

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y**

**METALURGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



**TESIS**

**EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE  
RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES  
EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS - AYACUCHO**

**PRESENTADO POR:**

Br. HUGO CCOLQUE MONTESINO

Br. FRANKLIN JARVY SANCHEZ GIBAJA

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO GEOLOGO**

**ASESOR:**

Mg. MAURO ALBERTO ZEGARRA CARREÓN

**CUSCO-PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor MAURO ALBERTO ZEGARRA CARREÓN  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: .....

EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS  
MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA  
SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO

Presentado por: HUGO COLQUE MONTESINO DNI N° 73825367;  
presentado por: FRANKLIN JARVY SANCHEZ GIBAJA DNI N°: 46906378  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO GEOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**  
**Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 28 de Diciembre de 2025

M. Zegarra  
Firma

Post firma Mauro A. Zegarra Carreón

Nro. de DNI 28848124

ORCID del Asesor 0000-000-3-0716-3980

#### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:543377841

# EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOME...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:543377841

Fecha de entrega

28 dic 2025, 3:21 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 dic 2025, 3:24 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE....pdf

Tamaño del archivo

7.2 MB

163 páginas

43.209 palabras

215.887 caracteres




# 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe


- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
36 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



## **DEDICATORIA**

A mis padres Aquino Ccolqqe y Delita Montesino por apoyarme a cumplir mis objetivos y metas como persona y profesional, por inculcarme el valor del respeto y responsabilidad. A mis hermanos y hermana por brindarme sus sabias recomendaciones, por sus valiosos consejos y conocimientos que han sido fundamentales para guiar mis pasos y ayudarme a tomar decisiones acertadas a lo largo de mi trayectoria académica de la universidad.

Así mismo agradezco a la Empresa Minera SOTRAMI S.A. por facilitarnos toda información para culminar el trabajo de investigación.

### **Ccolqqe Montesino Hugo**

Agradezco en primer lugar a Dios por todas las bendiciones que me da, en la salud y prosperidad por ser mi guía por darme sabiduría y fortaleza. A mi querida madre Lucía María Gibaja Huayhua por su amor y su apoyo incondicional por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos, por inculcarme valores y por la persona que hoy soy, a mi padre Paulino Sánchez, a mis hermanos Paul, Joel Y a mi abuela Dora Huayhua L. por todo su cariño. A mi compañera incondicional Yeny Karina Ancco Curampa por todo su apoyo y soporte durante este proceso.

## **EN MEMORIA**

En honor a mi abuelo Juan Carlos Gibaja, por tus enseñanzas y consejos, aunque ya no estés físicamente tu espíritu y amor Continúa guiándome en cada paso de mi camino.

### **Sanchez Gibaja Franklin J.**

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación está localizado en el departamento de Ayacucho, provincia de Lucanas, distrito de Sancos, en la población Santa Filomena; tiene como objetivo: Realizar la evaluación geológica y geoestadística de la veta Filomena en los niveles inferiores de la mina SOTRAMI S.A, con la finalidad de estimar y categorizar recursos minerales de oro (Au) de la veta Filomena en: medidos, indicados e inferidos. El método aplicado para la estimación de recursos minerales fue el método geoestadístico Kriging Ordinario.

El proyecto de investigación presenta un alcance descriptivo, ya que se basa en recopilación bibliografía de tesis y artículos científicos, toma de datos de campo, análisis e interpretación de resultados.

Este proyecto se enfocará en el análisis geoestadístico de las muestras de canal para lo cual se tomó en cuenta 1387 muestras de canal de oro (Au) a partir de las cuales se elaboró variogramas; así mismo se realizó mapeo geológico en interior mina de los niveles 13,14,15 y 16. Esta información se utilizó para la elaboración del modelo geológico y modelos de bloques según las características geológicas del yacimiento.

Finalmente se llegó a las siguientes conclusiones: la veta Filomena tiene continuidad de mineralización a profundidad, con una tendencia anisotrópica. Los Recursos Minerales estimados son: Recursos Medidos: 386084.88 toneladas, recursos Indicados: 320339.76 toneladas, Recursos Inferidos: 162705.20 toneladas. Totalizando 869130.38 toneladas de recursos de la veta Filomena con ley ponderada de 10.28Gr/TM.

Palabras claves: Veta, Modelo Geológico, Modelo de Bloques, Kriging Ordinario.

## **ABSTRACT**

The research work is located in the department of Ayacucho, province of Lucanas, district of Sancos, in the town of Santa Filomena. Its objective is to carry out a geological and geostatistical evaluation of the Filomena vein in the lower levels of the SOTRAMI S.A. mine, with the aim of estimating and categorizing the gold (Au) mineral resources of the Filomena vein as measured, indicated, and inferred. The method used to estimate mineral resources was the Ordinary Kriging geostatistical method.

The research project is descriptive in scope, as it is based on the compilation of bibliography from theses and scientific articles, field data collection, analysis, and interpretation of results.

This project will focus on the geostatistical analysis of channel samples, for which 1,387 gold (Au) channel samples were taken into account, from which variograms were produced. Geological mapping was also carried out inside the mine at levels 13, 14, 15, and 16. This information was used to develop the geological model and block models according to the geological characteristics of the deposit.

Finally, the following conclusions were reached: the Filomena vein has continuity of mineralization at depth, with an anisotropic trend. The estimated mineral resources are: Measured Resources: 386,084.88 tons, Indicated Resources: 320,339.76 tons, Inferred Resources: 162,705.20 tons. Totaling 869,130.38 tons. This totals 869,130.38 tons of resources for the Filomena vein with a weighted average grade of 10.28 g/t.

**Keywords:** Vein, Geological Model, Block Model, Ordinary Kriging.

## INDICE

RESUMEN.....	II
ABSTRACT .....	III
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES .....	3
1.1. Ubicación Geográfica.....	3
1.2. Accesibilidad.....	3
1.3. Planteamiento del Problema.....	4
1.3.1. Definición del Problema .....	4
1.3.2. Problema General .....	5
1.3.3. Problemas Específicos .....	5
1.4. Justificación e Importancia .....	5
1.4.1. Conveniencia .....	5
1.4.2. Relevancia social .....	6
1.4.3. Implicancias practicas.....	6
1.4.4. Valor teórico .....	6
1.4.5. Utilidad metodológica .....	6
1.5. Objetivos .....	7
1.5.1. Objetivo General.....	7
1.5.2. Objetivos Específicos .....	7
1.6. Hipótesis.....	7
1.6.1. Hipótesis General.....	7
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	7
1.7. Metodología de Investigación .....	8
1.7.1. Alcance del Estudio .....	8
1.7.2. Diseño de Investigación.....	8
1.7.3. Enfoque de investigación.....	9
1.7.4. Unidad de Análisis.....	9
1.7.5. Metodología de Trabajo.....	9
1.8. Identificación de Variables .....	11
1.8.1. Variables Independientes.....	11
1.8.2. Variables Dependientes .....	11
1.8.3. Operacionalización de Variables .....	12
1.8.4. Matriz de Consistencia .....	13
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. Antecedentes Teóricos .....	14
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	14

2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	14
2.1.3. Antecedentes Locales .....	18
2.2. Marco Conceptual .....	22
2.2.1. Yacimiento Minero .....	22
2.2.2. Mineralización .....	22
2.2.3. Fluidos y Alteraciones Hidrotermales .....	23
2.2.3.1. Tipos de Alteraciones Hidrotermales .....	24
2.2.4. Yacimientos Mesotermiales .....	26
2.2.5. Depósito mineral .....	27
2.2.6. Estructura mineralizada .....	28
2.2.7. Depósitos de Oro Orogénico .....	28
2.2.8. Elemento Explotable .....	31
2.2.9. Mineral de mena .....	31
2.2.10. Mineral Ganga .....	31
2.2.11. Ley mínima explotable .....	32
2.2.12. Norma NI 43 – 101 .....	33
2.2.13. Reserva mineral .....	34
2.2.14. Recurso Mineral .....	35
2.3. Métodos de Estimación de Recursos Minerales .....	40
2.3.1. Métodos de Estimación Tradicionales .....	41
2.3.1.1. Método de la Media Aritmética .....	41
2.3.1.2. Método de los Polígonos .....	42
2.3.1.3. Método de los bloques .....	43
2.3.1.4. Método inverso a la distancia .....	43
2.3.2. Método de Estimación Geoestadístico .....	45
2.3.2.1. Variable Regionalizada .....	45
2.3.2.2. Variograma .....	46
2.3.2.3. Modelos de variograma .....	48
2.3.3. Método Kriging .....	50
2.3.3.1. Kriging Ordinario .....	52
2.3.4. Elipsoide de influencia .....	53
2.3.5. Valor Capping .....	54
CAPITULO III: GEOMORFOLOGIA .....	55
3.1. Geomorfología Regional .....	55
3.1.1. Cordillera de la Costa .....	55
3.1.2. Planicie costanera .....	56
3.1.3. Cordillera de laderas .....	56
3.1.4. Peneplanicie Sub Andino .....	56
3.1.5. Cadena Andina .....	57
3.1.6. Valles Transversales .....	57
3.2. Geomorfología Local .....	57

3.2.1. Cordillera de la Costa .....	57
3.2.2. Peneplanicie Sub Andino.....	58
3.2.3. Cordillera de laderas .....	58
CAPITULO IV: GEOLOGÍA .....	59
4.1. GEOLOGIA REGIONAL.....	59
4.1.1. Complejo Bella Unión .....	60
4.1.2. Dacitas Molles .....	61
4.1.3. Gabros.....	62
4.1.4. Super Unidad Linga.....	63
4.1.5. Super Unidad Incahuasi .....	63
4.1.6. Super Unidad Tiabaya .....	64
4.1.7. Complejo Santa Rita.....	65
4.2. GEOLOGIA LOCAL.....	68
4.2.1. Super Unidad Tiabaya: .....	68
4.2.2. Complejo Santa Rita.....	70
4.2.3. Diques .....	70
4.2.4. Depósitos Cuaternarios .....	71
CAPITULO V: GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	72
5.1. Analisis estructural.....	73
5.2. Características Estructurales de la Veta Filomena .....	74
5.3. Fallas Regionales .....	74
5.4. Fallas Locales.....	75
CAPITULO VI: MINERAGRAFIA .....	77
6.1. Estudios Minerograficos.....	78
6.1.1. Muestra 039421 .....	78
6.1.2. Muestra 039417 .....	81
6.1.3. Muestra 211522 .....	84
CAPITULO VII: GEOLOGIA ECONOMICA.....	87
7.1. Metalogenia.....	87
7.2. Mineralización.....	88
7.2.1. Características de las estructurales mineralizadas .....	89
7.2.2. Controles de Mineralización.....	91
7.2.3. Persistencia de la Mineralización .....	92
7.3. Alteraciones Hidrotermales.....	92
7.3.1. Alteración silícica .....	92
7.3.2. Alteración Argílica .....	93

7.3.3. Alteración Propilítica .....	94
7.4. Descripción de la Veta Filomena .....	94
7.5. Ley de corte (cut-off) .....	96
CAPITULO VIII: METODOLOGIA GEOESTADISTICA APLICADO A LA VETA FILOMENA .....	97
8.1. Organización del Método de Trabajo.....	97
8.1.1. Etapas del Desarrollo del trabajo .....	97
8.1.2. Diagrama de Flujo de la Metodología de Trabajo .....	98
8.2. Organización de la Información.....	99
8.2.1. Recolección de Datos .....	99
8.2.2. Tratamiento de Datos.....	101
CAPITULO IX: CALCULOS, APLICACIONES Y OBTENCION DE RESULTADOS ...	103
9.1. Modelo Geológico de Estimación de Recursos Minerales .....	103
9.1.1. Construcción del Modelo Geológico de Estimación de Recursos Minerales.....	103
9.1.2. Validación del Modelo Geológico .....	108
9.1.3. Visualización del Modelo Geológico de Estimación de Recursos Minerales .....	110
9.2. Análisis Exploratorio de Datos .....	111
9.2.1. Ley de Distribución del yacimiento.....	111
9.2.2. Determinación de Valor Capping .....	114
9.3. Análisis Estructural Experimental.....	115
9.3.1. Modelamiento del Variograma Experimental de Oro (Au) .....	115
9.3.2. Visualización de los Elipsoides de Influencia .....	116
9.4. Estimación de Recursos Mineros .....	117
9.4.1. Caracterización e Inventariado de Recursos Minerales .....	122
9.5. Análisis de Resultados .....	124
CONCLUSIONES .....	125
RECOMENDACIONES .....	127
BIBLIOGRAFIA.....	128
ANEXOS.....	131

## INDICE DE FIGURAS, FOTOGRAFIAS, FOTOMICROGRAFÍAS

Figura 1. Representación esquemática de origen de mineralizaciones hidrotermal .....	27
Figura 2. Representación gráfica de colisión de terrenos en zonas de subducción.....	29
Figura 3. Modelo esquemático del complejo tectono-magmático de postcolisión y su implicación en la génesis de oro orogénico, Régimenes de transpresión .....	30
Figura 4. Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas de Mena.....	37
Figura 5. Campo de variable a estimar.....	40
Figura 6. Estimación local con bloque unitario.....	41
Figura 7. Formula general para estimar la ley media. ....	41
Figura 8. Método de polígono, para estimar se tiene que ponderar las leyes por el área de influencia.....	42
Figura 9. Sondeos de malla que simplifican el método de los polígonos.....	42
Figura 10. Modelo de bloque para estimación de recursos, minería subterránea.....	43
Figura 11. Formula general de estimación de inverso a la distancia.....	44
Figura 12. lado izquierdo ponderación obtenida por inverso a la distancia, lado derecho interpolación por inverso del cuadrado. ....	44
Figura 13. Distribución de bloques con leyes, se observa una dispersión de leyes en dos zonas donde se tomará en cuenta dos variables regionalizadas. ....	46
Figura 14. Modelo de variograma. ....	47
Figura 15 Variograma teórico y experimental. ....	47
Figura 16. Modelo esférico o modelo de Matheron. ....	48
Figura 17. Modelo exponencial o modelo de Formery. ....	49
Figura 18. Muestra el variograma en la dirección NS según los sondeos realizados en la mina el salvador. ....	49



Figura 19. Modelo de potencia del variograma.....	50
Figura 20. Comparación de las estimaciones obtenidas por kriging y por el método inverso a la distancia.....	52
Figura 21. Elipsoide de influencia.....	54
Figura 22. Geomorfología de la cordillera de la costa, característico de la concesión minera SOTRAMI S.A.....	56
Figura 23. Mapa mostrando la segmentación de las súper unidades del Batolito de la Costa y la distribución de los plutones,.....	59
Figura 24. Formaciones geológicas de la zona de estudio, con sus respectivas rocas. ....	67
Figura 25. Lado izquierdo (A) monzogranito característico de la super unidad Tiabaya, lado derecho (B) afloramiento del monzogranito y al oeste de la concesión diorita biotítica. ....	70
Figura 26. Fallas de rumbo locales.....	75
Figura 27. Zona de transpresión.....	76
Figura 28. Zona de transpresión galería nivel 15. ....	76
Figura 29. Zona de transtensión. ....	76
Figura 30. Zona de transtensión galería nivel 16. ....	76
Figura 31. Mapa metalogénico del sur del Perú entre las latitudes 14 - 18°30'S. SFIII: .....	88
Figura 32. Diagrama de flujo de metodología geoestadística de trabajo. ....	98
Figura 33. Mapeo geológico interior mina nivel 14 vista en planta.....	101
Figura 34. Ploteo de muestras vista en planta nivel 14. ....	102
Figura 35. Digitalización de polilíneas nivel 13 de acuerdo al mapeo geológico de interior mina, para realizar la construcción del modelo geológico. ....	103
Figura 36. Digitalización de polilíneas nivel 15 de acuerdo al mapeo geológico de interior mina, para realizar la construcción del modelo geológico. ....	104

Figura 37. Incorporación de las polilíneas de los niveles 13,14,15,16 de la veta Filomena al software Leapfrog Geo. ....	105
Figura 38. Creación del Bundinbox para el modelamiento de la veta Filomena. ....	106
Figura 39. Asignación de litología al modelo geológico. ....	107
Figura 40. Asignación de caja piso (Footwall) y Caja techo (Hanginwall). ....	107
Figura 41. Interpolación tridimensional de la veta Filomena, modelo geológico creado para la veta Filomena. ....	108
Figura 42. Modelo geológico con mapeo de interior mina en planta de los niveles 13 al 16. ....	109
Figura 43. Visualización del solido modelo geológico vista en planta en el programa Datamine. ....	110
Figura 44. Veta Filomena con vista al Oeste (W) en el programa Datamine. ....	110
Figura 45. Distribución de oro (Au) en el yacimiento, donde se observa altos arraticos. ....	112
Figura 46. Histograma para la distribución del oro (Au). ....	112
Figura 48. Histograma de distribución lognormal de (Au). ....	113
Figura 47. Histograma de distribución de ancho de canal de las muestras de (Au). ....	113
Figura 49. Línea de código a remplazar los altos erráticos (outliers). ....	114
Figura 50. Frecuencia de datos geoquímicos, se muestra una variación del histograma con data capeada. ....	115
Figura 51. Variograma experimental del oro (Au), con rumbo, buzamiento y perpendicular a la veta Filomena. ....	116
Figura 52. Elipsoide de influencia tridimensional aplicado a la veta Filomena. ....	117
Figura 53. Modelo de bloques veta Filomena. ....	117
Figura 54. Modelo de bloques aplicado a la veta Filomena vista en sección transversal. ....	118
Figura 55. Proceso de estimación, utilizando el software Datamine. ....	119

Figura 56. Distribución espacial de canales de muestreo de la veta filomena, vista en planta. .....	120
Figura 57. Modelo de bloques con rango de leyes de Au de la veta Filomena. ....	120
Figura 58. Plano de estimación de recursos minerales de la veta Filomena vista en planta. .	121
Figura 59. Plano de estimación de recursos minerales de la veta Filomena vista en perfil. ..	121
Figura 60. Vista en planta modelo de bloques y los dominios de la veta Filomena. ....	123
Fotografía 1. Diorita biotítica del nivel 15, con presencia de estructura mineralizada se puede observar alteración sericitica en contacto con la veta. ....	69
Fotografía 2. (A) Dique andesítico en contacto con la veta Filomena, (B) Veta Filomena en contacto con diorita y dique Andesítico (C).....	71
Fotografía 3. Veta Filomena del nivel 15 lado este.....	90
Fotografía 4. Veta Filomena en el nivel 16 al lado oeste. ....	91
Fotografía 5. Alteración silícica en roca caja diorita, en contacto con la veta Filomena.....	92
Fotografía 6. Alteración Argílica. ....	93
Fotografía 7. Alteración propilítica de la veta Filomena. ....	94

**Fotomicrografías 1,2,3,4,5,6** (LR-Luz Reflejada). Se observa pirrotita (po) y calcopirita (cp) como islas de mineral en la pirita (py), también se observa goethita (goe) como relleno de fracturas; 02) Intercrecimiento de calcosita (cc) con covelita (cv) y goethita (goe) reemplazando a la pirita (py), 03) Calcopirita (cp) anhedral siendo reemplazada por calcosita (cc) desde los bordes; 04) Se muestra goethita (goe) reemplazando a la pirita (py) , también como relleno de fracturas sobre la misma; 05) Partícula de electrum (el) en cristal anhedral de calcopirita (cp) y 06) Partículas irregulares de electrum (el) que se disponen como disseminación en los cristales

de pirita (py), goethita (goe) reemplazando a la pirita (py) además como relleno de fracturas.

..... 80

**Fotomicrografías 7,8,9,10,11,12** (LR-Luz Reflejada). 07) y 08) Se muestra pirita (py) presentando diversas fracturas; estas últimas se encuentran rellenas por goethita (goe) y calcosita (cc); 09) Goethita (goe) anhedral reemplazando a la pirita (py) desde sus bordes; 10) Se muestra calcopirita (cp) siendo reemplazada desde sus bordes por calcosita (cc); 11) Intercrecimiento de calcosita (cc) con covelita (cv), se muestran relleno una fractura y 12) Se tiene pirrotita (po) y calcopirita (cp) en intercrecimiento simple, presentes como islas irregulares de mineral de en la pirita (py). ..... 83

**Fotomicrografías 13,14,15,16,17,18** (LR-Luz Reflejada). 13) Agregados de cristales subhedrales de pirita (py), se puede observar diversas fracturas sobre los cristales; 14) Se muestra goethita (goe) reemplazando a la pirita (py) desde sus bordes y relleno fracturas en la misma; 15) Cristales irregulares de telururos de plata (TLs Ag), también se tiene acantita-argentita (ac-agt) con goethita (goe); 16) Pirita (py) subhedral y cristal irregular de telururo de plata (TLs Ag); 17) Se observa calcopirita (cp) anhedral siendo reemplazada por covelita (cv) desde los bordes, también se muestra pirita (py) y telururo de plata (TLs Ag) y 18) Pirita (py) subhedral con calcopirita (cp) dispuesta como isla de mineral. .... 86

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas UTM de la zona de estudio. ....	3
Tabla 2. Labores subterráneas de área de estudio, galerías del nivel 13 al 16. ....	3
Tabla 3: Ruta de acceso a la unidad minera SOTRAMI S.A. ....	3
Tabla 4. Variables independientes. ....	11
Tabla 5. Variables dependientes. ....	11
Tabla 6. Operacionalización de Variables. ....	12
Tabla 7. Matriz de consistencia. ....	13
Tabla 8. Asociación mineralógica de las alteraciones hidrotermales. ....	26
Tabla 9. Minerales metálicos presentes en las secciones delgadas de la veta Filomena. ....	77
Tabla 10. Resultados geoquímicos multielementos de muestras en afloramientos de la veta Filomena (exploración superficial). ....	95
Tabla 11. Rangos de ley del yacimiento Santa Filomena de la Empresa SOTRAMI S.A. ....	96
Tabla 12. Tabla de collar. ....	99
Tabla 13. Datos del survey. ....	100
Tabla 14. Datos del Assay. ....	100
Tabla 15. Datos de los Holes. ....	101
Tabla 16. Parámetros del Variograma experimental del oro (Au). ....	116
Tabla 17. Criterios para la clasificación de recursos minerales. ....	118
Tabla 18. Numero de muestras empleadas para la estimación de recursos minerales. ....	118
Tabla 19. Radio de los tres ejes del elipsoide de búsqueda. ....	119
Tabla 20. Resultados de la estimación de recursos de la veta Filomena. ....	122
Tabla 21. Resultados de la estimación de recursos de la veta Filomena en rangos. ....	122

## INTRODUCCION

La unidad minera SOTRAMI S.A. se encuentra ubicada en el distrito de Sancos, provincia de Lucanas y el departamento de Ayacucho Perú a una cota de 2400 msnm. En un yacimiento epigenético de fluidos hidrotermales cuya característica principal son vetas angostas sigmoideas de oro que se depositan aprovechando fallas en rocas intrusivas predominantemente en la diorita que es parte del batolito de la costa.

La zona estudio tiene un área superficial de 1399.66 hectáreas (concesión minera de la zona), se ha realizado un cartografiado geológico a escala 1:2000 donde se han identificado veintiún (21) vetas principales, de las cuales se idéntico continuidad horizontal de los afloramientos cartografiados entre 0.4 a 3km de longitud y con potencia que varía entre 0.40 y 1.00m, las estructuras son sigmoideas. La zona de estudio propiamente dicha se centra en la profundidad de la veta Filomena entre los niveles 13,14,15 y 16 y su proyección a otros niveles; la principal anomalía geoquímica de estudio es el oro. El trabajo de investigación tiene como objetico principal: “Realizar la evaluación geológica y geoestadística de la veta Filomena en los niveles inferiores de la mina SOTRAMI S.A, con la finalidad de estimar los recursos minerales; para optimizar el proceso de explotación de los recursos.

El trabajo de investigación sigue una secuencia de análisis, primeramente, se centra en la caracterización geológica de la veta Filomena para posteriormente realizar el análisis de la estimación de recursos minerales; a continuación, se mencionará por capítulos:

El capítulo I se menciona los aspectos generales de la zona estudio como la ubicación y la accesibilidad; así mismo el planteamiento del problema, justificación e importancia, los objetivos generales y específicos, las hipótesis generales y específicas y la metodología de investigación. La metodología aplicada al trabajo de investigación se considerará de alcance

descriptivo con enfoque de investigación mixta (cualitativa y cuantitativa) de tipo no experimental.

El capítulo II se menciona el marco teórico, se realizó la recopilación de antecedentes teóricos de la zona de estudio como: antecedentes internacionales, antecedentes nacionales y antecedentes locales; así mismo se describió las bases conceptuales como: mineralización, depósitos minerales, depósitos de epigenéticos de oro, recurso mineral y métodos de estimación de recursos minerales.

El capítulo III al VII se detalla la caracterización geológica de la zona de estudio: se inicia con la descripción geomorfológica regional y local de la concesión minera, seguidamente de la geología regional y local en este punto se priorizo la geología de veta Filomena en los niveles inferiores, se continuo con la descripción de la geología estructural a nivel local, seguido del estudio mineragráfico con tres secciones delgadas propiamente de la veta Filomena, finalmente se describió la geología económica de la zona de estudio: la metalogenia, mineralización, alteraciones hidrotermales y la ley de corte de la zona de estudio.

El capítulo VIII se detalla la metodología geoestadística aplicado a la veta Filomena: en este punto se detalla las etapas geoestadísticas que se aplicaran, la recolección de la información geoquímica y el tratamiento de la base de datos. Finalmente se tiene el capítulo IX el cálculo, aplicaciones y la obtención de resultados: primeramente, se realizó la elaboración del modelo geológico de la veta a partir del mapeo geológico de interior mina y de secciones transversales, seguido del análisis exploratorio de datos para determinar la distribución espacial de las muestras con sus leyes de oro, seguidamente se realizó la estimación de recursos minerales de la veta Filomena y finalmente el análisis de resultados

El presente trabajo de investigación culmina con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos que engloba todos los mapas de estudio de la zona.

## CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Ubicación Geográfica

La veta Filomena, se encuentra ubicado en el departamento de Ayacucho, Provincia de Lucanas, distrito de Sancos, en la localidad de Santa Filomena (ver plano N°1).

La unidad minera SOTRAMI políticamente pertenece al distrito de Sancos, provincia de Lucanas, región Ayacucho.

Las coordenadas UTM de la unidad minera SOTRAMI son las siguientes:

Tabla 1: Coordenadas UTM de la zona de estudio.

COORDENADAS UTM WGS84		COTA m.s.n.m	ZONA
ESTE	NORTE	2425	18-S
578500	8302500		

Tabla 2. Labores subterráneas de área de estudio, galerías del nivel 13 al 16.

LABOR	NIVEL	ID-LABOR	COTA(Z)
GALERIA	13	1990	1993
GALERIA	14	1950	1957
GALERIA	15	1915	1919
GALERIA	16	1880	1883

### 1.2. Accesibilidad

La unidad minera SOTRAMI S.A., el acceso es desde el departamento de Arequipa a través de la carretera panamericana Sur hasta la ciudad de Yauca, seguidamente se toma una carretera al centro poblado de Jaqui para finalmente llegar al centro poblado de Santa Filomena. La tabla N° 3 indica el itinerario indica las distancias y el tiempo de cada tramo.

Tabla 3: Ruta de acceso a la unidad minera SOTRAMI S.A.

Itinerario	Km	Tipo de Carretera	Horas
Arequipa-Yauca	443	Asfaltada	7.3
Yauca - Jaqui	24	Asfaltada	1
Jaqui - SOTRAMI	28	Carretera Afirmada	0.45
TOTAL	495		9.15



### **1.3. Planteamiento del Problema**

#### **1.3.1. Definición del Problema**

Actualmente se tiene distintas metodologías de estimación de reservas desde las más tradicionales que es por medio método geométrico de polígonos, hasta los métodos geoestadísticos por medio de médelo de bloques. Por la precisión y exactitud de la información el método más aplicado es el geoestadístico, es así que el método está sujeto a la aplicación del Código JORC (código Australiano) donde establece una serie de estándares mínimos, recomendaciones y normas para su presentación de resultados. Como también este método se apoya en una serie de software como el Leapfrog Geo, Datamine StudioRM entre otros.

La compañía Minera SOTRAMI S.A. el cual tiene 1399.66 hectáreas de concesión, como principal recurso de explotación el Oro por medio de su veta Aurífera Filomena. Actualmente sus recursos están cuantificados por métodos geométricos. El trabajo de investigación que proponemos es cambiar a métodos más modernos geoestadísticos, definiendo el modelo geológico y los controles geológicos que dieron origen a dicho yacimiento, y cuantificar de forma precisa los recursos y reservas.

La metodología geoestadística aplicado a este proyecto nos permitirá cuantificar con exactitud los recursos mineros medidos, indicados e inferidos; donde vamos reducir la incertidumbre; para desarrollar de una forma óptima el trabajo se tomará en cuenta las características geológicas del yacimiento minero así mismo se va definir parámetros geoestadísticos de la información geoquímica de oro.

Actualmente los yacimientos mineros a escala de gran minería y mediana vienen aplicando la metodología geoestadística para cuantificar sus recursos mineros; en nuestro caso la Empresa minera SOTRAMI S.A en una mina a escala de pequeña minería donde se aplica métodos tradicionales; nuestro trabajo de investigación plantea adecuar metodología geoestadística a minas de pequeña escala.

### **1.3.2. Problema General**

¿Como influye la integración de la evaluación geológica y geoestadística en la estimación de recursos minerales de la veta Filomena en los niveles inferiores de la mina SOTRAMI S.A?

### **1.3.3. Problemas Específicos**

1. ¿Qué características geológicas presenta la veta Filomena en los niveles inferiores y como influyen en la continuidad de mineralización tanto vertical y horizontalmente, considerando la geología estructural, la geoquímica, metalogenia y mineralogía?
2. ¿Cuál es la variabilidad espacial de muestras con sus respectivas leyes de mineralización, modelos de variogramas y dispersión de datos geoquímicos de la veta Filomena mediante el análisis geoestadístico?
3. ¿Cómo generar el modelo geológico ideal a partir del muestreo sistemático, mapeo geológico interior mina y secciones transversales de la veta Filomena en la mina SOTRAMI S.A?
4. ¿Cuál será el tonelaje estimado de recursos minerales medidos, indicados e inferidos de la veta Filomena en niveles inferiores a partir de la aplicación del método Kriging?

## **1.4. Justificación e Importancia**

### **1.4.1. Conveniencia**

Actualmente la empresa SOTRAMI S.A. tiene dos zonas de explotación con sus vetas auríferas principales Santa Rosa y Filomena; siendo este último nuestro objetivo de investigación. Las estimaciones de recursos minerales están realizadas por el método geométrico, existiendo una incertidumbre con los recursos debido a que no se tiene definido un modelo geológico que permita cambiar el método de estimación de recursos minerales; por ello se plantea: realizar un modelo geológico para vetas angostas posteriormente cuantificar los recursos por el método geoestadístico.

#### **1.4.2. Relevancia social**

La zona de estudio es un yacimiento a pequeña escala en el sector minero, en este sector los métodos tradicionales para la estimación de recursos son comunes; nuestro trabajo marcará un precedente que se puede aplicar métodos geoestadísticos para la estimación de recursos. Este trabajo de investigación servirá como referencia a las empresas mineras que están iniciando con la explotación de oro en vetas angostas para cuantificar sus recursos mineros.

#### **1.4.3. Implicancias practicas**

Esta investigación se justifica desde un punto practico por la necesidad de la optimización de la estimación de recursos mineros, y reducir la incertidumbre de recursos. La metodología geoestadística es de alta eficiencia y efectividad aplicado a vetas angostas de oro, la cual será de alta relevancia para optimizar la explotación.

#### **1.4.4. Valor teórico**

Este trabajo de investigación se justifica en la necesidad promover una nueva metodología de la evaluación geológica de un depósito mineral para posteriormente realizar la evaluación de recursos minerales. El fundamento teórico se centra en la aplicación de métodos geoestadísticos adecuados para la estimación de recursos minerales.

#### **1.4.5. Utilidad metodológica**

El método geoestadístico es de alta efectividad en la estimación de recurso y a partir de dicha estimación se podrá inferir los recursos en niveles inferiores; donde se tendrá que definir las características del yacimiento para definir el modelo geológico a partir del mapeo geológico en interior mina y teniendo en cuenta la dispersión de la data geoquímica (muestras de canales de veta); posteriormente definiendo los parámetros geoestadísticos se desarrollará el modelo de bloque para definir los recursos mineros utilizando el método Kriging.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Realizar la evaluación geológica y geoestadística de la veta Filomena en los niveles inferiores de la mina SOTRAMI S.A, con la finalidad de estimar los recursos minerales; para optimizar el proceso de explotación.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

1. Describir las características geológicas de la veta Filomena en los niveles inferiores, considerando la geología estructural, la geoquímica, la metalogenia y la mineralogía.
2. Analizar la distribución espacial de las leyes de mineral aplicando técnicas geoestadísticas, construyendo modelos de variogramas de dispersión de datos geoquímicos.
3. Generar el modelo geológico de la veta Filomena a partir de la interpretación del mapeo geológico de interior mina, muestreo sistemático y secciones transversales aplicados a la zona de estudio.
4. Determinar el tonelaje estimado de recursos minerales medidos indicados e inferidos de la veta Filomena en niveles inferiores aplicando el método geoestadístico Kriging.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

La evaluación geológica y geoestadística en la veta Filomena en los niveles inferiores permitirá la estimación de los recursos minerales; realizado estos procesos se ve reducir la incertidumbre en el proceso de explotación.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

1. Con la caracterización geológica de la veta Filomena: geología estructural, geoquímica, metalogenia, mineralógico y geoquímicos permitirá identificar los controles de mineralización la cual influirán en la distribución de mineralización.

2. Aplicando técnicas geoestadísticas permitirá definir con mayor precisión la distribución espacial las leyes de muestras geoquímicas, el modelo de variograma aplicado a la veta Filomena será de tipo exponencial.
3. Se elaborará el modelo geológico a partir de la interpretación del mapeo geológico de interior mina, muestreo sistemático y de secciones transversales en la veta Filomena; así mismo con este modelo será posible definir persistencia de la mineralización a profundidad.
4. Se aplicará el método geoestadístico Kriging Ordinario para la estimación de recursos minerales medidos, indicados e inferidos en los niveles inferiores de la veta Filomena; para cuantificar los recursos.

## **1.7. Metodología de Investigación**

### **1.7.1. Alcance del Estudio**

El alcance descriptivo consiste en describir fenómenos, contextos y sucesos; donde especifican las propiedades y características del suceso que se somete a investigación. En este alcance se mide o se recoge información de manera independiente sobre las variables de estudio (Sampieri, 2014).

La presente investigación tiene un alcance descriptivo por la relación que tiene desde la geología hasta la geoestadística de la Veta Filomena; donde inicialmente se definirá las características geológicas, información geoquímica; para posteriormente realizar el modelo geológico finalmente realizar la estimación de recursos minerales.

### **1.7.2. Diseño de Investigación**

El diseño no experimental es aquellos donde no se manipulan una o más variables es decir no se manipula las variables independientes para ver el efecto sobre las demás variables. En este tipo de diseño de investigación se observa los fenómenos en su forma natural para posteriormente ser analizados. (Sampieri, 2014)

La presente investigación adopta un diseño no experimental en el cual las variables independientes no serán manipuladas con la finalidad de analizar su influencia sobre las variables dependientes. En este contexto, el modelo geológico de veta Filomena deberá ser ajustado para la estimación de recursos minerales, con la finalidad de reducir la incertidumbre en los resultados finales.

### **1.7.3. Enfoque de investigación**

El enfoque mixto consiste en la integración sistematizada y críticos de investigación que implican el análisis y recolección de datos cuantitativos y cualitativos; para realizar el análisis de la información obtenida del objeto de estudio. (Sampieri, 2014)

El trabajo de investigación tiene un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), primeramente, se va definir las características geológicas de la veta Filomena; para posteriormente cuantificar los recursos minerales medidos, indicados e inferidos; según ciertos parámetros geoestadísticos.

### **1.7.4. Unidad de Análisis**

La investigación tiene como unidad de análisis muestras de canales (1129) de la Veta Filomena con su respectivo análisis químico; así mismo se tiene información de 4 niveles con una longitud de veta de 650m para realizar el análisis geológico para definir el modelo.

### **1.7.5. Metodología de Trabajo**

El presente proyecto de investigación tendrá 3 etapas:

#### **a. Etapa de gabinete preliminar:**

1. Recopilación de información bibliografía de tesis y artículos científicos relacionados al tema.
2. Recopilación de información existe en zona de estudio (SOTRAMI S.A.)
3. Elaboración de planos de mapeo y ubicación entre otros.
4. Elaboración de secciones transversales para mapeo interior mina.

**b. Etapa de campo:**

1. Mapeo geológico de interior mina de la Veta Filomena.
2. Elaboración ideal de un modelo geológico en campo.
3. Toma de muestras tipo canal sistemático en interior mina.
4. Revisión de taladros diamantinos interior mina y superficie.

**c. Etapa de gabinete final:**

1. Procesamiento de información de campo.
2. Elaboración de base de datos obtenidos del muestreo geológico interior mina.
3. Interpretación de información en software Leapfrog Geo y Datamine.
4. Generación del modelo geológico de la Veta Filomena.
5. Estimación de recursos minerales, con apoyo de software geológicos.
6. Análisis de resultados.
7. Finalmente, elaboración del proyecto de investigación.

## 1.8. Identificación de Variables

### 1.8.1. Variables Independientes

Tabla 4. Variables independientes.

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>
<b>Veta Filomena</b>	Características geológicas Regionales	Metalogénesis Petrología Geología estructural Hidrotermalismo Alteraciones Mineralización
	Características Geologías locales, Evaluación de recursos minerales,	Petrológica Geología estructural Hidrotermalismo Alteraciones Mineralización

### 1.8.2. Variables Dependientes

Tabla 5. Variables dependientes.

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>
<b>Recursos minerales</b>	Recursos medidos	Modelamiento geológico Cantidad de mineral (Ton) Leyes de bloques (Gr/Ton) Análisis geoestadístico Validación
	Recursos indicados	Modelamiento geológico Cantidad de mineral (Ton) Leyes de bloques (Gr/Ton) Análisis geoestadístico Validación
	Recursos inferidos	Modelamiento geológico Cantidad de mineral (Ton) Leyes de bloques (Gr/Ton) Análisis geoestadístico Validación



### 1.8.3. Operacionalización de Variables

Tabla 6. Operacionalización de Variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Veta Filomena	La veta Filomena es una estructura filoniana de origen hidrotermal, los clavos mineralizados están en forma sigmoidea rellenas en fracturas. La mineralización está constituida por asociaciones de óxidos y sulfuros, destacando el oro como elemento de interés económico y la plata como subproducto. Dicha mineralización se encuentra depositada en la Superunidad Tiabaya del Batolito de la Costa (Martell, 2021).	Primeramente, se definirá las características geológicas del yacimiento, posterior a ello se definirá el modelo geológico de la veta según la información geoquímica y el mapeo geológico de interior mina.	Características geológicas Regionales	Metalogénesis Petrología Geología estructural Hidrotermalismo Alteraciones Mineralización
			Características Geológicas locales, Evaluación de recursos minerales,	Petrología Geología estructural Hidrotermalismo Alteraciones Mineralización
Variable Dependiente: Recursos Minerales	Consiste en cuantificar la cantidad de recursos minerales; es determinar la concentración de mineral y en qué cantidad haya para el proceso de explotación del yacimiento. (Buendía,2020)	Se estimará los recursos minerales de la Veta Filomena y se categorizaran los recursos minerales de acuerdo al nivel de confiabilidad a los rangos de les de	Recurso Medido	Modelamiento geológico Cantidad de mineral (Ton) Leyes de bloques (Gr/Ton) Análisis geoestadístico Validación
			Recurso Indicado	Modelamiento geológico Cantidad de mineral (Ton) Leyes de bloques (Gr/Ton) Análisis geoestadístico Validación
			Recurso inferido	Modelamiento geológico Cantidad de mineral (Ton) Leyes de bloques (Gr/Ton) Análisis geoestadístico Validación

### 1.8.4. Matriz de Consistencia

A continuación, se muestra el resumen del proyecto de investigación por medio de la matriz de consistencia.

Tabla 7. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
"EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO"				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	METODOLOGIA	
¿Como influye la integración de la evaluación geológica y geoestadística en la estimación de recursos minerales de la veta Filomena en los niveles inferiores de la mina SOTRAMI S.A?	Realizar la evaluación geológica y geoestadística de la veta Filomena en los niveles inferiores de la mina SOTRAMI S.A, con la finalidad de estimar los recursos minerales; para optimizar el proceso de explotación de los recursos.	La evaluación geológica y geoestadística en la veta Filomena en los niveles inferiores permitirá la estimación de los recursos minerales. Realizado estos procesos se ve reducir la incertidumbre en el proceso de explotación.	1. Alcance de investigación: Descriptivo. 2. Enfoque de investigación: Mixta (cualitativa y cuantitativa). 3. Diseño de investigación: No experimental.	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS		
1. ¿Qué características geológicas presenta la veta Filomena en los niveles inferiores y como influyen en la continuidad de mineralización tanto vertical y horizontalmente? 2. ¿Cuál es la variabilidad espacial de muestras con sus respectivas leyes de mineralización de la veta Filomena mediante el análisis geoestadístico? 3. ¿Cómo generar el modelo geológico ideal a partir del muestreo sistemático, mapeo geológico interior mina y secciones transversales de la veta Filomena en la mina SOTRAMI S.A? 4. ¿Cuál será el tonelaje estimado de recursos minerales medidos, indicados e inferidos de la veta Filomena en niveles inferiores a partir de la aplicación del método Kriging?	1.Describir las características geológicas de la veta Filomena en los niveles inferiores, considerando la geología estructural, la geoquímica, la metalogénia y la mineralogía. 2.Analizar la distribución espacial de las leyes de mineral aplicando técnicas geoestadísticas, construyendo modelos de variogramas de dispersión de datos geoquímicos. 3.Generar el modelo geológico de la veta Filomena a partir de la interpretación del mapeo geológico de interior mina y secciones transversales aplicados a la zona de estudio. 4.Determinar el tonelaje estimado de recursos minerales medidos indicados e inferidos de la veta Filomena en niveles inferiores aplicando el método geoestadístico Kriging.	1.Con la caracterización geológica de la veta Filomena: estructural, mineralógico y geoquímicos permitirá identificar los controles de mineralización la cual influirán en la distribución de mineralización. 2.Aplicando técnicas geoestadísticas permitirá definir con mayor precisión la distribución espacial las leyes de muestras geoquímicas, el modelo de variograma aplicado a la veta Filomena será de tipo exponencial. 3. Se elaborará el modelo geológico a partir de la interpretación del mapeo geológico de interior mina, de secciones transversales y la data geoquímica en la veta Filomena; así mismo con este modelo será posible definir persistencia de la mineralización a profundidad. 4.Se aplicará el método geoestadístico Kriging Ordinario para la estimación de recursos minerales medidos, indicados e inferidos en los niveles inferiores de la veta Filomena; para cuantificar los recursos.		

