta Celia 77.97%, Veta San Pablo 15.02%, Veta flora 3.77% y Veta Cóndor 3.24%.

Las estimaciones de reservas se realizan con datos proporcionados por el directorio de la empresa, se considera el precio de la plata a 22.00 \$/Oz, el Oro a 1,900 \$/Oz y el Plomo a 1,900 \$/TM, una maquila de 290.00 \$/TM, refinación de la plata a 1.8 \$/Oz y refinación del oro a 30.0 \$/Oz. Nuestra ley de corte con las condiciones establecidas llegan a 3.21 Oz-Ag/TM, 2.74 Gr-Au/TM, 0.43 %Pb y un valor equivalente a 3.99 Gr-Au/TM cuyo valor de equilibrio del mineral es de 173.95 \$/TM, los bloques que se encuentran por encima de estos valores son considerados RESERVAS ECONOMICAS ó MENA.



Tabla 27

Ley de corte calculado

	%Pb	Oz-Ag/TM	Gr.Au/TM	<u>Au Equiv</u>	<u>\$/TM</u>
Ley Corte	0.43	3.21	2.74	3.99	173.95
Marginal	0.32	2.37	2.02	2.94	128.22
Submarginal	0.21	1.53	1.31	1.90	83.00

El avance total ejecutado en labores de exploración y desarrollo preparaciones durante el primer semestre del 2023 (enero a junio) es de 612 Mts. y las reservas ganadas durante el mismo periodo alcanza a 30,566 TMH de mineral nuevo cuya ratio cubicación es de 49.94 TMH/Mts. Es considerado como ganancias de reservas, al mineral económico y marginal, esto debido en gran parte a la suba de precios de metales, la ampliación de la potencia de la veta y mineral en Split Celia encontrado.

Tabla 28

Fechas de inventario y su ratio de cubicación

Fecha inventario	TMH/MTS
Dic-12	27.40
Dic-13	49.38
Dic-14	38.53
Dic-15	59.79
Dic-16	19.59
Dic-17	25.03
Dic-18	20.90
Dic-19	17.78
Dic-21	52.13
Dic-22	60.32
Jun-23	49.94