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes Teóricos**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

- 1. Antecedente 1: Alfaro (2007)** Estimación de recursos minerales. El presente estudio aborda la aplicación de métodos tradicionales de estimación, así como herramientas basadas en la geoestadística y en la teoría de variables regionalizadas. Se emplean conceptos fundamentales como los recursos minerales, acorde con las características del yacimiento y el nivel de confianza requerido en la zona de estudio. (Alfaro, 2007)

La presente investigación contribuye al marco metodológico del proyecto de tesis, mediante la aplicación de herramientas geoestadísticas consideradas como métodos óptimos para la estimación de recursos minerales, en función de las características del yacimiento y del nivel de certeza requerido en los resultados. (Alfaro, 2007)

- 2. Antecedente 2: NI 43-101 (2011).** La norma NI 43-101, actualmente derogada y reemplazada por una nueva versión, constituye el marco regulatorio nacional que establece los lineamientos para la divulgación de información técnica en proyectos minerales. Este instrumento se emplea para la elaboración de informes de estimación de recursos y reservas minerales, los cuales deben ajustarse a los requisitos establecidos por el mercado de valores de Canadá. La existencia de informes técnicos estandarizados resulta esencial para garantizar la transparencia y la confiabilidad de la información geológica.

El presente trabajo será aplicado en nuestro proyecto de investigación, debido a que se adecuada según los estándares de estimación de recursos minerales; de esta forma se tendrá mayor confiabilidad en los resultados finales de la investigación.

#### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- 1. Antecedente 1. Aguilar (2010),** Control estructural y litológico en el emplazamiento de yacimientos minerales en el sector Condoroma – Paratia (Cusco - Puno), Sur del Perú.

El análisis estructural permitió identificar las zonas con mayor favorabilidad para el emplazamiento de sistemas hidrotermales, evidenciándose que la disposición de estas mineralizaciones guarda una estrecha relación con las estructuras principales de orientación N120°, las cuales controlan y facilitan el desarrollo de fracturas secundarias con rumbos aproximados N60°, NE y E-O.

El siguiente trabajo de investigación tiene un aporte al nuestro desde el punto estructural nos ayuda a entender la relación los fluidos hidrotermales tiene relación son los sistemas de falla. El depósito se formó en vetas donde precipitaron los principales minerales como la plata, cobre, zinc como principales minerales tenemos a cuarzo, pirita, esfalerita y galena; y como minerales ganga a la calcita, baritina y rodocrosita.

- 2. Antecedente 2. Sánchez (2016)** Controles de mineralización en el sistema de vetas SN - (CU) Santo Domingo - proyecto Santo Domingo – Puno. El presente estudio tiene como propósito identificar los principales controles que condicionan la mineralización de casiterita en el sistema de vetas Santo Domingo, así como elaborar modelos geológicos representativos en secciones longitudinales y transversales, que permitan comprender la distribución y el comportamiento estructural del yacimiento; y presenta como conclusiones: el sistema de vetas Santo Domingo presenta una persistencia de mineralización lateralmente por 3.2km y verticalmente ha sido a identificado hasta los 900m, así mismo concluye el zoneamiento es lateral como vertical; se tiene como mineral principal la casiterita en la veta con una dirección de mineralización de N315°/65° estructuras tensionales, la forma de mineralización es en vetas y vetillas donde presentan texturas del tipo de relleno de fracturas. (Sánchez O. , 2016)

El aporte a nuestro trabajo de investigación es nos ayuda a comprender el comportamiento mineralógico de vetas en profundidad, principalmente de yacimientos meso termales así mismo nos explica la guía de explotación del sistema de vetas.

- 3. Antecedente 3. Arce (2017),** Estudio geología, mineralización y evaluación económica del proyecto minero Virgilios Huaraz – Ancash, el objetivo de la investigación es realizar el estudio geoeconómico del proyecto Virgilios basándose a un modelo geológico del yacimiento, dicho yacimiento está hospedado en volcánicos andesíticos del grupo Calipuy y la mineralización consta de óxidos de hierro, óxidos mixtos y sulfurados, También se realiza el cálculo de recursos y reservas minerales por el método de bloques de explotación o método tradicional, usando las normas del código JORC, el estudio también ejecuta por primera vez un programa de exploración diamantina teniendo como base la estimación de recursos y reservas.
- 4. Antecedente 4. Maza (2017)** Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina – Los Pircos – Santa Cruz – Cajamarca, en el estudio tuvo por propósito realizar la estimación de reservas de mineral de oro y plata de la veta Karina; finalmente presenta como conclusión: calcularon 3720Tn de reservar de mineral de la veta Karina con una ley de corte de 17.28gr/Tn de oro y una producción mensual de 220 Tn/mes. El cálculo de la ley ponderada y ley de corte, el trabajo de estimación se efectuó por el método tradicional. El presente trabajo de investigación nos ayuda a comprender la metodología aplicada de muestreo geoquímico en interior mina para desarrollar la estimación de reservas; así mismo nos ayuda a entender los métodos tradicionales aplicado a vetas angostas.
- 5. Antecedente 5. Espinoza (2018),** caracterización geológica y metodología de estimación de recursos en vetas angostas del batolito de Pataz. Esta tesis tiene como objetico determinar si la propuesta metodológica de estimación logra determinar la estimación de recursos minerales para las vetas angostas del Batolito de Pataz, esta tesis tiene como resultado la metodología aplicado de topografía minera y muestras de canales se adecua para la estimación de recursos aplicando metodología geoestadísticas en vetas angostas; finalmente

presenta las siguientes conclusiones se logró estimar 23143Tn con ley de 21.26grAu/TM con potencia de 0.60m.

La presente tesis demuestra que es posible elaborar modelos geoestadísticos con altos coeficientes de variación, siempre que se realice una sectorización adecuada de los dominios geológicos, considerando su disposición estructural y características litológicas en las zonas de estimación. Este trabajo de investigación nos brindara pautas como se realiza la caracterización geológica para la estimación de recursos minerales en vetas angostas.

**6. Antecedente 6. Torres (2015)** el trabajo de investigación titulada “metodología para la estimación de reservas minerales en minera Bateas”, el estudio se realiza con la finalidad de adquirir un modelo de bloques de los recursos para poder ejecutar la extracción de mineral e identificar los tajos con más valores las cuales admitan más retornos a un corto tiempo, también se detalla el proceso de estimación de reservas con los parámetros más importantes que intervienen y la metodología para el cálculo del valor de la dilución en función del tipo de explotación, se utilizó también de guía para ejecutar esta investigación de tesis.

**7. Antecedente 7. Mayta & Mesa (2010).** La Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. cuenta con un Manual de Inventario de Minerales que establece ciertos criterios para el cálculo y la clasificación de recursos y reservas minerales, considerando criterios de valor económico, grado de certeza y accesibilidad. Este documento técnico es de los más utilizados por las empresas mineras del Perú, específicamente en la aplicación de yacimientos de vetas angostas, dando prioridad a las zonas de explotación y evaluación de recursos de estos yacimientos.

Este trabajo de investigación será de gran apoyo, aporta en el ámbito de clasificación de recursos minerales en vetas angostas; así mismo nos da pautas para su clasificación.

**8. Antecedente 8. Maldonado (2023).** El presente estudio titulado “Aplicación del método kriging ordinario para la estimación de recursos minerales en el proyecto Purple Hill, Tacna, Perú” tiene como finalidad realizar la estimación de los recursos minerales mediante la implementación del método geoestadístico de kriging ordinario. A partir del análisis exploratorio de datos, se definieron los dominios geoestadísticos utilizados en la estimación de los recursos, mientras que con la información obtenida del logueo geológico de los taladros de perforación, se construyó el modelo geológico que sustenta la evaluación del depósito.

Finalmente, el aporte a nuestro trabajo de investigación es que nos ayuda a entender la metodología geoestadística específicamente por el método kriging ordinario.

**9. Antecedente 9. Pilco (2024).** Estimación de reservas y recursos minerales del proyecto Condor por el método geoestadístico kriging según el código JORC en la zona de Caylloma-Arequipa. La presente tesis tiene como objetivo efectuar la estimación de reservas y recursos minerales del Proyecto Cóndor, tomando como referencia los criterios establecidos por el Código JORC, con el propósito de cuantificar los volúmenes de mineral y evaluar la factibilidad técnica y económica de su explotación. Presenta las siguientes conclusiones: mediante variogramas experimentales se concluye que la mineralización tiene una dirección de 45°, se logró estimar 265471.40TMH con ley media de 2.57Oz.Ag/TM y 3.13Gr.Au/TM. La tesis tiene un aporte a nuestro trabajo de investigación de la aplicación el método geoestadístico a vetas angosta aplicando la metodología del código JORC.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

**1. Antecedente 1. Olchanski (1980),** El presente estudio aborda la geología regional de los cuadrángulos de Jaquí, Coracora, Chala y Chaparra, comprendidos en las regiones de Ayacucho y Arequipa. El trabajo se centra en el análisis del contexto geológico regional, con énfasis en los aspectos estratigráficos, estructurales y plutónicos, complementado con

descripciones sintéticas de los principales yacimientos y prospectos minerales identificados en la zona de estudio (Olchauski, 1980).

El presente trabajo de investigación será de gran ayuda para entender la geología regional de la zona el comportamiento estructural del batolito de la Costa; donde principalmente se encuentran yacimientos mineros de cobre, oro y plomo.

2. **Antecedente 2. Martell (2021)**, El presente estudio, titulado “Estimación de reservas minerales de oro y plata de la veta Filomena, Sancos – Lucanas – Ayacucho”, tiene como objetivo determinar las reservas minerales de oro y plata asociadas al sistema vetiforme Filomena, ubicado en el distrito de Sancos, provincia de Lucanas, región Ayacucho. Los resultados obtenidos mediante la evaluación de recursos y reservas indican la existencia de 83,433 toneladas métricas secas (TMS) clasificadas como reservas probadas, con leyes promedio de 0.521 oz/t Au y 0.796 oz/t Ag, así como 28,374 TMS consideradas reservas probables, con leyes de 0.556 oz/t Au y 0.823 oz/t Ag. En conjunto, el depósito presenta un total estimado de 111,808 TMS, con leyes promedio globales de 0.530 oz/t Au y 0.803 oz/t Ag. (Martell, 2021)

Esta tesis tiene gran aporte a nuestro trabajo de investigación debido a que es el primer trabajo de investigación de la zona que desarrolla estimación de recursos minerales por la metodología tradicional; así mismo nos ayuda para entender la geología y el comportamiento de la veta Filomena en interior mina.

3. **Antecedente 3. Sanchez y Flores (2023)**. El presente estudio, titulado “Estimación de recursos minerales de la veta Santa Rosa en los niveles inferiores 7 y 8, Compañía Minera SOTRAMI S.A., Sancos – Lucanas – Ayacucho”, tiene como finalidad estimar los recursos minerales contenidos en la veta Santa Rosa en los niveles 7 y 8, así como caracterizar sus principales aspectos geológicos, geomorfológicos, estructurales y de mineralización dentro del ámbito de la Compañía Minera SOTRAMI S.A. Los resultados obtenidos de la



evaluación geoestadística indican la existencia de 9,113 toneladas métricas secas (TMS) de recursos medidos, con leyes promedio de 0.274 onzas de oro por tonelada de mineral (oz/t Au). Asimismo, se identificaron 39,734 TMS de recursos indicados con una ley promedio de 0.381 oz/t Au, y 77,587 TMS de recursos inferidos con leyes de 0.527 oz/t Au. Es importante señalar que los valores estimados de recursos incluyen las reservas y no consideran dilución. (Sánchez & Flores, 2023)

Según la geología de la zona de estudio la veta Santa Rosa en gran proporción está en la formación geológica de la super unidad Incahuasi seguido la super unidad Tiabaya; donde predominan las rocas dioritas, tonalitas, granodioritas. Estructuralmente esta veta tiene un control estructural la cual fue un factor importante para la mineralización.

- 4. Antecedente 4. Castillo (2018).** La presente investigación, titulada “Estimación de recursos y reservas del yacimiento aurífero FIDAMI, Lucanas – Ayacucho”, tiene como finalidad realizar la estimación de los recursos y reservas minerales las distintas estructuras mineralizadas de la mina FIDAMI S.A., mediante la caracterización geológica y evaluación económica de las zonas con potencial aurífero. Los resultados del estudio indican que el yacimiento FIDAMI se encuentra alojado en rocas granodioríticas pertenecientes a la Superunidad Tiabaya del Batolito de la Costa, integrando la franja metalogenética Nazca–Ocoña, reconocida por su significativa concentración de depósitos auríferos. (Castillo, 2018)

La estimación total de recursos y reservas asciende a 43,858 toneladas métricas (TM), con una ley promedio de 17.90 g Au/TM, lo que permite clasificar al yacimiento como altamente rentable y con un considerable potencial económico para su explotación (Castillo, 2018).

El aporte de este trabajo de investigación es: la mina es colindante a la veta Filomena donde se realizó la investigación y tiene la misma característica geológica y el control estructural

a la veta Filomena, se utilizó esta bibliografía para realizar el modelo geológico de la veta Filomena; tomando en cuenta las características geológicas y estructurales.

- 5. Antecedente 5. Chacca (2018).** La investigación denominada “Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales de la veta Esperanza, yacimiento San Andrés, Puquio – Ayacucho” tiene como propósito determinar las reservas y estimar los recursos minerales de la veta Esperanza, a través del análisis geológico, estructural y volumétrico del depósito, con el fin de establecer su potencial económico y viabilidad de explotación. El yacimiento corresponde a un depósito de vetas angostas de tipo epitermal de baja sulfuración, caracterizado por la presencia de minerales oxidados y sulfurados (Chacca, 2018).

Los resultados obtenidos en esta investigación indican una estimación total de 54,917 toneladas métricas secas (TMS), con una ley promedio de 19 oz/TC de plata y 0.51 oz/TC de oro, lo que evidencia un yacimiento con gran valor económico. Finalmente, se concluye que el yacimiento San Andrés se encuentra emplazado en la Cordillera Occidental, constituida principalmente por rocas volcanoclásticas de periodo Neógeno, donde el fluido hidrotermal presenta una mejor hospedación en las lavas andesíticas. Asimismo, se determina que la mineralización corresponde a un relleno de fracturas, clásico de un modelo de yacimiento epitermal de baja sulfuración. (Chacca, 2018)

El aporte de esta tesis a nuestro proyecto es que nos ayuda a entender las la mineralización del yacimiento epitermal de baja sulfuración, así mismo nos detalla las características geológicas que se deben tomar en cuenta durante la estimación de recursos minerales.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Yacimiento Minero**

Es una acumulación natural de minerales en la corteza terrestre que puede ser extraída y procesada de manera rentable. Para que se considere un yacimiento, la concentración de los minerales debe ser lo suficientemente alta como para justificar la inversión en su extracción y procesamiento metalúrgico para obtener el metal preciado. (Jackson, 1987)

Es una concentración natural de minerales que se pueden extraer de manera rentable, considerando tanto aspectos geológicos como económicos. La definición de un yacimiento no solo se basa en la presencia de minerales, sino también en la viabilidad económica de su explotación, lo cual depende de factores como el precio del mineral en el mercado y los costos asociados con la minería. (Oyarzun, 2019)

### **2.2.2. Mineralización**

Es el proceso geológico mediante el cual los minerales se concentran en una parte específica de la corteza terrestre. Este proceso resulta en la formación de un yacimiento mineral, donde los minerales se encuentran en cantidades y concentraciones suficientemente altas para ser considerados de valor económico. La mineralización puede ocurrir a través de varios procesos geológicos, como la precipitación de minerales a partir de soluciones hidrotermales, la cristalización a partir de magma, o la alteración de minerales preexistentes por procesos químicos o físicos. (Guilbert, 1986)

Se refiere a la acumulación de minerales en concentraciones significativas dentro de una roca, generalmente en forma de depósitos económicos. Estos depósitos se forman como resultado de la actividad de fluidos hidrotermales que transportan y depositan minerales en fracturas o porosidades de la roca madre. (Lowell y Guilbert, 1970)

### **2.2.3. Fluidos y Alteraciones Hidrotermales**

Un fluido hidrotermal es un tipo de solución acuosa caliente, cuya temperatura puede variar entre 50 °C y 500 °C, que contiene diversas sustancias disueltas. Estas sustancias tienden a formar minerales sólidos (precipitar) cuando cambian las condiciones físicas del fluido, como la temperatura o la presión, ya sea con el tiempo o al moverse por diferentes zonas geológicas. Estos fluidos pueden tener múltiples orígenes, siendo comunes las aguas provenientes del mar, de la lluvia (meteóricas), atrapadas en sedimentos antiguos (connatas), liberadas por procesos metamórficos o generadas por actividad volcánica (magmáticas). Por ejemplo, el agua de lluvia, de ríos o lagos puede infiltrarse profundamente en la corteza terrestre; al llegar a zonas de altas temperaturas, se calienta y se enriquece con minerales, transformándose en un fluido hidrotermal. (Pirajno, 2009)

Durante este proceso, los minerales que forman las rocas que rodean al fluido hidrotermal (llamadas rocas encajantes) también sufren cambios químicos. Esto ocurre porque los minerales tienden a ajustarse a las nuevas condiciones del entorno. Como resultado, se forman nuevos minerales secundarios, lo que se conoce como alteración hidrotermal o metasomatismo (Pirajno, 2009). La variedad y cantidad de estos minerales nuevos dependen de varios factores, como la temperatura, la presión, el tipo de roca original, su permeabilidad, la composición del fluido hidrotermal y el tiempo que dura la interacción entre el agua y la roca. (Brown, 1997)

La alteración mineral ocurre cuando hay un desequilibrio químico entre la roca original y el fluido que la modifica. Esto significa que las condiciones en las que se formó la roca (como su composición química) ya no son compatibles con las del fluido caliente que entra en contacto con el fluido hidrotermal. Este cambio provoca variaciones en la composición química, la temperatura y el pH del sistema, lo que desencadena una serie de reacciones químicas,

especialmente de hidrólisis. Como resultado, se forman nuevos minerales, conocidos como minerales secundarios. (Henley y Ellis, 1983)

#### **2.2.3.1. Tipos de Alteraciones Hidrotermales**

- a. Alteración Argílica Avanzada:** En este tipo de alteración, muchos minerales presentes en las rocas originales se transforman en nuevos minerales como dickita, caolinita, pirofilita, diásporo, alunita y cuarzo. Esta transformación es el resultado de un proceso químico conocido como ataque hidrolítico extremo, donde incluso los enlaces químicos más fuertes, como los del aluminio en los silicatos, se rompen. Como consecuencia, se forman compuestos como sulfato de aluminio (alunita) y óxidos de aluminio (diásporo). Este proceso puede ocurrir en un amplio rango de temperaturas, pero se da principalmente cuando las condiciones son muy ácidas (con un pH entre 1 y 3.5) y a altas temperaturas, generalmente por encima de los 350 °C. (Corbett & Leach, 1998)
- b. Alteración Argílica Intermedia:** En este proceso de alteración, se generan grandes cantidades de caolinita y esmectita, que comúnmente reemplazan a las minerales plagioclasas. También puede aparecer sericita, asociada con las arcillas formadas. El feldespato potásico de las rocas puede conservarse sin cambios (fresco) o también puede haber sido alterado a minerales arcillosos (argilización). Durante este proceso, las rocas pierden elementos como calcio (Ca), sodio (Na) y magnesio (Mg), lo que se conoce como lixiviación. Este tipo de alteración ocurre en condiciones de pH entre 4 y 5, aunque puede coexistir con la alunita en una zona de transición donde el pH es ligeramente más ácido (entre 3 y 4). La caolinita se forma a temperaturas inferiores a 300 °C, siendo más común entre 150 °C y 200 °C. A temperaturas superiores a 300 °C, el mineral estable que se forma es la pirofilita. (Corbett & Leach, 1998)
- c. Alteración Fílica:** Este tipo de alteración también es conocida como alteración sericítica o cuarzo-sericítica. En ella, los dos tipos principales de feldespatos —las plagioclasas y el feldespato potásico— se transforman principalmente en sericita y cuarzo, aunque también

puede aparecer caolinita en menor cantidad. Además, los minerales máficos (ricos en hierro y magnesio) suelen ser completamente destruidos durante este proceso. La alteración cuarzo-sericita ocurre en un ambiente de pH entre 5 y 6, y a temperaturas superiores a los 250 °C. Si la temperatura es más baja, se forman otros minerales, como illita (entre 200 °C y 250 °C) o una mezcla de illita y esmectita a temperaturas aún menores (100 °C a 200 °C). (Corbett & Leach, 1998)

- d. Alteración Propilítica:** Esta alteración se caracteriza por la ocurrencia de minerales como epidota y/o clorita, y por la ausencia de un metasomatismo catiónico notable, es decir, no se produce una gran pérdida de elementos como sodio, potasio, calcio o magnesio en las rocas. En cambio, se pueden incorporar algunos componentes como agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y azufre (S). Además, suelen formarse minerales como albita, calcita y pirita. Como las reacciones de hidrólisis (reacción química con agua) en los minerales originales son mínimas, este tipo de alteración suele encontrarse en las zonas periféricas o marginales de los sistemas hidrotermales. Se desarrolla en condiciones de pH neutro a ligeramente alcalino y a temperaturas relativamente bajas, entre 200 °C y 250 °C.
- e. Alteración potásica:** Esta forma de alteración se distingue principalmente por la formación de feldespato potásico y/o biotita, acompañados de minerales accesorios como cuarzo, magnetita, sericita y clorita. Se trata de una alteración potásica, la cual ocurre bajo condiciones de alta temperatura, que pueden variar entre 400 °C y 800 °C. Este tipo de alteración es común en zonas más profundas o cercanas a fuentes de calor intensas dentro de sistemas hidrotermales.

Tabla 8. Asociación mineralógica de las de las alteraciones hidrotermales.

Terminología genérica	Conjunto de minerales de alteración
Argílica	<i>Caolinita (halloisita o dickita) + montmorillonita ± sericita ± (o moscovita) ± clorita.</i>
Argílica avanzada	<i>Pirofilita + caolinita (o dickita) ± cuarzo ± sericita ± andalucita ± diáspora ± alunita ± topacio ± zunita ± enargita ± turmalina ± pirita ± calcopirita ± hematita.</i>
Argílica intermedia	<i>Clorita + sericita ± caolinita ± montmorillonita ± illita-esmectita ± calcita ± epidota ± biotita ± pirita.</i>
Filitica (o sericitica)	<i>Sericita + cuarzo + pirita ± biotita ± clorita ± rutilo ± leucóxeno ± calcopirita ± illita.</i>
Propilítica	<i>Epidota (zoisita o clinozoisita) + clorita + albita carbonato ± sericita ± montmorillonita ± septaclorita apatito ± anhidrita ± ankerita ± hematita ± pirita calcopirita.</i>
Potásica	<i>K-feldespatos (ortoclasa) + biotita + cuarzo, magnetita, sericita (o moscovita) albita, clorita, anhidrita, apatito, epidota, rutilo, calcopirita, pirita de bornita.</i>

Fuente. (Espinoza, 2018)

#### 2.2.4. Yacimientos Mesotermales

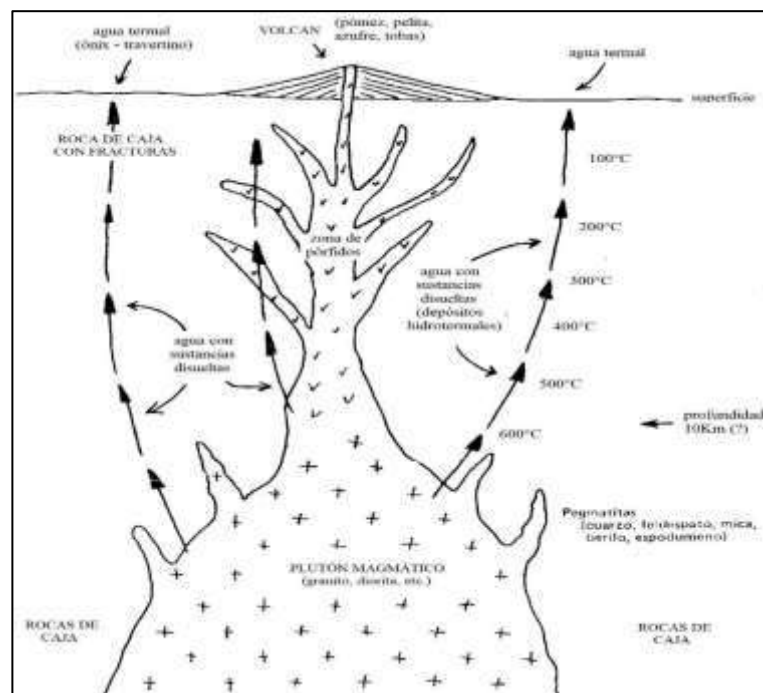
Los depósitos mesotermales corresponden a cuerpos minerales formados por filones y zonas de reemplazamiento que se originan bajo condiciones intermedias de presión y condiciones intermedias de temperatura. Estos depósitos se desarrollan a profundidades aproximadas entre 1 200 y 3 600 metros sobre el nivel del mar. Según la clasificación propuesta por Lindgren, estos depósitos minerales se forman entre los 175 °C y 300 °C de temperatura. Cabe señalar que, en zonas asociadas a intrusiones magmáticas, estos valores pueden variar, ya que la temperatura y composición de las soluciones hidrotermales influyen directamente en los procesos de mineralización.

Los depósitos mesotermales suelen encontrarse en estrecha relación con rocas ígneas intrusivas de composición ácida, ricas en sílice. Los cuerpos intrusivos asociados pueden presentarse como batolitos, siendo los techos de los batolitos las zonas más favorables para la formación de estos depósitos, debido a las condiciones de presión y temperatura. En cuanto a

las rocas encajonantes, estas pueden pertenecer a diferentes tipos litológicos, ya sean ígneas, metamórficas o sedimentarias.

Es un tipo de yacimiento mineral que se forma a temperaturas intermedias, típicamente entre 200 y 300 grados Celsius. Estos yacimientos están relacionando con sistemas hidrotermales y se caracterizan por la presencia de minerales depositados a partir de soluciones calientes que han circulado a través de fracturas y porosidades en las rocas. Los minerales comunes en los yacimientos mesotermales incluyen oro, plata, cobre, plomo, zinc entre otros minerales. (Sillitoe, 19993)

Figura 1. Representación esquemática de origen de mineralizaciones hidrotermal



Fuente. (Garcés, 1984).

### 2.2.5. Depósito mineral

Es una acumulación natural de minerales en la corteza terrestre que se encuentra en concentraciones suficientemente altas para ser extraídas y procesadas de manera económica. Estos depósitos pueden incluir metales preciosos, metales base, minerales industriales o piedras preciosas, y pueden formarse a través de varios procesos geológicos, como la actividad volcánica, la alteración hidrotermal, la sedimentación, o la acción de fluidos. (Klein, 1993)



Los depósitos minerales se identifican y se evalúan mediante estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos, y su viabilidad económica se determina a través de análisis de costo-beneficio relacionados con la extracción y procesamiento del mineral. (Klein, 1993)

#### **2.2.6. Estructura mineralizada**

Es un elemento estructural en un campo de mineral de esquistos minerales donde se encuentran minerales valiosos en altas concentraciones. Venas zonas de alteración de las vetas cuerpos de mineralización en la matriz de la roca vetas estructuras mineralizadas pueden adoptar diversas formas. La mineralización en estas estructuras es resultado de procesos geológicos, incluido el movimiento de fluidos hidrotermales, el depósito de minerales y la alteración química de la roca. (Cox, D. P., & Singer, D. 1986)

#### **2.2.7. Depósitos de Oro Orogénico**

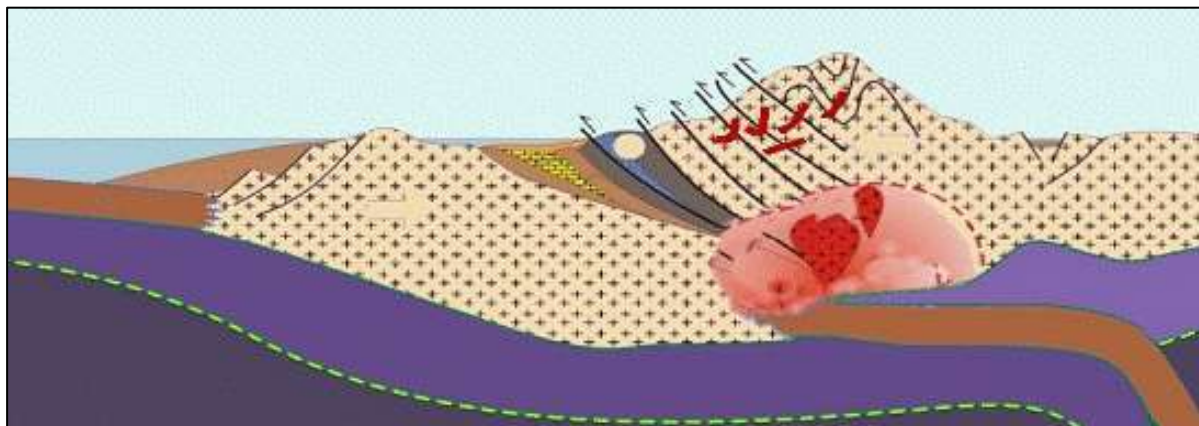
Durante décadas el estudio del origen de los depósitos minerales ha ocupado un campo de las investigaciones geológicas y mineras, especialmente las mineralizaciones auríferas correspondientes a los depósitos de oro mesotermal, también conocidos como vetas de cuarzo y oro, “Mother Lode”, Filones de oro arcaico. (Alldrick, 1996)

Estos depósitos minerales se encuentran presentes en diferentes litologías con edades que van desde el Precámbrico hasta el Mesozoico (Goldfarb et al., 2001), emplazados en un amplio rango de profundidades. Con base a esto el término “mesotermal” no se aplica en su totalidad, siendo más vinculados con las orogenias, por lo cual es más conveniente denominarlos depósitos de oro orogénico (Groves, 1998). Se distinguen por la presencia de sistemas hidrotermales que corresponden a fluidos de origen regional, generados por procesos tectónicos de márgenes convergentes. A diferencia de otros tipos de sistemas vetiformes auríferos, como los epitermales de baja sulfuración que no se desarrollan en contextos orogénicos y están relacionados con regímenes extensivos de carácter local, estos se asocian principalmente con la circulación de aguas magmáticas y meteóricas. (Groves, 1998)

Las manifestaciones mineralizadas se presentan en forma de filones alojados en rocas de alta competencia mecánica y como lentes mineralizadas dentro de litologías de menor competencia estructural, que típicamente aparecen como un sistema de venas en “echelon”, caracterizadas por ser de bajo tonelaje y relacionadas con amplias áreas de fracturamiento con oro y sulfuros asociados a redes de lentes de cuarzo. (Alldrick, 1996)

Se ha evidenciado una relación directa entre la mineralización y la presencia de fallas inversas de alto ángulo. Las fracturas cumplen un papel importante para el transporte de fluidos hidrotermales, donde se generan las condiciones fisicoquímicas adecuadas para la precipitación del oro; de este modo se configura un modelo estructural predominante, en el cual las vetas presentan un desarrollo sintectónico asociado a un régimen de compresión horizontal o transpresivo. (Sibson, 1988)

Figura 2. Representación gráfica de colisión de terrenos en zonas de subducción.

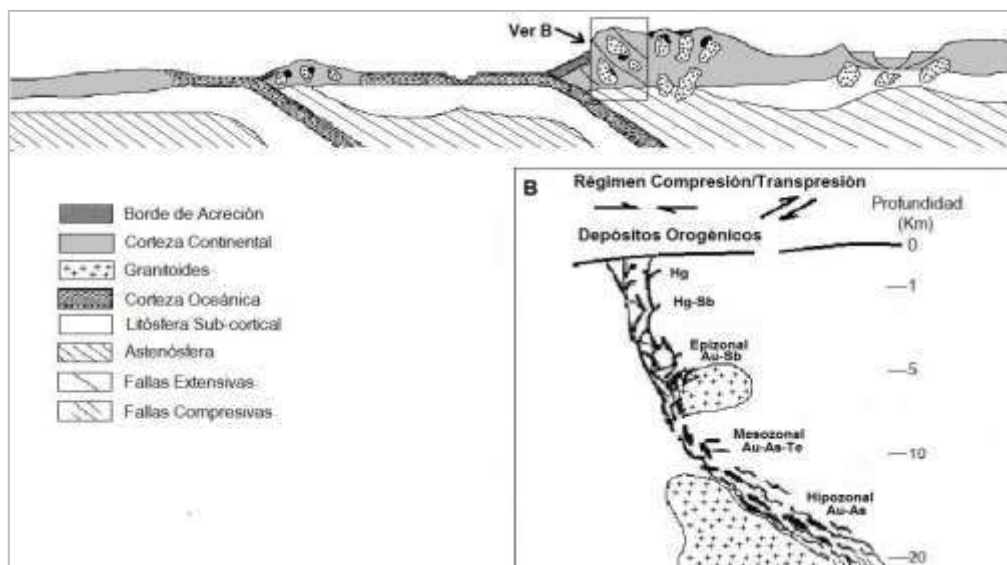


Nota. La desarticulación de una zona de subducción y la creación del sistema de fallas profundas que alcanzan a provocar la fusión parcial en la base del arco, el ascenso de fluidos volátiles y la precipitación de metales en depósitos orogénicos (Canet, 2005).

El origen de los fluidos mineralizantes, la idea del origen es compleja. Algunas de las teorías involucran modelos magmáticos, metamórficos y estructural (Goldfarb, 2001). Han sido sugeridas fuentes magmáticas, metamórficas y mantélicas dentro de un ambiente de engrosamiento tectónico de la corteza en respuesta a la colisión del terreno, devolatilización metamórfica o fusión parcial de la corteza más baja o el bloque subducido. (Alldrick, 1993)

Eventos térmicos relacionados con procesos de transpresión en márgenes convergentes de orogénias colisionales y acrecionales, con gradientes geotérmicos elevados episódicamente dentro de secuencias acrecionadas hidratadas, inician y conducen la migración del fluido hidrotermal a través de grandes distancias (Groves, 1998). Posiblemente sea de origen metamórfico de fluidos a gran profundidad donde interactúan con las rocas encajonantes de los yacimientos para posteriormente precipitar el oro. Este fluido asciende a la superficie a través de zonas de permeabilidad relacionadas con fallas y fracturas preexistentes, donde se presentan condiciones de disminución de la presión del fluido y favoreciendo así la depositación del oro en condiciones específicas de presión y temperatura. (Goldfarb, 1988)

Figura 3. Modelo esquemático del complejo tectono-magmático de postcolisión y su implicación en la génesis de oro orogénico, Régimenes de transpresión



Fuente. (Goldfarb et al., 2001).

### **2.2.8. Elemento Explotable**

Son aquellos depósitos minerales donde puede ser extraído bajo condiciones técnicas y económicas donde los valores son económicamente rentables para la explotación. Previamente para ser en elemento explotable se debe realizar un análisis geológico y geoestadísticos y definir los valores de ley y volumen; para nuestra zona de estudio se realiza un precio análisis de la ley de oro (Au) definir la ley de cabeza para que cubra todos los gatos operativos. (Cepeda, 1998)

### **2.2.9. Mineral de mena**

Los minerales mena, son minerales que contienen un metal o elemento valioso que puede extraerse y procesarse de manera rentable dentro de un depósito mineral. Los minerales mena son los minerales en los que la concentración es suficientemente alta como para justificar la explotación. La galena es la mena de plomo, la hematita es la mena de hierro, y la calcopirita es una mena de cobre. (Evans, 1993)

### **Características de los Minerales Mena**

- a. El contenido de Metal:** Las menas se componen de un alto contenido del metal o del elemento de interés, el cual puede ser extraído del mineral a través de procesos metalúrgicos. (Evans, 1993)
- b. Importancia económica:** la explotación y procesamiento de menas es económicamente factible, razón por la cual constituyen el principal objetivo de las actividades mineras. (Evans, 1993)
- c. Asociación geológica:** las menas son típicamente encontradas en relación con diferentes tipos de depósitos geológicos, tales como vetas hidrotermales, cuerpos de sulfuro masivo, o depósitos sedimentarios. (Evans, 1993)

### **2.2.10. Mineral Ganga**

Alude a los minerales encontrados en una mina que no tienen valor o no se pueden extraer con fines de rentabilidad. A menudo, estos minerales están entremezclados con mena,

que son minerales valiosos que están compuestos de metales o pollos que rare piedras preciosas. Durante el proceso de desenterrar y tratar el mineral, la ganga se separa de la mena, ya que está deteriorando la selección de minerales. (Kesler, 1994)

### **Características del Mineral Ganga**

- a. **No Económico:** A diferencia de los minerales mena, la ganga no contiene metales o elementos valiosos en concentraciones aprovechables. (Kesler, 1994)
- b. **Proceso de Separación:** metalúrgicamente, durante la concentración del mineral, la ganga se separa de la mena utilizando diversos métodos, como la flotación, la separación magnética, o la gravimetría. (Kesler, 1994)

### **2.2.11. Ley mínima explotable**

La ley mínima explotable hace referencia a la cantidad mínima de un mineral presente en una roca que permite explotarla de manera rentable. En otras palabras, el yacimiento se considera rentable si supera cierto nivel de mineral valioso. Por lo tanto, es un indicador crucial para la minería, ya que, con base en la ley mínima explotable, se determina la factibilidad económica de un yacimiento o una parte del yacimiento. Este indicador depende del valor del mineral en el mercado, los costos de extracción, procesamiento y transporte, así como las condiciones económicas y tecnológicas actuales.

### **Características de la Ley Mínima Explotable**

- a. **Valor Económico:** cabe mencionar que está directamente relacionado con el valor del mineral; Cuanto mayor sea el valor del mineral, menor puede ser la ley mínima explotable.
- b. **Costos Operativos:** son costos que se necesitan para ejecutar la extracción del mineral, incluyendo la mano de obra, energía y tecnología, influyen en la determinación de esta ley.

- c. **Variabilidad:** La ley mínima explotable no es fija; puede cambiar con las fluctuaciones en el mercado o con la implementación de nuevas tecnologías que reducen los costos de extracción. (Rendu, 2002)

#### **2.2.12. Norma NI 43 – 101**

NI 43-101 es un sistema de normas canadienses que se aplica y se basa en la estructura de divulgación de información técnica con respecto a la minería que contiene los recursos de los minerales y las reservas minerales de un proyecto de minería. Esta norma es vital para la industria de la minería en Canadá, ayuda a asegurarse de que la información presentada a los inversores y el público es precisa, completa y se basa en los estándares técnicos y científicos reconocidos. (CSA, 2011)

Es una norma establecida por los Administradores de Valores de Canadá (CSA) y reconocida legalmente dentro del marco regulatorio canadiense, la cual sustituyó a la antigua Política Nacional de Divulgación Minera. Este estándar proporciona parámetros que orientan la presentación y comunicación de información técnica relacionada con prospectos o proyectos mineros, con el propósito de facilitar su participación en mercados internacionales y promover el interés de potenciales inversionistas en el ámbito minero.

La normativa establece la obligatoriedad de elaborar un informe técnico donde contenga toda la información geológica, así como una descripción detallada del procedimiento empleado en la estimación, junto con la información relacionada con las actividades de exploración y el cálculo de los recursos y reservas minerales. Los informes elaborados deben ser revisados, aprobados y firmados por una “Geólogo Calificada” (QP), es decir, un profesional competente o acreditado que esté registrado o afiliado a una organización reconocida por el CRIRSCO (*Committee on International Mineral Reserve Reporting Standards*), la cual garantiza la validez técnica y profesional de la información presentada respecto a la estimación de recursos minerales de un yacimiento.

El objetivo de estos estándares es proporcionar una terminología uniforme y una base conceptual clara, sustentada en prácticas y criterios reconocidos internacionalmente, que respalden la evaluación de oportunidades de exploración, así como la estimación de recursos y reservas minerales constituyen el requisito mínimo para la elaboración de informes públicos sobre activos mineros, cuya finalidad brindar un alto grado de transparencia y colocar en valor los yacimientos mineros en los mercados internacionales de inversión.

El uso de estas plataformas significa que el sector minero y financiero adopta normas o estándares que permiten a personas competentes o calificadas publicar información de manera precisa, clara y coherente en todas partes, garantizando y protegiendo así la confianza e integridad de todas las partes. (CSA, 2011)

#### **2.2.13. Reserva mineral**

Una reserva mineral es la parte del recurso mineral identificado en un yacimiento que ha sido evaluada y demostrada como económicamente explotable bajo las condiciones actuales de mercado, técnicas y legales. Las reservas minerales se dividen en dos categorías principales:

- a.** Probadas (cuando existe un alto grado de certeza sobre la cantidad y calidad del mineral)
- b.** Probables (cuando hay una menor certeza en comparación con las probadas).

La evaluación de las reservas incluye estudios detallados de geología, minería, metalurgia, medio ambiente, y economía para garantizar que la extracción sea viable y rentable (JORC, 2012).