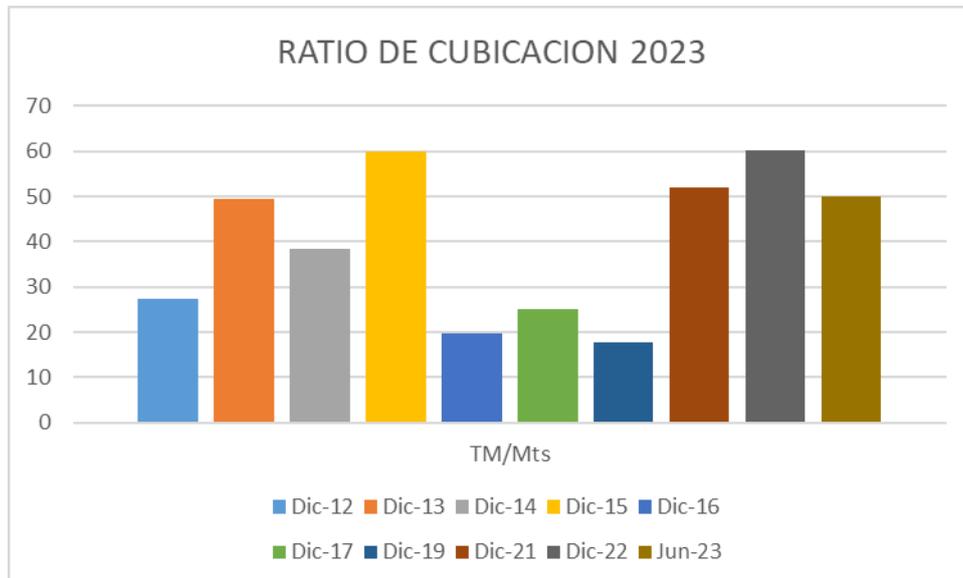


Figura 46. *Ratio de cubicación*

BLOQUE	LONGITUD	ALTURA	POTENCIA	AREA	VOLUMEN CASTIGO	P.E.	TMH	(Oz/TM) Ag.	(Gr/TM) Au.	% Pb	% Cu	Au Equiv	\$/TM	
300	25.00	25.00	1.50	625.00	937.50	0.90	2.60	2193.75	3.00	2.40	0.50	0.00	3.59	155.52
301	25.00	25.00	1.80	625.00	1125.00	0.90	2.60	2632.50	4.00	2.95	0.50	0.00	4.50	194.99
302	25.00	25.00	2.00	625.00	1250.00	0.90	2.60	2925.00	3.06	2.30	0.21	0.10	3.50	152.03
303	25.00	25.00	2.00	625.00	1250.00	0.90	2.60	2925.00	4.10	3.69	1.31	0.00	5.44	236.07
304	25.00	25.00	2.10	625.00	1312.50	0.90	2.60	3071.25	4.20	3.10	0.89	0.00	4.80	208.20
305	25.00	25.00	2.50	625.00	1562.50	0.90	2.60	3656.25	4.30	3.29	0.50	0.10	5.00	216.99
306	25.00	25.00	2.00	625.00	1250.00	0.90	2.60	2925.00	4.00	2.00	0.30	0.00	3.50	151.96
307	25.00	25.00	2.41	625.00	1506.25	0.90	2.60	3524.63	3.80	2.50	0.25	0.13	4.00	173.40
308	25.00	25.00	2.15	625.00	1343.75	0.90	2.60	3144.38	4.50	3.13	0.54	0.23	5.00	216.86
309	25.00	25.00	2.00	625.00	1250.00	0.90	2.60	2925.00	3.65	2.33	0.55	0.07	3.80	164.88
310	25.00	25.00	1.80	625.00	1125.00	0.90	2.60	2632.50	4.00	3.20	0.32	0.15	4.80	208.04
311	25.00	25.00	1.50	625.00	937.50	0.90	2.60	2193.75	4.56	3.60	0.69	0.20	5.50	238.78
312	25.00	25.00	1.80	625.00	1125.00	0.90	2.60	2632.50	5.21	3.80	0.64	0.33	6.00	260.48
313	25.00	25.00	2.50	625.00	1562.50	0.90	2.60	3656.25	3.80	2.99	0.50	0.07	4.50	195.40
314	25.00	25.00	2.00	625.00	1250.00	0.90	2.60	2925.00	2.50	2.00	0.40	0.03	3.00	130.21
315	25.00	25.00	2.30	625.00	1437.50	0.90	2.60	3363.75	2.90	2.50	0.65	0.20	3.80	164.78
316	25.00	25.00	1.80	625.00	1125.00	0.90	2.60	2632.50	2.44	2.10	0.61	0.45	3.37	146.28
317	25.00	25.00	2.80	625.00	1750.00	0.90	2.60	4095.00	4.17	2.41	0.75	0.54	4.39	190.32
318	25.00	25.00	1.40	625.00	875.00	0.90	2.60	2047.50	4.40	2.80	0.45	0.15	4.57	198.12
319	25.00	25.00	1.50	625.00	937.50	0.90	2.60	2193.75	6.08	4.12	0.90	0.00	6.50	281.87
320	25.00	25.00	2.00	625.00	1250.00	0.90	2.60	2925.00	7.12	4.80	1.20	0.65	8.00	346.98
321	25.00	25.00	1.82	625.00	1139.42	0.90	2.60	2666.25	4.00	3.42	0.40	0.09	5.00	216.72
322	25.00	25.00	1.04	625.00	648.72	0.90	2.60	1518.00	2.10	1.61	0.15	0.00	2.40	104.00
323	25.00	25.00	1.05	625.00	656.25	0.90	2.60	1535.63	3.50	2.40	0.46	0.00	3.76	162.96
324	25.00	25.00	1.55	625.00	968.75	0.90	2.60	2266.88	3.80	3.00	0.80	0.18	4.64	201.38
325	25.00	25.00	1.33	625.00	833.42	0.90	2.60	1950.20	4.10	3.30	0.35	0.20	4.97	215.49
326	25.00	25.00	0.91	625.00	568.75	0.90	2.60	1330.88	3.80	2.99	0.50	0.07	4.50	195.40
327	25.00	25.00	2.42	625.00	1511.21	0.90	2.60	3536.24	7.20	5.92	0.80	0.54	9.00	390.36
328	25.00	25.00	2.39	625.00	1492.79	0.90	2.60	3493.14	6.80	7.00	0.80	0.65	10.00	433.78
329	25.00	25.00	3.53	625.00	2208.33	0.90	2.60	5167.50	4.21	3.24	0.44	0.25	5.00	216.72
330	25.00	25.00	1.88	625.00	1171.88	0.90	2.60	2742.19	4.60	3.51	0.40	0.06	5.28	229.17
331	25.00	25.00	1.88	625.00	1171.88	0.90	2.60	2742.19	4.50	3.52	0.60	0.13	5.34	231.78
332	25.00	25.00	1.33	625.00	833.42	0.90	2.60	1950.20	4.83	3.52	0.50	0.02	5.37	233.17
333	25.00	25.00	2.01	625.00	1256.39	0.90	2.60	2939.95	9.66	6.98	0.85	0.61	11.00	477.01
334	25.00	25.00	2.45	625.00	1531.25	0.90	2.60	3583.13	5.40	4.50	0.25	0.00	6.50	281.82
335	25.00	25.00	1.68	625.00	1052.36	0.90	2.60	2462.52	5.00	4.00	0.37	0.09	5.93	257.31
336	25.00	25.00	1.05	625.00	659.12	0.90	2.60	1542.34	5.00	3.44	1.59	0.00	5.57	241.79
			2.04				2.60	102647.45	4.54	3.47	0.58	0.21	5.35	231.98

Figura 47. Listado de bloques del cuarto clavo de veta celia

5.11.2 Otras categorías (no reserva)

Esta categoría no se toma en cuenta como reservas por tener valores muy por debajo de la ley de corte, pero se encuentran latentes ante posibles cambios en las condiciones económicas financieras de la empresa. Se considera en el presente informe a modo de información necesaria. Entre el mineral submarginal y baja ley a junio del 2023 se tienen 118,365.98 TMH.