El concepto de reserva de mineral es aplicado principalmente a yacimientos metálicos; no obstante, en la actualidad también puede ser aplicado para yacimientos mineros no metálicos; para definir las características económicas. Las definiciones dadas aquí para recursos medidos, indicados e inferidos pueden aplicarse tanto a recursos económicos identificados (reservas) como a recursos subeconómicos identificados. (Meza, 2014)

Un recurso mineral es una concentración o presencia de material en la corteza terrestre con valor económico potencial. A diferencia de una reserva, un recurso mineral no necesariamente tiene que ser económicamente explotable en las condiciones actuales, pero se considera que podría llegar a serlo con mejoras tecnológicas o cambios en las condiciones de mercado. (UNFC, 2009)

#### **2.2.14. Recurso Mineral**

Un recurso mineral se define como la concentración o presencia natural de un material sólido con valor económico contenido en la corteza terrestre, cuyas características de forma, volumen y la ley permitirán si es económicamente rentable para su explotación. Las características geológicas de dicho recurso como su cantidad, ubicación, continuidad y ley, serán determinadas, estimadas o interpretadas a partir del conocimiento geológico disponible del yacimiento, dicha información será sustentado en un análisis e información obtenida mediante muestreo de datos geoquímicos. Su clasificación de los recursos minerales se subdivide en orden de creciente confianza en las siguientes categorías Inferido, Indicado y Medido. (Committee, 2012)

Por otro lado, un mineral es un recurso de un depósito de mineral ubicado en la corteza terrestre que podría ser extraído y usado, pero que puede o no haber sido sometido a un proceso de evaluación completa para determinar viabilidad económica. En función del nivel de información geológica disponible, la confiabilidad de las estimaciones realizadas y la certidumbre de su período de factibilidad, los recursos minerales se definen y clasifican en función de estos criterios. De esta manera, estos recursos tienen un impacto directo en la industria minera y el estudio de proyectos debido a que representa la base sobre la se puede llevar a cabo un análisis de reservas minerales y diseñar un plan de extracción. (CSA, 2011)

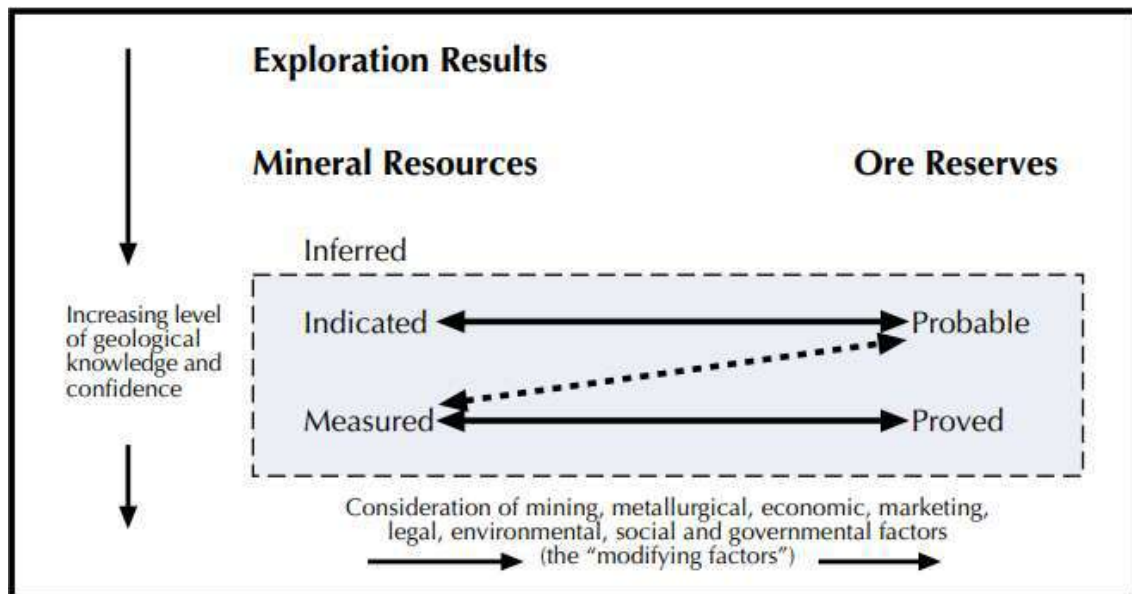


#### **a. Recurso Mineral Medido**

Este recurso mineral se caracteriza por presentar un nivel elevado de certeza respecto a su tonelaje, densidad, ley, forma, tamaño y demás propiedades físicas, las cuales pueden ser cuantificadas con precisión. Su estimación se fundamenta en información confiable y detallada obtenida a través de actividades de muestreo, exploración y análisis geoestadístico, aplicando técnicas geológicas apropiadas en áreas como trincheras, afloramientos, labores, tajos y sondajes. Los datos de campo, especialmente la información geoquímica (muestras), resultan suficientes para definir la continuidad del depósito mineral, así como para determinar con exactitud su ley y volumen del yacimiento; para esta categoría se requiere de un alto nivel de confianza y el entendimiento de las propiedades del yacimiento y geología. (Mayta & Mesa, 2010)

Describe un conjunto particular de recursos minerales que han sido analizados con un alto nivel de precisión y certeza, basándose en una gran cantidad de datos geológicos y de perforación. Los proyectos mineros y la planificación de la extracción dependen en gran medida de esta categoría particular de recursos minerales, lo que proporciona una base sólida para una estimación detallada de la cantidad y calidad del mineral. (JORC, 2011)

Figura 4. Relación general entre Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas de Mena



Fuente. JORC, 2004

El recurso mineral medido es un tipo de mineral que es altamente confiable para determinar la cantidad y calidad del mineral. Lowell también ha abordado la clasificación y análisis de recursos minerales en su trabajo sobre mineralización y geología de depósitos minerales. También recursos minerales medidos tienen una alta certeza debido a una densa y detallada base de datos geológicos, incluyendo perforaciones y muestreo. La estimación de estos recursos se basa en información detallada y extensa que permite una evaluación confiable de su cantidad y calidad. (Lowell, 2002)

#### b. Recurso Mineral Indicado

Se refieren a una categoría de recursos minerales con una precisión moderada, basada en una cantidad significativa de datos geológicos y de perforación. Esta categoría se sitúa entre los recursos inferidos y medidos, y es fundamental para la planificación y evaluación de proyectos mineros.

Es una acumulación de mineral que ha sido evaluada con un grado de precisión mayor que los recursos inferidos, pero menor que los recursos medidos. Se basa en datos de perforación, muestreo y análisis que proporcionan una estimación razonablemente confiable de la cantidad y calidad del mineral.

Para poder calcular un recurso mineral indicado, es de suma importancia tener datos de:

- **Perforaciones y Muestreo:** Se utilizan sondajes DDH y muestreo de los mismos para obtener datos sobre la mineralización. Dichos datos están suficientemente espaciados para permitir una estimación confiable, pero no con la precisión de los recursos medidos.
- **Modelado Geológico:** Se crea un modelo geológico 3D, basado en los datos recopilados, el cual ayuda a estimar la distribución del mineral y que tan variado se encuentra en el depósito mineral.
- **Análisis:** se realiza un análisis, las cuales son dadas en leyes de Ppm, Ppb y % (JORC, 2012).

El recurso mineral inferido se define como aquella concentración mineral cuyo tonelaje, densidad, ley, forma, tamaño y demás características geológicas pueden ser estimadas con un nivel razonable de confianza y veracidad. Su evaluación se sustenta en la información obtenida mediante muestreos, análisis de leyes, actividades de exploración y análisis estadístico, aplicando técnicas geológicas apropiadas en zonas como trincheras, so sondajes e interior mina por medio de muestreo de canales. Los puntos de control geológico; tales como mediciones y muestreos presentan un espaciamiento amplio o irregular, lo que impide confirmar plenamente la continuidad geológica y la ley del depósito; sin embargo, la densidad de datos existente permite inferir razonablemente dicha continuidad con un grado de confianza aceptable.

Una parte del recurso mineral se puede clasificar como un recurso mineral indicado cuando la calidad, naturaleza, cantidad y distribución de los datos son tales como para permitir realizar una interpretación confiable del aspecto geológico y así poder asumir la continuidad de su mineralización. (Mayta & Mesa, 2010)

### **c. Recurso mineral inferido (prospectivo, posible)**

Recursos de minerales inferidos se refiere a un grupo de recursos minerales cuya presencia se apoya en pruebas geológicas, pero que no ha sido revisada en detalle. Este tipo de recurso muestra el grado más bajo de certeza en la clasificación de recursos minerales y está entre los recursos prospectivos y los recursos indicados por confianza y precisión.

Un recurso mineral inferido es un grupo de mineral cuyo potencial se apoya en datos de tierra, química o físico que muestran la posible existencia de mineral. Estos datos no son suficientes para una estimación exacta de la cantidad y calidad del mineral; sin embargo, sugieren que hay un posible recurso en una zona específica. (JORC, 2012)

Este recurso mineral se caracteriza por presentar estimaciones de tonelaje y ley con un bajo nivel de fiabilidad, debido a que dichos parámetros son inferidos a partir de evidencias geológicas limitadas o proyecciones a niveles donde no se tiene información. En este caso, la continuidad geológica y la ley del yacimiento se asumen sobre la base de la información disponible de niveles superior de un yacimiento, sin poder ser verificadas plenamente. La definición de este tipo de recurso se sustenta en datos obtenidos mediante técnicas geológicas apropiadas, tales como trincheras, afloramientos, tajos, labores y sondajes; no obstante, el alcance y la calidad de la información es limitada, debido a la falta de información adecuada para realizar el análisis de estimación de recursos minerales.

Este tipo de recursos inferidos tiene bajo nivel de credibilidad, de acuerdo a la evaluación geológica y geoestadística tiene un alto grado de incertidumbre. Este recurso no

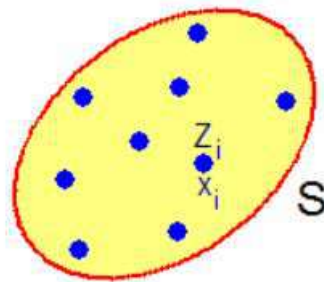
puede realizar un planeamiento para su explotación, pero si una proyección a largo plazo; es por ello que no hay relación directa entre un recurso inferido y alguna categoría de reservas minerales. (Mayta & Mesa, 2010)

### 2.3. Métodos de Estimación de Recursos Minerales

La estimación de recursos minerales se divide en dos partes:

- a. Estimación global:** La estimación global tiene como objetivo describir todo el campo de la variable mediante un único valor representativo, como el promedio de la variable analizada, o a través de una distribución estadística, como un histograma. Sin embargo, este tipo de estimación por sí sola no suele ser suficiente. A menudo, es necesario complementarla con estimaciones locales más detalladas. (Alfaro, 2007)

Figura 5. Campo de variable a estimar.



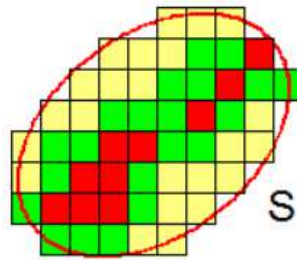
Fuente. (Alfaro, 2007)

Donde se tiene un conjunto de leyes  $z_1, z_2, \dots, z_N$  de mineral localizadas en los puntos  $x_1, x_2, \dots, x_N$

- b. Estimación local:** Las estimaciones locales se enfocan en analizar distintas partes específicas dentro del área de estudio. Usualmente, el objetivo es calcular el valor de una variable en un lugar donde no se han tomado muestras, o bien estimar el valor promedio de un área más grande que la zona cubierta por los datos disponibles. Es importante tener en cuenta la continuidad espacial de la variable que se está estudiando, es decir, cómo varía

esa variable regionalizada. También se deben considerar las distancias entre el lugar que se quiere estimar y los puntos donde sí hay datos, así como la distribución de esos puntos (Emery, 2007).

Figura 6. Estimación local con bloque unitario.



Fuente. (Alfaro, 2007)

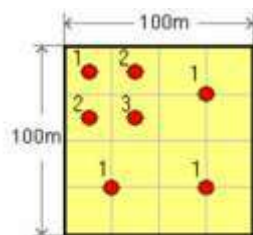
### 2.3.1. Métodos de Estimación Tradicionales

A continuación, se describirá los métodos tradicionales más usados durante la evaluación geológica de estimación de los recursos minerales; a la fecha estos métodos son más usados por las empresas mineras a pequeña escala.

#### 2.3.1.1. Método de la Media Aritmética

Este método consiste en estimar la ley media de un conjunto de muestras  $S$ , se realiza promediando las leyes de los datos " $Z_i$ " que están dentro del campo de la variable  $S$ . este método tiene la ventaja de ser de fácil aplicación, pero produce malos resultados cuando existe agrupamiento de datos porque todos los datos tienen el mismo peso en la estimación. (Alfaro, 2007)

Figura 7. Formula general para estimar la ley media.



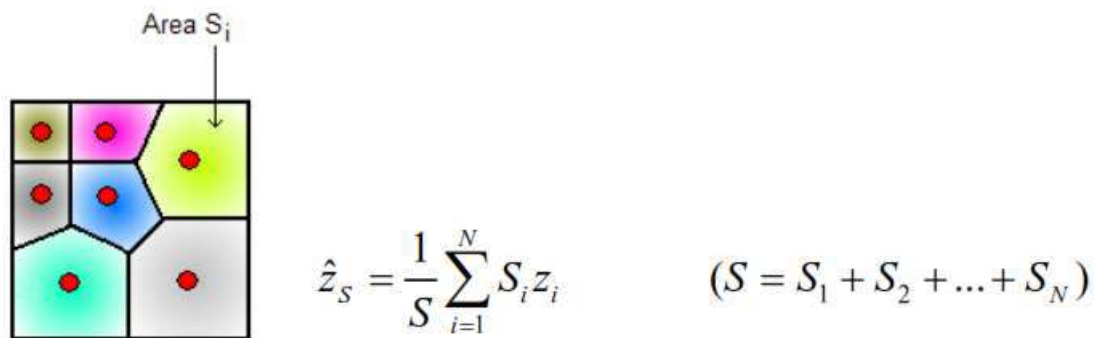
$$Z_S = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{n}$$

Fuente. (Alfaro, 2007)

### 2.3.1.2. Método de los Polígonos

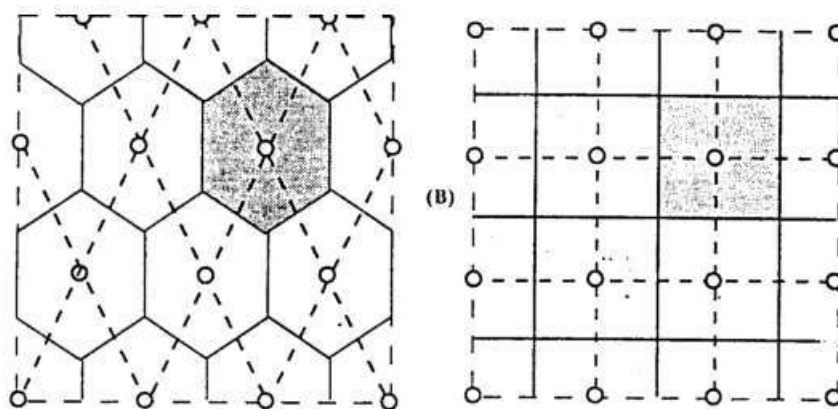
Este método parte de la idea de que cada muestra representa una zona de influencia alrededor de ella, dentro de la cual se asume que las características del depósito no cambian y se mantienen iguales a las observadas en la muestra. En otras palabras, se considera que los valores entre dos muestras vecinas varían de forma uniforme. Este método consiste en asignar a cada punto del espacio la ley del dato más próximo, esta metodología se conoce como criterio del vecino más próximo. (Alfaro, 2007)

Figura 8. Método de polígono, para estimar se tiene que ponderar las leyes por el área de influencia.



Fuente. (Alfaro, 2007)

Figura 9. Sondeos de malla que simplifican el método de los polígonos.

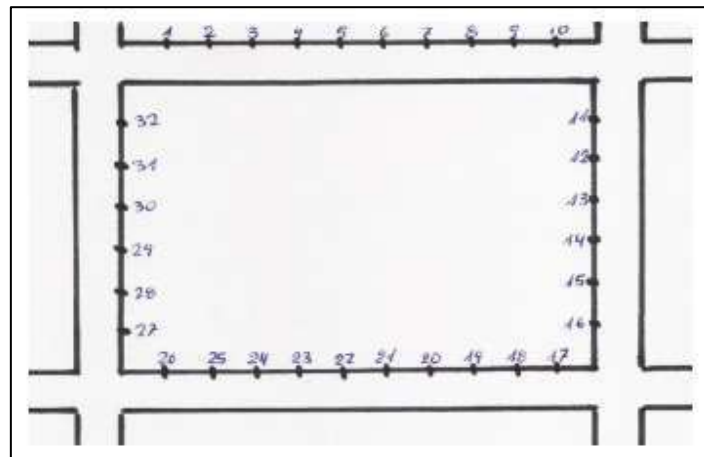


Fuente. (Alfaro, 2007)

### 2.3.1.3. Método de los bloques

Este método es una variante del método de la media aritmética, tiene un enfoque para los yacimientos tipo filoneanos, para estimación de recursos se desarrolla labores de exploración en bloques tanto vertical y horizontal. Para calcular la potencia y el contenido promedio dentro de cada bloque, se determina el valor medio usando la media aritmética de las leyes (valores del mineral), siempre que las potencias (espesores) sean similares entre sí. Si las potencias varían mucho, entonces se usa un promedio ponderado, donde las leyes se ajustan según el espesor correspondiente. (Alfaro, 2007)

Figura 10. Modelo de bloque para estimación se recursos, minería subterránea.



Fuente. (Gonsales, 2008)

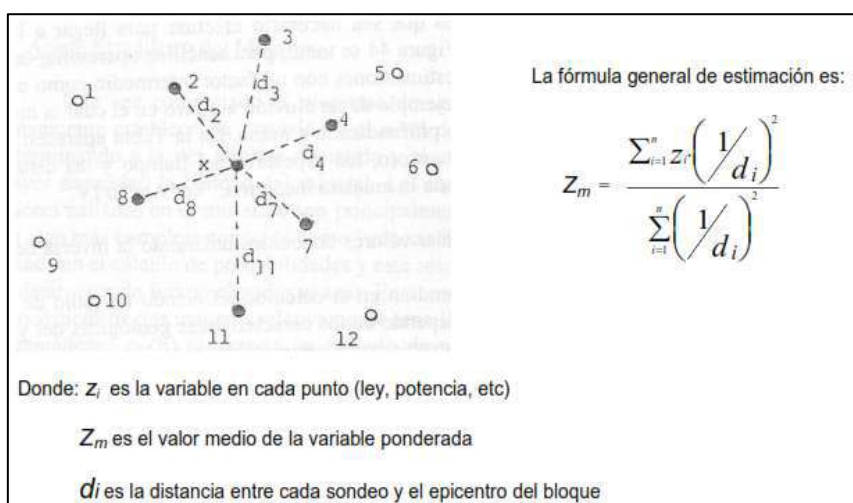
### 2.3.1.4. Método inverso a la distancia

Este método parte de la idea de que la influencia de un dato depende de la distancia: cuanto más cerca esté del punto que se quiere estimar, mayor será su peso, y cuanto más lejos, menor será su influencia. Esta suposición está relacionada con cómo se distribuye la mineralización y se conoce como la Ley de Variación Gradual.



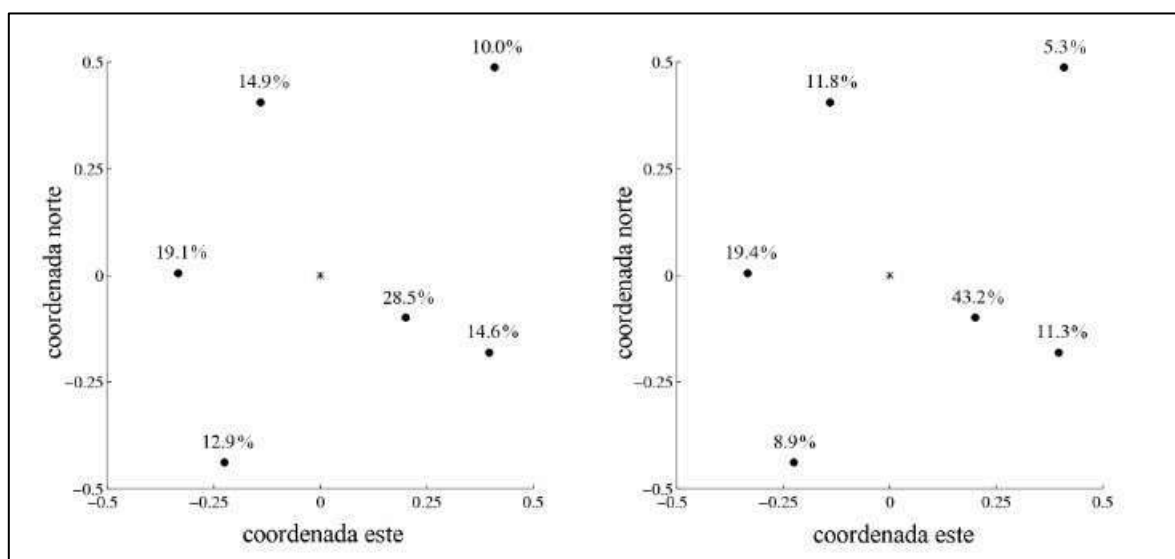
El propósito de los métodos basados en distancia ponderada es calcular el valor de un punto o bloque combinando los datos cercanos mediante una fórmula que les da más importancia a los valores más próximos. Es razonable pensar que los datos cercanos influyen más en una estimación que los lejanos, por lo tanto, se le asigna un peso inversamente proporcional a su distancia: mientras más cerca estén, más pesan en el cálculo.

Figura 11. Formula general de estimación de inverso a la distancia.



Fuente. (Alfaro, 2007)

Figura 12. lado izquierdo ponderación obtenida por inverso a la distancia, lado derecho interpolación por inverso del cuadrado.



Fuente. (Emery, 2007)

## **2.3.2. Método de Estimación Geoestadístico**

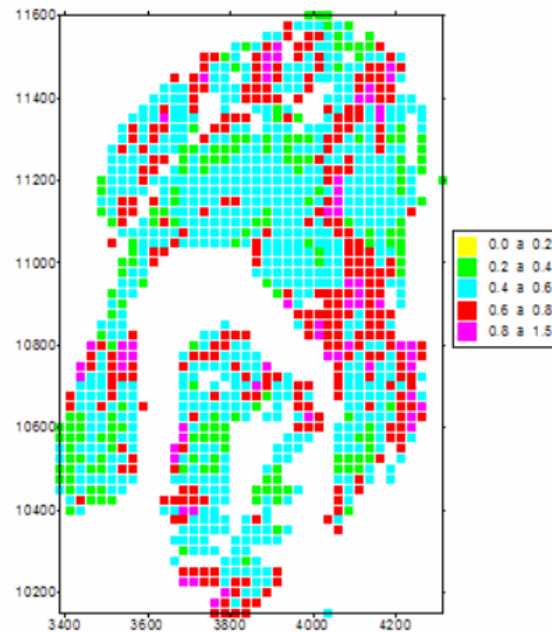
### **2.3.2.1. Variable Regionalizada**

La variable regionalizada se entiende como una magnitud que expresa el valor espacial de un atributo vinculado a un fenómeno natural. Las variables regionalizadas, se caracteriza por medir propiedades relacionados con el fenómeno, por ejemplo:

- a.** Características como la ley del mineral, la potencia de una veta, la cantidad acumulada, la densidad de la roca o la eficiencia en la recuperación metalúrgica, son aspectos que permiten describir el proceso de mineralización. (Emery, 2007)
- b.** La porosidad y permeabilidad de la roca en un yacimiento petrolero. (Emery, 2007)

La geoestadística parte del concepto de función aleatoria, donde se considera que el valor de una variable regionalizada en un punto específico del área de estudio (llamado  $X$ ) es una manifestación de una variable aleatoria, que se representa como  $Z(X)$ . A medida que el punto  $X$  recorre toda la zona de estudio ( $D$ ), se forma un conjunto de variables aleatorias  $\{Z(X), X \in D\}$ , lo que se conoce como una función aleatoria o campo aleatorio. Esto significa que lo que observamos en el terreno es solo una de las muchas posibles formas en que podrían distribuirse los valores en el espacio. A diferencia de los enfoques de la estadística clásica donde se suele asumir que las variables aleatorias son independientes entre sí, en este modelo las variables están relacionadas. Es decir, existe una correlación entre ellas que refleja la continuidad espacial de la variable estudiada: los valores cercanos entre sí en el espacio tienden a parecerse. (Emery, 2007)

Figura 13. Distribución de bloques con leyes, se observa una dispersión de leyes en dos zonas donde se tomará en cuenta dos variables regionalizadas.

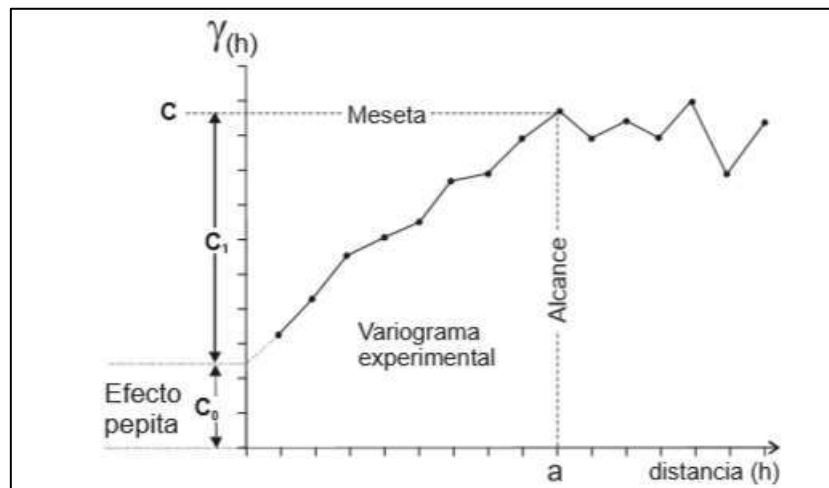


Fuente. (Alfaro, 2007)

#### 2.3.2.2. Variograma

El variograma es un gráfico de dispersión que representa cómo varía una determinada variable en el espacio, permitiendo analizar tanto su continuidad como sus diferencias a lo largo del área de estudio. Aunque su nombre técnico completo es función de semivariograma, ya que se basa en la mitad de un coeficiente usado en su definición matemática, comúnmente se le llama simplemente variograma por practicidad. Después de construir el variograma, se establece cuántos variogramas direccionales se usarán, así como su orientación y tolerancia espacial y angular. Estas decisiones dependen de la cantidad de datos disponibles y del conocimiento geológico que se tenga sobre el área de estudio. (Gonsales, 2008)

Figura 14. Modelo de variograma.

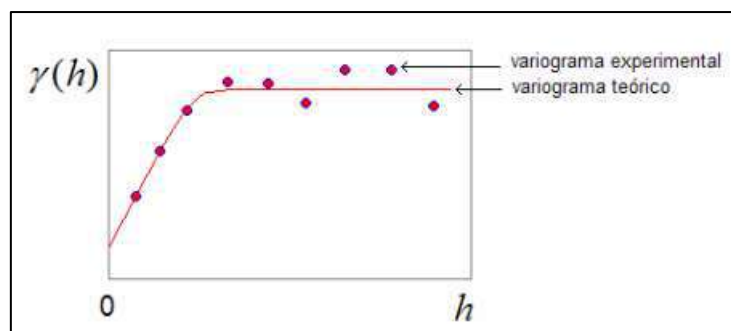


Fuente. (Gonsales, 2008)

Se distinguen dos tipos de variogramas, en los paquetes computacionales se utiliza el modelo teórico. (Alfaro, 2007)

- a. **Variograma Experimental:** calcula a partir de datos del yacimiento, es óptimo cuando existe una malla de muestreo regular con la característica de representativa y una distribución normal; y el sesgo es mínimo. (Alfaro, 2007)
- b. **Variograma teórico:** corresponde a una ecuación que se ajusta al variograma experimental. (Alfaro, 2007)

Figura 15 Variograma teórico y experimental.



Fuente. (Alfaro, 2007)

### 2.3.2.3. Modelos de variograma

La estimación de recursos mineros de un yacimiento, dentro de la geoestadística existen varios modelos de variograma; estos modelos deben cumplir con la siguiente propiedad (Alfaro, 2007):

$$\begin{aligned}\gamma(0) &= 0 \\ \gamma(h) &\geq 0 \\ \gamma(-h) &= \gamma(h)\end{aligned}$$

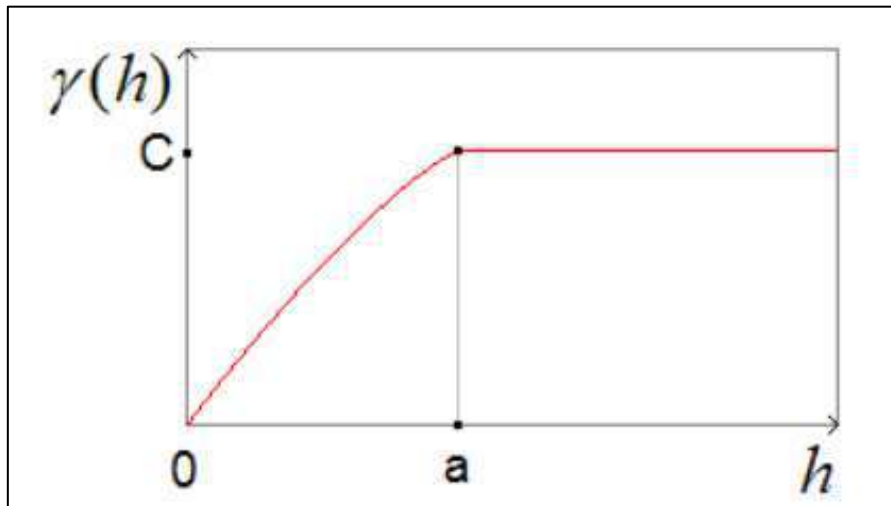
Durante el desarrollo de este trabajo se deben elegir unos de los siguientes modelos de variograma:

- a. El modelo esférico: es uno de los modelos matemáticos más usado. Este modelo esta denotado por la siguiente ecuación:

$$\gamma(h) = \begin{cases} C(1.5 h/a - 0.5 (h/a)^3) & \text{si } h \leq a \\ C & \text{si } h > a \end{cases}$$

Donde: el alcance es  $a$  y la meseta es  $C$ . (Alfaro, 2007)

Figura 16. Modelo esférico o modelo de Matheron.



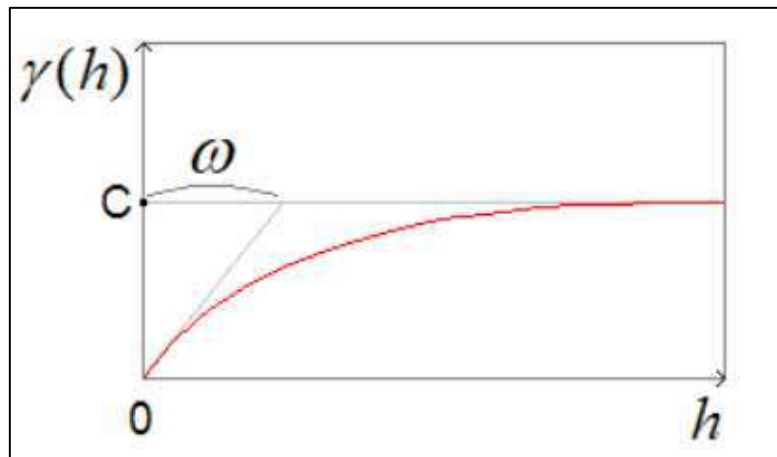
Fuente. (Alfaro, 2007)

- b. El modelo exponencial: el variograma tiene una tendencia de crecimiento gradual. Este modelo esta denotado por la siguiente ecuación:

$$\gamma(h) = C (1 - \exp(-h / \omega))$$

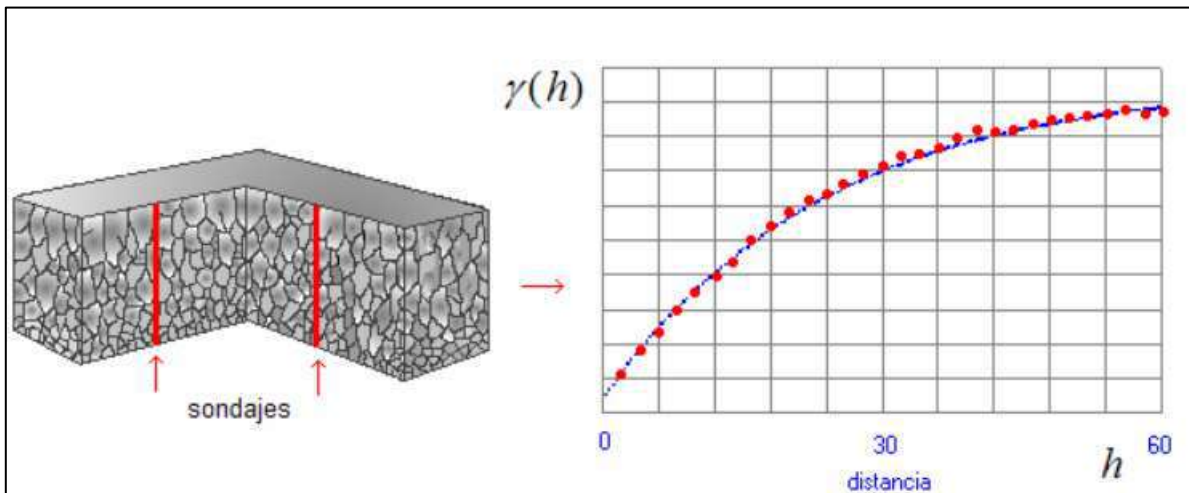
Donde: la meseta es C, el alcance en teoría es infinito. (Alfaro, 2007).

Figura 17. Modelo exponencial o modelo de Formery.



Nota. Este modelo se presenta a veces en leyes asociados a fallas. (Alfaro, 2007)

Figura 18. Muestra el variograma en la dirección NS según los sondajes realizados en la mina el salvador.



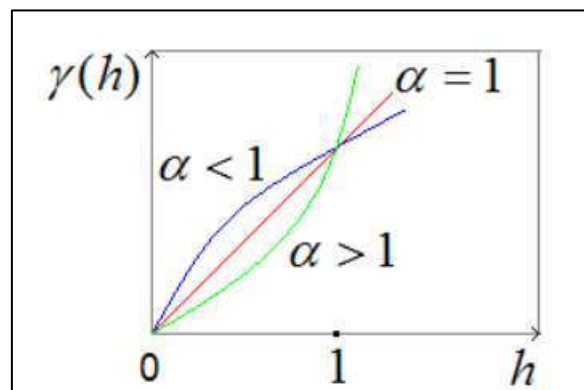
Nota. Variograma experimental para el cobre, material quebrado remanente de la explotación en la mina Salvador. El azul corresponde al modelo exponencial, el rojo puntos experimentales del cobre. (Alfaro, 2007)

- c. El modelo de potencia: esta denotado por la siguiente ecuación matemática, este modelo es más usado en hidrogeología.

$$\gamma(h) = C |h|^\alpha \quad \text{para} \quad 0 < \alpha \leq 2$$

Donde el exponente  $\alpha$  va adoptar valores entre cero y 2. Está representando por la siguiente grafica. (Alfaro, 2007)

Figura 19. Modelo de potencia del variograma.



Fuente. 1 (Alfaro, 2007)

### 2.3.3. Método Kriging

El kriging (kriging en inglés) es una técnica utilizada para estimar o predecir el valor de una variable en lugares donde no se tienen datos. Esta estimación se basa en las muestras cercanas, considerando su ubicación y cómo varía la variable en el espacio, información que se obtiene a partir del variograma. El kriging utiliza combinaciones lineales ponderadas, lo que significa que cada muestra cercana aporta al cálculo con un peso específico según su distancia e influencia. Esta técnica no solo permite estimar el valor en un punto desconocido, sino también calcular el posible error de esa estimación. Actualmente, el kriging es muy usado en minería para estimar recursos y reservas. (Pilco, 2024)

El interés del kriging es asegurar con mayor precisión la estimación de recursos mineros. se ha observado que el **kriging** representa de manera más precisa los datos reales en comparación con otros métodos de estimación, como el de la inversa de las distancias,

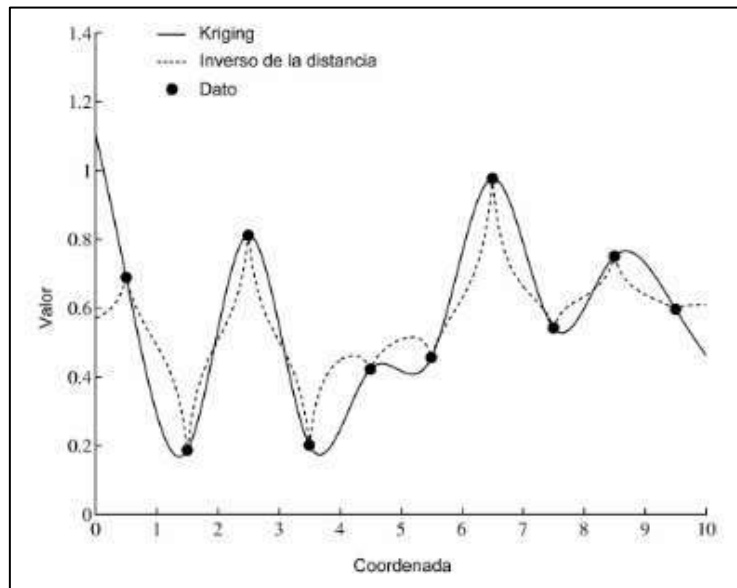
polígonos o triángulos. Se considera el **mejor** porque minimiza la variabilidad del error, es decir, genera las estimaciones más precisas posibles dentro del marco de los métodos lineales. En resumen, el krigeado ayuda a reducir los errores comunes que suelen aparecer en métodos tradicionales, como las subestimaciones o sobreestimaciones de recursos, siendo por ello ampliamente valorado en el ámbito minero. (Fernández & Tessone, 2015)

A continuación, se describe algunas de las características del sistema Kriging:

- a. Los ponderadores y la varianza toman en cuenta: la distancia del sitio a estimar y los sitios con datos, la configuración de los sitios y la continuidad espacial de la variable. (Emery, 2007)
- b. El ponderador asignado a un sitio con dato es mayor cuando el este sitio es más cercano al sitio a estimar; esta situación puede variar por los siguientes factores: existencia de un efecto pepita, presencia de anisotropía, redundancia entre datos. (Emery, 2007)
- c. En la mayoría de los modelos vario gráficos, es posible obtener ponderadores (o pesos) que pueden ser negativos o incluso mayores que uno, a pesar de que en el krigeado ordinario se exige que la suma total de los ponderadores sea igual a uno. La ventaja de esta característica es que permite generar estimaciones que pueden estar fuera del rango de los valores observados en los datos, lo cual puede ser útil en situaciones donde se espera una mayor variabilidad o cuando se quiere captar con más precisión la estructura espacial del fenómeno analizado. (Emery, 2007)



Figura 20. Comparación de las estimaciones obtenidas por kriging y por el método inverso a la distancia.



Fuente. (Emery, 2007)

#### 2.3.3.1. Kriging Ordinario

El krigeado ordinario es considerado el mejor estimador lineal no sesgado. Se llama lineal porque el valor estimado se obtiene mediante un promedio ponderado de los datos disponibles. Es no sesgado porque, según el modelo, el promedio del error residual ( $m^R$ ) es igual a cero. Y se considera el mejor porque, según el criterio de los mínimos cuadrados, minimiza la varianza del error de estimación ( $\sigma^{R2}$ ), lo que lo diferencia claramente de otros métodos.

Aun así, los objetivos del krigeado ordinario son muy ambiciosos, y en la práctica difíciles de alcanzar, ya que tanto el error real medio ( $m^r$ ) como su varianza ( $\sigma^{r2}$ ) son desconocidos y, por lo tanto, no se pueden calcular directamente.

Las etapas del kriging ordinario dan como resultado las siguientes características (Emery, 2007):

**a. Linealidad:** se asegura tomar como estimador en  $x_0$ :

$$Z^*(x_0) = a + \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} Z(x_{\alpha})$$

**b. Ins sesgo:** el error de estimación tiene esperanza de ser 0.

**c. Optimalidad:** la estimación tiene una varianza mínima

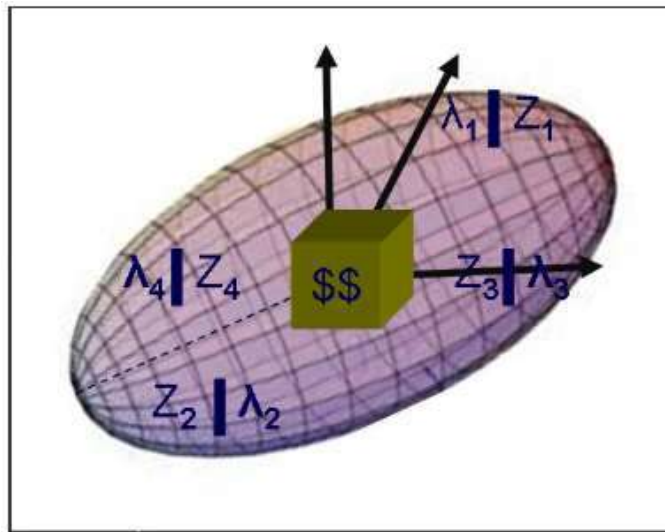
$$\hat{v}_{(x_0)} = \sum_{i=1}^N w_i v_{(x_i)} \quad \begin{array}{l} \text{estimador lineal,} \\ m_R = 0 \quad \text{estimador no sesgado,} \\ \sigma_R^2 \text{ mínima} \quad \text{estimador óptimo.} \end{array}$$

#### 2.3.4. Elipsoide de influencia

En una figura geométrica que cuantifica en grado de anisotropía de las leyes de mineral de área de estudio, en las distintas direcciones de la mineralización. El elipsoide se construye después de calcular los variogramas en las diferentes direcciones de la veta de estudio. Su aplicación en nuestro trabajo consiste:

- Cuantificar la dirección de la solución hidrotermal, en la paragénesis de la veta.
- Influye en la estimación de recursos mineros, actuando como un buscador de datos que intervinieren en la estimación de un determinado bloque.

Figura 21. Elipsoide de influencia.



Fuente. [https://www.geoestadistica.com/ejem\\_calculo\\_bloque.htm](https://www.geoestadistica.com/ejem_calculo_bloque.htm)

### 2.3.5. Valor Capping

El capping es un valor que reemplaza las leyes anómalas de la base de datos, cuando un valor de ley es alto, este es remplazado por el valor capping; tiene como finalidad no sobreestimar el depósito mineral. El valor capping sirve para detectar:

- Base de datos anómalos, de otro evento geológico.
- Altos erráticos en leyes de mineral.
- Valores que no fueron detectados durante el control de calidad de base de datos.

## **CAPITULO III: GEOMORFOLOGIA**

### **3.1.Geomorfologia Regional**

La geomorfología regional de la zona, para la configuración de las distintas geoformas fue importante la tectónica así mismo el clima siendo el factor importante la erosión, las distintas geoformas están ubicados a lo largo del batolito de la costa y los valles de la zona, se identifica distintas divisiones en la geomorfología. Además, la geomorfología regional está íntimamente relacionada con la tectónica y la estructura geológica. Las fallas, pliegues y otras estructuras controlan y forman la disposición del relieve (ver plano N°2).

#### **3.1.1. Cordillera de la Costa**

La cordillera costera es una secuencia de colinas o montañas que discurren a lo largo de la costa. La tierra cerca de la costa se eleva y se pliega debido a procesos tectónicos causados por la subducción de una placa oceánica debajo de una placa continental. La naturaleza geológicamente activa más joven de estas montañas sugiere que son propensas a la actividad volcánica y sísmica. A partir de los 400 m s.n.m., la morfología del relieve presenta un incremento en su grado de escarpamiento, evidenciándose una topografía más accidentada y pronunciada. Las elevaciones alcanzan altitudes que varían entre aproximadamente 2,000 y 2,500 m s.n.m. Esta zona está atravesada por valles transversales y diversas quebradas que han modificado significativamente la antigua superficie de erosión, en esta morfología está ubicado la veta Filomena. (Olchauski, 1980)

Figura 22. Geomorfología de la cordillera de la costa, característico de la concesión minera SOTRAMI S.A.



### **3.1.2. Planicie costanera**

La Planicie Costanera se caracteriza por ser una extensa superficie llana conformada por sedimentos sub horizontales de origen cenozoico. Esta planicie presenta una disección moderada por quebradas de gran amplitud, fondo plano y escasa profundidad. Las altitudes en esta zona oscilan entre los 1,400 m.s.n.m., hacia el extremo suroeste, y poco más de 2,000 m.s.n.m. en los sectores más altos, exhibiendo una pendiente aproximada del 2.5% en dirección suroeste. (Olchauski, 1980)

### **3.1.3. Cordillera de laderas**

Es un conjunto de cadenas montañosas con una disposición NW a SE que se prolonga por varios kilómetros. La mayor parte de esta unidad está formada por rocas plutónicas del batolito de la costa; hacia el NE predominan rocas metamórficas del complejo basal y en la zona SE encuentran rocas sedimentarias cubriendo las intrusivas.

### **3.1.4. Peneplanicie Sub Andino**

Esta unidad geomorfológica se establece desde 2500 a 3200 m.s.n.m, la superficie de esta geoforma está formando por las rocas de la costa, producto de la erosión de depósitos cuaternarios quedo al descubierto. (Olchauski, 1980)

### **3.1.5. Cadena Andina**

Esta geoforma está entre las latitudes de 3200 y 4500 m.s.n.m., presenta una cadena montañosa en dirección NO dando lugar a columnas onduladas producto de la erosión dando lugar a un relieve accidentado. Sedimentos cretácicos plegados afloran a lo largo de la cadena andina. En la zona estudio esta cadena andina se manifiesta por la formación de la Super Unidad Tiabaya que es parte del batolito de costa. (Olchauski, 1980)

### **3.1.6. Valles Transversales**

Los ríos Chala, Acarí, Yauca, Cháparra y Atico, con una dirección predominante al suroeste (SW), producto de ello se han formado valles bien definidos en la zona. A lo largo del tiempo, dichos valles han evolucionado hacia un perfil de equilibrio, evidenciando una progresiva profundización y ensanchamiento de sus cauces. Este proceso geomorfológico, desarrollado en un intervalo de tiempo relativamente breve, estuvo asociado a la acción erosiva sobre una superficie en proceso de levantamiento tectónico de los valles.