5.11.3 Mineral submarginal o subeconómico

Tabla 29

Mineral submarginal del proyecto

RESUMEN GENERAL	POTENCIA	TMH	Ag	Au	Pb	Au equiv.	\$/TM
SUBMARGINAL CELIA	4.03	86,736.53	1.50	2.05	1.43	3.32	143.87
SUBMARGINAL SAN PABLO	0.89	1,773.83	2.33	1.97	0.91	3.00	130.27
SUBMARGINAL CONDOR	0.60	2,884.77	5.45	0.66	1.65	2.95	142.40
SUBMARGINAL FLORA	0.33	1,156.13	2.97	0.51	0.03	3.04	131.70
TOTAL	3.82	92,551.26	1.52	2.04	1.43	2.77	119.62

Tabla 30

Mineral de baja ley del proyecto

RESUMEN GENERAL	POTENCIA	TMH	Ag	Au	Pb	Au equiv.	\$/TM
BAJA LEY CELIA	2.24	8,646.74	1.96	1.10	1.12	2.12	92.17
BAJA LEY SAN PABLO	1.45	2,038.45	1.62	1.65	0.48	2.33	101.23
BAJA LEY CONDOR	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00
BAJA LEY FLORA	1.94	15,129.53	1.32	1.39	0.43	2.12	92.00
TOTAL	2.00	25,814.72	1.58	1.30	0.69	1.96	84.68

5.11.4 Resumen general de mineral

Tabla 31

Resumen general de mineral para CIA MINERA MAXPALA SAC

RESUMEN	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
MENA	2.08	98,926.72	5.67	4.89	1.07	7.12	307.13
MARGINAL	1.68	44,863.68	2.51	2.84	0.51	3.83	165.25
SUBMARGINAL	3.82	92,551.26	1.52	2.04	1.43	2.77	119.62
BAJA LEY	2.00	25,814.72	1.58	1.30	0.69	1.96	84.68
TOTAL	2.62	262,156.38	2.88	2.93	1.17	4.13	178.22

5.11.5 Evolución de las reservas y la explotación a través del tiempo

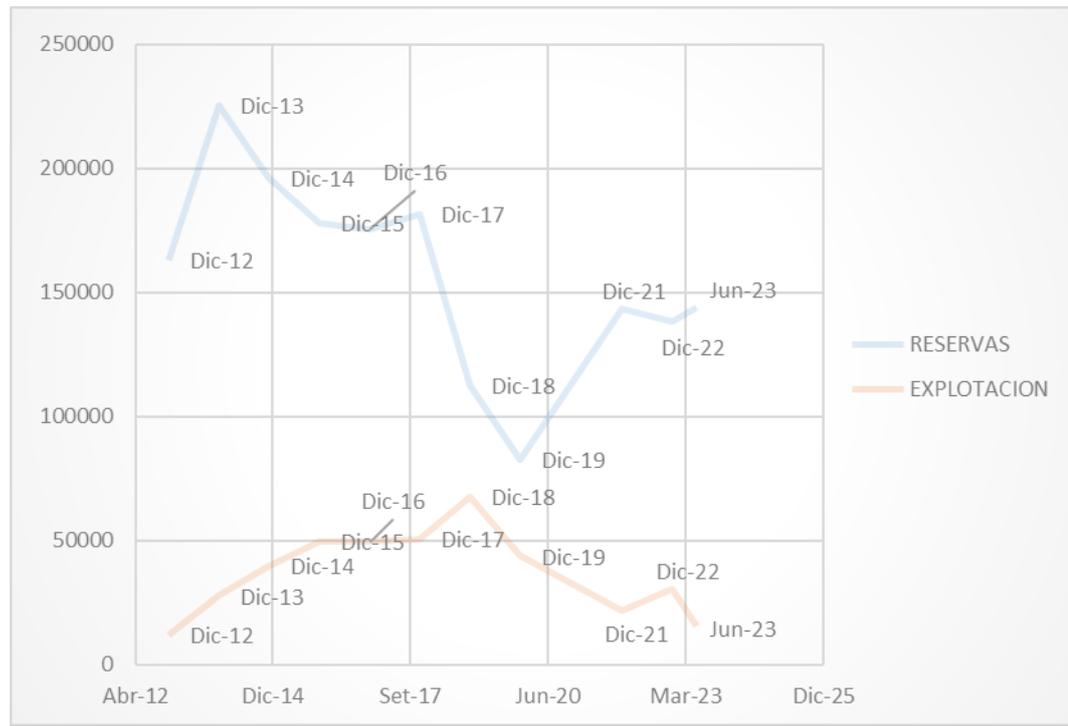


Figura 48. Evolución de las reservas y la explotación del proyecto desde el año 2012

Fuente: Elaboración propia

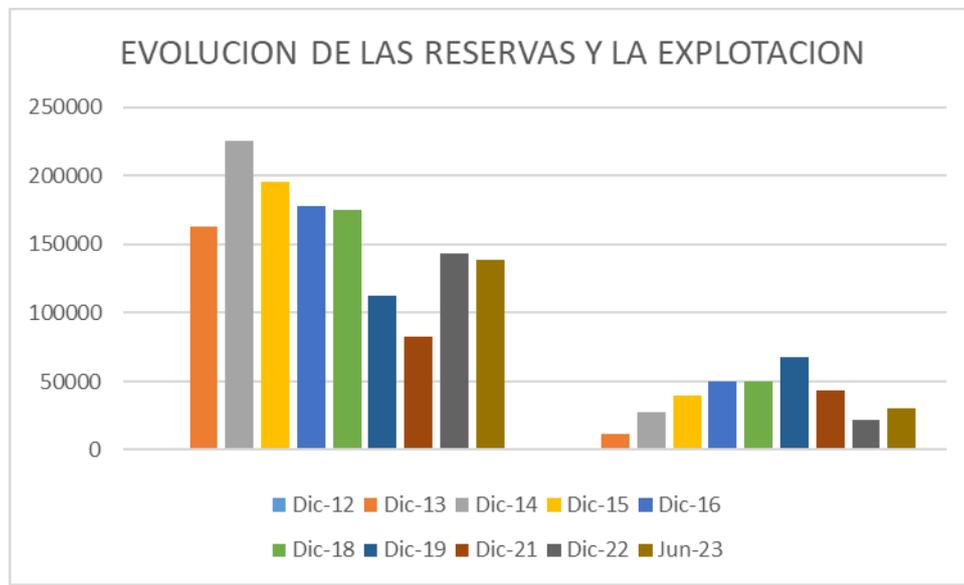


Figura 49. Evolución de las reservas y explotación desde el año 2012

Según el Grafico en el periodo 2023 las reservas se mantienen con respecto al año anterior, esto es debido a que las exploraciones se han retomado pero con



un metraje mínimo y las reservas que aumentaron se deben a nuevas zonas como el nivel 4850 de veta Celia la Gal. 885 y ampliación de potencia de veta en los tajos a medida que se va subiendo con la explotación.

5.11.6 Recursos de mineral

Este mineral se encuentra muy próximas a los bloques cubcados, son inferidos.

Tabla 32

Mineral recurso inferido

RECURSO S	POTEN CIA	TMH	Ag Oz/ TM	Au gr/T M	Pb%	Au equi v.	\$/TM
SAN PABLO	1.11	10354.59	6.16	5.50	0.38	7.77	316.44
CONDOR	0.51	11460.12	6.37	0.85	1.22	3.44	140.26
FLORA	0.60	936.00	1.80	1.50	0.50	2.70	109.77
TOTAL	0.78	22750.71	6.09	3.86	0.66	6.19	267.25