En los tramos inferiores de estos ríos, los valles presentan anchos máximos que oscilan entre 2 y 3 km, tal como se observa en las partes bajas de los valles de Chala y Yauca. En general, los valles son estrechos, con amplitudes variables de 0.5 a 1 km, y sus planicies aluviales son aprovechadas para actividades agrícolas y el establecimiento de asentamientos humanos de la zona. En la parte superior de estos valles, el ensanchamiento suele ser de 6 a 7 km, especialmente en las áreas donde los valles confluyen con afluentes, llegando a alcanzar hasta 15 km de ancho. (Olchauski, 1980)

## **3.2. Geomorfología Local**

### **3.2.1. Cordillera de la Costa**

La cordillera costera es una secuencia de colinas o montañas que discurren a lo largo de la costa. La tierra cerca de la costa se eleva y se pliega debido a procesos tectónicos causados por la subducción de una placa oceánica debajo de una placa continental. La naturaleza

geológicamente activa más joven de estas montañas sugiere que son propensas a la actividad volcánica y sísmica. A partir de los 400 m s.n.m., la morfología del relieve presenta un incremento en su grado de escarpamiento, evidenciándose una topografía más accidentada y pronunciada. Las elevaciones alcanzan altitudes que varían entre aproximadamente 2,000 y 2,500 m s.n.m. Esta zona está atravesada por valles transversales y diversas quebradas que han modificado significativamente la antigua superficie de erosión, en esta morfología está ubicado la veta Filomena. (Olchauski, 1980)

### **3.2.2. Peneplanicie Sub Andino**

Esta unidad geomorfológica se establece desde 2500 a 3200 m.s.n.m, la superficie de esta geoforma está formando por las rocas de la costa, producto de la erosión de depósitos cuaternarios quedo al descubierto. (Olchauski, 1980)

### **3.2.3. Cordillera de laderas**

Es un conjunto de cadenas montañosas con una disposición NW a SE que se prolonga por varios kilómetros. La mayor parte de esta unidad está formada por rocas plutónicas del batolito de la costa; hacia el NE predominan rocas metamórficas del complejo basal y en la zona SE encuentran rocas sedimentarias cubriendo las los intrusivas. (Olchauski, 1980)

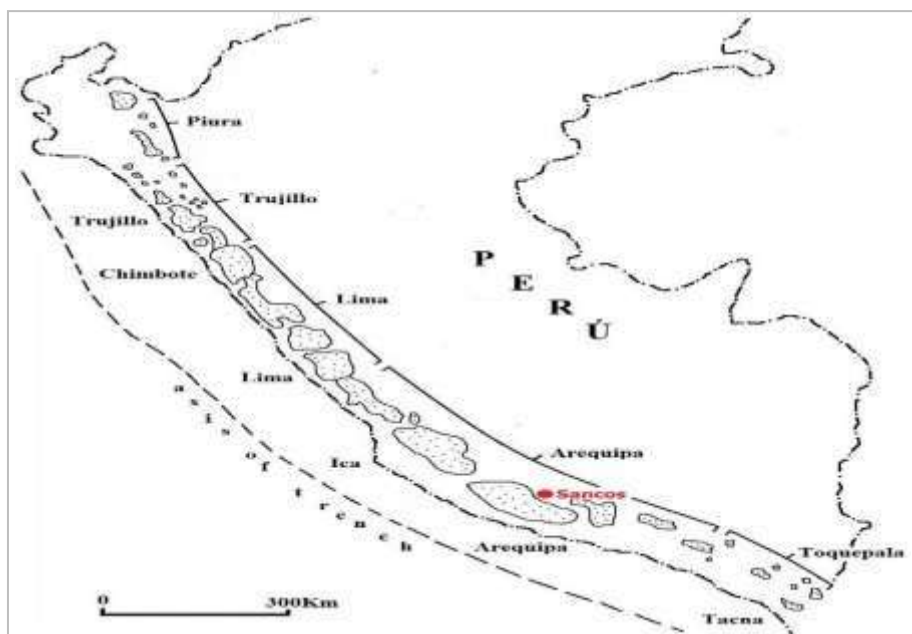
## CAPITULO IV: GEOLOGÍA

### 4.1.GEOLOGIA REGIONAL

El batolito de la costa está constituido por cientos de plutones, agrupados en un número limitado de súper-unidades (pitcher, 1974). Geográficamente está dividido a lo largo del eje del batolito en 5 grandes segmentos, caracterizado cada súper-unidad por un ensamble litológico (Cobbing et al.,1977); el segmento de mayor longitud es de Arequipa con 900 km (ver figura N°23). La secuencia de depositación de los plutones volcánicos del segmento de Arequipa (batolito de la costa) en el siguiente orden:

- Gabros tempranos y dioritas.
- Súper-unidad Linga (Stewart, 1968)
- Súper-unidad Pampahuasi el nombre corresponde a una localidad al este de Ica.
- Súper-unidad Incahuasi, localidad al norte de pisco
- Súper-unidad Tiabaya (Jenks, 1948; Jenks y Harris, 1953).

Figura 23. Mapa mostrando la segmentación de las súper unidades del Batolito de la Costa y la distribución de los plutones,



Fuente. (Pitcher, 1985).



La veta Filomena en un marco geológico regional está en el batolito de la costa en el segmento Nazca – Ocoña, está formado por varias unidades geológicas de rocas plutónicas que vendrían a ser de la super unidad Tiabaya, también se encuentran cerca de la super unidad Incahuasi y super unidad Linga.

#### **4.1.1. Complejo Bella Unión**

El Complejo Bella Unión conforma una franja continua de posición intermedia dentro del cuadrángulo de Cháparra, con dirección de E–W a NW–SE. Aflora en los sectores de la Mina Calpa y en las partes bajas de los ríos Atico y Cháparra, extendiéndose de manera continua hacia los cuadrángulos de Chala y Jaquí. Su distribución está parcialmente controlada por extensos lineamientos estructurales, los cuales habrían influido en su emplazamiento y en los procesos geológicos desarrollados durante el Jurásico y Cretácico Inferior.

Si indagamos a nivel litológico, este complejo tiene una clasificación compleja de rocas ígneas, pero las rocas de mayor predominación, son brechas de intrusión con naturaleza andesítica o de composición dacítica, los bloques angulosos y sub-angulosos, las cuales han sido desarrollado durante su emplazamiento y que por erosión y meteorización diferencial exhiben una morfología cavernosa, sobre todo en las geoformas de pendiente muy pronunciada. (Olchauski, 1980)

Este tipo de rocas están intruídas a su vez por innumerables plutones y diques andesíticos porfiríticos con grandes fenoblastos de feldespatos en una matriz afaníticas las cuales están intensamente piritizadas de igual forma que se exponen en la Mina Calpa y el curso inferior del río Atico, finalmente, el conjunto de estas rocas se encuentra instruidas por diques andesíticos o dacíticos, en la mayoría de los casos formando verdaderos enjambres. (Enrique, 1980).

Litológicamente, el Complejo Bella Unión muestra una composición variable, caracterizada principalmente por brechas de intrusión de naturaleza dacítica a andesítica, conformadas por bloques predominantemente angulosos. Se reconocen además cuerpos intrusivos de afinidad básica, entre los que destacan diabasas porfíricas de tonalidad gris verdosa. Asimismo, se observan diques de composición andesítica que cortan las unidades previamente mencionadas. Afloran a lo largo de faja con rumbos E-O a NO-SE, están controlados por lineamientos regionales estructurales que probablemente sean de dicho emplazamiento. (Olchauski, 1980)

#### **4.1.2. Dacitas Molles**

Las dacitas hipabisales afloran en la parte norte del cuadrángulo de Jaquí, específicamente entre los cerros Molles, Parja Orcco y Atoc Huaccachi; este cuerpo ígneo se extiende a lo largo de aproximadamente 9 km, con un ancho cercano a 1 km, y está relacionado con una falla de orientación N45°W. En su margen nororiental, estas dacitas intruyen a las rocas del Batolito de la Costa.

Petrográficamente, presentan una textura porfírica, compuesta por fenocristales de plagioclasa y cristales de cuarzo de gran tamaño, contenidos en una matriz afanítica de tonalidad gris. Estas rocas intruyen a las Super-unidades Tiabaya e Incahuasi del batolito, lo que sugiere que su emplazamiento ocurrió después del Coniaciano, probablemente durante el Terciario inferior, como una de las últimas fases del plutonismo asociado al batolito (Enrique, 1980).

La Dacita Molles corresponde a una dacita de tipo hipabisal, localizada al norte del cuadrángulo de Jaquí, asociada a una falla de orientación noroeste-sureste. En observaciones de campo, presenta una textura porfírica caracterizada por grandes fenocristales de plagioclasa y cuarzo, incrustados en una matriz afanítica de tonalidad gris. Su edad de emplazamiento se estima entre los 102 y 80 millones de años. (Cobbing, 1979)

#### **4.1.3. Gabros**

La zona de estudio se ubica dentro de la superunidad del Segmento Arequipa, donde los gabros se asocian con gabrodioritas y dioritas de composición básica. Estas rocas representan las intrusiones precursoras del plutonismo batolítico de la costa, preservadas actualmente como remanentes secundarios o cuerpos colgantes dentro de las extensas superunidades tonalítico-granodioríticas.

Los afloramientos de gabo en la zona de estudio se localizan principalmente en el sector nororiental del cuadrángulo de Cháparra, donde conforman un cuerpo de aproximadamente 25 km de longitud por 12 km de ancho. Hacia su margen nororiental, el cuerpo intruye a los esquistos pertenecientes al Complejo Metamórfico y se encuentra parcialmente cubierto por las unidades volcánicas del Grupo Sencca. En el extremo suroccidental, el gabo es intruido por las superunidades Tiabaya e Incahuasi.

La Edad de Emplazamiento. - Las granodioritas, gabros y dioritas básicas son rocas más antiguas de este fragmento del batolito, y en la datación radiométrica indica haberse emplazado hace 102 MA, que además por tener el mismo carácter litológico que la Super-unidad Patap del Segmento Lima (PITCHER, 1978), concluye que ambos segmentos tengan sus gabros los cuales son precursores equivalentes y contemporáneos. (Enrique, 1980)

Estas rocas corresponden a la Superunidad Patap, con una edad de formación en aproximadamente 107 Ma. Los gabros hornbléndicos constituyen las litologías representativas de los segmentos de Arequipa y Lima, coexistiendo con otras variedades de rocas máficas, entre las que destacan leucogabros y dioritas hornbléndicas. Los afloramientos de estas unidades son de distribución restringida. Los contactos entre cuerpos de composición similar suelen ser gradacionales, observándose zonas de brechamiento asociadas a intrusiones dioríticas posteriores, así como intrusiones de pegmatita como mineral secundario la hornblenda en la zona

de contacto directo con las rocas intrusivas. Asimismo, se reconocen evidencias de intensa deformación atribuida a eventos sinplutónicos. (Cobbing et al., 1977)

#### **4.1.4. Super Unidad Linga**

La Super-unidad Linga representa una de las intrusiones más antiguas del Segmento Arequipa, posterior a los primeros eventos gabroicos y gabrodioríticos. Su litología dominante es la monzonita, aunque internamente muestra una diversidad composicional con contactos bien definidos y discordantes que incluyen rocas como el monzogabro, monzodiorita, tonalita, granodiorita, monzogranito y granito. En el sector de Atiquipa (cuadrángulo de Chala), esta unidad presenta una composición más básica, abarcando desde monzogabros hasta meladioritas. Sin embargo, en su zona central, donde ha sido afectada por un metasomatismo potásico, se transforma en una monzonita cuarcífera, e incluso alcanza composiciones graníticas en los casos más extremos.

Esta Super-unidad tiene un papel destacado dentro del conjunto plutónico del Segmento Arequipa, ya que su emplazamiento se relaciona con procesos de mineralización de cobre y, en menor medida, de hierro (Agar, 1978). En el cuadrángulo de Acarí, se le identifica como la Monzonita Cobrepampa, asociada a un sistema de vetas cupríferas. (Caldas, 1978)

Edad de emplazamiento: Luego de los gabros iniciales, la Super-unidad Linga representa una de las primeras intrusiones en el Segmento Arequipa. Las dataciones radiométricas le asignan una edad de aproximadamente 97 millones de años (Cobbing, 1979), lo que la sitúa como ligeramente más reciente que la Super-unidad Paccho del Segmento Lima. (Pitcher, 1978)

#### **4.1.5. Super Unidad Incahuasi**

Compuesta por grandes cuerpos intrusivos, que en ciertas áreas corresponde al mayor volumen del batolito según. (Cobbing, 1979)

Un stock de esta Super-unidad también emerge en el extremo nor-oriental del cuadrángulo de Cháparra (cerro Yanaorcco Chico y Cortaderas), el cual está intruído por las Super unidades Tiabaya y Linga, y también cubierto por el volcánico de la formación Sencca. En promedio, las rocas son de grano medio a grueso, con presencia de plagioclasa euhedral, hornblenda y biotita poikilitica, en esta zona los ferromagnesianos generalmente se presentan en grumos y la hornblenda contiene a veces núcleos de piroxeno. (AGAR, 1978)

La Super-unidad Incahuasi ocupa el tercer lugar en el tiempo de intrusión del fragmento de Arequipa. Estudios de dataciones radiométricas de esta super unidad indican la edad de 95-80MA, dataciones realizadas en el río Pisco; el cual resulta contemporáneo a la Super-unidad Pampahuasi (COBBING, 1979), simultáneos a la Super-unidad Paccho y a las unidades más tempranas de la Super-unidad Santa Rosa. (PITCHER, 1978)

Se reconocen dos sistemas de diques que intruyen a la Superunidad Incahuasi: el primero se asocia a la actividad magmática de la Superunidad Tiabaya, mientras que el segundo está vinculado al emplazamiento de magmas propios de la Incahuasi. Estos diques presentan tonalidades oscuras, textura de grano fino y, por sus características macroscópicas, se les atribuye una composición andesítica. La orientación de estas fracturas sigue la dirección andina y es normal a ella, lo que indica que fueron influenciadas por los mismos esfuerzos regionales que controlaron la formación de los plutones de Incahuasi (Olchanski, 1980).

#### **4.1.6. Super Unidad Tiabaya**

La Superunidad Tiabaya representa la etapa final de intrusión del Batolito de la Costa y, de manera general, se caracteriza por haberse emplazado en una franja central y longitudinal. Está delimitada hacia el suroeste por la Superunidad Linga y hacia el noreste por la Superunidad Incahuasi. La unidad de mayor volumen dentro de esta sección del Segmento Arequipa. Desde el punto de vista litológico, la Superunidad Tiabaya está formada por tres grupos de rocas, que

son el resultado de un proceso de cristalización fraccionada que evoluciona desde composiciones máficas hasta félsicas.

**Edad de emplazamiento:** La Superunidad Tiabaya incluye los plutones más recientes del Segmento Arequipa. Las dataciones radiométricas indican una edad de intrusión de aproximadamente 80 millones de años (Ma), según Cobbing (1979), lo que permite su correlación con la facies tonalítico-granodiorítica temprana de la Superunidad Santa Rosa, ubicada en el Segmento Lima. Estas dataciones también revelan que, aunque los segmentos Lima y Arequipa iniciaron su evolución en forma simultánea, la duración del proceso plutónico fue diferente: en Lima se extendió por unos 70 Ma, mientras que en Arequipa solo persistió por alrededor de 20 Ma (Cobbing, 1979)

Esta súper unidad está formada por rocas desde tonalita a monzogranito, también se evidencia granodioritas. Muestra 2 tipos de rocas de monzoníticas, monzogabros y monzogranitos.

#### **4.1.7. Complejo Santa Rita**






















Es un complejo de rocas debido a metamorfismo de contacto, producto de la intrusión de Super Unidad Tiabaya y Super Unidad Linga afectando a rocas sedimentarias, volcánicas, micro gabros y dioritas, localizado en el sector occidental del cuadrángulo de Jaquí, entre los cerros Cauchete y el Morro que se encuentran como techos colgantes. (Acosta & Huanacuni, 2011)

En la zona predominan rocas metamórficas de tonalidad gris oscura. Las intrusiones magmáticas se manifiestan mediante contactos mayormente verticales y afectan a diversas litologías metamórficas, entre las que destacan esquistos sillimaníticos, gneises de carácter intrusivo, hornfels de origen volcánico y sedimentario, así como metasomatitas, dioritas piroxénicas y microgabros hornfelíticos. Entre las intrusiones, destacan las dioritas piroxénicas,

dioritas cuarcíferas y andesitas, que están instruidas por pequeños plutones y diques andesíticos.  
(Olchauski, 1980)

**Intrusivo Cenozoico:** Estos cuerpos intrusivos afloran en los cuadrángulos de Coracora y Cháparra, distribuyéndose a lo largo de la zona plegada asociada a dichos stocks plutónicos. De acuerdo con sus características petrográficas, no presentan afinidad con los eventos magmáticos del Batolito de la Costa, por lo que se les considera de edad más reciente, posiblemente del Cenozoico. Los stocks están constituidos por cuerpos de composición variable, en los que se reconocen gabros, dioritas, granodioritas y tonalitas. Según estudios estos stocks se habrían depositado terminando el cretácico y el meso cenozoico (Olchauski, 1980).

Figura 24. Formaciones geológicas de la zona de estudio, con sus respectivas rocas.

Edad					Tipo de Roca		
Eratema	Sistema	Serie					
CENOZOICA	PALEÓGENO	Oligocena	Subvolcánicos	Toba de cristal		N-tbk	
		36,5		Andesita Porfírica		N-ap	
		Eocena		Traquita		N-tr	
		53		Complejo intrusivo de andesitas monzonitas monzodioritas que engloban sedimentos del Gupo Yura		KP-am	
		Paleocena					
MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior	65	Andesita/dacita		Ks-an/da	
				Superunidad Tiabaya (80,5+/-1,4 Ma)	Granodiorita		Ks-t/gd
					Tonalita		Ks-t/to
					Cuarzodiorita		Ks-t/cdi
					Monzonita		Ks-t/mz
			Superunidad Incahuasi (82,5+/-1,4 Ma)	Granodiorita		Ks-i/gd	
				Microdiorita		Ks-i/mdi	
				Granito		Ks-i/gr	
			Superunidad Pampahuasi (93,00+/-3,3 Ma)	Tonalita		Kms-p/to	
				Diorita cuarcífera		Kms-p/dic	
				Diorita		Kms-p/di	
			Superunidad Linga (97,0+/-3,0 Ma)	Sienita		Kms-li/si	
				Monzonita		Kms-li/mz	
				Monzodiorita		Kms-li/md	
				Granodiorita		Kms-li/gd	
				Microdiorita		Kms-li/mdi	
			95 Inferior	Diorita		Kms-li/di	

Nota: Tabla adaptada a la zona de estudio, información del IMGEMMET. Fuente. (De la Cruz & Jaimes, 2003)



## 4.2. GEOLOGIA LOCAL

En la zona de estudio propiamente dicha de la veta Filomema con un área de toda concesión minera de 1399.66 ha afloran diferentes tipos de rocas intrusivas estas son parte del Batolito de la Costa. Las formaciones geológicas que afloran en el área de estudio son: Super Unidad Tiabaya que está formado por tres grupos de rocas félsicas a máficas (gabrodiorita-diorita cuarcífera, tonalita-granodiorita y el monzogranito), Complejo Santa Rita con una distribución **NO-SE** está formado por rocas metamórficas de contacto producto de la intrusión del batolito, Super Unidad Incahuasi formado por rocas granodioríticas con composición predominante de cuarzo, plagioclasa, biotita y hornblenda; finalmente tenemos en el área de estudio depósitos cuaternarios aluviales y coluviales (ver plano N°4). A continuación, se detalla las principales formaciones geológicas de la zona de acuerdo al cartografiado geológico con una descripción macroscópica de las principales rocas de la zona de estudio:

### 4.2.1. Super Unidad Tiabaya:

Corresponde a secuencia final de intrusión del Batolito de la Costa, está limitada por el SO por la Superunidad Linga. Litológicamente está formado por tres grupos de rocas, debido a una cristalización fraccionada de mafico a félsico; diorita, tonalita, granodiorita y monzogranitos. Estas rocas se caracterizan por un grano fanerítico y textura granítica. La principal roca en el área de estudio es la diorita, por su alto contenido de biotita se considera diorita biotítica. Esta formación es la principal debido a que emplazaron las estructuras mineralizadas (vetas, vetillas), como roca huspec a la veta filonema en la diorita seguido de la tonalita y granodiorita.

- **Diorita:** macroscópicamente son rocas ígneas de tonalidad gris, de textura fanerítica de grano fino a medio, esta roca está compuesta mineralógicamente por los siguientes minerales: plagioclasas, cuarzo, feldespatos potásicos, biotita, piroxenos y esfena; como minerales secundarios debido a la alteración tenemos a epidota, cloritas y sericita. La diorita

en el área de estudio alto contenido de biótica por el cual se le puede llamar diorita biotítica, esta roca es huésped de la veta Filomena y otras estructuras mineralizadas de la Concesión Minera SOTRAMI S.A.

Fotografía 1. Diorita biotítica del nivel 15, con presencia de estructura mineralizada se puede observar alteración sericitica en contacto con la veta.



- **Tonalitas:** estas rocas afloran al Noreste de la concesión Minera Sotrami S.A., estas rocas son de color blanco con tono grisáceo presentan una textura fanerítica de grano medio esta compuestas por plagioclasas, cuarzo hialino, feldespatos potásicos, anfíboles y biotita presentando ligera alteración. Estas rocas al igual de las dioritas forman el grupo de las rocas encajonantes de la veta Filomena, son favorables para el emplazamiento de vetas hidrotermales de oro (Au) y plata (Ag).
- **Monzogranito:** estas rocas afloran al Oeste de la concesión minera Sotrami S.A., son cuerpos alineados a la falla Santa Rita y en contacto con el Complejo Santa Rita. Macroscópicamente son rocas compactas de color gris ligeramente oscuro con una textura fanerítica. Está formado por cristales de plagioclasas, feldespatos potásicos, cuarzo y anfíboles, como minerales secundarios tenemos a la clorita, sericita y epidota.

Figura 25. Lado izquierdo (A) monzogranito característico de la super unidad Tiabaya, lado derecho (B) afloramiento del monzogranito y al oeste de la concesión diorita biotítica.



Fuente. (Martell, 2021).

#### 4.2.2. Complejo Santa Rita

Esta formación geológica aflora al Oeste de la Concesión Minera Sotrami S.A. con dirección NO-SE, son rocas producto del metamorfismo de contacto desarrollado por la intrusión del batolito de la costa (Super unidades Linga y Tiabaya). Las rocas predominantes del complejo dioritas piroxénicas, dioritas cuarcíferas y andesitas. En la zona de estudio no presentan mineralización; pero en contacto con dioritas y granodioritas de la Super Unidad Tiabaya se emplazaron algunas estructuras mineralizadas.

#### 4.2.3. Diques

Al largo de las 1399.66 ha de la concesión se evidencia tres tipos de diques: dique Santa Ana, dique Santa Rosa y dique filomena; estos diques son de composición andesíticos de textura afanítica a fanerítica de coloración gris verdoso.

A profundidad se identificó dique andesítico de textura muy fina, con buzamiento promedio de  $55^{\circ}$  a  $60^{\circ}$ . Al lado Oeste el dique andesítico está en contacto con la venta Filomena, de acuerdo al muestreo geoquímico en esta zona la concentración de oro es alta llegando a superar las 24 Onz/tc.

Fotografía 2. (A) Dique andesítico en contacto con la veta Filomena, (B) Veta Filomena en contacto con diorita y dique Andesítico (C).



#### 4.2.4. Depósitos Cuaternarios

Los principales depósitos cuaternarios son el coluvial y el aluvial que afloran en las laderas y depresiones de la concesión. Litológicamente está formado por arena y grava angulosos a sub-redondeados que son de origen ígneo producto de la erosión.

## CAPITULO V: GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las estructuras geológicas de la región se encuentran estrechamente vinculadas con los procesos tectónicos asociados al ciclo orogénico andino. Las principales zonas estructurales han sido diferenciadas considerando tanto la magnitud como el estilo de deformación experimentado por las rocas, lo cual depende de su composición litológica y de la intensidad variable de los esfuerzos tectónicos aplicados. Los procesos tectónicos dieron lugar a la formación de pliegues, fallas y diaclasas. En función de estas características, se ha establecido una zonificación estructural de oeste a este, que comprende: una zona de fallamiento en bloques, una zona de emplazamiento del batolito, una zona plegada y una zona con escasa deformación.

La cordillera de andes tiene un control estructural por fallas de tipo de rumbo la cual establece cambios de dirección de NO a SE; este tipo fallamiento dieron origen a dos grandes sistemas:

- **Sistema estructural NO–SE:** Este sistema se alinea con la orientación general del Batolito de la Costa y se asocia con la disposición de los conos volcánicos, así como con zonas de mineralización tipo pórfido de cobre (Cu).
- **Sistema estructural NE–SO:** Corresponde a la dirección andina y se asocia con el emplazamiento de chimeneas de brechas y magmas volcánicos, los cuales evidencian una relación directa con procesos de ascenso magmático y actividad volcánica regional de la zona.

La Unidad Minera Santa Filomena se emplaza en una zona estructural con un sistema de fallamiento en bloques (compresivo), limitada por dos estructuras tectónicas de orientación y alcance regional: la Falla Gliden al este y la Falla Santa Rita al oeste; estas fallas cumplen un rol importante para el emplazamiento de la mineralización de la veta Filomena. Estas fallas delimitan un bloque estructural en cuyo interior se emplazan las vetas que constituyen el

yacimiento de Santa Filomena. De acuerdo con los datos obtenidos mediante sondajes diamantinos, la falla Gliden presenta espesores de hasta 8,0 metros. Asimismo, se ha identificado un conjunto de fallas locales, denominadas de primer orden, que se orientan con rumbos entre N10° y N30°W y presentan buzamientos de 60° a 75° hacia el noreste, con anchos variables de hasta 1,0 metro.

Además, se reconoce un segundo grupo de estructuras clasificadas como fallas de segundo orden, entre las que destacan las fallas Enriqueta, Filomena y Ecuador, con rumbos entre N30° y N60°E, fueron desplazados por la reactivación de las falla de primer orden, cuyos saltos de identifico en interior mina de 2 hasta 10m que son de naturaliza sinestral y dextral; estos saltos se identificaron a detalle en los niveles 8,9 10 y en los niveles inferiores del 11 al 16 los saltos de veta de la Filomena a causa de las fallas son mínimas; donde se pueden observar una venta continua.

### **5.1. Analisis estructural**

La veta Filomena se encuentra controlada por dos sistemas de fallas bien definidos, diferenciados según su orientación y comportamiento estructural. El primer sistema presenta una dirección predominante N–S y corresponde a una falla de carácter regional; dentro de este sistema se reconocen la Falla Gliden de tipo sinestral ubicada al este y la Falla Santa Rita situada al oeste. La Falla Gliden actúa como una estructura limitante o de cierre para la veta Filomena (tapon de mineralización), evidenciándose en campo un desplazamiento lateral de aproximadamente 150 metros. Más hacia el este se identifica la Falla Enriqueta de tipo sinestral.

El segundo sistema de fallas presenta una dirección NE-SO, esta dispuestas de forma paralela a subparalela a la veta Filomena, en campo se evidencio desplazamiento de hasta 20 metros, estas fallas son posteriores a la falla Gliden, estas fallas tienen movimiento dextral y sinestral.

## 5.2. Características Estructurales de la Veta Filomena

La veta Filomena corresponde estructuralmente a una falla regional con una extensión aproximada de 1.5 km y orientación este-oeste (E-O), posiblemente vinculada al sistema de fallas Iquipi – Clavelinas (Mamani, 2011), este sistema se sitúa en la zona de transición entre los dominios corticales Paracas y Arequipa, donde las estructuras de rumbo E-O son propicias para la formación de depósitos minerales.

Según el mapeo geológico superficial esta falla tiene un desplazamiento longitudinal continuo. En su sector oriental se observan pequeños desplazamientos hacia el techo, alcanzando hasta 5 metros, así como una estructuración en ramales con geometría de tipo "cola de caballo", claramente visible en los niveles del 12 al 16. Dichos desplazamientos se evidencian en los niveles superiores, como se evidencia en los niveles 8 y 7; a profundidad el desplazamiento o saltos al techo en mínimo.

## 5.3. Fallas Regionales

En la zona de estudio se identificó tres fallas regionales, de la cual dos ellas tienen una relación directa en la mineralización que actúan como controles de mineralización al este y oeste.

- **Falla Gliden:** Corresponde a una falla de desgarre con movimiento lateral sinistral. Presenta una potencia de aproximadamente 8 metros y se ubica al este de la veta Filomena; su orientación general es N30°W, con un buzamiento de 60° hacia el noreste (NE). Esta estructura es la más relevante de la zona, ya que produce un desplazamiento estimado de alrededor de 150 metros en la veta al lado este.
- **Falla Filomena:** Se trata de una falla de desgarre con desplazamiento lateral sinistral, que sigue una orientación N30°E. Esta estructura mantiene contacto directo con la veta Filomena y evidencia un desplazamiento del mismo cuerpo mineralizado, constituyendo



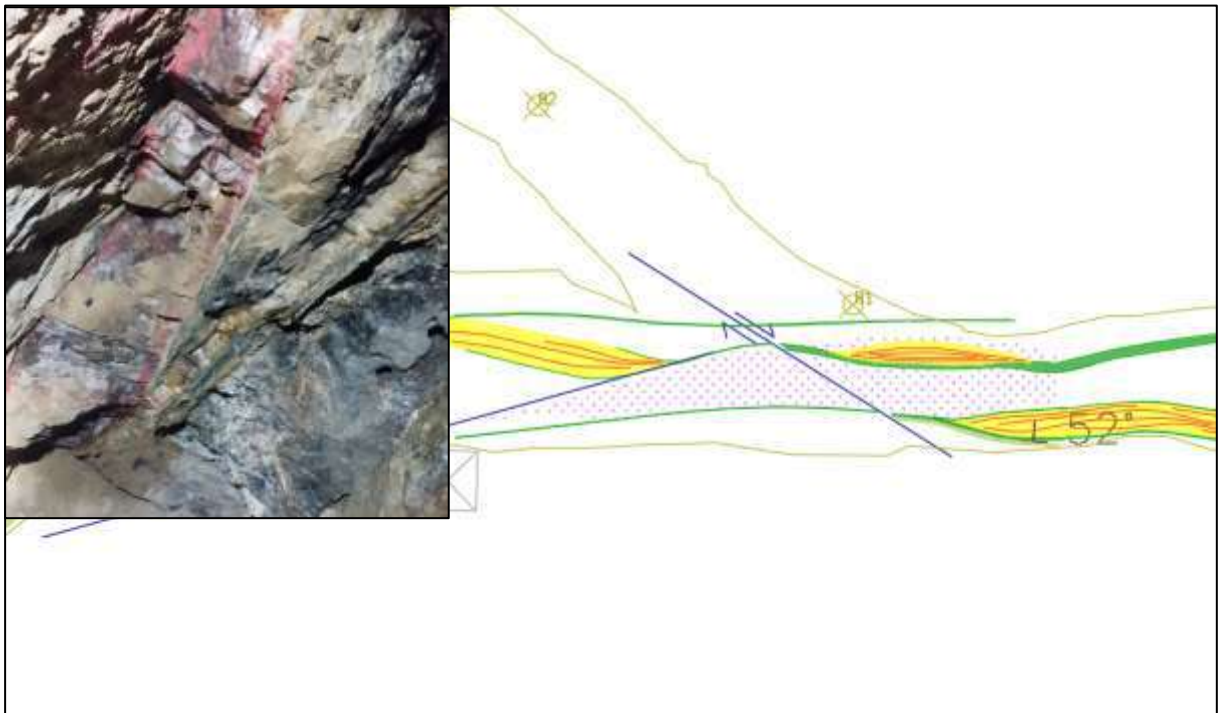
uno de los principales controles estructurales de la veta; esta falla es responsable de la mineralización.

- **Falla Enriqueta:** Corresponde a una falla de desgarre con desplazamiento lateral sinistral, ubicada al este de la veta Filomena. Presenta una orientación aproximada de N30°E y un buzamiento de 75° hacia el noreste (NE), mostrando un trazo casi paralelo al de la Falla Gliden que está próximo a la veta Filomena.

#### 5.4. Fallas Locales

En la zona de estudio propiamente se pueden identificar fallas locales, las cuales son casi perpendiculares a la veta Filomena; según el estudio cinemático son fallas de rumbo no tienden a desplazar a la veta Filomena tienen una orientación de N40°E con buzamiento promedio de 50°NE.

Figura 26. Fallas de rumbo locales.



Nota. Se puede observar presencia de fallas de rumbo en el nivel 15 de la zona de estudio.



Figura 27. Zona de transpresión.

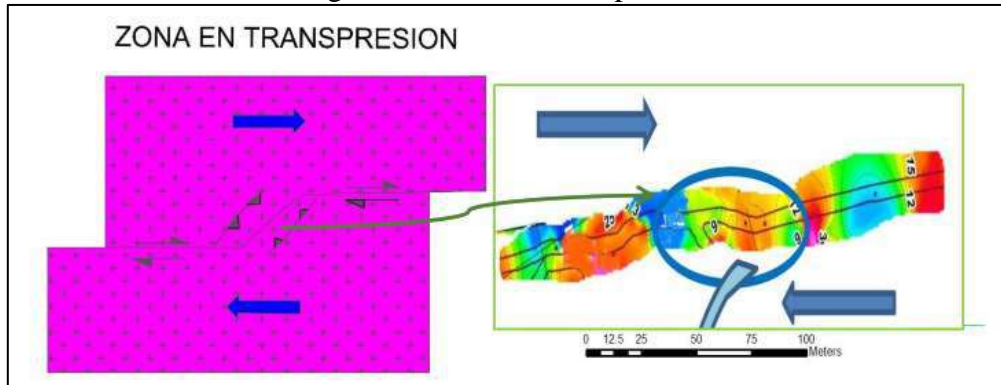


Figura 28. Zona de transpresión galería nivel 15.

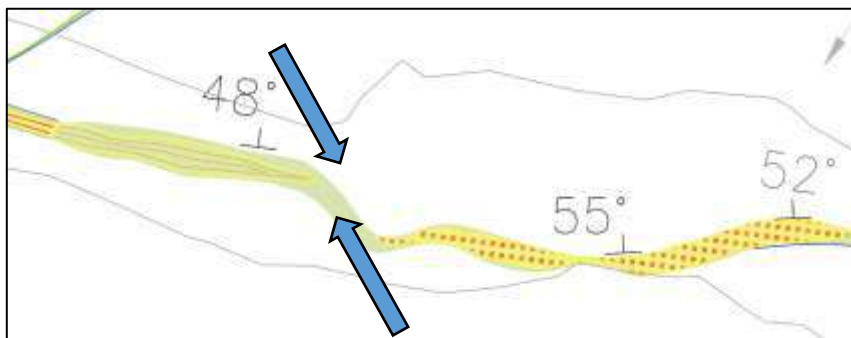


Figura 29. Zona de transtensión.

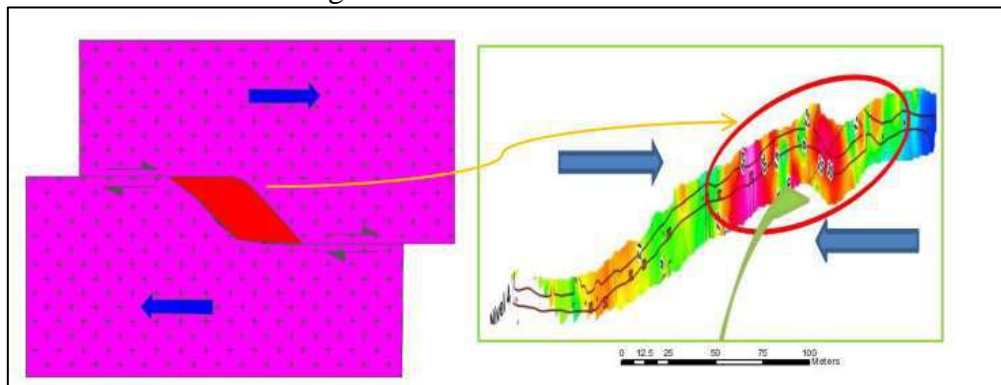
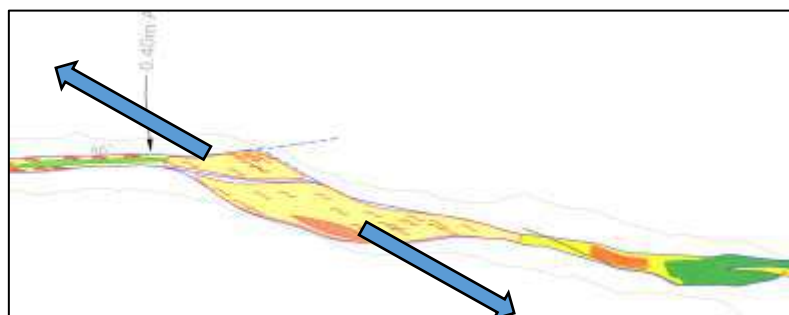


Figura 30. Zona de transtensión galería nivel 16.



## CAPITULO VI: MINERAGRAFIA

En la veta Filomena se realizó estudios minerográficos para poder identificar minerales metálicos presentes, tamaños, asociaciones mineralógicas, textura y la secuencia de formación mineral de la veta Filomena. Para este estudio se realizó la toma de 3 muestra en la zona de estudio, a continuación, se muestra una tabla de los minerales metálicos identificados (ver tabla 9).

Tabla 9. Minerales metálicos presentes en las secciones delgadas de la veta Filomena

Nombre	Símbolo	Composición química	Densidad(g/cm3)	Dureza Mohs
Acantita	ac	Ag <sub>2</sub> S	7.3	2.5
Argentita	agt	Ag <sub>2</sub> S	7.3	2.0 - 2.5
Calcosita	cc	Cu <sub>2</sub> S	5.7	2.5
Calcopirita	cp	CuFeS <sub>2</sub>	4.2	3.5
Covelita	cv	CuS	4.7	1.5
Electrum	el	(Au,Ag)	17.6	3
Goethita	goe	FeO•OH	3,8	5
Pirita	py	FeS <sub>2</sub>	5	6.5
Pirrotita	po	Fe(1-x) S	4.6	3.5 - 4
Telururos	TLRs	(Au,Cu,Ag)xTeyS	7.0 - 9.0	1.5 - 2.5

## 6.1. Estudios Minerográficos

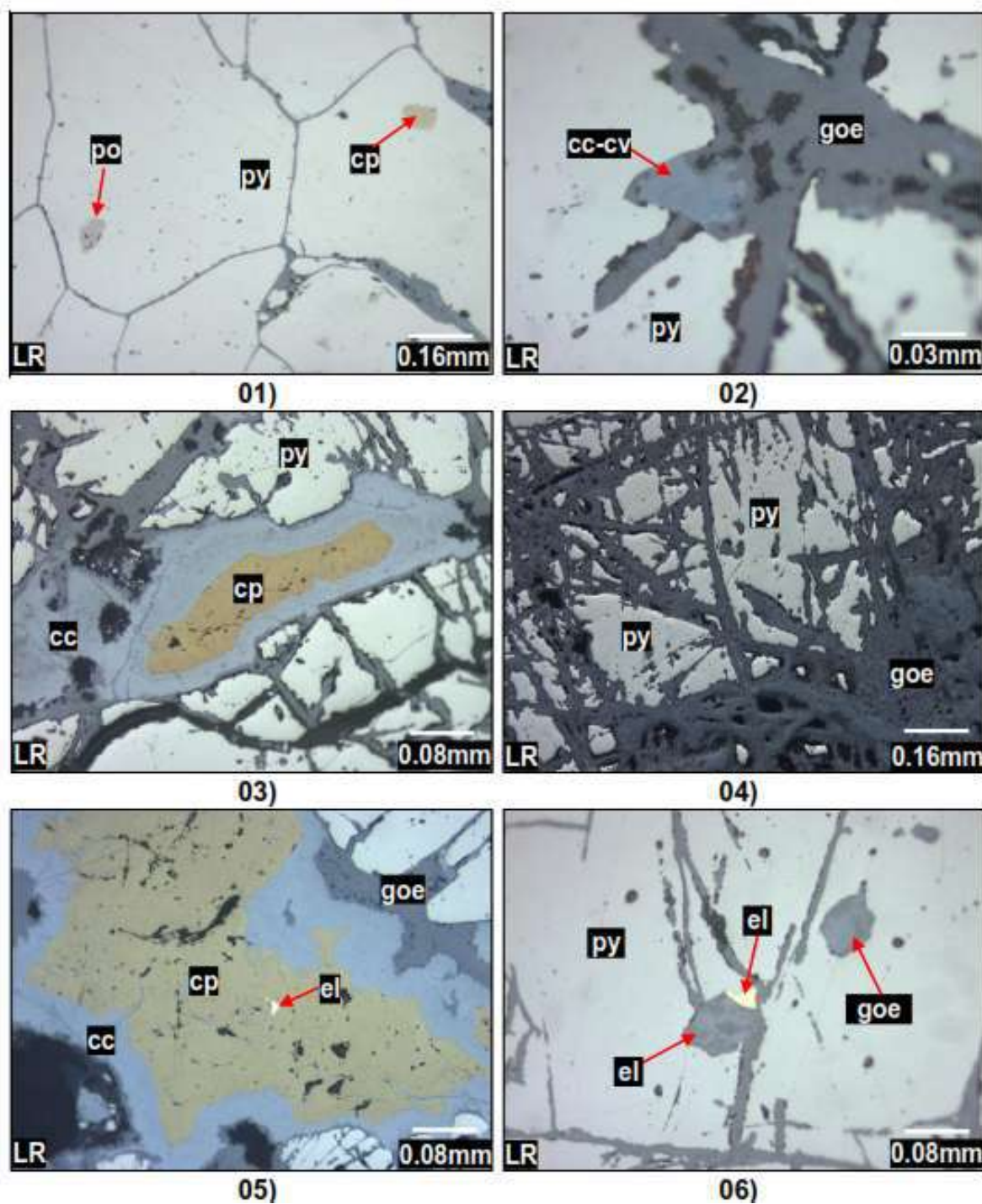
### 6.1.1. Muestra 039421

Descripción Macroscópica			
			
Foto N.º 02: 039421			
Descripción Microscópica		Tamaño (mm)	%
<b>Pirita</b>	Se exponen como masas anhedricas y agregados de cristales subhedrales, en estos últimos se pueden distinguir hábitos cúbicos y bordes subredondeados.	mm-cm	75
<b>Pirrotita</b>	Expuestos de forma anhedral, se encuentran como islas de mineral en los cristales de pirita	< 0.05	Trazas
<b>Calcopirita</b>	Dispuestos como cristales anhedrales de formas irregulares, se observan como relleno de cavidades y/o aberturas.	< 3.6	2
<b>Oro Nativo (Electrum)</b>	Partículas de formas irregulares, se encuentran como inclusión en los cristales de calcopirita y pirita.	< 0.05	Trazas
<b>Calcosita</b>	Se exponen de forma anhedral reemplazando a la calcopirita desde sus bordes, forman intercrecimiento tipo corona con la misma.	< 2	0.5
<b>Covelita</b>	Presente de forma anhedral y se presenta en intercrecimiento con la calcosita.	< 0.04	Trazas
<b>Goethita</b>	Expuesta de forma coloforme, se presenta como relleno de fracturas que cortan a la pirita. También forma un intercrecimiento tipo corona con la calcosita y reemplaza desde sus bordes a la pirita.	-	11

Textura	Relleno
---------	---------

**Posible Secuencia Paragenética**

MINERALOGÍA		HIPOGENICA		SUPERGENICA
		Evento Temprano	Evento Tardío	
Mineralización	Pirita	—————		
	Pirrotita	-----		
	Calcopirita		-----	
	Calcosita		-----	
	Covelita		-----	
	Oro Nativo (Electrum)		-----	
	Goethita			—————
MAYOR TEMPERATURA INICIAL		—————→		MENOR TEMPERATURA FINAL
Escaso ---		Moderado —		Abundante ——



**Fotomicrografías 1,2,3,4,5,6** (LR-Luz Reflejada). Se observa pirrotita (po) y calcopirita (cp) como islas de mineral en la pirita (py), también se observa goethita (goe) como relleno de fracturas; 02) Intercrecimiento de calcosita (cc) con covelita (cv) y goethita (goe) reemplazando a la pirita (py), 03) Calcopirita (cp) anhedral siendo reemplazada por calcosita (cc) desde los bordes; 04) Se muestra goethita (goe) reemplazando a la pirita (py), también como relleno de fracturas sobre la misma; 05) Partícula de electrum (el) en cristal anhedral de calcopirita (cp) y 06) Partículas irregulares de electrum (el) que se disponen como diseminación en los cristales de pirita (py), goethita (goe) reemplazando a la pirita (py) además como relleno de fracturas.