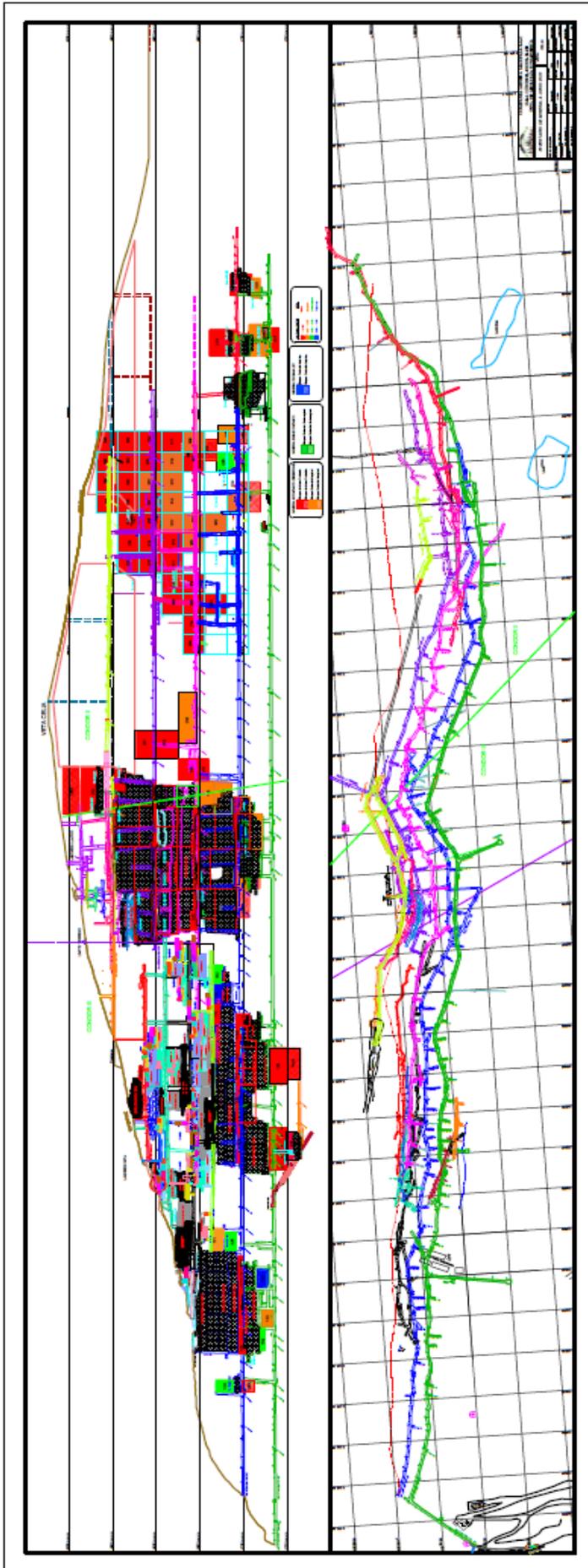


Figura 50. Sección longitudinal de la veta Celta y los bloques cubricados

Fuente: Elaboración propia

5.12 RESERVAS DE MINERAL PARA PALACIO DEL CÓNDOR

Las reservas de mineral han sido estimadas y clasificadas según el **valor económico** (Mena y Marginal), **según certeza** (Probado y Probable) y **según accesibilidad** (Accesible y eventualmente accesible) hasta el 30 de junio del 2023, además se consideran las categorías de mineral submarginal y mineral de baja ley, y los recursos generales.

Las reservas se resumen de la siguiente manera:

5.12.1 Reservas de mineral

A. Según valor

Tabla 33

Reservas según valor para Palacio del cóndor

VALOR	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
MENA	0.94	18,243.70	3.28	7.42	2.12	8.89	383.33
MARGINAL	0.77	12,438.22	2.87	2.10	1.41	3.33	143.70
TOTAL	0.87	30,681.92	3.13	5.51	1.86	6.89	297.35

B. Según certeza

Tabla 34

Reserva según certeza para Palacio del cóndor

CERTEZA	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
PROBADO	0.98	28,561.45	3.08	5.93	1.85	7.29	314.58
PROBABLE	0.57	2,120.47	3.62	3.61	2.98	5.31	229.16
TOTAL	0.87	30,681.92	3.13	5.51	1.86	6.89	297.35

C. Según accesibilidad

Tabla 35

Reserva de mineral según accesibilidad para palacio del cóndor

ACCESIBILIDAD	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
ACCESIBLE	0.89	28,561.45	3.10	5.60	1.81	6.97	300.49
E. ACCESIBLE	0.58	2,120.47	3.62	3.56	2.95	5.26	226.76
TOTAL	0.87	30,681.92	3.13	5.51	1.86	6.89	297.35

D. Reservas por vetas

Tabla 36

Reservas por vetas en palacio del cóndor

VETAS	POTENCIA	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
JUANA	0.91	25,272.60	3.16	6.13	2.02	8.18	313.71
CONDORSAYANA	0.68	1,634.25	1.81	4.05	0.25	4.85	185.88
MUKY	0.75	3,386.50	3.49	0.48	1.15	4.47	171.34
MARISOL	0.24	388.57	1.00	4.01	0.00	4.41	169.28
TOTAL	0.87	30,681.92	3.13	5.51	1.86	6.89	297.09

Las reservas de mineral (MENA + MARGINAL) al 30 de junio del 2023 asciende a **30681 TMH** con ley media de **3.13 Oz-Ag/TM, 5.51 Gr-Au/TM, 1.86 %Pb** y una ley equivalente a **6.89 Gr-Au/TM** esto representa un valor de mineral de **297.09 \$/TM**. La reserva de mineral en la Unidad Cóndor IV y V se distribuye de la siguiente forma: Veta Juana **82.37%**, Veta condorsayana **5.33%**, Veta Marisol **1.27%** y Veta Muky **11.04%**

El avance total ejecutado en labores de exploración y desarrollo durante todo el año 2022 y (enero a diciembre) es de **851.35 Mts.** y las reservas ganadas durante el mismo periodo alcanza a **7,127 TMH** de mineral nuevo cuya ratio cubicación es de 44.01 TMH/Mts (ver figura 51). Es considerado como la mas baja ganancia de mineral de la historia de palacio del condor.