### 6.1.2. Muestra 039417

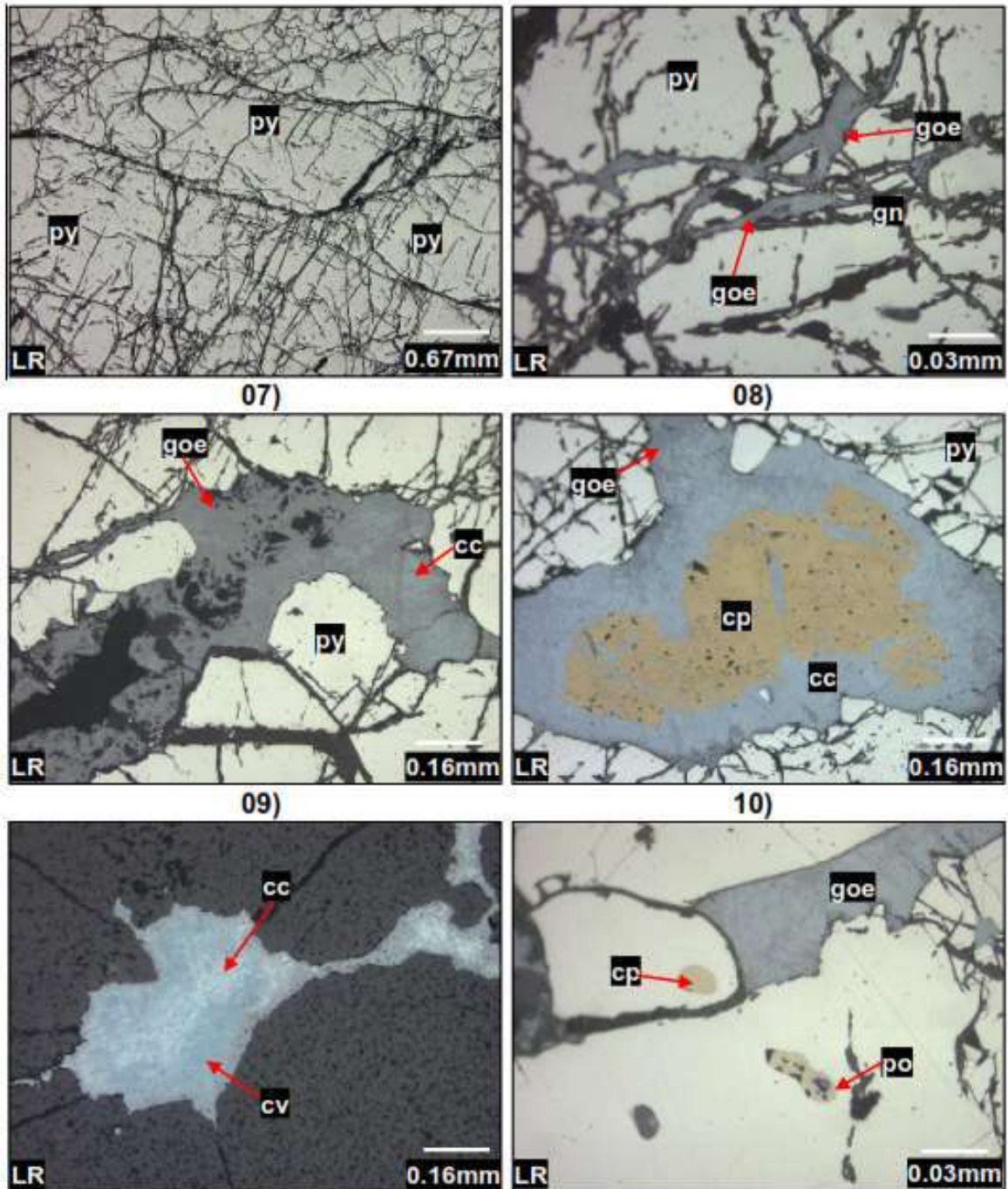


Foto N.º 03: 039417			
Descripción Microscópica		Tamaño (mm)	%
<b>Pirita</b>	Expuestos como agregados masivos, también se observan cristales subhedrales de hábitos cúbicos.		75
<b>Pirrotita</b>	Dispuestas de formas irregulares, se encuentran como islas de mineral en la pirita y se encuentra en intercrecimiento con la calcopirita.	0.075	Trazas
<b>Calcopirita</b>	Se muestran como cristales anhedrales que se encuentran rellenando aberturas, y también como disseminación sobre toda la muestra.	< 6.4	5
<b>Calcosita</b>	Se exponen de forma anedral reemplazando a la calcopirita desde sus bordes, forman intercrecimiento de tipo corona.	-	1.5
<b>Covelita</b>	Presente de forma anedral y se encuentra en intercrecimiento con la calcosita.	< 0.12	Trazas
<b>Goethita</b>	Dispuesta de forma anedral, se encuentra como relleno de fracturas en los cristales de pirita.		5.5
	También se observa como un intercrecimiento de tipo corona con la calcosita.		

Textura	Relleno
---------	---------

**Posible Secuencia Paragenética**

MINERALOGÍA		HIPOGENICA		SUPERGENICA
		Evento Temprano	Evento Tardío	
MINERALIZACIÓN	Pirita	—————	—————	
	Pirrotita	-----		
	Calcopirita		-----	
	Calcosita		-----	
	Covelita		-----	
	Goethita		-----	
MAYOR TEMPERATURA INICIAL		—————→	MENOR TEMPERATURA FINAL	
Escaso ---		Moderado —	Abundante —	



**Fotomicrografías** ,7,8,9,10,11,12 (LR-Luz Reflejada). 07) y 08) Se muestra pirita (py) presentando diversas fracturas; estas últimas se encuentran rellenas por goethita (goe) y calcosita (cc); 09) Goethita (goe) anhedral reemplazando a la pirita (py) desde sus bordes; 10) Se muestra calcopirita (cp) siendo reemplazada desde sus bordes por calcosita (cc); 11) Intercrecimiento de calcosita (cc) con covelita (cv), se muestran relleno una fractura y 12) Se tiene pirrotita (po) y calcopirita (cp) en intercrecimiento simple, presentes como islas irregulares de mineral de en la pirita (py).



### 6.1.3. Muestra 211522

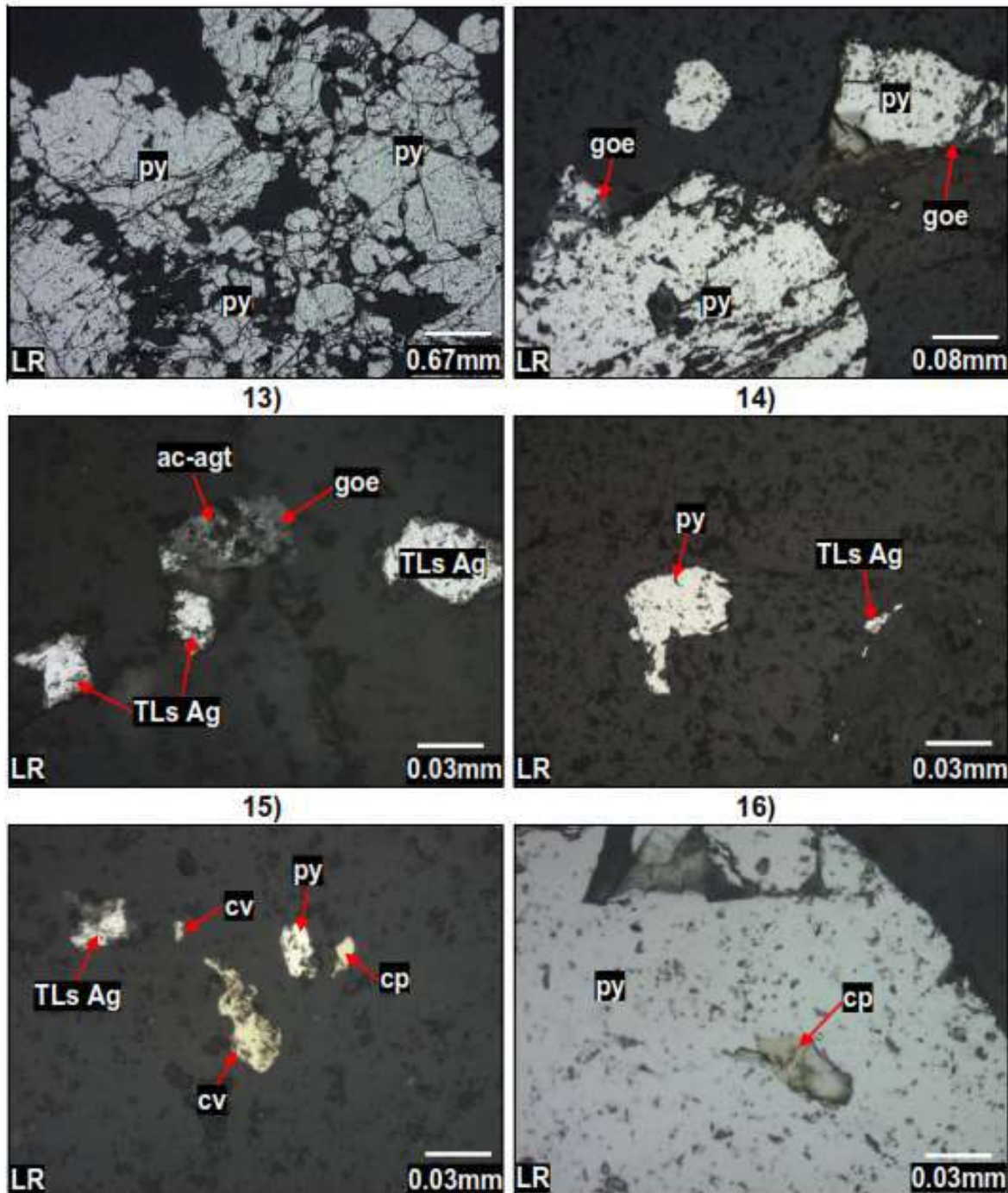


Foto N.º 04: 211522			
Descripción Microscópica		Tamaño (mm)	%
<b>Pirita</b>	Se disponen como agregados de cristales subhedrales que presentan hábitos cúbicos y bordes subredondeados, se encuentran como relleno de espacios y/o aberturas en el ejemplar.	< 6.8	12
<b>Calcopirita</b>	Expuestos como cristales irregulares que se encuentran como diseminación en la roca.	< 0.05	Trazas
<b>Telururos (Ag)??</b>	Cristales de formas irregulares que se disponen como diseminación en zonas puntuales de la muestra.	< 0.07	Trazas
<b>Acantita-argentita</b>	Se expone de forma anhedrica y se presenta en intercrecimiento con el telururo, también forma un amarre tipo corona con la goethita.	< 0.04	Trazas
<b>Covelita</b>	Dispuesta de forma anhedral reemplazando a la calcopirita desde sus bordes.	< 0.02	Trazas
<b>Goethita</b>	Expuesta de forma anhedral y coloforme, se presenta como relleno de fracturas que cortan la pirita.	-	1.5

Textura	Relleno
---------	---------

Posible Secuencia Paragenética
--------------------------------

MINERALOGÍA		HIPOGENICA		SUPERGENICA
		Evento Temprano	Evento Tardío	
MINERALIZACIÓN	Pirita	————		
	Calcopirita	-----		
	Covelita		-----	
	Acantita-argentita		-----	
	Telururo		-----	
	Goethita		-----	
MAYOR TEMPERATURA INICIAL		—————▶	MENOR TEMPERATURA FINAL	
Escaso ---		Moderado —	Abundante —	



**Fotomicrografías 13,14,15,16,17,18** (LR-Luz Reflejada). 13) Agregados de cristales subhedrales de pirita (py), se puede observar diversas fracturas sobre los cristales; 14) Se muestra goethita (goe) reemplazando a la pirita (py) desde sus bordes y rellenando fracturas en la misma; 15) Cristales irregulares de telururos de plata (TLs Ag), también se tiene acantita-argentita (ac-agt) con goethita (goe); 16) Pirita (py) subhedral y cristal irregular de telururo de plata (TLs Ag); 17) Se observa calcopirita (cp) anhedral siendo reemplazada por covelita (cv) desde los bordes, también se muestra pirita (py) y telururo de plata (TLs Ag) y 18) Pirita (py) subhedral con calcopirita (cp) dispuesta como isla de mineral.

## **CAPITULO VII: GEOLOGIA ECONOMICA**

### **7.1. Metalogenia**

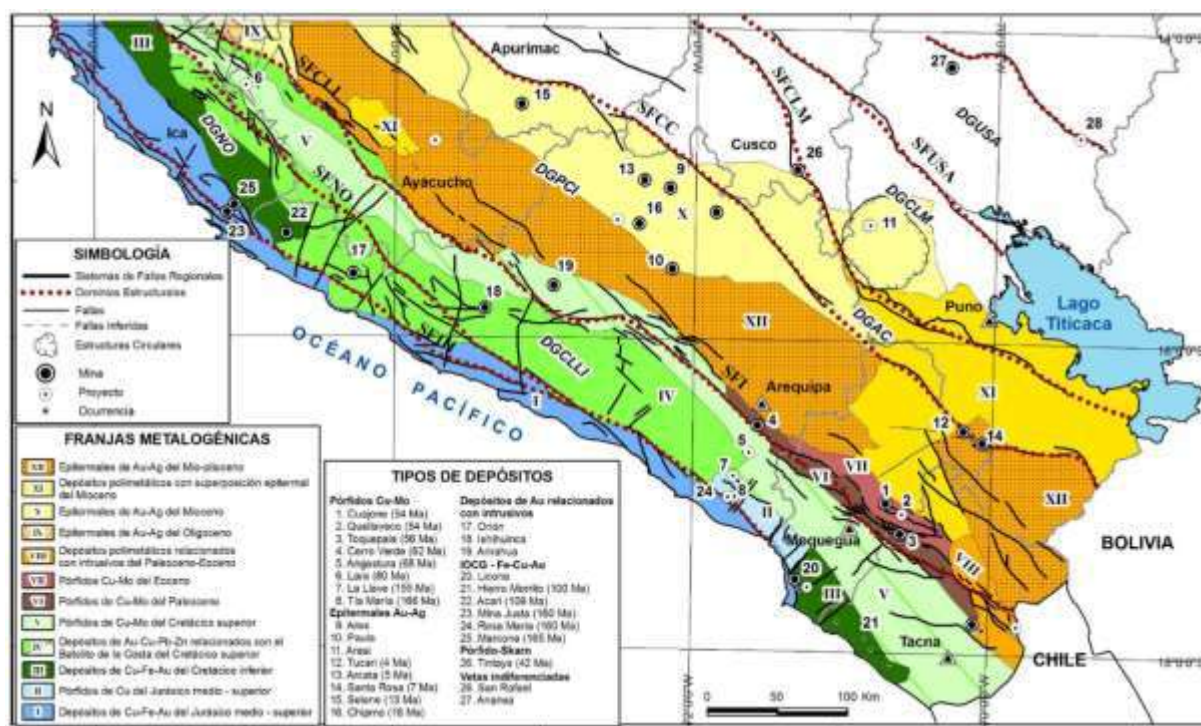
La Veta Filomena pertenece a la franja de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusivos del Cretácico superior, el cual está ubicada en la región central y norte de los Andes peruanos. Tiene una caracterización, por presentar depósitos polimetálicos que contienen oro (Au), plomo (Pb), zinc (Zn) y cobre (Cu), y cuya formación está vinculada con la actividad magmática y tectónica que tuvo lugar durante el Cretácico superior, el cual se dio aproximadamente entre 100 y 66 millones de años. Estos depósitos se asocian principalmente con intrusivos ígneos de composición granodiorítica y tonalítica que son típicos del batolito de la costa (unidad Tiabaya), los cuales generaron mineralizaciones hidrotermales a medida que se emplazaban en la corteza terrestre, creando así ricos depósitos minerales a lo largo de la franja.

Los depósitos en esta franja se caracterizan por su contenido polimetálico, donde tiene mineralización de plomo, zinc, cobre y oro es prominente. Minerales como la galena (PbS), esfalerita (ZnS), calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>), y pirita (FeS<sub>2</sub>) son típicos, y el oro se encuentra en menores cantidades, A menudo en asociación con los sulfuros o en vetas de cuarzo. Estos depósitos presentan una estructura geológica compleja, con sistemas de vetas y cuerpos de reemplazo que están controlados por las características tectónicas y magmáticas de la región.

La veta Filomena la mineralización se presenta en forma de vetas y vetillas emplazados en el batolito de la Costa, tiene una disposición paralela o transversal al Batolito de la Costa. Los clavos de mineralización aurífera están en forma de vetas angostas con una composición mineralógica de cuarzo gris y hialino, pirita, goethita, covelita, pirotita y calcopirita.



Figura 31. Mapa metalogénico del sur del Perú entre las latitudes 14 - 18°30'S. SFIII:



Nota Sistema de Fallas Ica-Islay-Ilo. SFNO: Sistema de Fallas Nazca-Ocoña. SFCLL: Sistema de Fallas Cincha-LLuta. SFI: Sistema de Fallas Incapuquio. SFCC: Sistema de Fallas Caylloma-Condoroma. SFCLM: Sistema de Fallas Cusco-Lagunillas-Mañazo. SFUSA: Sistema de Fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri. DGNO: Dominio Geotectónico Nazca-Ocoña, DGCLLI: Dominio Geotectónico Cincha-LLuta-Ilo, DGPCI: Dominio Geotectónico Puquio-Caylloma-Incapuquio, DGAC: Dominio Geotectónico Abancay-Condoroma, DGCLM: Dominio Geotectónico Cusco-Lagunillas-Mañazo y DGUSA: Dominio Geotectónico Urcos-Sicuani-Ayaviri. (Acosta, Santiesteban, & Harmut).

## 7.2. Mineralización

La veta Filomena es un yacimiento del tipo orogénico de origen hidrotermal de alcance mesotermal de relleno en una falla, la mineralización en niveles superficiales en la zona de oxidación es el cuarzo seguido de óxidos de hierros finalmente de sulfuros; la mineralización en niveles inferiores zona de reducción que es nuestra zona de estudio es el cuarzo seguido de sulfuros finalmente de óxidos de hierro.

El ensamble mineralógico (niveles 13,14,15y16) es el cuarzo hialino, pirita, goethita, calcopirita, calcosita y covelita; como también en algunos tramos de la veta Filomena oro nativo. La estructura mineralizada son vetas angostas en forma de rosario donde los clavos mineralizados y/o sigmoides llegan a una longitud de 5 a 50 metros, y en ancho hay tramos

desde 0.1 a 1.7 metros; esta estructura mineralizada en la zona de estudio en una veta continua donde no se evidencia saltos o desplazamientos de gran dimensión.

#### **7.2.1. Características de las estructurales mineralizadas**

Dentro del área concesionada, que abarca 1,399.66 hectáreas, se han reconocido más de veinte vetas con orientación predominantemente andina. No obstante, las vetas Filomena y Santa Rosa constituyen una excepción, presentando una dirección estructural este-oeste (E–W) estas vetas son las principales de explotación dentro de la concesión. En superficie, los afloramientos de estas estructuras alcanzan longitudes de hasta 3 km donde se evidencia continuidad de las estructuras mineralizadas.

La mineralización se encuentra principalmente confinada en estructuras bien definidas, generando vetas del tipo rosario y zonas de enriquecimiento mineral en las intersecciones de diversas vetas. La potencia de las mismas varía entre 0.40 m y 0.60 m; sin embargo, en los niveles inferiores se evidencio clavos mineralizados de hasta 1.5m de potencia. De manera puntual, se observan ramales secundarios derivados de las vetas principales, los cuales suelen presentar escasa extensión superficial y, en algunos casos, configuración sigmoide.

Las vetas están compuestas principalmente por cuarzo hialino y poroso, con sectores donde se presenta sílice tipo Vuggy. Las vetas están acompañadas por óxidos de hierro que rellenan fracturas y cavidades. A mayor profundidad, se incrementa la presencia de sulfuros, siendo los más comunes la pirita y la calcopirita. En menores proporciones, también se han identificado bornita y covelina.

La veta Filomena constituye la principal estructura mineralizada en explotación dentro de la Unidad Minera SOTRAMI S.A. se han desarrollado labores mineras longitudinales que superan los 2 km de extensión, así como labores verticales que alcanzan aproximadamente 0.8 km de profundidad. La veta presenta una orientación general este-oeste (E–W) y un buzamiento

promedio entre 45° y 60°. La estructura mineralizada muestra una variación en su rumbo, adoptando una dirección característica del sistema andino.

La mineralización está conformada por minerales de mena dominados por óxidos de hierro, entre los que se reconocen hematita, goethita y limonita, acompañados de sulfuros como pirita y calcopirita. El mineral de ganga está constituido principalmente por cuarzo, presente tanto en su forma hialina como lechosa. Se observa, además, que la proporción de sulfuros aumenta progresivamente con la profundidad, indicando una transición zonal (zona de reducción) en la mineralogía del yacimiento.

Fotografía 3. Veta Filomena del nivel 15 lado este



Nota. Veta Filomena con cuarzo hialino donde los óxidos rellanan las cavidades de las fracturas. A) Cuarzo hialino, con óxidos rellanando las fracturas. B) Cuarzo craquelado, con relleno de limonita

Fotografía 4. Veta Filomena en el nivel 16 al lado oeste.



Nota. se puede observar la presencia de cuarzo lechoso con pirita fina y calcopirita; estos minerales es el cambio a la zona de reducción.

#### 7.2.2. Controles de Mineralización

- **Control estructural:** El control estructural de la mineralización está relacionado a los sistemas de fallamiento pre-minerales, los cuales condicionaron la formación y emplazamiento de las principales vetas identificadas en la concesión, entre las que destacan Filomena, Santa Rosa y Enriqueta, además de otras estructuras menores asociadas al sistema de falla de la concesión.
- **Control litológico:** está relacionado al dique andesítico, donde se evidencia con mayor claridad al lado oeste desde el nivel 9 hasta el nivel 16. La principal formación geológica de la zona es estudio es el complejo Tiabaya con la diorita biotítica.
- **Control mineralógico:** Los minerales metálicos identificados en la veta Filomena son: Acanthita, Argentita, Calcosita, Calcopirita, Covellita, Electrum, Goethita, Pirita, Pirrotita y Telururos.



### **7.2.3. Persistencia de la Mineralización**

La veta Filomena es persistente en profundidad hasta el nivel 16 (1880 m.s.n.m), lateralmente la veta en continua en profundidad de aprox. 700m. A medida que se profundiza las labores de explotación la ley de Au desciende debido a un cambio de ambiente de mineralización zona reducción donde predomina los minerales sulfuros de pirita, calcopirita.

### **7.3. Alteraciones Hidrotermales**

La veta Filomena no presenta alteraciones continuas, la alteración esta presenta pegado a la roca caja diorita, sus afloramientos son limitados y su intensidad es de moderado a débil.

#### **7.3.1. Alteración silícica**

La alteración silícica se manifiesta en la zona mediante el desarrollo de cuarzo acompañado por pirita, presentándose con una intensidad de moderada a débil. Este tipo de alteración se encuentra estrechamente asociada a la mineralización económica, indicando su relación genética con los pulsos hidrotermales mineralizantes. En superficie, se distingue por la presencia de sílice amorfa de carácter estéril, que representa las fases residuales del sistema hidrotermal.

Fotografía 5. Alteración silícica en roca caja diorita, en contacto con la veta Filomena.



### 7.3.2. Alteración Argílica

Esta alteración se desarrolla en el contacto entre la roca caja y la zona mineralizada, presentando un espesor variable, que en ciertos sectores es muy débil, de pocos centímetros, mientras que en otros puede alcanzar anchos de hasta 1m. El ensamble mineralógico característico está compuesto principalmente por montmorillonita y caolinita, con presencia moderada de sericita y minerales arcillosos secundarios.

Asimismo, se observa la asociación de sílice y pirita, esta última en estado fresco o parcialmente oxidado, indicando una posible transición hacia condiciones supergénicas; durante el proceso de muestreo geológico, se constató que las zonas afectadas por esta alteración contienen valores económicamente significativos en oro (Au), lo que sugiere su relación directa con la mineralización principal.

Fotografía 6. Alteración Argílica.



Nota. Presencia arcillas en gran proporción; donde predomina la caolinita en contando con la veta Filomena.

### 7.3.3. Alteración Propilítica

Esta alteración está presente a las paredes de la roca caja (techo y piso) están con contacto con la veta Filomena, se manifiesta por una epidotización y clotitzación de los

Fotografía 7. Alteración propilítica de la veta Filomena.



Nota. A) Alteración propilítica en contacto con la veta Filomena donde se observa epidotización. B) se observa fuerte alteración propilítica en la roca caja diorita biotítica.

### 7.4. Descripción de la Veta Filomena

La veta Filomena es la principal veta de exploración y explotación en la concesión minera SOTRAMI S.A. presenta una potencia promedio de 0.50m y una longitud de aprox. de 1.5km, identificado con labores de explotación, con rumbo de E-W con buzamiento que varía de 45° a 65°. Está considerado como yacimiento cordillerano, de fluidos hidrotermales que tipo mesotermal que rellenaron una falla para llegar a la mineralización. La mineralización es muy marcada típica de vetas hidrotermales a nivel superficial la zona de oxidación donde predomina los óxidos y menor proporción los sulfuros, a medida que se profundizó la explotación se ve un cambio de mineralización la zona de reducción donde el ensamble mineralógico es principalmente de cuarzo, con sulfuros y en menor proporción los óxidos.

La zona de estudio que son los niveles del 13 al 16 se ve una veta continua de aproximadamente de 0.7km, al lado este esta está limita por la falla Gliden donde posiblemente lo haya desplazado a la veta unos 150m, la forma de mineralización es de forma sigmoidea los clavos mineralizados.

Estructuralmente se falla filomena el cual permitió el emplazamiento de la mineralización de la veta Filomena donde principalmente se explota el oro (Au) como subproducto la plata (Ag). El control litológico en la son los diques andesíticos, estas estructuras son paralelas a veta con buzamiento de 65°.

La veta Filomena presenta alteración hidrotermal tanto en la caja techo y caja piso; como la alteración argílica intermedia, propilítica y silicitica. La manifestación de estas alteraciones es leve con mayor influencia en profundidad.

La veta Filomena ha sido evaluada en superficie y se han tomado 16 muestras con resultados que se acompañan en la tabla N° 10, estos valores a lo largo del tiempo ido variando donde la estructura tiene mejores valores geoquímicos en profundidad.

Tabla 10. Resultados geoquímicos multielementos de muestras en afloramientos de la veta Filomena (exploración superficial).

<b>Muestra</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Au_ppm</b>	<b>Ag_ppm</b>	<b>Cu_ppm</b>	<b>Pb_ppm</b>	<b>Zn_ppm</b>
1	0.3	4.19	0.19	264	4	27
2	0.4	7.82	0.9	459	7	32
3	0.1	5.47	0.2	190	8	47
4	0.07	0.333	0.19	134	3	26
5	0.15	1.68	0.6	465	5	32
6	0.15	9.84	2.3	417	7	25
7	0.1	9.25	0.6	1040	6	68
8	0.1	16.3	1.3	2950	8	47
9	0.3	3.36	0.8	448	7	46
10	0.2	0.157	0.2	330	4	66
11	0.1	0.41	0.5	31	16	15
12	0.4	0.124	0.19	2	5	3
13	0.05	0.316	0.19	9	11	13
14	0.25	6.17	0.5	8	4	20
15	0.15	2.95	0.8	5	3	32
16	0.09	3.22	0.6	84	13	25

### 7.5. Ley de corte (cut-off)

Para el yacimiento minero Santa Filomena de empresa Minera SOTRAMI S.A., específicamente la zona de estudio la veta Filomena se tiene una ley de corte (Cut-off) de acuerdo a ciertos parámetros económicos de explotación (ver tabla 11 y plano N°5).

Tabla 11. Rangos de ley del yacimiento Santa Filomena de la Empresa SOTRAMI S.A.

CATEGORIA	
[0,4.422]	
[4.422,6.616]	
[6.616,8.81]	
[8.81,11.038]	
[11.038,14.5]	
[14.5,26.24]	

## **CAPITULO VIII: METODOLOGIA GEOESTADISTICA APLICADO A LA VETA FILOMENA**

### **8.1.Organización del Método de Trabajo**

#### **8.1.1. Etapas del Desarrollo del trabajo**

##### **a. Etapa de generación de Data**

- Los datos geológicos: los canales de muestreo sistemático, información que representa los datos geoquímicos fueron organizados en una base de datos, seguidamente serán utilizados en el software Datamine utilizando la metodología geoestadística.
- Se realizo análisis geológico de la zona de estudio, a partir del mapeo geológico subterráneo y de las muestras de canales para determinar las zonas económicas.
- Las muestras de canales son datos tridimensionales, la cual es será fundamental para la estimación de los recursos mineros de la zona de estudio.

##### **b. Etapa de sistematización y análisis**

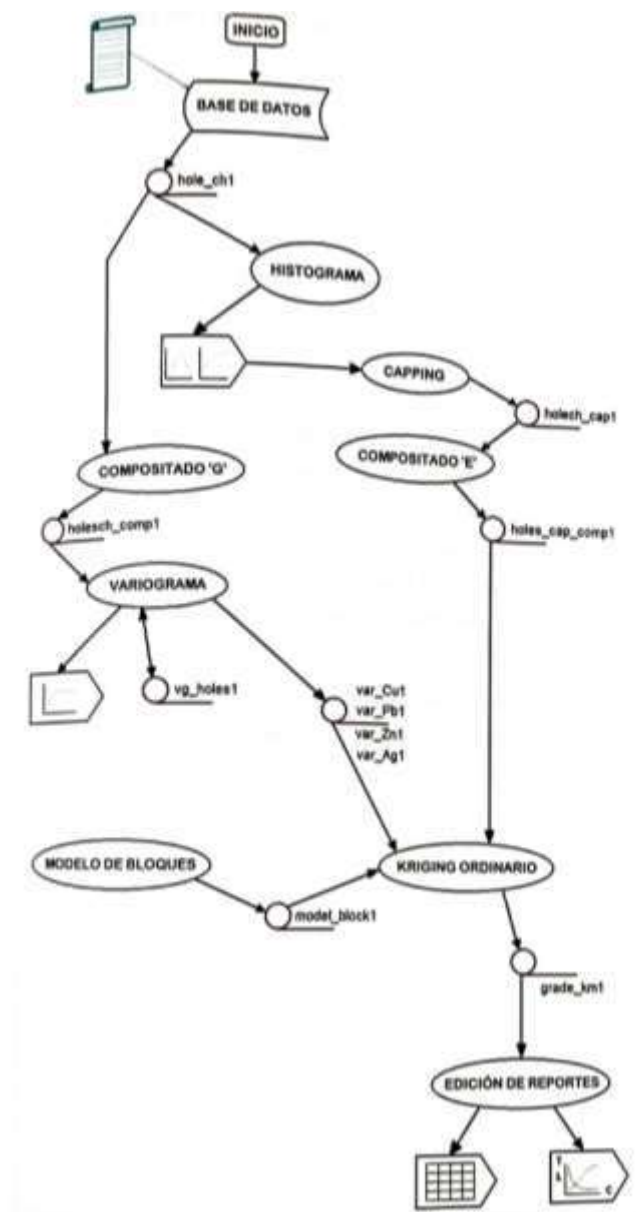
- Se realizo análisis exploratorio de datos, en relación de la estadística; donde se definió el histograma experimental, el valor Capping; estos elementos permiten determinar la distribución de las leyes en el depósito y la detectar valores erráticos.
- Se realiza un análisis geoestadístico de la base de datos (valores geoquímicos) con la construcción de variogramas, para determinar el elipsoide de influencia en el despisto,
- Una vez realizado los pasos anteriores, obtendremos parámetros que nos serán útiles para el proceso de estimación de recursos minerales de la Veta Filomena, la estimación se realizará en base al modelo geológico donde se realizará el modelo de bloques y se le asignará a cada bloque una ley promedio aplicando el método geoestadístico Kriging Ordinario; para obtener finalmente los recursos medidos, indicados e inferidos de la veta Filomena.

- Finalmente se realizará la interpretación de resultados, conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

### 8.1.2. Diagrama de Flujo de la Metodología de Trabajo

El diagrama de flujo representa el algoritmo del procedimiento que se aplicara en la metodología geoestadística planteada para la estimación de los recursos mineros de la veta Filomena.

Figura 32. Diagrama de flujo de metodología geoestadística de trabajo.



Fuente. (Marin, 2017)

## 8.2. Organización de la Información

### 8.2.1. Recolección de Datos

La base de datos corresponde la información detalla de las muestras de canales tomados en interior mina desde el nivel 13 al 16; esta base de datos está compuesta por: Collar, Survey, Assay.

- **COLLAR.** Ubicación de la muestra en el espacio, estas muestras se obtuvieron del muestreo sistemático en interior mina.
  - BHID: Código de la muestra
  - XCOLLAR: Coordenada este (E) de la muestra WGS84
  - YCOLLAR: Coordenada este (N) de la muestra WGS84
  - ZCOLLAR: Cota (Z) de la muestra m.s.n.m.

Tabla 12. Tabla de collar.

BHID	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR
31474	577895.281	8302531	1989.000
31473	577897.281	8302530.85	1989.000
31472	577899.281	8302531.03	1989.000
31184	577899.943	8302531.17	1989.000
31183	577901.943	8302531.71	1989.000
31182	577903.943	8302532.37	1989.000
31181	577905.943	8302532.91	1989.000
31180	577907.943	8302533.9	1989.000

- **SURVEY:** En este caso se define como las direcciones de las muestras tomadas como Azimut (Z) y Dip
  1. BHID: Código de la muestra.
  2. BRG: Azimut (Z) de la muestra.
  3. Dip: Inclinación de la muestra.



Tabla 13. Datos del survey.

<b>BHID</b>	<b>BRG</b>	<b>DIP</b>	<b>AT</b>
31474	360	0	5
31473	360	0	5
31472	360	0	5
31184	360	0	5
31183	360	0	5
31182	360	0	5
31181	360	0	5
31180	360	0	5

- **ASSAY:** Representa las variables de estudio como la potencia de la veta y su respectivo valor (ley)
- **FROM:** Es el inicio de donde se toma la muestra del canal.
- **To:** Fin de la muestra o canal.
- **LENGHT:** Es la potencia o ancho de canal muestreado.
- **Ley:** es el valor de la muestra en este caso expresado en gr/Tn o ppm de oro (Au) presente en la muestra.

Tabla 14. Datos del Assay.

<b>BHID</b>	<b>FROM</b>	<b>TO</b>	<b>LENGHT</b>	<b>ROCK</b>	<b>Ley Au (gr/TM)</b>
31474	0	0.3	0.3	VETA	23.25
31473	0	0.7	0.7	VETA	7.41
31472	0	0.6	0.6	VETA	44.85
31184	0	0.3	0.3	VETA	17.49
31183	0	0.2	0.2	VETA	28.01
31182	0	0.2	0.2	VETA	22.25
31181	0	0.2	0.2	VETA	108.99
31180	0	0.2	0.2	VETA	7.65

- **Drillholes:** Es la unión de los datos: Collar, Survey y Assay en un único archivo.

Tabla 15. Datos de los Holes.

BHID	X	Y	Z	FROM	TO	LENGHT	ROCK	Ley_Au_2
10002	578567.342	8302533.74	1991	0	0.3	0.3	VETA	20.449
10016	578568.676	8302532.77	1991	0	0.8	0.8	VETA	35.698
10030	578570.164	8302531.71	1991	0	0.65	0.65	VETA	18.549
10031	578572.078	8302531.14	1991	0	0.6	0.6	VETA	12.649
10041	578574.001	8302530.6	1991	0	0.7	0.7	VETA	36.248
10042	578575.939	8302530.22	1991	0	0.9	0.9	VETA	31.398
10050	578577.894	8302529.67	1991	0	0.5	0.5	VETA	6.500

### 8.2.2. Tratamiento de Datos

Para la obtención del modelo geológico se tuvo como base de datos: 1129 muestras tomadas cada dos metros entre los niveles 13,14,15y 16 mapeos geológicos en interior mina (ver plano N°6) y Secciones transversales. Toda esta información se ingresó y se trató en los Softwares Leapfrog y Datamine.

Figura 33. Mapeo geológico interior mina nivel 14 vista en planta.

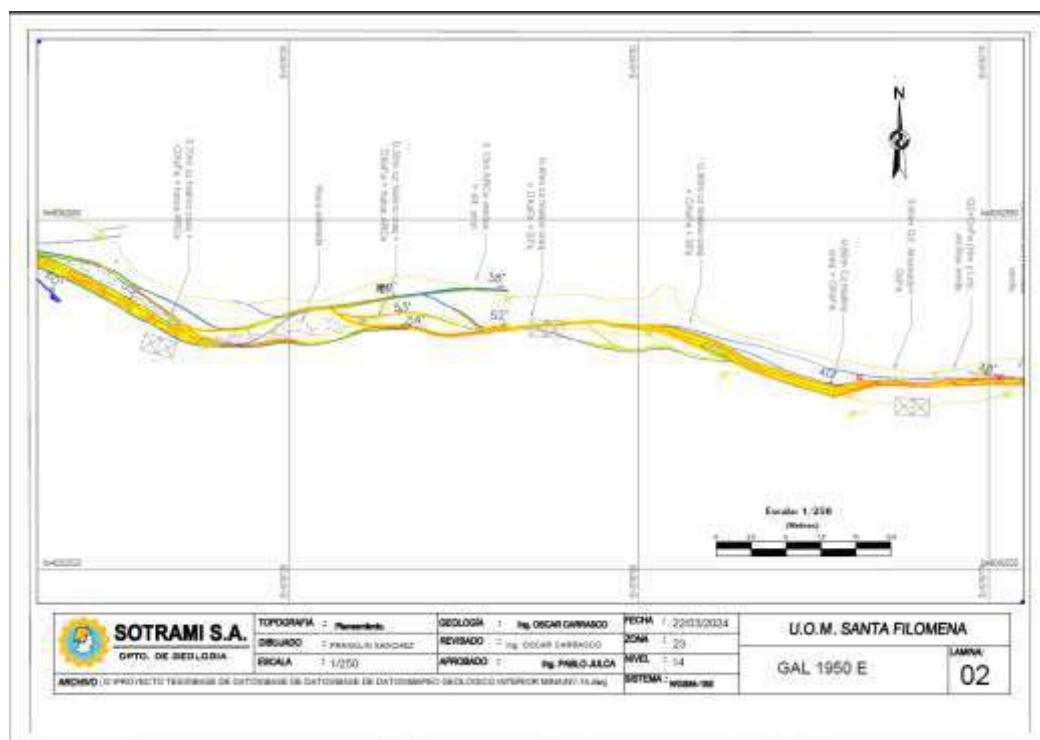
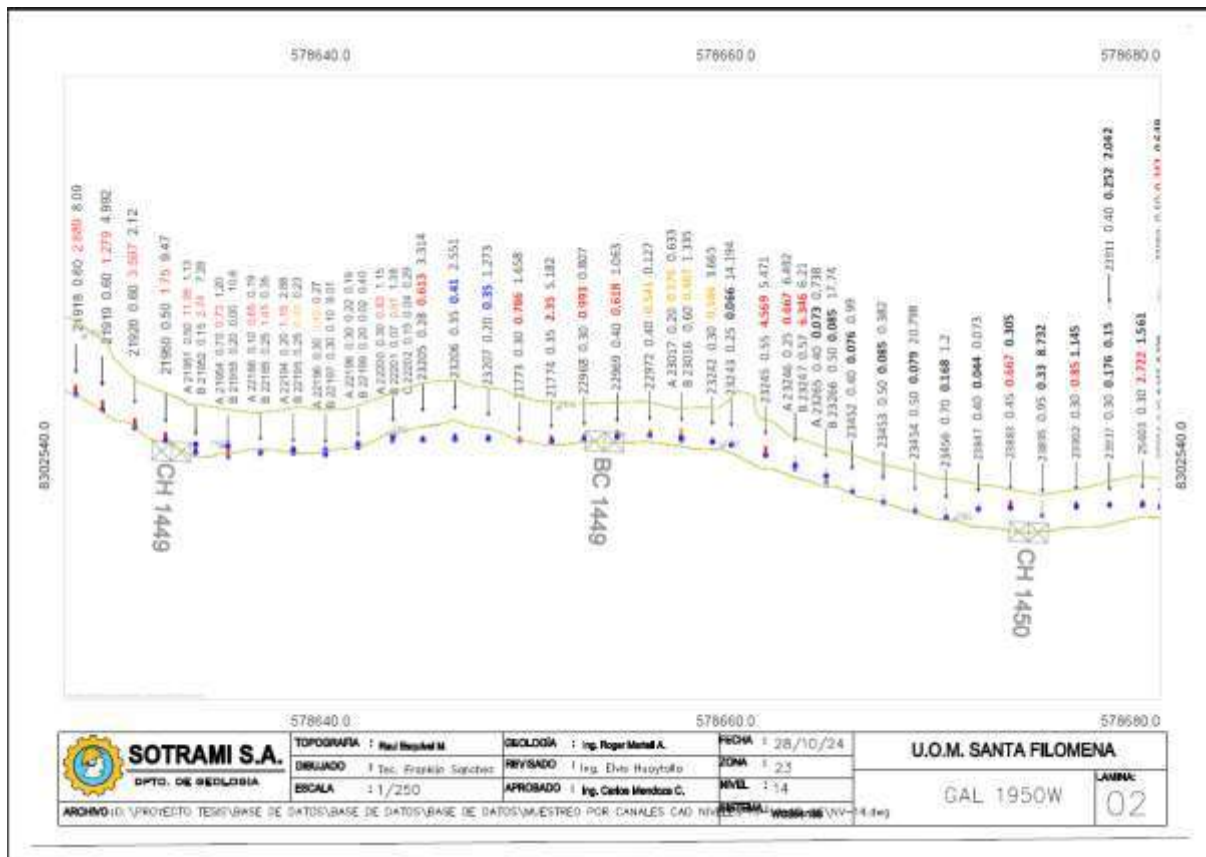


Figura 34. Ploteo de muestras vista en planta nivel 14.



Nota. Se puede observar valores geoquímicos de la veta Filomena, con muestreo sistemático.

## CAPITULO IX: CALCULOS, APLICACIONES Y OBTENCION DE RESULTADOS

### 9.1. Modelo Geológico de Estimación de Recursos Minerales

#### 9.1.1. Construcción del Modelo Geológico de Estimación de Recursos Minerales

Para la construcción del modelo geológico, se realizó a partir del mapeo geológico de interior mina de los niveles 13, 14, 15 y 16; como también se realizaron secciones geológicas perpendiculares al rumbo de la veta Filomena. Durante el mapeo geológico en interior me identificaron los principales clavos mineralizados. Inicialmente se ploteo la caja techo y caja piso de veta trazando polilíneas el software AutoCAD para posteriormente ser exportados al software Leapfrog Geo.

Figura 35. Digitalización de polilíneas nivel 13 de acuerdo al mapeo geológico de interior mina, para realizar la construcción del modelo geológico.

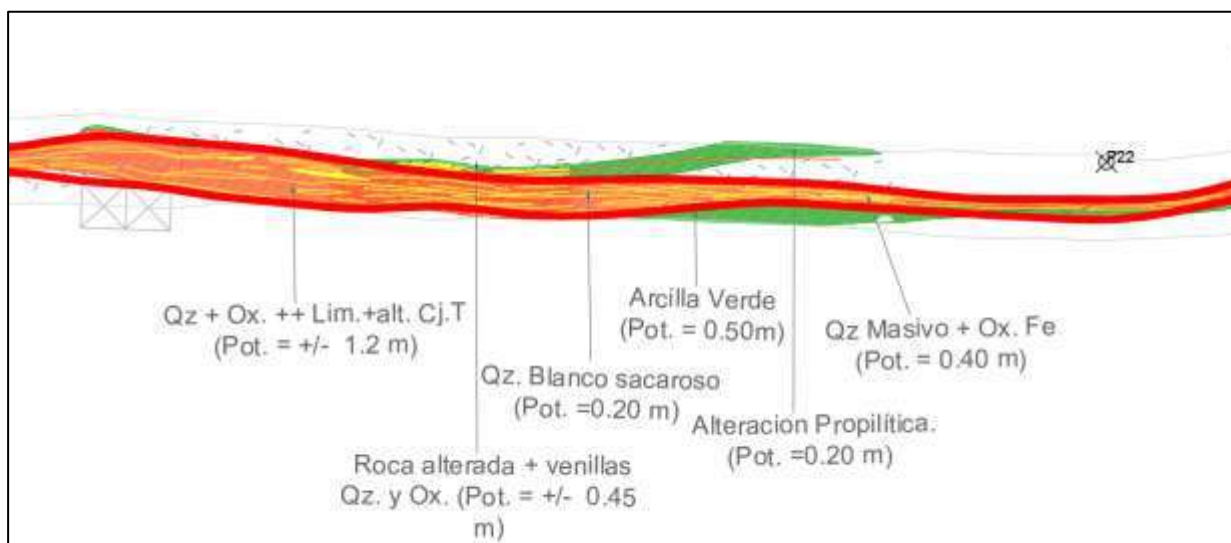
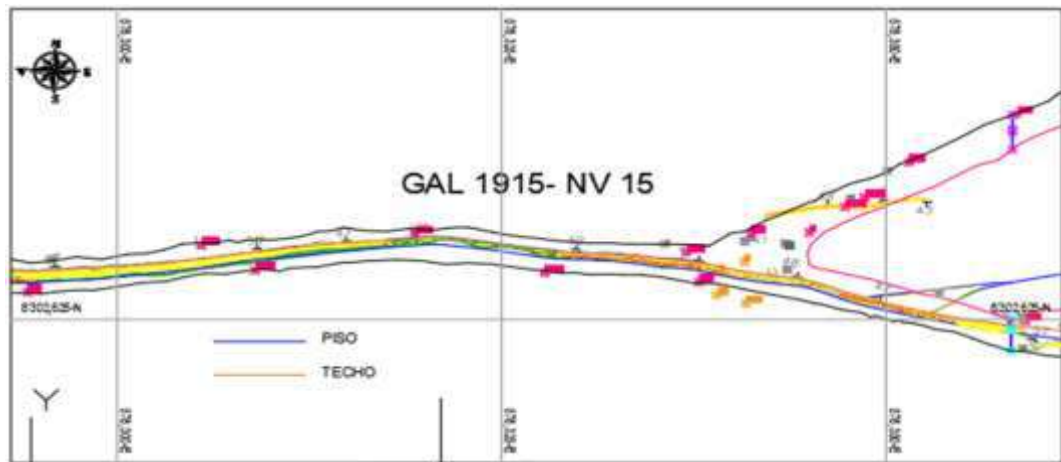


Figura 36. Digitalización de polilíneas nivel 15 de acuerdo al mapeo geológico de interior mina, para realizar la construcción del modelo geológico.



- **Incorporación de polilíneas al Software Leapfrog GEO:** Este paso consiste en importar datos polilíneas como perfiles geológicos secciones topográficas al software Leapfrog GEO.

**Procedimiento:**

- a. Preparar las polilíneas en formato compatible, como DXF o CSV, asegurándose de que incluyan las coordenadas correspondientes.
- b. Importar las líneas a Leapfrog GEO mediante la herramienta de "Importar" ubicada en el panel de entrada de datos.
- c. Verificar la correcta visualización de las líneas en el modelo 3D, ajustando las escalas y el sistema de coordenadas si es necesario.
- d. Asignación de Polilíneas (Piso/Techo): Este proceso permite definir manualmente los límites geológicos de la veta Filomena como el piso y techo.

Figura 37. Incorporación de las polilíneas de los niveles 13,14,15,16 de la veta Filomena al software Leapfrog Geo.

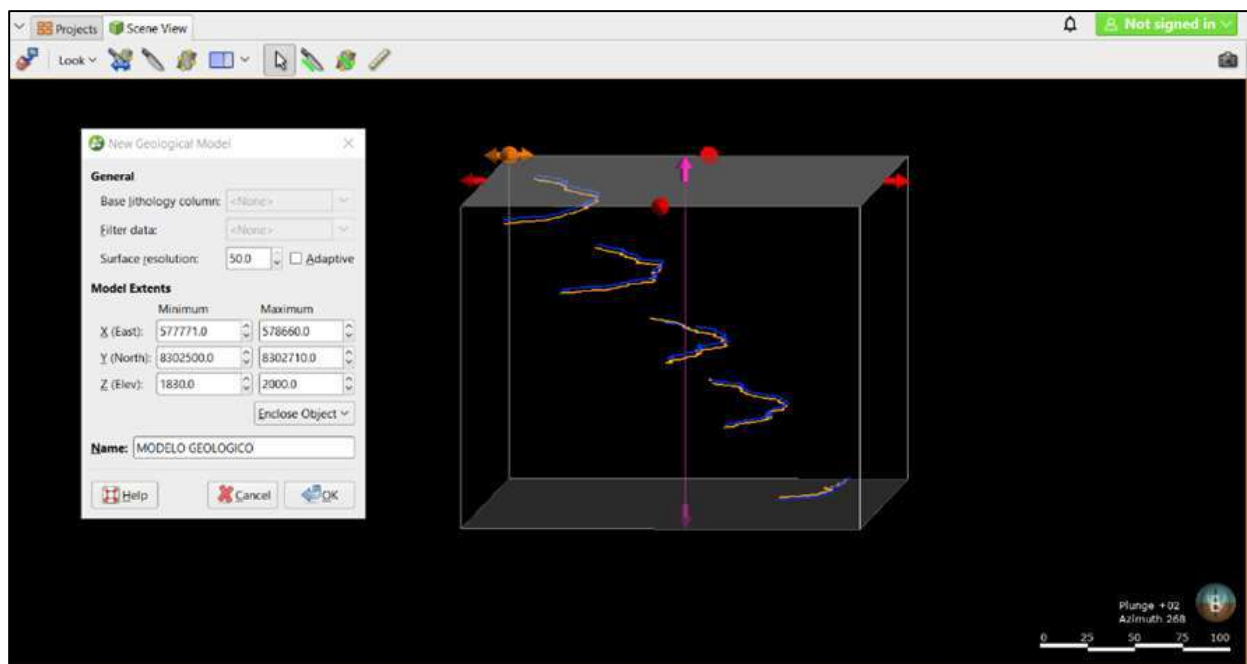


- **Creación de Bundinbox o Área de Trabajo:** consiste en delimitar el área específica para enfocar el análisis del modelamiento de la veta.

**Procedimiento:**

- a. Usar la herramienta de "Crear Bundinbox" en Leapfrog GEO.
- b. Definir los límites del área de trabajo utilizando coordenadas o interactuando con el modelo 3D.
- c. Guardar la configuración y restringir la visualización del modelo a esta área.

Figura 38. Creación del Bundinabox para el modelamiento de la veta Filomena.



- **Interpolación de un Sólido para la Veta Filomena:** Generar un sólido tridimensional que represente la veta Filomena.

**Procedimiento:**

- a. Una vez creado el modelo geológico asignamos las litologías para la creación de sólidos para cada litología. En este caso la mineralización y la roca encajonante.
- b. Usar la herramienta de interpolación para generar un sólido que conecte los puntos seleccionados.
- c. Seguidamente asignamos las polilíneas piso y techo y la cronología de las litologías correspondientes:
- d. Finalmente se crea el que representa la veta Filomena.

Figura 39. Asignación de litología al modelo geológico.

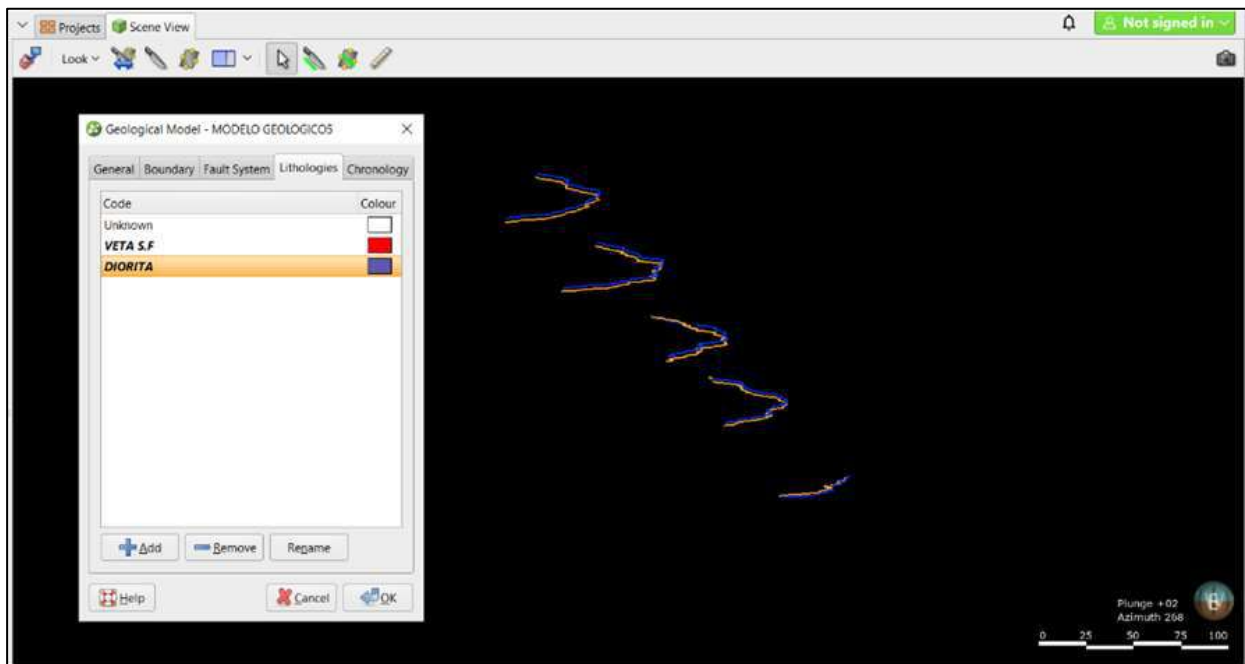


Figura 40. Asignación de caja piso (Footwall) y Caja techo (Hanginwall).

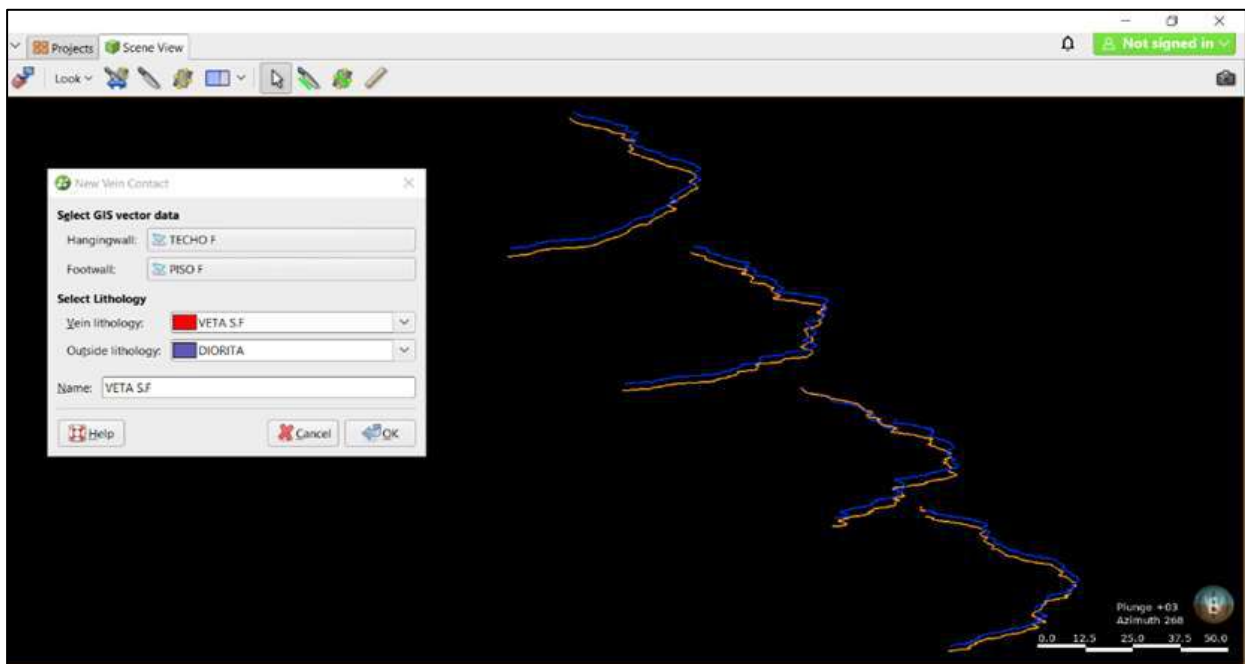
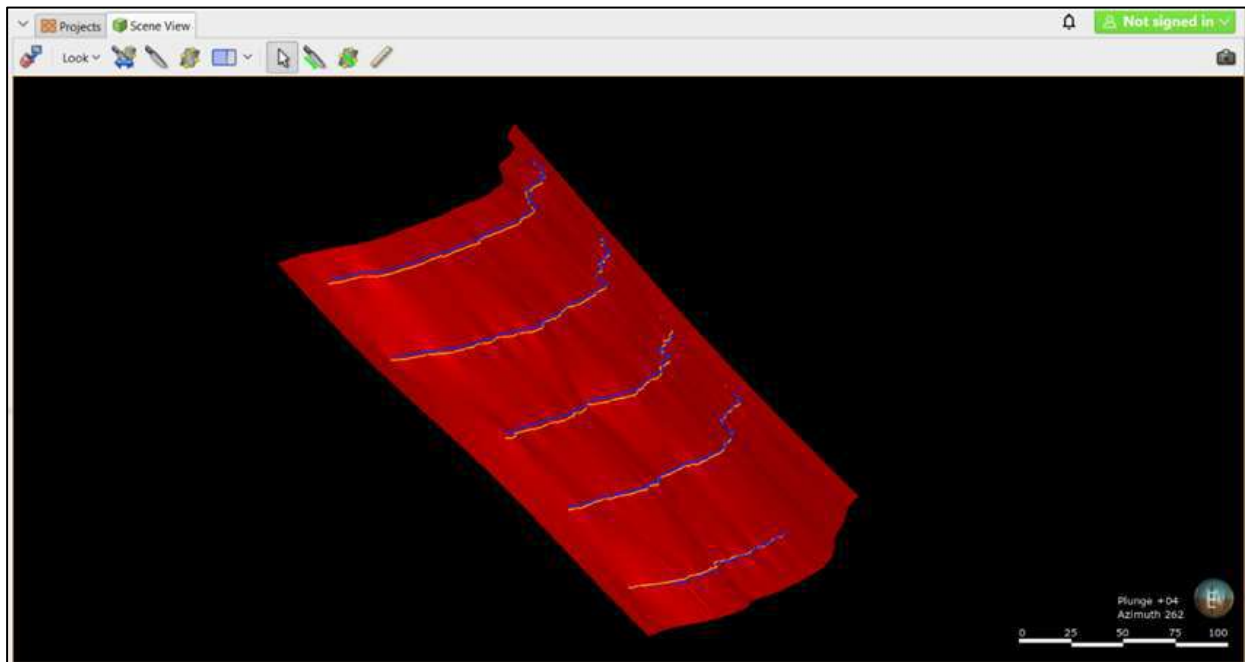




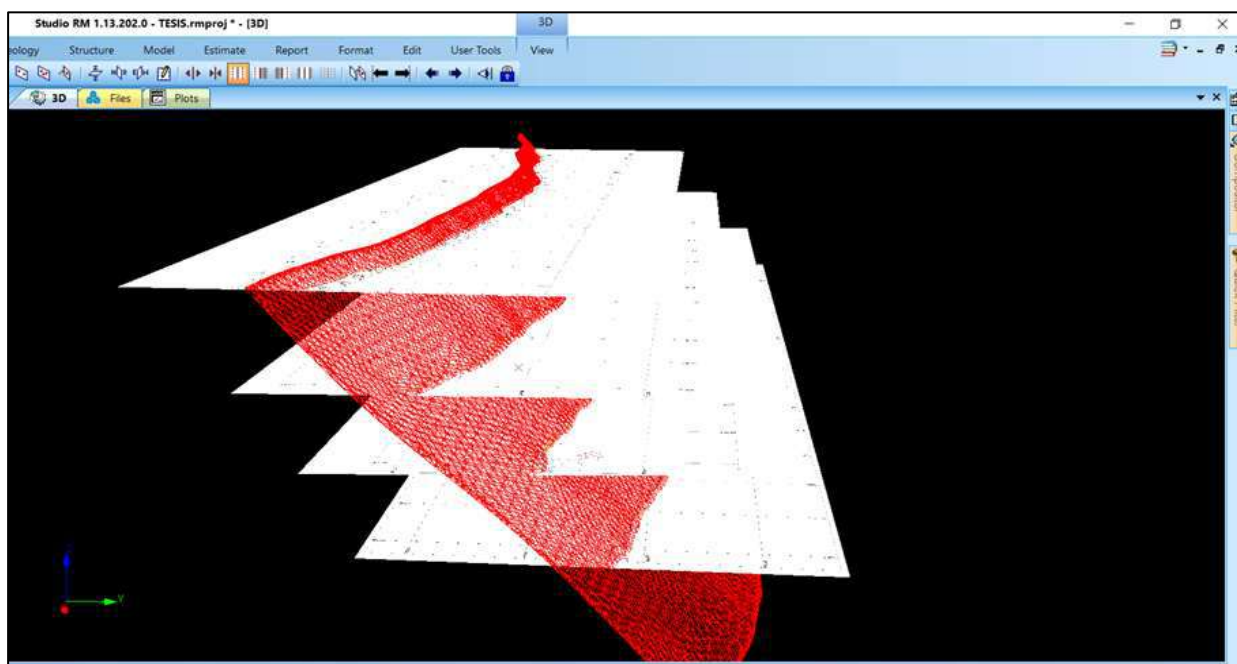
Figura 41. Interpolación tridimensional de la veta Filomena, modelo geológico creado para la veta Filomena.



### 9.1.2. Validación del Modelo Geológico

Para la validación del modelo geológico se realizará a partir de mapeos geológicos en planta así mismo mediante secciones geológicas transversales para ello se importó el modelo geológico al software Datamine en el cual se realizará cortes perpendiculares a la veta para verificar la potencia del modelo geológico con respecto al mapeo en planta en caso de no coincidir se corrige el modelo geológico.

Figura 42. Modelo geológico con mapeo de interior mina en planta de los niveles 13 al 16.



### 9.1.3. Visualización del Modelo Geológico de Estimación de Recursos Minerales

Una vez realizado todos los procesos de modelamiento geológico en Leapfrog Geo, tomando en cuenta los dominios geoquímicos, estructurales y el mapeo geológico de interior mina se procede a exportar la información al software Datamine (ver figura 33). La veta está definida con azimuth de  $260^{\circ}$  a  $290^{\circ}$ N y buzamiento entre  $45^{\circ}$  a  $50^{\circ}$ NE, estas direcciones serán fundamentales para obtener los variogramas experimentales para la estimación de recursos mineros.

Figura 43. Visualización del solido modelo geológico vista en planta en el programa Datamine.

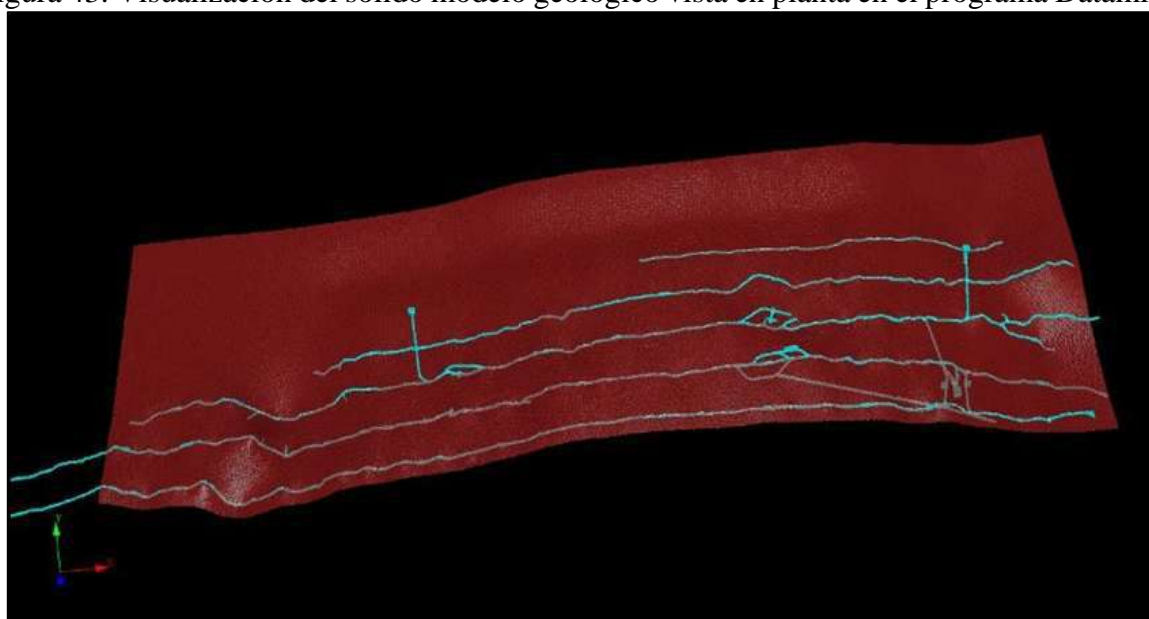
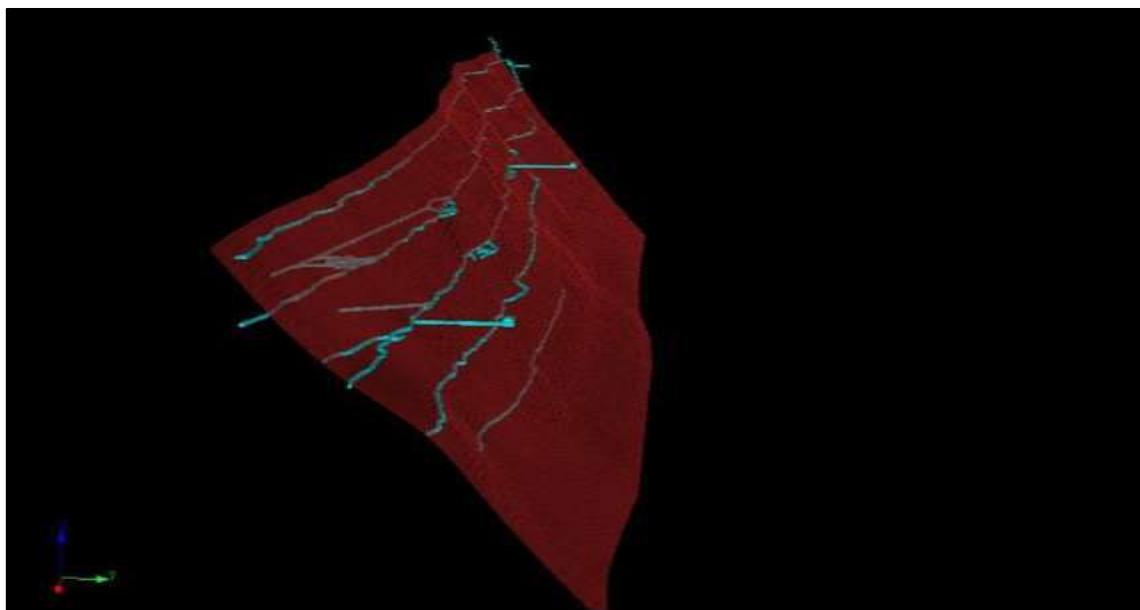


Figura 44. Veta Filomena con vista al Oeste (W) en el programa Datamine.



## **9.2. Analsiis Exploratorio de Datos**

Esta investigación detalla el proceso de análisis exploratorio de datos (AED) realizado sobre las muestras obtenidas de los canales en los niveles 13, 14, 15 y 16 de la veta Filomena. El AED es un paso crucial para entender la distribución, tendencia y variabilidad de los datos antes de aplicar técnicas avanzadas de estimación de recursos y modelado geológico. Los objetivos son los siguientes:

- Describir la distribución estadística de las variables de interés (contenido de mineral, leyes de metales).
- Identificar patrones y tendencias en los datos recolectados (datos geoquímicos).
- Detectar los altos erráticos (outliers) que puedan influir en las etapas posteriores de análisis.
- Evaluar la coherencia interna de los datos y la necesidad de transformaciones o ajustes antes de la modelización.

### **9.2.1. Ley de Distribución del yacimiento**

Transformaciones Logarítmicas: En caso de que las distribuciones de leyes están altamente sesgadas, se aplicaron transformaciones logarítmicas para normalizar los datos antes de su uso en modelado geológico.

Figura 45. Distribución de oro (Au) en el yacimiento, donde se observa altos arraticos.

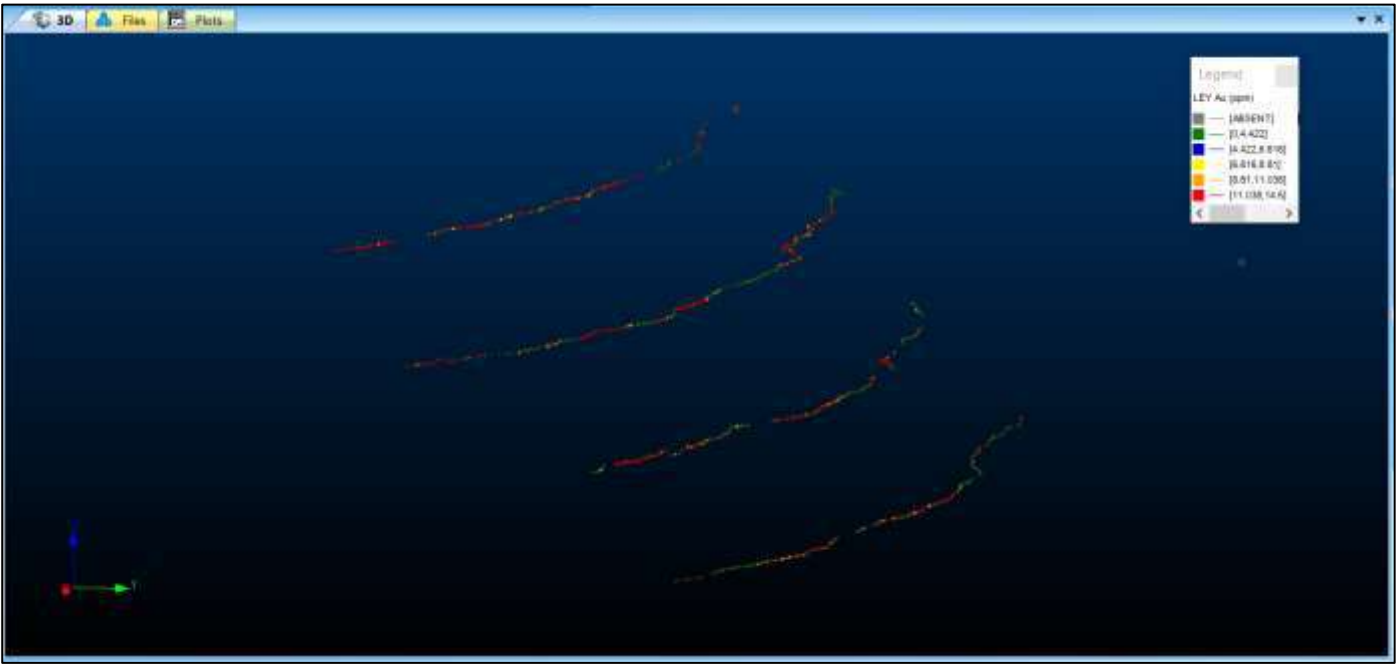


Figura 46. Histograma para la distribución del oro (Au).

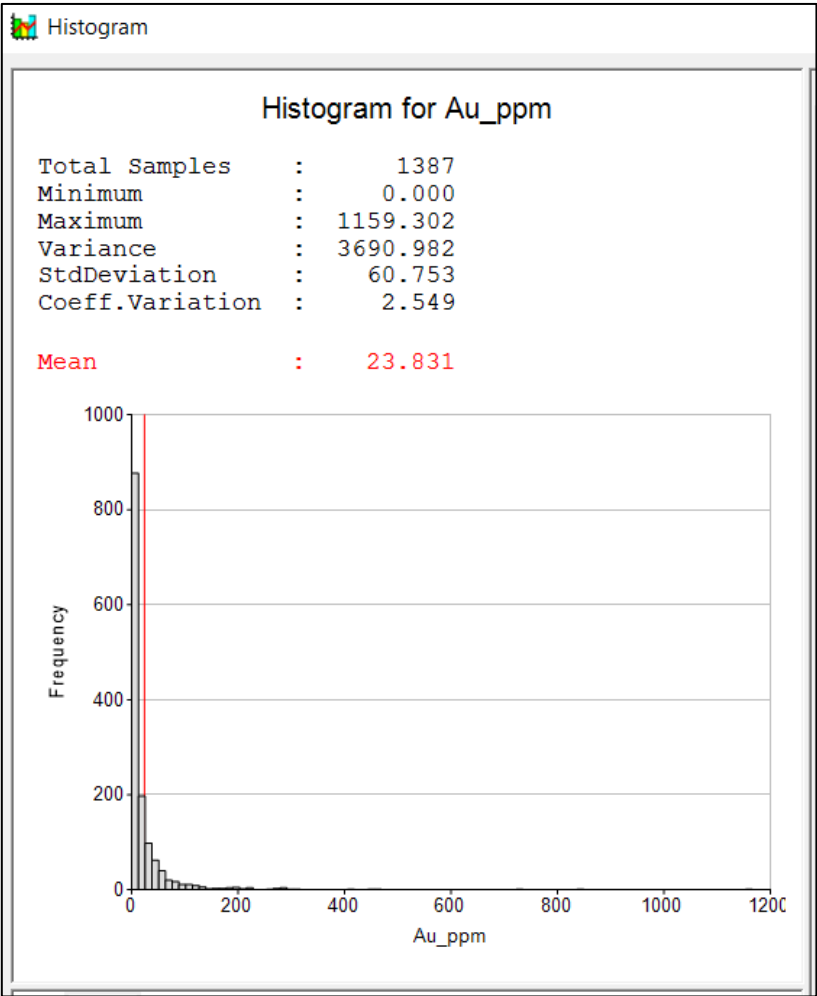


Figura 48. Histograma de distribución lognormal de (Au)

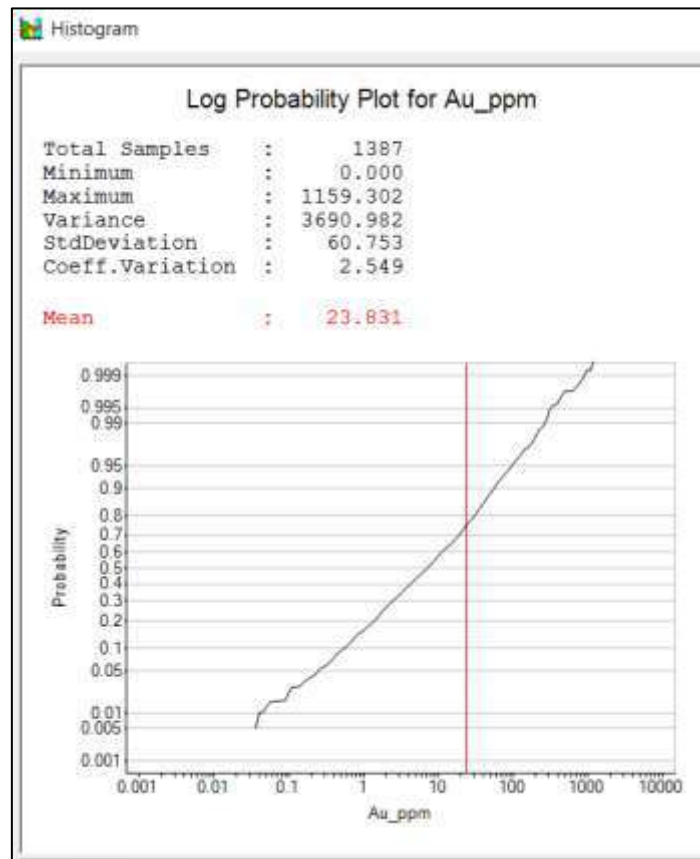
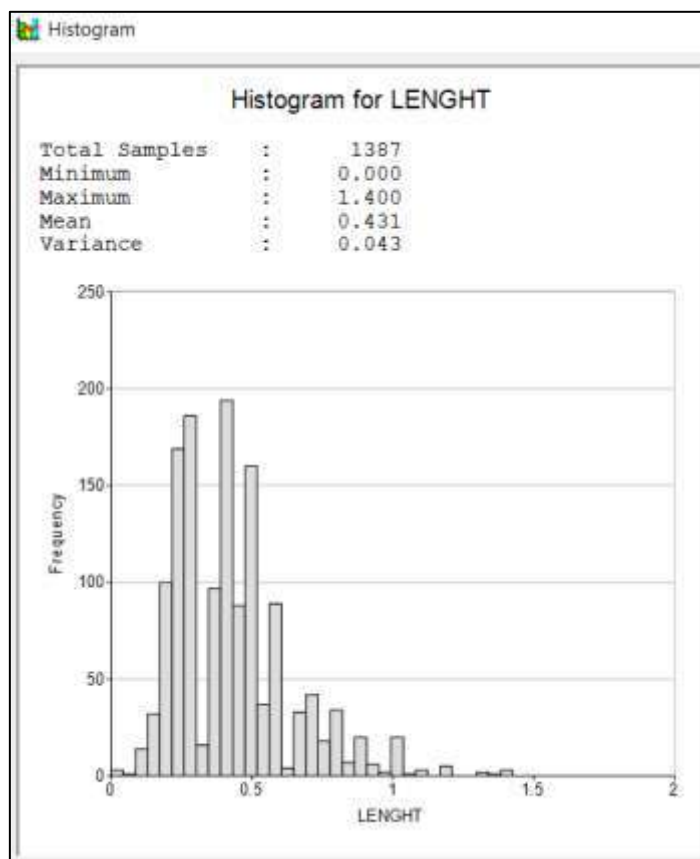


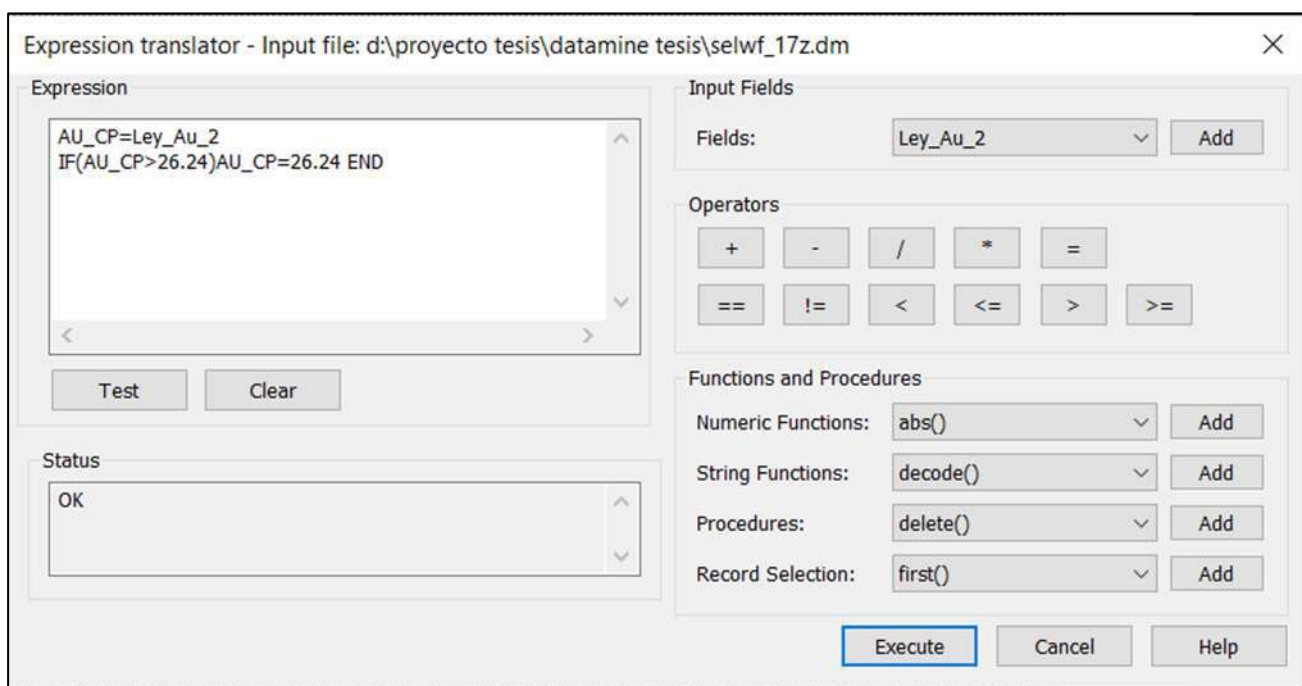
Figura 47. Histograma de distribución de ancho de canal de las muestras



### 9.2.2. Determinación de Valor Capping

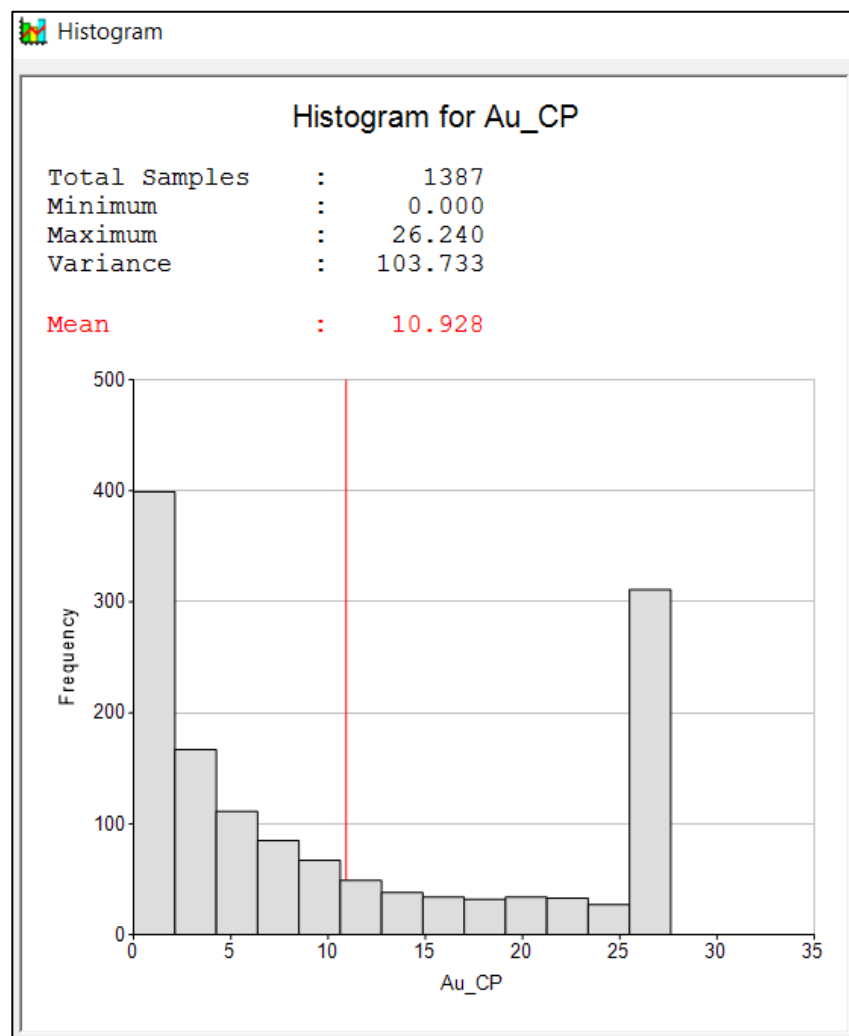
En el siguiente proceso se va realizar el Capping el cual consiste en remplazar los altos erráticos de la data geoquímica; el valor que se determino es 26.24 gr/TM en el grafico estadístico “Log probability plot for Au” para lo cual utilizaremos la siguiente línea de código utilizando la herramienta EXTRA de Datamine.(ver Figura 50) . Fórmula para la obtención del valor capping en el software Datamine.

Figura 49. Línea de código a remplazar los altos erráticos (outliers).



Una vez realizado el Capping se observa datos estadísticos más consistentes lo cual favorece para una estimación más precisa y exacta (figura 51)

Figura 50. Frecuencia de datos geoquímicos, se muestra una variación del histograma con data capeada.



### 9.3. Análisis Estructural Experimental

#### 9.3.1. Modelamiento del Variograma Experimental de Oro (Au)

Los variogramas experimentales permiten cuantificar la correlación espacial entre las muestras de canal, basadas en la información geoquímica, con el propósito de caracterizar la anisotropía y la continuidad de la estructura mineralizada, en este caso, la veta Filomena.