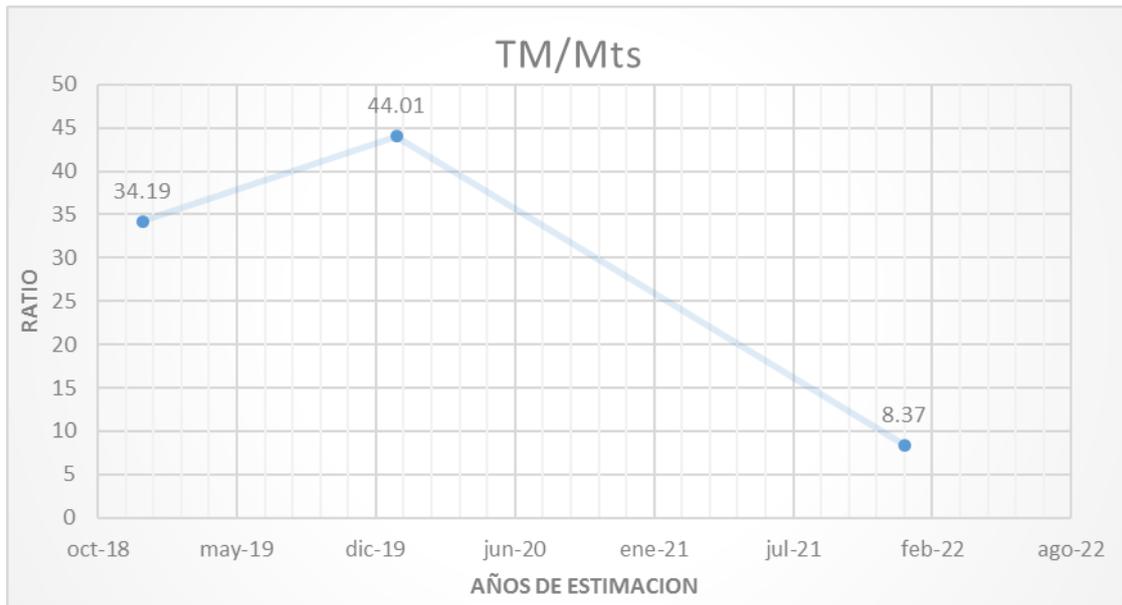


Figura 51. Ratio de cubicación para palacio del cóndor

5.12.2 Otras categorías (no reserva)

Esta categoría no se toma en cuenta como reservas por tener valores muy por debajo de la ley de corte, pero se encuentran latentes ante posibles cambios en las condiciones económicas financieras de la empresa. Se considera en el presente informe a modo de información necesaria. Entre el mineral submarginal y baja ley a junio del 2023 se tienen **18,416 TMH**.

5.12.3 Recursos de mineral

Este mineral se encuentra muy próximas a los bloques cubicados, son inferidos.

Total Recursos	POTENCIA	TMH	(OZ/TM)Ag	(Gr/TM)Au	%Pb	Au Equiv.	\$/TM
JUANA	1.02	2781.95	1.78	7.79	1.17	8.86	339.77
CONDORSAYANA	0.47	16419.65	0.93	5.24	0.00	5.61	215.24
MUKI	1.00	16536.00	4.50	3.00	1.60	5.28	202.54
MARISOL	1.00	4664.40	0.88	3.58	1.60	4.42	169.38
TOTAL	0.79	40402.00	2.86	4.06	1.17	5.55	213.02

Figura 52. Recursos inferidos para Palacio del cóndor.

5.13 TOTAL MINERAL CUBICADO

Tabla 37

Mineral cubicado entre MAXPALA Y PALACIO DEL CONDOR

EMPRESAS	TMH	Ag Oz/TM	Au gr/TM	Pb%	Au equiv.	\$/TM
MAXPALA	143,790.40	4.83	4.34	0.92	6.24	269.09
PALACIO	30,681.00	3.13	5.51	1.86	6.89	297.29
TOTAL	174,471.40	4.53	4.55	1.09	6.36	274.05

Fuente: Elaboración Propia

5.14 DILUCIÓN MÁXIMA

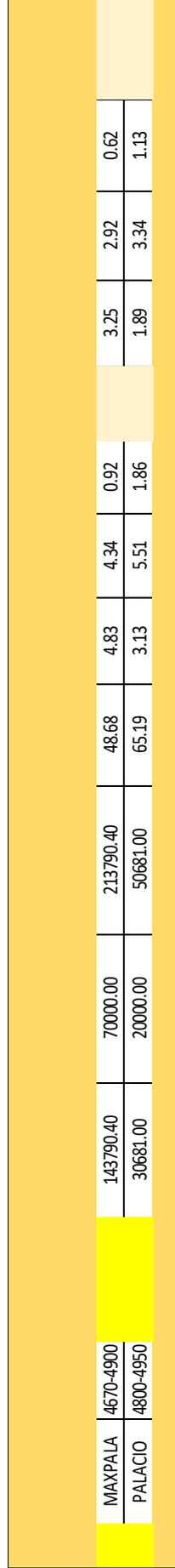


Figura 54. Dilución máxima del mineral cubicado a junio 2023

Para poder obtener la dilución máxima, tomamos las toneladas métricas húmedas totales de nuestras reservas económicas con sus respectivas leyes, promedio, donde podemos apreciar que las leyes promedio nos dan un margen para poder rebajar cerca al límite del Cutt-of, por lo cual agregándole 90000 tmh de mineral submarginal o bajas leyes bajamos nuestra ley equivalente de 6.36 a 4.18 Au Equivalente, esto representa un 52% de dilución como máximo.