En una primera etapa, se determinaron las direcciones principales de continuidad geológica, definidas por el rumbo, buzamiento (dip) y plunge de la mineralización. A partir de dichas direcciones se establecieron los modelos de continuidad espacial, sobre los cuales se procedió a ajustar la traza del variograma de forma incremental, hasta identificar la disyuntiva o punto de inflexión que marca el alcance (range) de la correlación espacial.



Figura 51. Variograma experimental del oro (Au), con rumbo, buzamiento y perpendicular a la veta Filomena.

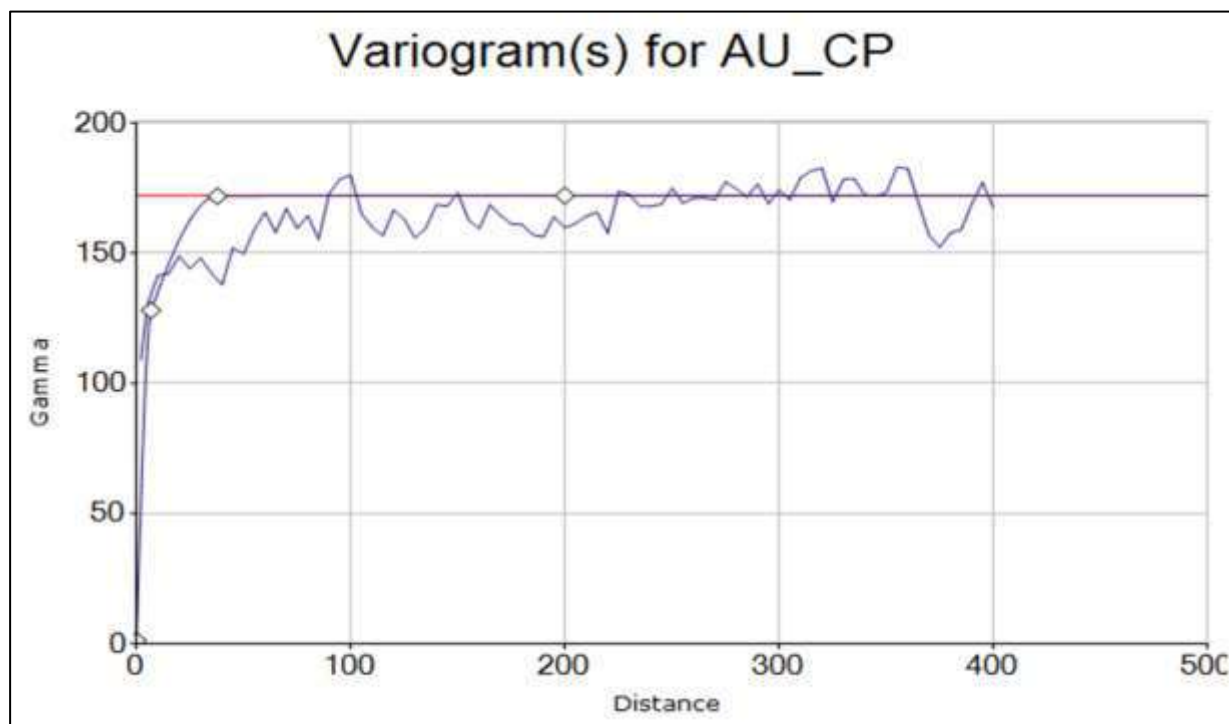


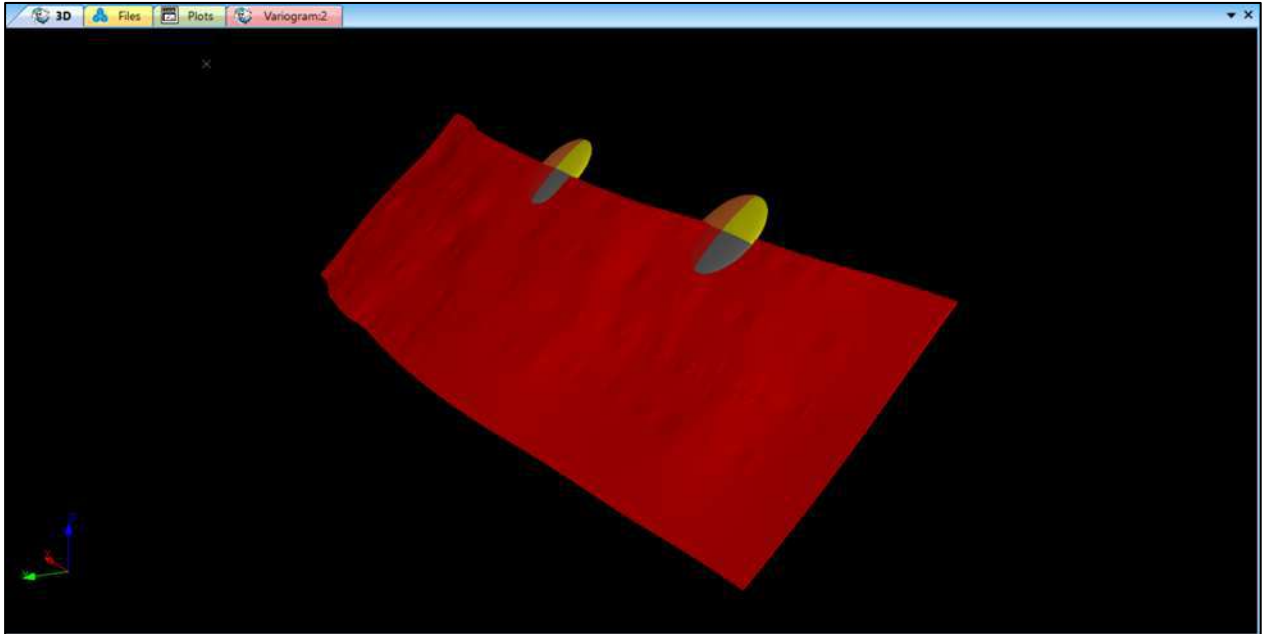
Tabla 16. Parámetros del Variograma experimental del oro (Au).

Structure	Modelo	Range X	Range Y	Range Z	Varianza
Nugget					1.227
1	Spherical	41.474	6.85	0.167	110.716
2	Spherical	82.949	37.806	0.333	59.84
3	Spherical	124.423	200.013	0.5	0.234

### 9.3.2. Visualización de los Elipsoides de Influencia

Una vez realizado el modelamiento del Variograma experimental, se construye el elipsoide de influencia que esta alineado tridimensionalmente cuyo eje principal es el Variograma con mayor alcance al momento de la estimación de recursos mineros y menor peso o variabilidad en otros dos ejes (ver imagen 53).

Figura 52. Elipsoide de influencia tridimensional aplicado a la veta Filomena.



#### 9.4. Estimación de Recursos Mineros

##### a. Modelo de bloques

Se construyo el modelo de bloques a partir del modelo geológico, cuyas dimensiones de cada bloque unitario es 1.0x1.0x1.0m, también se consideró sub bloques de 0.20m en sus tres ejes X, Y, Z respectivamente el cual se ajusta de mejor manera a las características del yacimiento de vetas angostas.

Figura 53. Modelo de bloques veta Filomena.

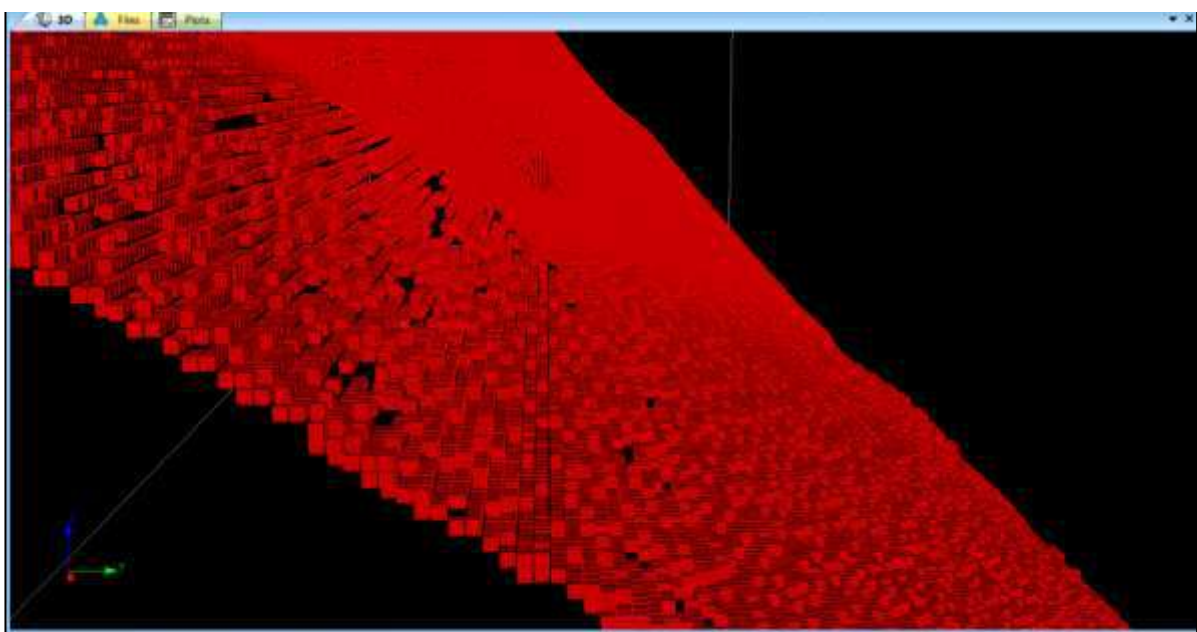
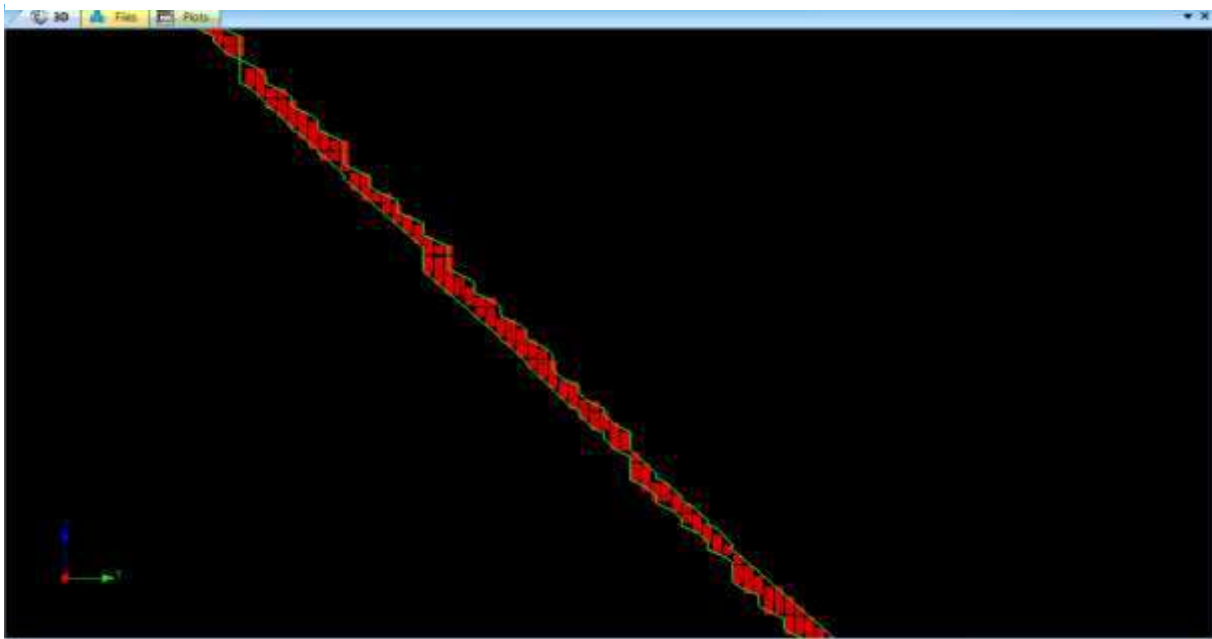


Figura 54. Modelo de bloques aplicado a la veta Filomena vista en sección transversal.



#### b. Plan de estimación

Para este proceso se empleará el método geoestadístico Kriging ordinario, se toma en cuenta el elipsoide de influencia, así mismo se indicará la cantidad de muestras ingresan como mínimo y máximo en la estimación de los bloques y sub- bloques para determinar el recurso medido, indicado e inferido.

Tabla 17. Criterios para la clasificación de recursos minerales.

CATEGORIA	VARIANZA	MINIMA DISTANCIA
<b>MEDIDO</b>	Menor a 50	-
<b>INDICADO</b>	Mayor a 50	Mayor a 25
<b>INFERIDO</b>	Mayor a 50	Entre 25 y 140

Tabla 18. Numero de muestras empleadas para la estimación de recursos minerales.

MEDIDO		INDICADO		INFERIDO	
MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
4	16	3	12	2	8

Tabla 19. Radio de los tres ejes del elipsoide de búsqueda

VARIABLE	MEDIDO			INDICADO			INFERIDO		
	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3
<b>Au</b>	16	20	3	32	40	6	128	160	24

### c. Proceso de análisis en software Datamine

En este trabajo de utilizo el software Datamine, aplicando método geoestadístico Kriging ordinario; para este proceso se utilizó la data geoquímica capeada (corrigiendo los altos erráticos), modelo geológico y el modelo de bloques aplicado a la veta Filomena.

Figura 55. Proceso de estimación, utilizando el software Datamine.

The screenshot shows the 'Grade Estimation (ESTIMATE)' dialog box in the Datamine software. The 'Estimation' tab is selected, and the 'Method' section is expanded. The 'Ordinary Kriging' method is chosen, with 'Log' and 'Macro Kriging' options also visible. The 'Data Fields' section shows 'Sample Grade' set to 'AU\_CP' and 'Model Grade' set to 'AUOK'. The 'Search and Variogram Definition' section shows 'Search' and 'Variogram' both set to '1: AU'. The 'Zone Field Values' section is empty. The 'Index' list on the left contains '1: Au\_OK'. The 'Run' button is highlighted.

#### d. Validación Visual de Recursos

Figura 56. Distribución espacial de canales de muestreo de la veta filomena, vista en planta.

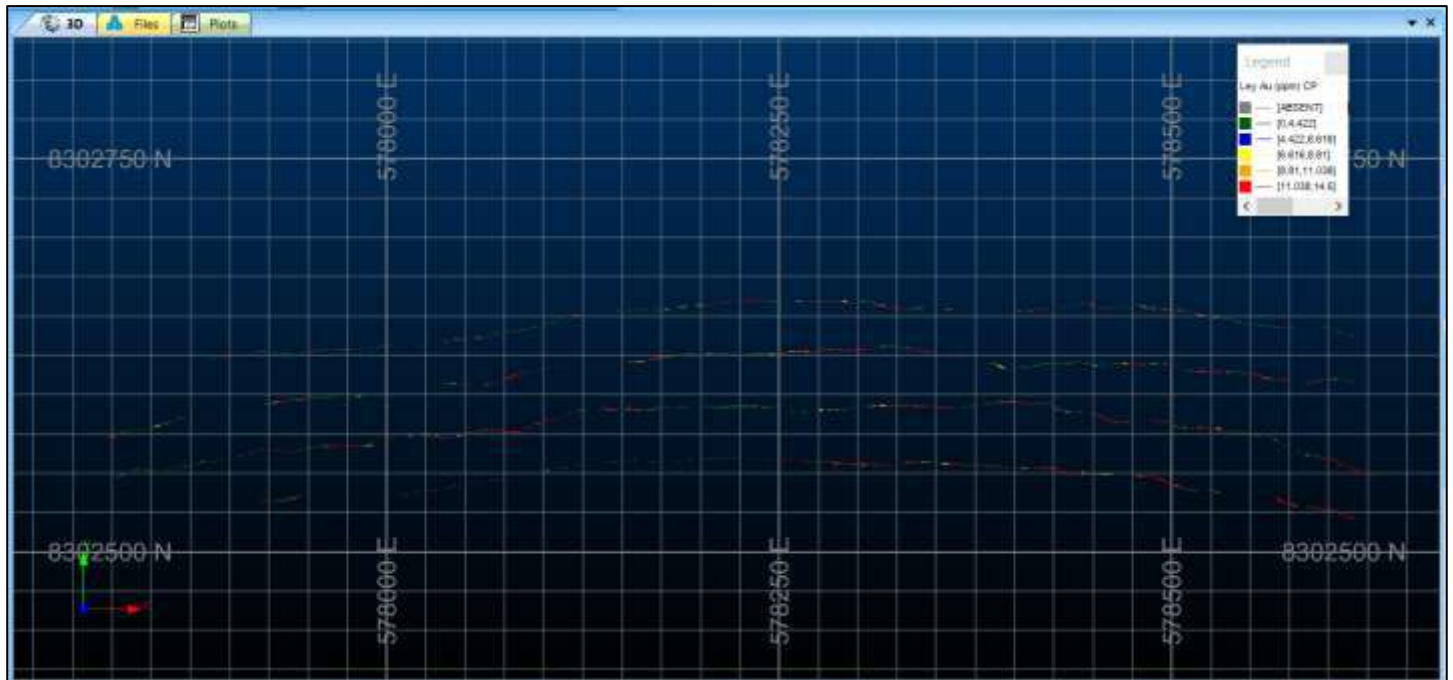
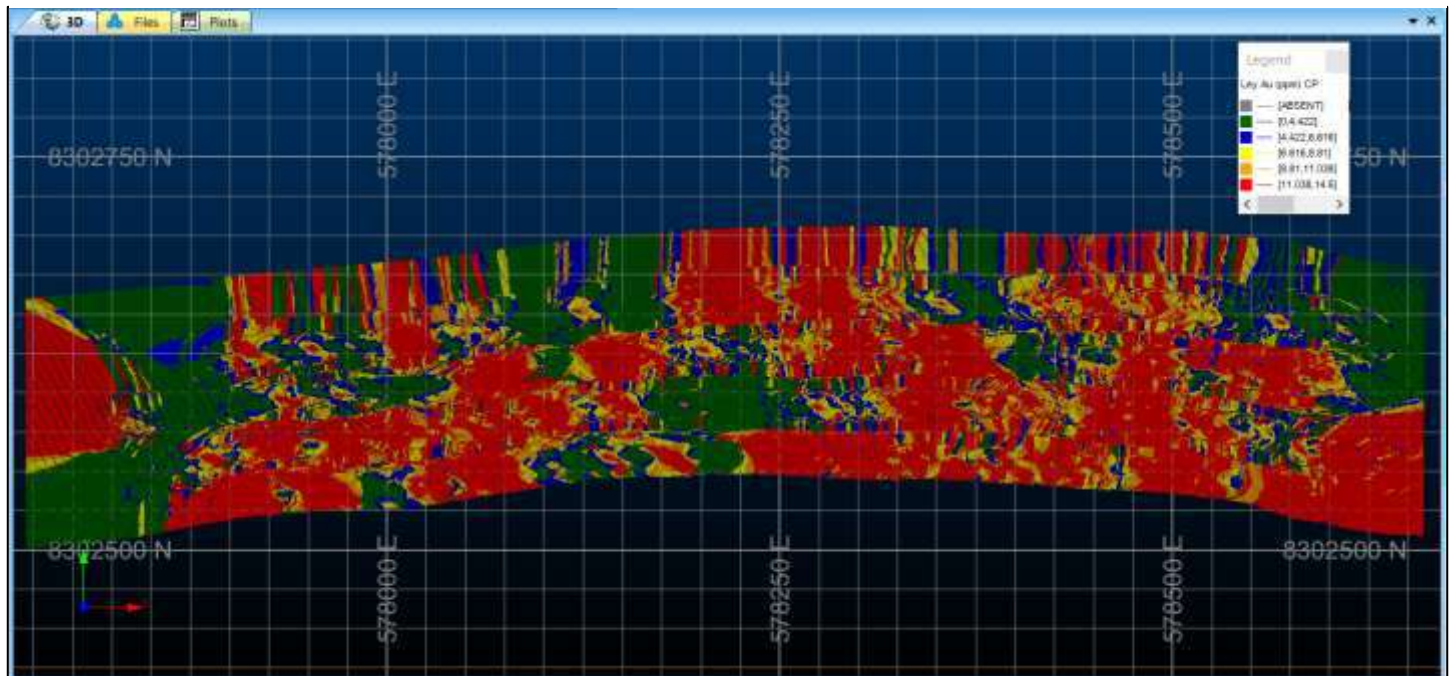


Figura 57. Modelo de bloques con rango de leyes de Au de la veta Filomena.



A continuación, se muestra la estimación de recursos medidos, indicados e inferidos con el software Datamine con el método estadístico Kriging ordinario (ver figura 58 y 59).

Figura 58. Plano de estimación de recursos minerales de la veta Filomena vista en planta.

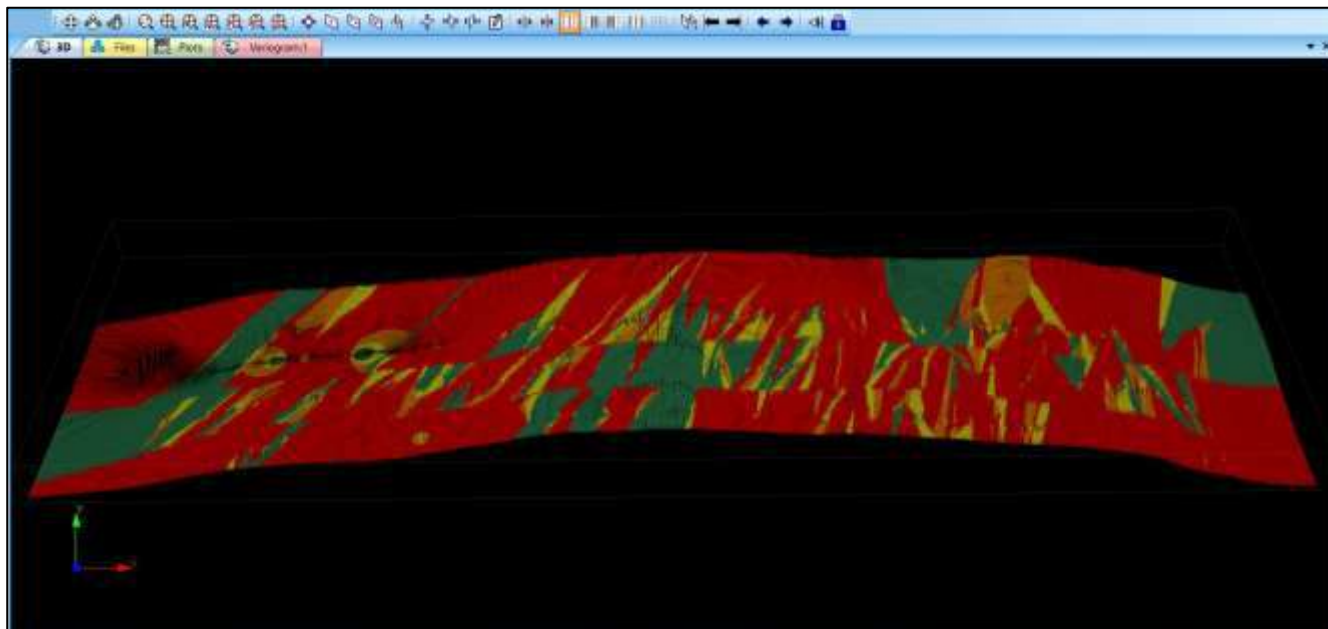
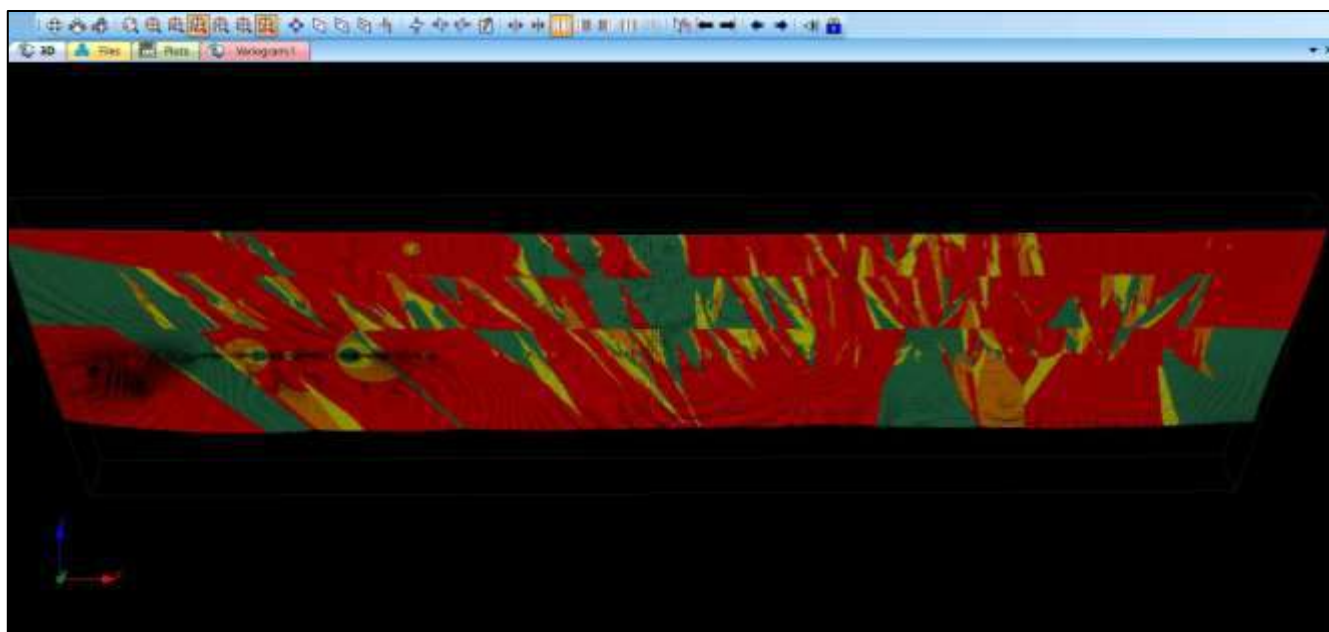


Figura 59. Plano de estimación de recursos minerales de la veta Filomena vista en perfil.





#### 9.4.1. Caracterización e Inventariado de Recursos Minerales

Finalmente se va realizar una clasificación de recursos de acuerdo a la categoría que pertenecen: medido, indicado e inferido. Así mismo se realizará un reporte de tonelaje y leyes de la veta filomena en sus respectivas categorías. Se utilizo los siguientes criterios para la clasificación de recursos minerales:

- a. **Recursos Medidos:** Bloques estimados con una varianza menor a 50 y con una distancia de 0 a 16 metros que cuenten como mínimo con 4 muestras.
- b. **Recursos Indicados:** Bloques estimados con una varianza mayor a 50 y con una distancia de 16 a 28 metros que cuenten como mínimo con 3 muestras.
- c. **Recursos Inferidos:** Bloques estimados con una varianza mayor a 50 y con una distancia de 25 a 140 metros que cuenten como mínimo con 2 muestras.

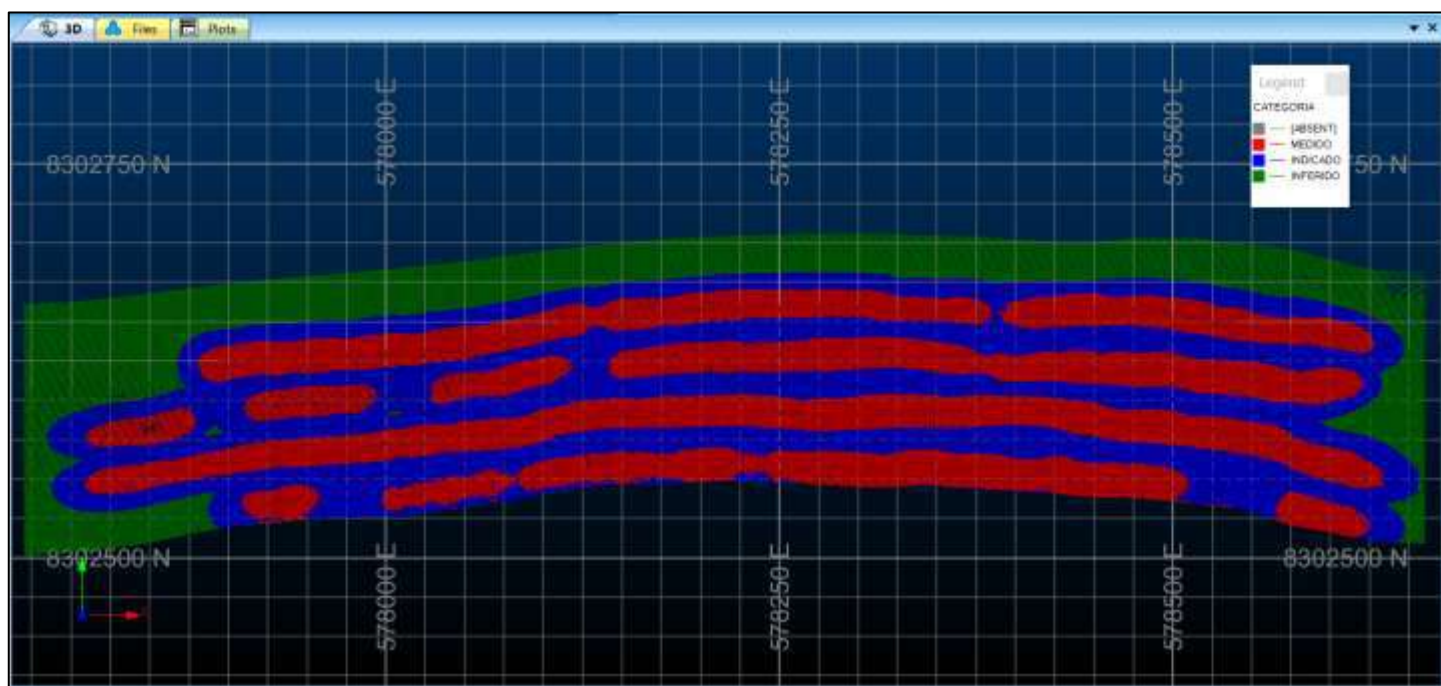
Tabla 20. Resultados de la estimación de recursos de la veta Filomena.

CATEGORIA	DENSIDAD	TONELADA	VOLUMEN	POTENCIA	LEY Au(ppm)
<b>MEDIDO</b>	2.7	386084.888	142994.403	0.43921562	11.15382857
<b>INDICADO</b>	2.7	320339.766	118644.358	0.42364681	10.57441441
<b>INFERIDO</b>	2.7	162705.209	60261.1883	0.36116663	7.674727207
<b>TOTAL</b>	<b>2.7</b>	<b>869130.381</b>	<b>321900.141</b>	<b>0.41886624</b>	<b>10.28896666</b>

Tabla 21. Resultados de la estimación de recursos de la veta Filomena en rangos.

CATEGORIA	DENSIDAD	TONELADAS	VOLUMEN	Ley Au (Gr/Tn)
[0,4.422]	2.7	214615.958	79487.3919	2.18680106
[4.422,6.616]	2.7	99098.6565	36703.2061	5.48427787
[6.616,8.81]	2.7	83957.0702	31095.2112	7.72973073
[8.81,11.038]	2.7	87492.5101	32404.6334	9.88204654
[11.038,14.5]	2.7	138700.558	51370.5771	12.8007363
[14.5,26.24]	2.7	245265.628	90839.1215	18.899042
<b>TOTAL</b>	<b>2.7</b>	<b>869130.381</b>	<b>321900.141</b>	<b>10.2889667</b>

Figura 60. Vista en planta modelo de bloques y los dominios de la veta Filomena.





## 9.5. Análisis de Resultados

1. **La ley de distribución:** se realizó un análisis geoestadístico de la data geoquímica, se elaboró los histogramas experimentales de las variables de oro (Au), dando como resultado una distribución asimétrica. Además, se pudo identificar altos erráticos en los valores geoquímicos, se realizó el capeo para optimizar la estimación de recursos mineros de la veta Filomena.
2. **Variogramas:** se elaboró el variograma experimental de oro (Au), para determinar el origen del fluido hidrotermal que rellenaron en una falla delimitada por las rocas cajas. Estos variogramas permite definir la paragénesis del yacimiento y medir la anisotropía de los valores geoquímicos. Los elipsoides de influencia nos permiten definir la dirección de la mineralización.
3. **La estimación de recursos:** se logró calcular los recursos medidos, indicados e inferidos de la veta Filomena (ver tabla 20) con diferentes leyes de corte de acuerdo a los parámetros de explotación de la mina SOTRAMI S.A, finalmente en la tabla 20 se muestra el resumen de los recursos estimados con una ley ponderada de 10.28 gr/TM.

## CONCLUSIONES

1. La veta Filomena es un tipo de yacimiento epigenético de fluidos hidrotermales, en relleno de una falla; la cual corresponde a la falla Filomena de la concesión minera SOTRAMI S.A.
2. La estructura mineralizada es forma sigmoidea formando clavos mineralizados con potencia de 0.40m a 0.60m; con azimuth de 270°N y buzamiento de 45°NE.
3. La veta Filomena tiene como controles estructurales al este a la falla Gliden, al oeste el dique Andesítico del batolito de la Costa de la formación Tiabaya.
4. El estudio mineragráfico de la veta Filomena tiene la siguiente secuencia paragenética: cuarzo, pirita, calcopirita, calcosina, acantita, pirrotita, goethita y limonita; minerales que indican la zona de transición de minerales óxidos a sulfuros.
5. Se calculo el variograma experimental con 3 direcciones ortogonales: eje mayor, eje menor y el semi eje mayor. Mediante los variogramas experimentales el grado correlación entre las muestras, en función a la separación (distancia) y orientación de dichas muestras, la continuidad de la mineralización a profundidad con una tendencia anisotrópica.
6. El modelo geológico 3D de la veta Filomena se realizó basándose en la interpretación geológica de secciones transversales y mapeo geológico de interior mina. El modelo geológico 3D se generó en el software minero Leapfrog Geo y la estimación de recursos minerales se realizó el software Datamine; para lo cual se contó con una base de datos de 1129 muestras de tipo canal.
7. El método de estimación empleado es el Kriging Ordinario, el cual consiste en estimar en un determinado punto donde no se cuenta con datos (sin muestra) a partir de un punto conocido (con muestra) de acuerdo al variograma, lo cual nos permitió realizar la estimación de recursos de leyes de oro. El modelo de bloque creado fue de 1.00x1.00x100m y los sub-bloques de 0.25x0.25x025m; se tomó en cuenta la potencia de veta para definir el modelo de bloques. (Committee, 2012)

8. Los Recursos Minerales estimados son: Recursos Medidos: 262954 toneladas, recursos Indicados: 300519 toneladas, Recursos Inferidos: 187824 toneladas. Totalizando 751297 toneladas de recursos de la veta Filomena con ley ponderada de 13.57Gr/TM. La estimación de los Recursos Minerales se realizó en el software minero Datamine Studio RM, en la data geoquímica hubo bastantes altos erráticos se realizó el capeado para no sobre estimar el yacimiento con un valor de 26.24gr/TM.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Realizar campañas de Exploración Geológica hacia lado este, para definir cuantos metros fue el desplazamiento de la veta Filomena por la falla Gliden. Al lado oeste continuar con galerías y cruceros de exploración para definir los nuevos clavos de mineralización.
- 2.** Ejecutar taladros de exploración hacia la caja techo (norte) de la veta Filomena para definir la potencia a profundidad; según el modelo geológico las proyecciones a profundidad son favorables para incrementar recursos minerales. Al lado este realizar perforaciones diamantinas con un alcance de 100m para definir si los ramales de la veta Filomena son económicamente para explotar.
- 3.** Realizar estudios de Inclusiones Fluidas, dataciones radiométricas para determinar la edad de la mineralización y relaciones con los eventos de mineralización; para definir el zoneamiento del depósito mineral de esta forma definir la paragénesis del fluido hidrotermal.
- 4.** Realizar capacitaciones en muestreo en vetas angostas de oro (Au) en interior mina, específicamente en temas de control de calidad debido que se observó altos erraditos en la data geoquímica; lo que hace deficiente la estimación de recursos.
- 5.** Realizar estudios Geofísicos para incrementar los recursos minerales en la concesión minera, para identificar las posibles vetas tensionales de la veta Filomena o identificar nuevas zonas de explotación dentro de la concesión minera.

## BIBLIOGRAFIA

Acosta, J., & Huanacuni, D. (2011). Memoria sobre la geología económica de la región Arequipa. Lima: INGEMMET.

Acosta, J., Santiesteban, A., & Harmut, A. (s.f.). Épocas metalogenéticas y tipos de yacimientos metálicos en la región occidental del sur del Perú: Latitudes 14°S–18°S. Lima: INGEMMET.

Alfaro, M. A. (2020). Estimación de recursos mineros: Métodos y aplicaciones. Santiago de Chile: Editorial Minera.

Alldrick, D. J. (1993). Geology and metallogeny of the Stewart mining camp, northwestern B.C. British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources.

Castillo, Y. (2018). Estimación de recursos y reservas del yacimiento aurífero FIDAMI, Lucanas – Ayacucho. Puno: [Institución no especificada].

Chacca, J. (2018). Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales de la veta Esperanza, yacimiento San Andrés, Puquio – Ayacucho. Arequipa: [Institución no especificada].

Committee for Mineral Resources and Ore Reserves (JORC Committee). (2012). Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves. Australia.

Corbett, G., & Leach, T. (1998). Epithermal gold–silver and porphyry copper–gold exploration. [Editorial no especificada].

De la Cruz, N., & Jaimes, F. (2003). Memoria descriptiva y actualización del cuadrángulo de Córdova (29-m). Lima, Perú: INGEMMET.

Emery, X. (2007). Apuntes de geoestadística. Departamento de Ingeniería de Minas, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Espinoza, J. (2018). Caracterización geológica y metodológica de estimación de recursos en vetas angostas del batolito de Pataz. Tacna: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Evans, A. M. (1993). Ore geology and industrial minerals: An introduction (3rd ed.). Blackwell Science.

Gonsales, C. (2008). Geoestadística: Estimación de semivariograma y krigado. [Lugar y editorial no especificados].

Lowell, J. D. (2002). Hydrothermal alteration and mineralization. En J. D. Lowell (Ed.), Hydrothermal Alteration and Mineralization. Springer.

Marín, A. (2017). Curso-asesoría de geoestadística con aplicación a un yacimiento real. Lima: Geostatistics Consulting.

Martell, S. (2021). Estimación de reservas minerales de oro y plata de la veta Filomena. Cajamarca, Perú: [Institución no especificada].

Meza, J. C. (2014). Manual de inventarios de minerales. Compañía de Minas Buenaventura.

Olchanski, E. (1980). Geología de los cuadrángulos de Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra. Lima: INGEMMET.

Pilco, O. (2024). Estimación de reservas y recursos minerales del Proyecto Cóndor por el método estadístico Kriging en base al código JORC, Caylloma. Arequipa: [Institución no especificada].

Ramos, V. (2009). Andean orogeny: Tectonics of the Andes, a comprehensive review. Geological Society of America.

Rendu, J. M. (2002). An introduction to cut-off grade estimation. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.

Sampieri, H. (2014). Metodología de la investigación (6.<sup>a</sup> ed.). México: McGraw-Hill Education.

Sánchez, J., & Flores, R. (2023). Estimación de recursos minerales de la veta Santa en los niveles inferiores 7 y 8, Compañía Minera SOTRAMI S.A., Sancos–Lucanas–Ayacucho. Cusco: [Institución no especificada].

Sánchez, O. (2016). Controles de mineralización en el sistema de vetas SN-(Cu) Santo Domingo – Proyecto Santo Domingo – Puno. Lima: [Institución no especificada].

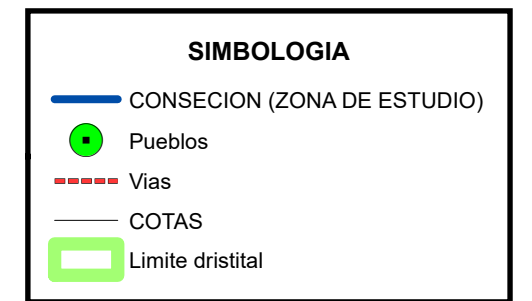
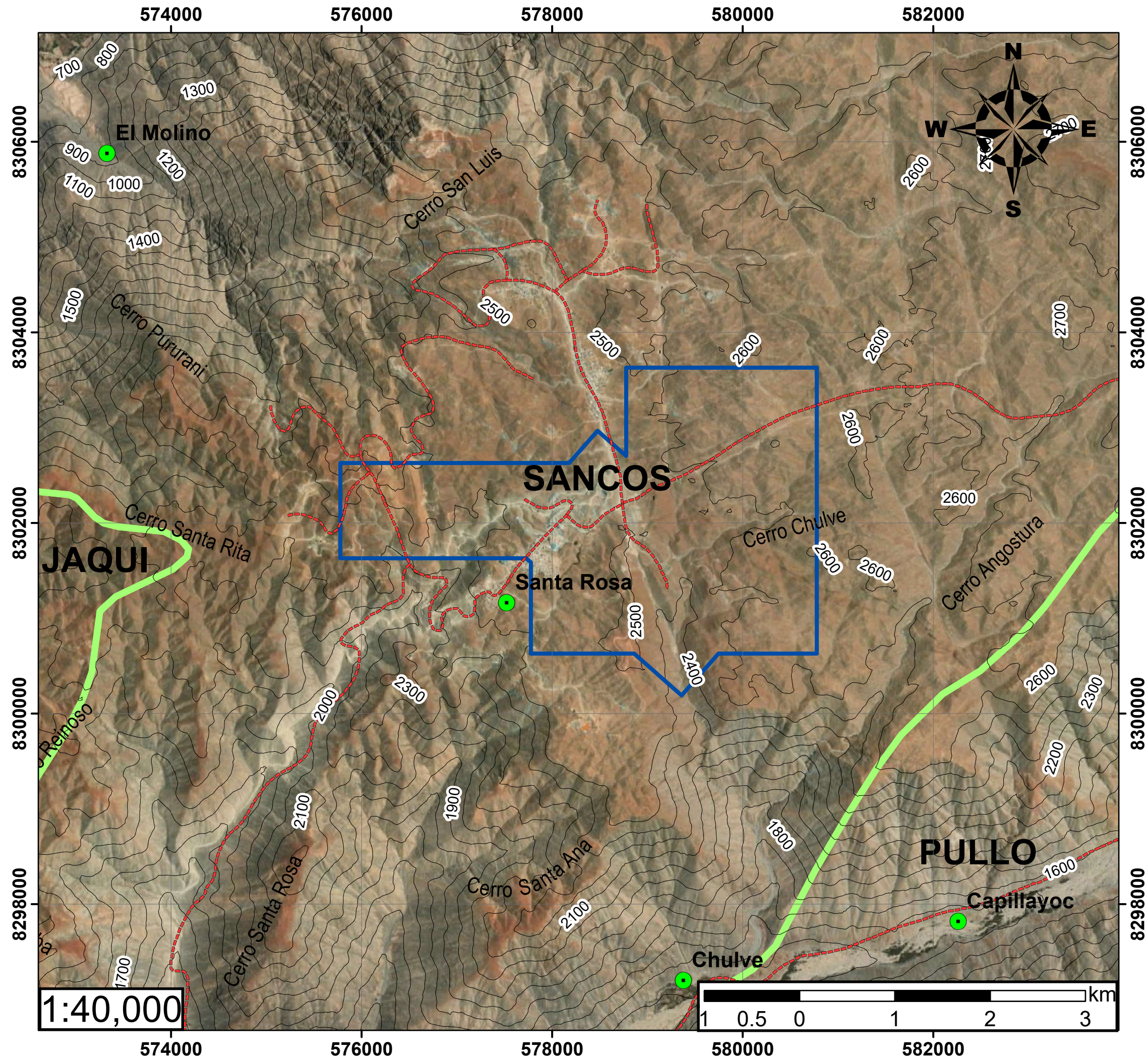
Sibson, R. H. (1988). High-angle reverse faults, fluid-pressure cycling, and mesothermal gold–quartz deposits. [Revista no especificada].



Sillitoe, R. H. (2008). Major gold deposits and belts of the North and South American Cordillera: Distribution, tectonomagmatic setting, and metallogenic considerations. *Economic Geology*.

## **ANEXOS**

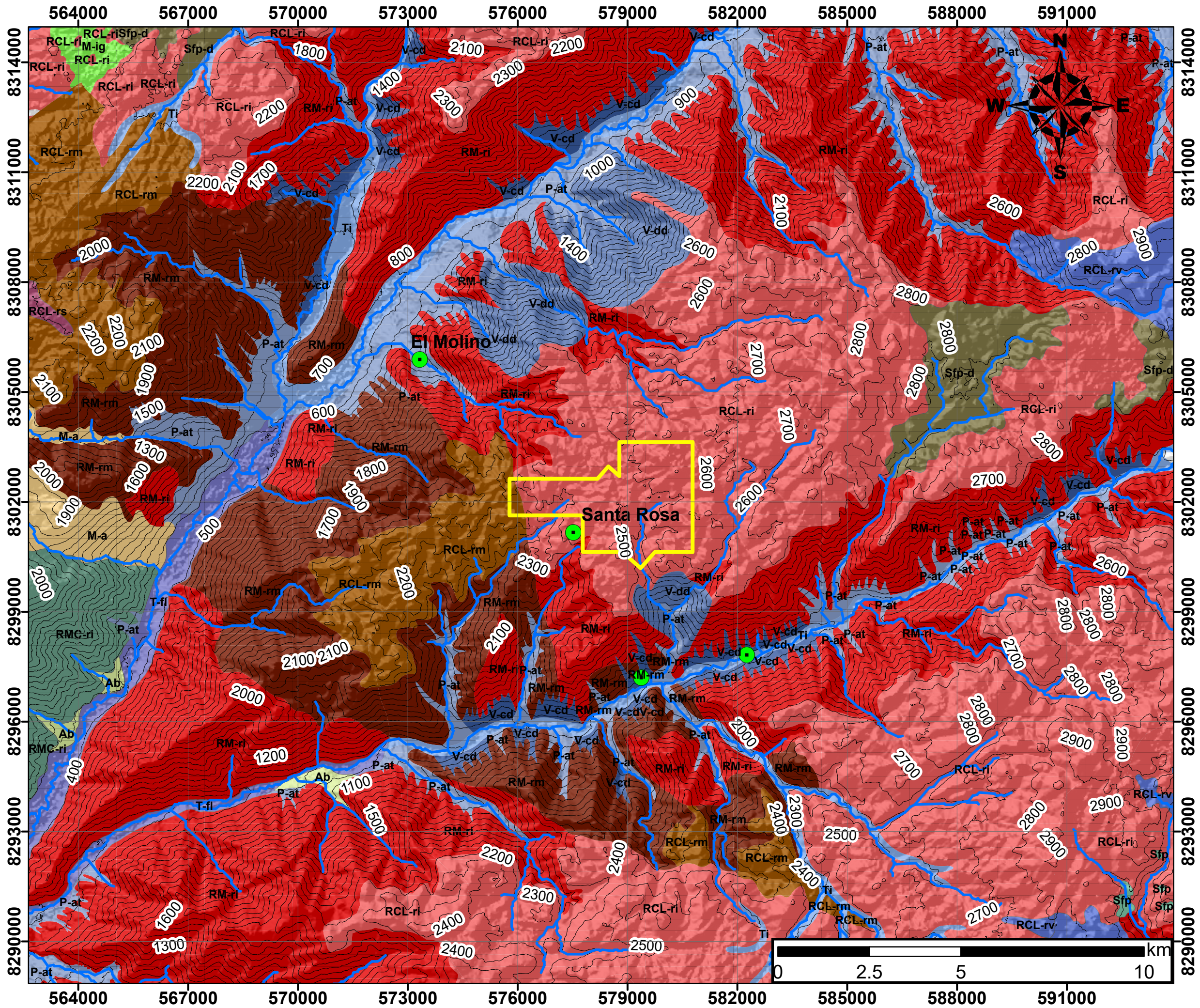
1. Mapa de ubicación.
2. Mapa geomorfológico Regional.
3. Mapa geomorfológico Local
4. Mapa geológico Regional.
5. Mapa geológico Local.
6. Mapa geoquímico.
7. Mapeo geológico interior mina nivel 13,14,15 y 16.
8. Plano de muestreo geoquímico canales del nivel 13,14,15 y 16.
9. Base de datos de muestras de canale





<div></div> <div>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA</div> <div></div>				
TEMA:	EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO			
Plano	MAPA UBICACIÓN			
Elaborado por:	Bach. Hugo Ccolqqe Montesino Bach. Franklin Jarvy Sanchez Gibaja		MAPA N° 1	
Asesor por:	Mgt. Ing. Mauro Alberto Zegarra Carrión			
Departamento	Ayacucho	DATUM		WGS 1984 -18-S
Provincia	Lucanas	Fecha		25/08/2025
Distrito	Sancos	Escala		1:40000





**LEYENDA**

Ab

RCL-ri

RCL-rm

RM-ri

RCL-rs

RCL-rv

M-a

M-ig

RM-rm

RMC-ri

Sfp

Sfp-d

T-fl

Ti

V-dd

P-at

V-cd

Abanico de piedemonte

Colina y lomada en roca intrusiva

Colina y lomada en roca metamórfica

Colina y lomada en roca sedimentaria

Colina y lomada en roca volcánica

Mantos de arena

Meseta ignimbrítica

Montaña en roca intrusiva

Montaña en roca metamórfica

Montañas y colinas en roca intrusiva

Superficie de flujo piroclástico

Superficie de flujo piroclástico

Terraza fluvial

Terraza indiferenciada

Vertiente con depósito de deslizamiento

Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial

Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial

**SIMBOLOGIA**



CONCESION (ZONA DE ESTUDIO)

Pueblos

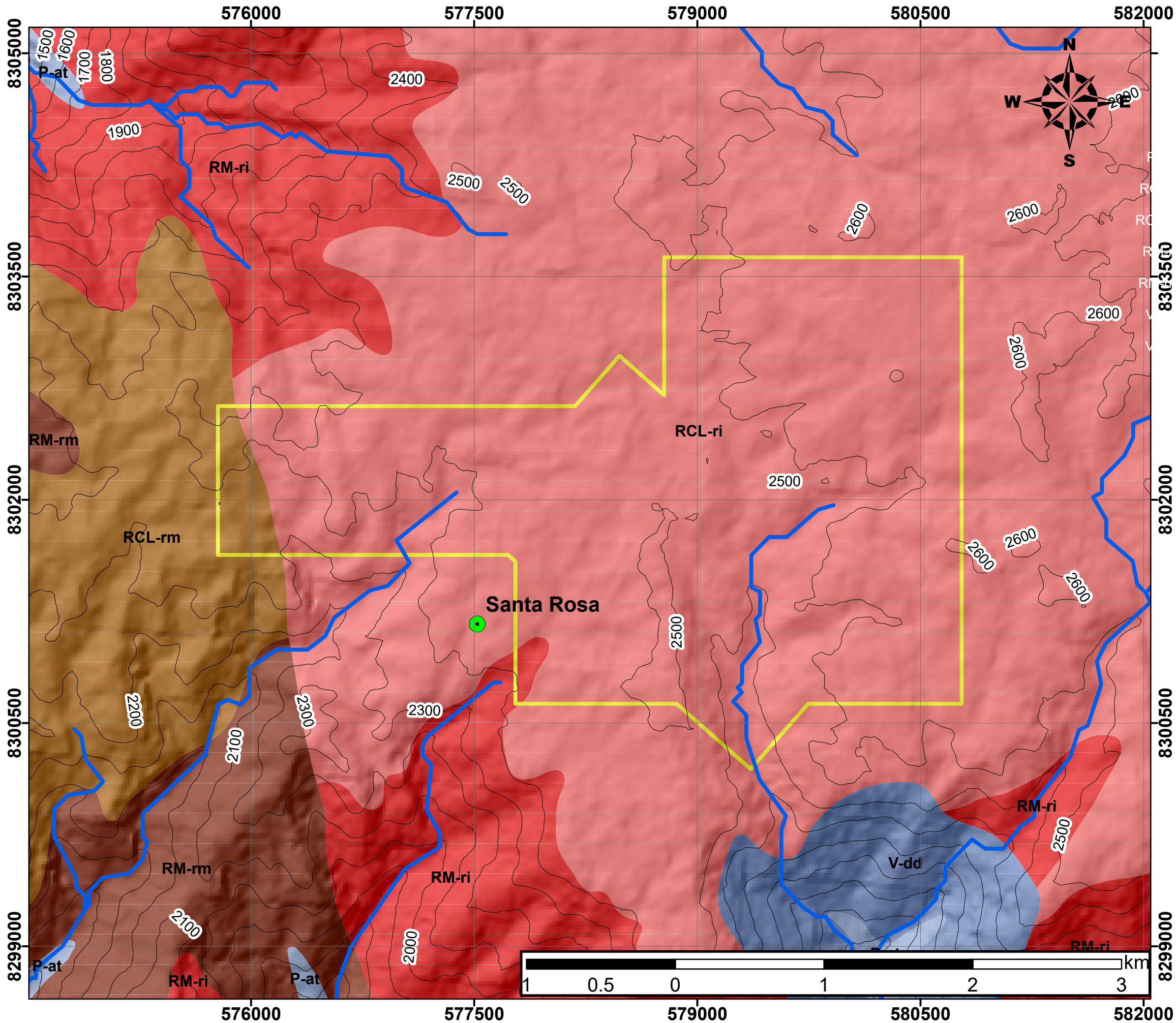
Drenaje

COTAS

1:100,000

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA			
TEMA:		EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO			
Plano		MAPA GEOMORFOLOGICO REGIONAL			
Elaborado por:		Bach. Hugo Ccoique Montesino Bach. Franklin Jarvy Sanchez Gibaja		MAPA N° 2	
Asesor por:		Mgt. Ing. Mauro Alberto Zegarra Carrión			
Departamento		Ayacucho			
Provincia		Lucanas			
Distrito		Sancos			
		DATUM		WGS 1984 -18-S	
		Fecha		23/08/2025	
		Escala		1:100000	







### LEYENDA

- Colina y lomada en roca intrusiva
- Colina y lomada en roca metamórfica
- Montaña en roca intrusiva
- Montaña en roca metamórfica
- Vertiente con depósito de deslizamiento
- Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
- Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial

### SIMBOLOGIA

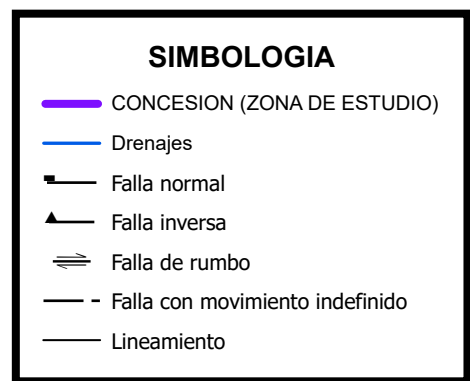
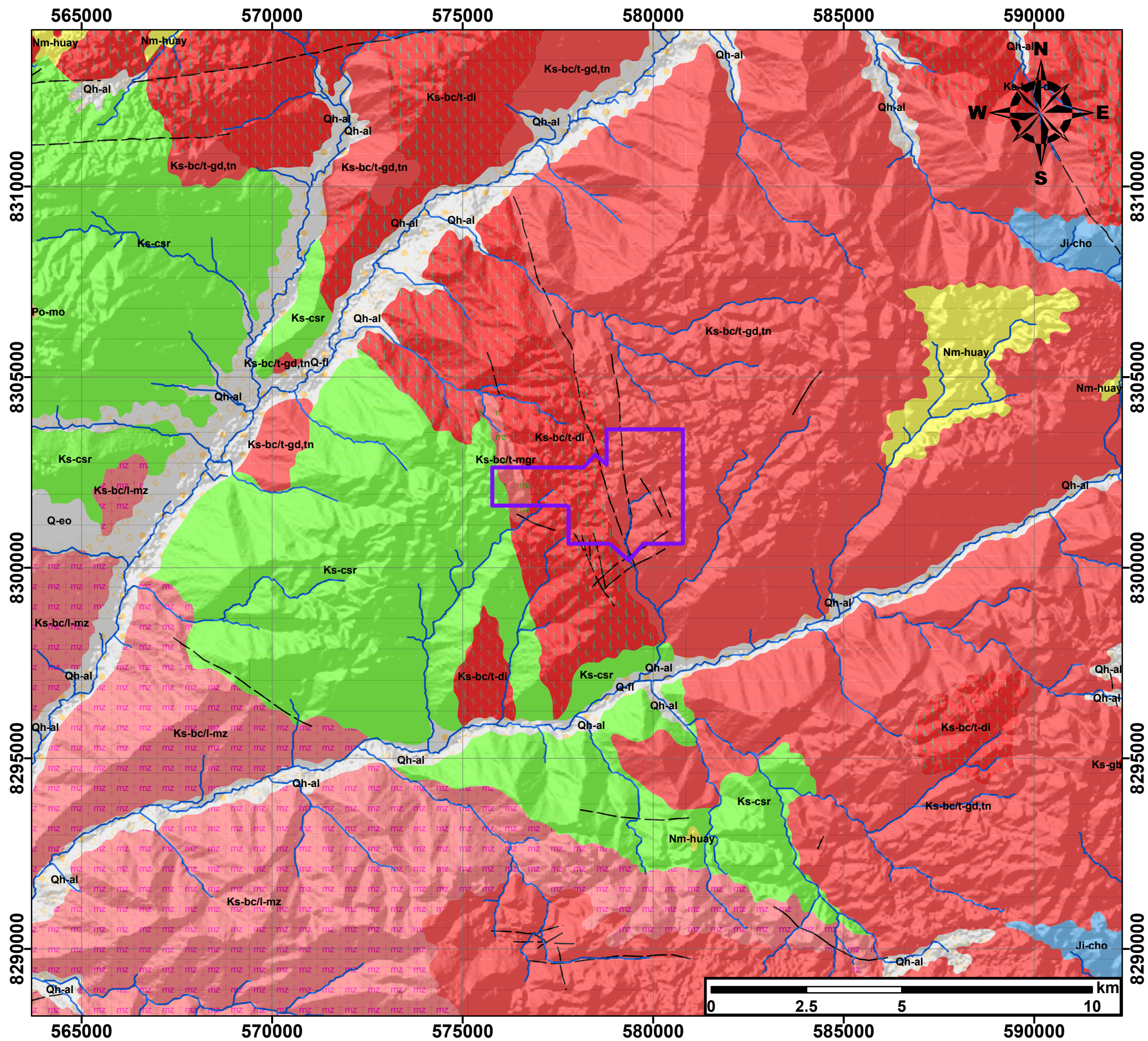
- CONCESION (ZONA DE ESTUDIO)
- Pueblos
- COTAS
- Drenajes

1:25,000



 <div>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</div> 			
<b>TEMA:</b>		EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO	
<b>Plano</b>		MAPA GEOMORFOLOGICO LOCAL	
<b>Elaborado por:</b>		Bach. Hugo Ccolque Montesino Bach. Franklin Jarvy Sanchez Gibaja	
<b>Asesor por:</b>		Mgt. Ing. Mauro Alberto Zegarra Carrión	
<b>Departamento</b>	Ayacucho	<b>DATUM</b>	WGS 1984 -18-S
<b>Provincia</b>	Lucanas	<b>Fecha</b>	23/08/2025
<b>Distrito</b>	Sancos	<b>Escala</b>	1:25000

MAPA N° 3

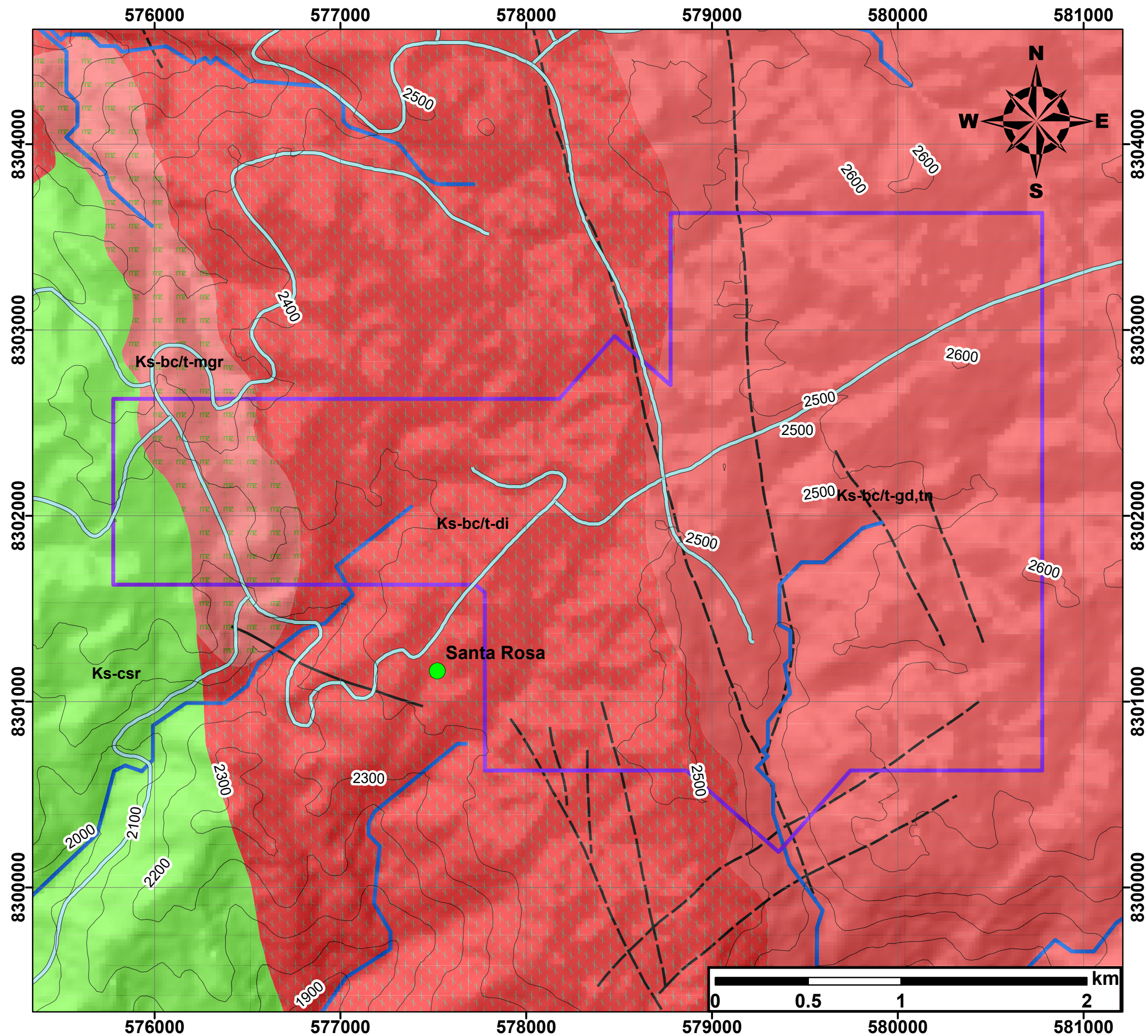




1:100,000

 <div>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</div> 			
TEMA:	EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO		
Plano	MAPA GEOLOGICO REGIONAL		
Elaborado por:	Bach. Hugo Ceolque Montesino		
Asesor por:	Bach. Franklin Jary Sanchez Gibaja		
Departamento	Ayacucho	DATUM	WGS 1984 -18-S
Provincia	Lucanas	Fecha	25/08/2025
Distrito	Sancos	Escala	1:100000
MAPA N° 4			





### LITOLOGIA

	Ks-bc/t-di	Unidad Tiabaya - diorita
	Ks-bc/t-gd,tn	Unidad Tiabaya - granodiorita
	Ks-bc/t-mgr	Unidad Tiabaya - monzogranito
	Ks-csr	Complejo Santa Rita

### SIMBOLOGIA

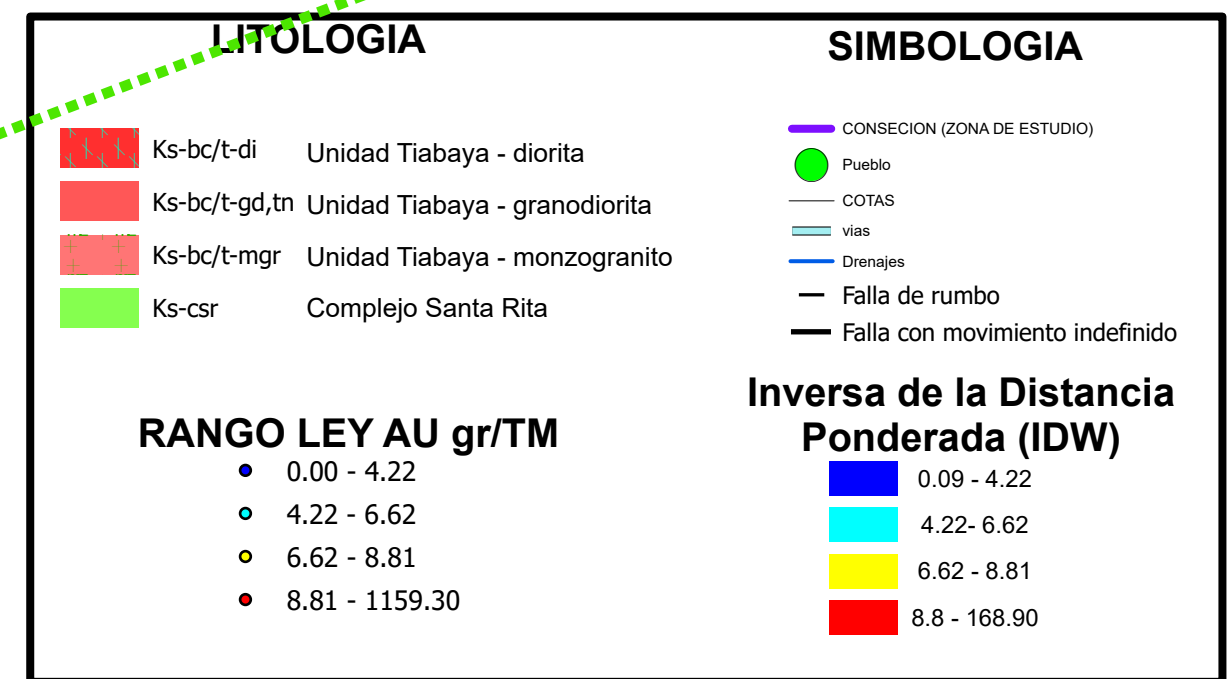
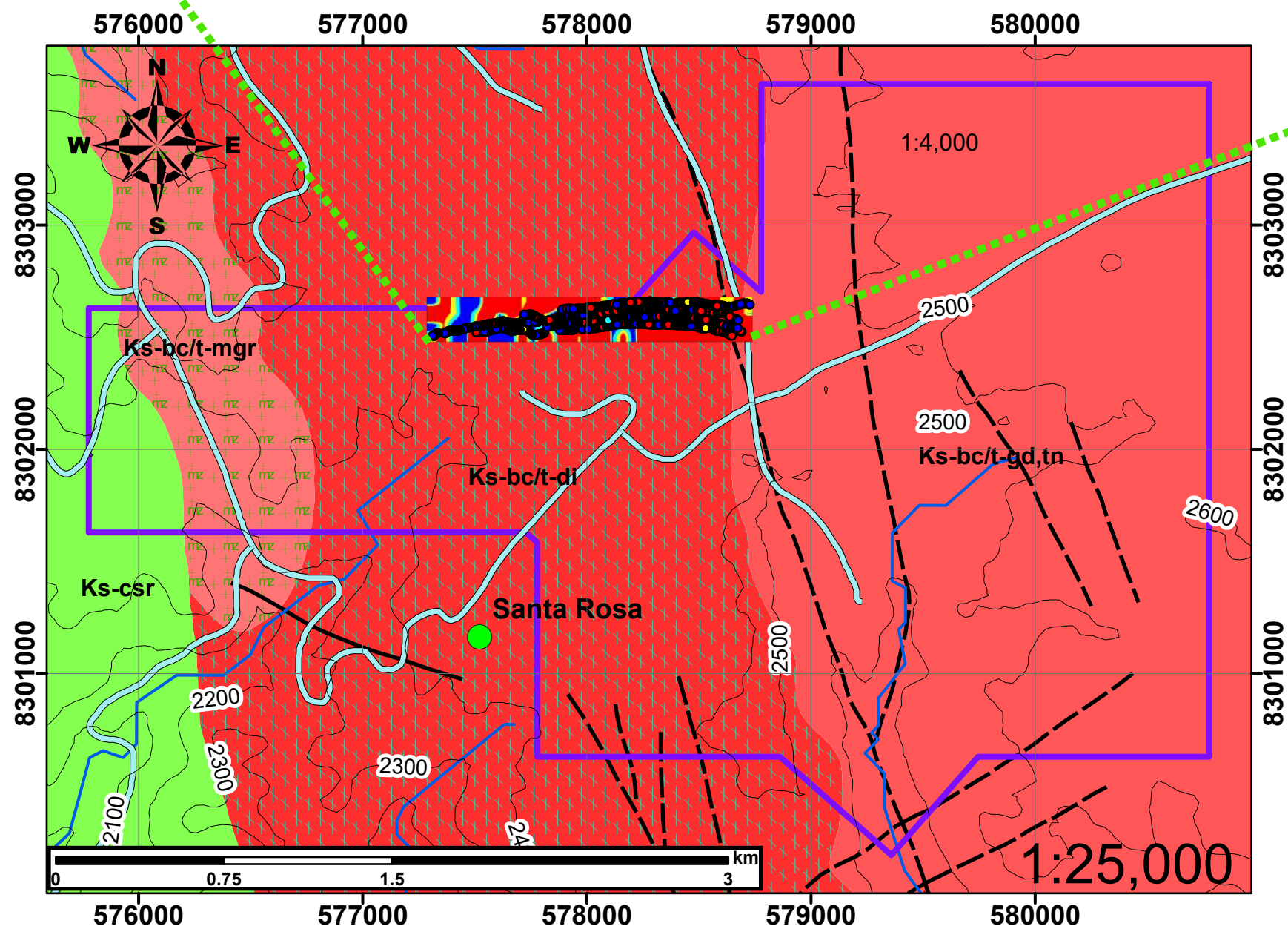
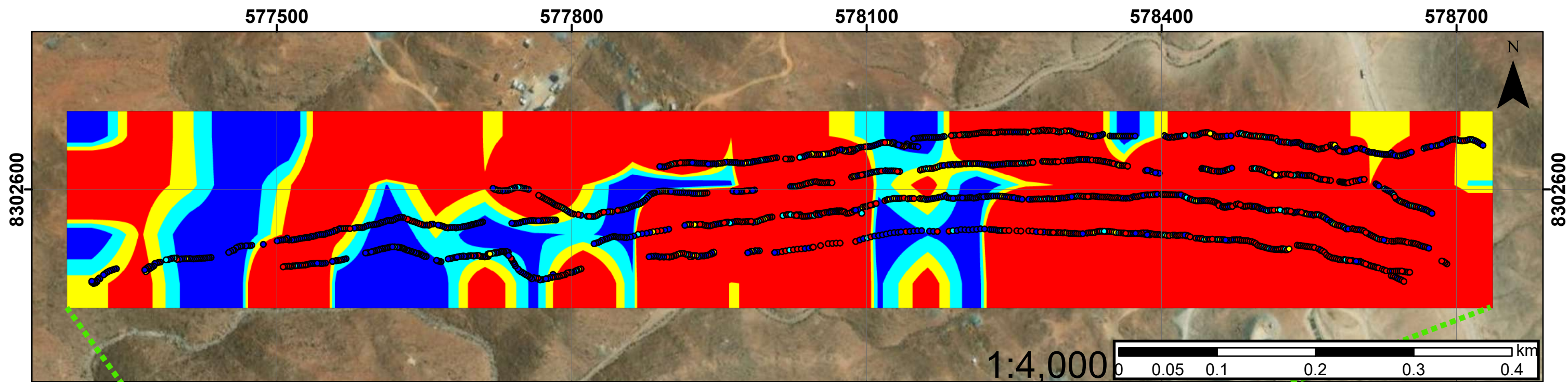
	CONCESION (ZONA DE ESTUDIO)
	Pueblo
	COTAS
	vias
	Drenajes
	Falla de rumbo
	Falla con movimiento indefinido



1:20,000

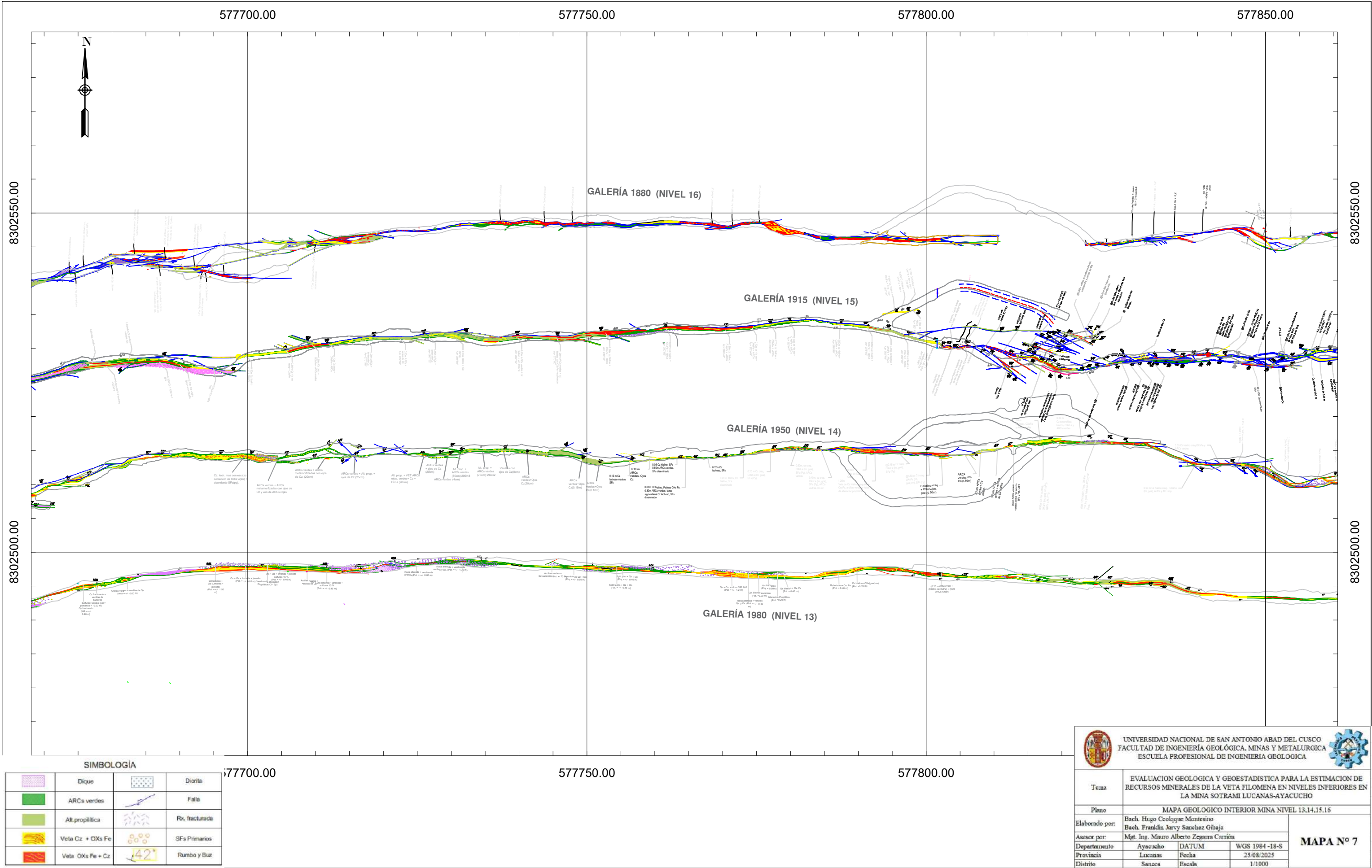
<div></div> <div>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO</div> <div>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA</div> <div>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</div> <div></div>			
TEMA:		EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO	
Plano		MAPA GEOLOGICO LOCAL	
Elaborado por:		Bach. Hugo Ceolque Montesino Bach. Franklin Jarvy Sanchez Gibaja	
Asesor por:		Mgt. Ing. Mauro Alberto Zegarra Carrión	
Departamento	Ayacucho	DATUM	WGS 1984 -18-S
Provincia	Lucanas	Fecha	25/08/2025
Distrito	Sancos	Escala	1:20000

MAPA N° 5

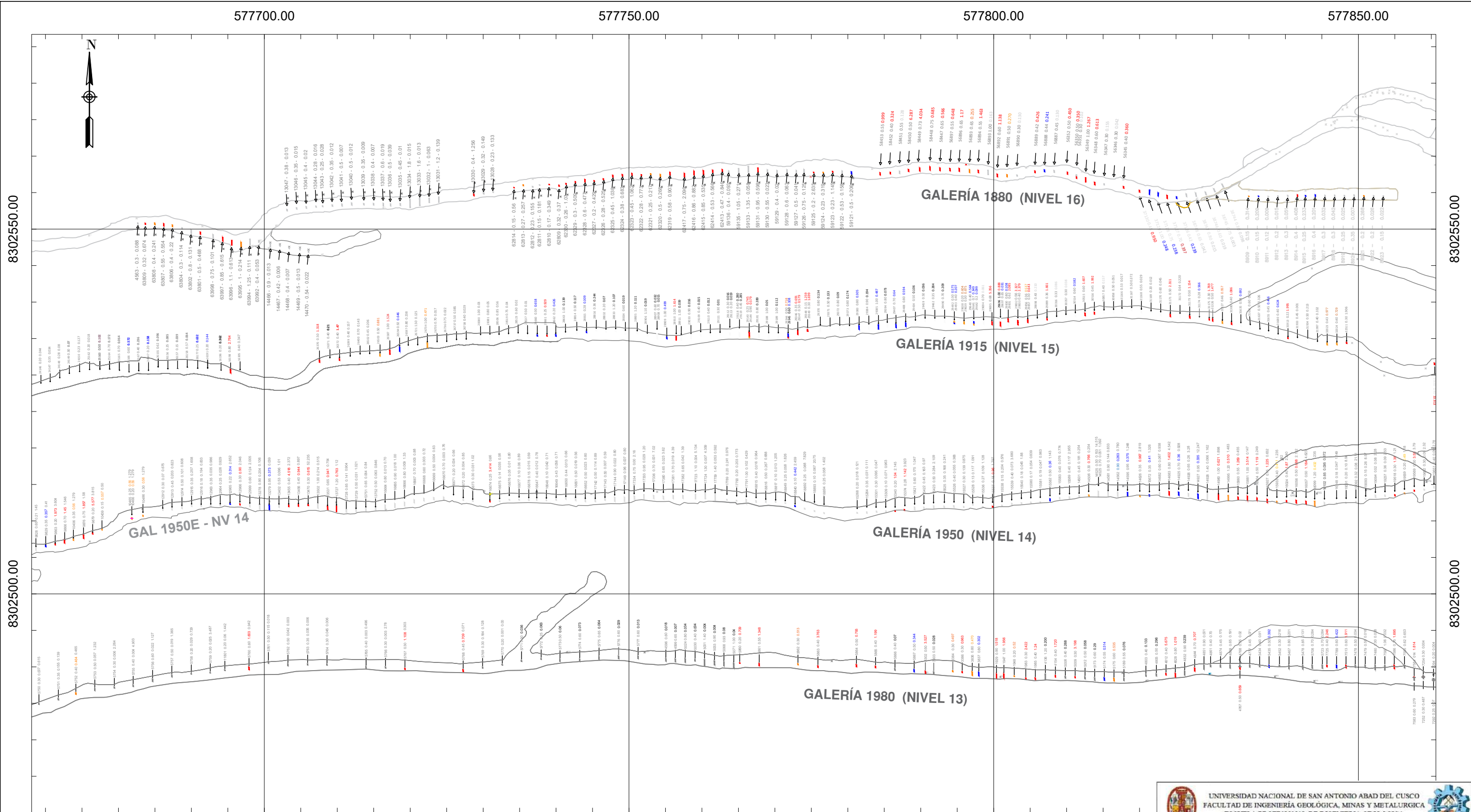





<div><div>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA</div></div>				
TEMA:	EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO			
Plano	MAPA GEOQUIMICO			
Elaborado por:	Bach. Hugo Ccolque Montesino Bach. Franklin Jarvy Sanchez Gibaja		MAPA N° 6	
Asesor por:	Mgt. Ing. Mauro Alberto Zegarra Carrión			
Departamento	Ayacucho	DATUM		WGS 1984 -18-S
Provincia	Lucanas	Fecha		25/08/2025
Distrito	Sancos	Escala		1:4000








MENA	≥ 1.0 Onz	10
MARGINAL	≥ 0.7 Onz	8
SUBMARGINAL	≥ 0.4 Onz	6
BAJA LEY	< 0.4 Onz	4



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



Tema	EVALUACION GEOLOGICA Y GEOESTADISTICA PARA LA ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES DE LA VETA FILOMENA EN NIVELES INFERIORES EN LA MINA SOTRAMI LUCANAS-AYACUCHO		
Plano	MUESTREO GEOQUIMICO VETA FILOMENA DEL NIVEL 13,14,15,16		
Elaborado por:	Bach. Hugo Ccolique Montesino Bach. Franklin Jaryy Sanchez Gibaja		
Asesor por:	Mgt. Ing. Mauro Alberto Zegama Carrion		
Departamento	Ayacucho	DATUM	WGS 1984 -18-S
Provincia	Lucanas	Fechn	25/08/2025
Distrito	Sauces	Escala	1/750

MAPA N° 8

8302550.00

8302500.00



BASE DE DATOS MUESTRAS DE CANALES VETA FILOMENA								
CODIGO (BHID)	X	Y	Z	FROM	TO	POTENCIA(M)	Ley_Au (Gr/TM)	Ley_Au_Capeado (Gr/TM)
10002	578567.34	8302533.74	1991	0	0.3	0.3	20.449	20.449
10016	578568.68	8302532.77	1991	0	0.8	0.8	35.698	32.000
10030	578570.16	8302531.71	1991	0	0.65	0.65	18.549	18.549
10031	578572.08	8302531.14	1991	0	0.6	0.6	12.649	12.649
10041	578574.00	8302530.60	1991	0	0.7	0.7	36.248	32.000
10042	578575.94	8302530.22	1991	0	0.9	0.9	31.398	31.398
10050	578577.89	8302529.67	1991	0	0.5	0.5	6.500	6.500
10059	578579.82	8302529.20	1991	0	0.6	0.6	9.599	9.599
10079	578581.73	8302528.71	1991	0	0.35	0.35	174.041	32.000
10092	578583.71	8302528.54	1991	0	0.3	0.3	55.597	32.000
10098	578587.68	8302528.12	1991	0	0.4	0.4	13.349	13.349
10099	578587.68	8302528.87	1991	0.4	0.7	0.3	4.200	4.200
10101	578585.68	8302528.11	1991	0	0.35	0.35	5.150	5.150
10109	578589.78	8302527.77	1991	0	0.4	0.4	31.598	31.598
10116	578591.78	8302527.58	1991	0	0.4	0.4	36.598	32.000
10406	578103.72	8302583.68	1954	0	0.35	0.35	19.199	19.199
10416	578608.27	8302524.07	1992	0	0.55	0.55	29.448	29.448
10424	577959.04	8302567.04	1954	0	0.45	0.45	14.549	14.549
10426	578610.08	8302523.34	1992	0	0.45	0.45	16.799	16.799
10435	578611.97	8302522.60	1992	0	0.45	0.45	13.099	13.099
10439	578109.59	8302585.71	1954	0	0.15	0.15	19.099	19.099
10448	578613.76	8302521.91	1992	0	0.45	0.45	59.647	32.000
10465	578115.74	8302588.13	1954	0	0.25	0.25	16.999	16.999
10466	578115.74	8302588.60	1954	0.25	0.45	0.2	0.200	0.200
10467	578615.54	8302521.35	1992	0	0.5	0.5	34.048	34.048
10486	578118.02	8302588.60	1954	0	0.3	0.3	19.299	19.299
10526	577962.74	8302566.73	1954	0	0.5	0.5	0.900	0.900
10527	577960.91	8302566.81	1954	0	0.35	0.35	5.050	5.050
12912	578122.10	8302589.83	1954	0	0.3	0.3	2.400	2.400
12913	578124.00	8302589.99	1954	0	0.45	0.45	6.950	6.950
12914	578126.03	8302590.30	1954	0	0.5	0.5	3.450	3.450
12915	578128.02	8302590.68	1954	0	0.35	0.35	8.800	8.800
12916	578129.99	8302590.60	1954	0	0.18	0.18	6.650	6.650
12963	578131.97	8302590.67	1954	0	0.35	0.35	1.200	1.200
12964	578133.91	8302590.79	1954	0	0.25	0.25	0.900	0.900
12965	578135.93	8302591.02	1954	0	0.22	0.22	10.749	10.749
12966	578137.96	8302591.14	1954	0	0.3	0.3	30.848	30.848
12999	578139.99	8302590.72	1954	0	0.6	0.6	4.250	4.250
13278	578142.01	8302590.40	1954	0	0.9	0.9	7.000	7.000
13279	578144.00	8302590.30	1954	0	0.95	0.95	12.799	12.799
13402	578145.99	8302590.55	1954	0	0.53	0.53	3.300	3.300
13455	578147.99	8302590.64	1954	0	0.4	0.4	154.892	32.000
13456	578149.99	8302590.72	1954	0	0.4	0.4	32.348	32.348
13470	578152.00	8302590.79	1954	0	0.3	0.3	21.099	21.099
13502	578153.98	8302590.64	1954	0	1	1	7.350	7.350
13531	578155.99	8302590.21	1954	0	0.65	0.65	32.248	32.248
13727	578157.82	8302590.01	1954	0	1.2	1.2	26.149	26.149
13728	578159.84	8302589.63	1954	0	0.65	0.65	4.850	4.850
13729	578161.84	8302589.69	1954	0	0.5	0.5	1.050	1.050
13751	578163.85	8302589.91	1954	0	0.65	0.65	2.200	2.200
13752	578165.87	8302590.02	1954	0	0.5	0.5	2.150	2.150
14501	578310.55	8302592.58	1954	0	0.45	0.45	6.205	6.205
14506	578312.54	8302592.79	1954	0	0.3	0.3	26.258	26.258
14525	578314.49	8302592.72	1954	0	0.5	0.5	5.245	5.245
14526	578314.49