5.15 VIDA ÚTIL DE LA MINA

Considerando solo las reservas 174,471.40 TMH, a una producción de 3,500 TM/mes, (Producción que se aproxima actualmente) nuestra vida útil mina será de 4.15 años. Pero si trabajamos con nuestra máxima dilución llega a 264,471.40 TMH nuestra vida útil se ampliaría a 6.30 años, seis años y cuatro meses.



VI. CONCLUSIONES

- Para nuestra unidad minera se calculó la ley de cutt-of en 3.21 Oz Ag/TM, 2.74 gr Au/TM, 0.43% Pb que hace un equivalente Au de 3.99 gr/TM
- Mediante los variogramas experimentales concluimos que la mayor continuidad de la mineralización o relación de leyes se tiene en dirección de 45° (plunge al SW en la vertical de la mineralización) en una red bidimensional del clavo IV.
- Para nuestras unidades mineras CIA MINERA MAXPALA SAC y PALACIO DEL CONDOR las reservas de mineral (MENA + MARGINAL) al 30 de junio del 2023 asciende a 264,471.40 TMH con ley media de 2.57 Oz-Ag/TM, 3.13 Gr-Au/TM, 0.87 %Pb, y una ley equivalente de 4.18 Gr-Au/TM esto representa un valor de mineral de 173.95 \$/TM. Con una dilución máxima programada del 52%.
- La vida útil de la mina a una producción mensual de 3500 TMH es de 6 años y tres meses.



VII. RECOMENDACIONES

- Recomendamos realizar una segunda campaña de perforación diamantina que se prolongue debajo del nivel 4,600 esto para las vetas Celia, san pablo y veta Juana que son estructuras que ya se encuentran en etapa de explotación, el resto de estructuras será útil para recategorizar los recursos inferidos.
- Recomendamos continuar con las exploraciones subterráneas esto en vetas como Celia, san pablo y veta Juana.
- Recomendamos continuar con las gestiones para realizar una planta cercana al proyecto para minimizar los costos de transporte y así poder bajar el cutt-of.



VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M. (2007). Estimación de recursos mineros. www.cg.ensmp.fr/bibliotheque.
- Alperin, M. (2013): Introducción al análisis estadístico de datos geológicos.
- Acosta, J. y Huanacuni, D. (2008). Informe sobre la relación del volcanismo mioplioceno con la franja de depósitos epitermales de Au-Ag en la cordillera occidental del sur del Perú (Arequipa-puno), de dirección de recursos minerales y energéticos.
- Ingemmet Sitio web:

file:///D:/1.%20Geologia/Otros/2008_Informe_Técnico_POI_GR13_2008_Volcanico_Metalongenia_Sur_Peru_Acosta.pdf
- Betejtin A. (1975), Curso de mineralogía 2da edición, Moscú – Rusia. Editorial MIR.
- Bolsa de valores de lima (2003): Código de estándares de reporte para informar sobre recursos minerales y reservas de mena.
- Calcina M. (2008), Prospección geoquímica, texto universitario, oficina universitaria de investigación, EPIG, FIGIM, UNA-UNA-PERU.
- Carrascal, R. (2016). Principales tipos de yacimientos minerales metálicos peruanos. Sociedad geológica del Perú.
- Código JORC (2012). Código para reportar resultados de exploraciones de recursos y reservas minerales.
- Condori, C. et. al (2018): Prospección geológica en el proyecto cóndor Caylloma Arequipa (Terrageo Exploraciones).



- Carlotto, V. Quispe, J. Acosta, H. Rodríguez, R. Romero, D. Cerpa, L. Navarro P. (2009), dominios geotectónicos y metalogénesis del Perú, sociedad geológica del Perú, Lima – Perú.
- Dávila, D. et. al (1998): Geología del Cuadrángulo de Caylloma. Carta 31-s. Boletín N°40. Carta Geológica Nacional. INGEMMET. 96 pág.
- Echevarria, L. et. al. (2006): Geologic Evolution of the Caylloma Epithermal Vein District, Southern Peru. Economic Geology v. 101, pp 843-863.
- Emery, X. (2013). Geoestadística. Facultad de ciencias físicas y matemáticas universidad de chile
- Flores D. (2023) Optimización de la producción mediante el rediseño de mallas de perforación y voladura con taladros en abanico (tesis pregrado para optar el grado de ing. Minas universidad católica santa maría), repositorio UCSM.
- García, E. (2001), geología de investigación de yacimientos minerales. Madrid – España: Editorial grafica arias moniano SAC.
- Gonzales, C. (2008) Geoestadística estimación de semivariogramas y krigado.
- Huang W. (1991), Petrología. México 1era edición en español. Editorial Limusa.
- Huanca, Á. (2015) Tesis: Estudio Geoeconómico de la veta Celia mina Cóndor – caylloma – Perú. UNA PUNO
- Jilanqui, W. (2020) Tesis: Estimacion de recursos minerales de Au de la mina subterránea pomarani untuca Puno.
- Lillo J. & Oyarzun, R. (2013). Geología Estructural. Aplicada a la Minería y. Exploración Minera. Recuperado de Ediciones GEMM - Aula2pontonet. 2013,



Sitioweb:https://www.aulados.net/Libros_Aula2pontonet.../Libro_Estructural_Mineria.pdf

Miranda, J. (2008) Tesis: Evaluación geológica y económica del yacimiento epitermal de Au y Ag del proyecto sahuayacan estado de chihuahua – México. UNA PUNO

Navarrete, E. (2005). Apuntes de Geología General. Recuperado de Sitio web: <https://erods.files.wordpress.com/2010/09/navarrete-e-apuntes-de-geologia-general.pdf>. [https://www.convencionminera.com/perumin31/images/perumin/recursos/Geologia %20IIMP%20Yacimientos%20minerales%20del%20Peru.pdf](https://www.convencionminera.com/perumin31/images/perumin/recursos/Geologia%20IIMP%20Yacimientos%20minerales%20del%20Peru.pdf)

Navarro, P. et. al (2007): Estratigrafía del volcanismo Cenozoico en el sur del Perú. Caylloma – Arequipa: Primeros resultados. INGEMMET. 6 pág.

Nelson, E. & Echavarría, L. (2004): Análisis geológico de la mineralización en las minas Arcata, Ares y Caylloma. Reporte de Colorado School of Mines. 60 pág.

Ñahui, A. y Checcori, L. (2015). Tesis: Minado en la Unidad minera Shila – Paula. Caylloma – Arequipa.

Oyarzun, R. & Cubas, P. (2011). Introducción a la Geología de Minas. Recuperado de Ediciones GEMM - Aula2pontonet. Sitio web: https://www.aulados.net/GEMM/Libros_Manuales/Libro_Geologia_Minis.pdf

Pérez A. (2023) Control de operaciones mineras. Universidad continental

Rivera, H. (2011). Geología General. Lima - Perú: Megabyte.

Rivera M. (2007), Introducción a la geoquímica general y aplicada. 2da edición Lima – Perú. Editorial grafica Retai SAC.



Soto, M. (2005). Texto Universitario de Petrología. Universidad Nacional del Altiplano
– Puno- Perú.

Tulcanaza, E. (1992). Técnicas geoestadísticas y criterios técnico económicos para la
estimación y evaluación de yacimientos mineros.

Tumialan, P. (2003). compendio de yacimientos minerales del Perú. Lima -
Perú:Ingemmet.



ANEXOS

- A. Lamina de mapa de ubicación del proyecto cóndor
- B. Lamina mapa geológico local del proyecto cóndor
- C. Lamina mapa estructural regional Caylloma
- D. Lamina Mapa Geológico subterráneo nivel 4710 Veta Celia
- E. Lamina Mapa Geológico subterráneo nivel 4750 Veta Celia
- F. Lamina Mapa Geológico subterráneo nivel 4800 Veta Celia
- G. Lamina Mapa Geológico subterráneo nivel 4850 Veta Celia
- H. Lamina Mapa Geológico subterráneo nivel 4900 Veta Celia
- I. Lamina Mapa geoquímico subterráneo nivel 4710 Veta Celia
- J. Lamina Mapa geoquímico subterráneo nivel 4750 Veta Celia
- K. Lamina Mapa geoquímico subterráneo nivel 4800 Veta Celia
- L. Lamina Mapa geoquímico subterráneo nivel 4850 Veta Celia
- M. Lamina Mapa geoquímico subterráneo nivel 4900 Veta Celia
- N. Lamina de ubicación Veta celia
- O. Lamina de ubicación veta san pablo
- P. Lamina de ubicación veta Juana



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo OMAR PILCO CHAVEZ
identificado con DNI 41936269 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

“ ESTIMACION DE RESERVAS Y RECURSOS MINERALES DEL PROYECTO CONDOR
POR EL METODO GEOESTADISTICO KRIGING EN BASE A/CODIGO JORC CAYLLAMA-AREQUIPA
” Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 08 de ENERO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo OMAR PILCO CHAVEZ
, identificado con DNI 41936269 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

“ ESTIMACION DE RESERVAS Y RECURSOS MINERALES DEL PROYECTO CONDOR POR
EL METODO GEOESTADISTICO KRIGING EN BASE AL CODIGO JORC CAYLLOMA - AREQUIPA”

” Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 06 de ENERO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella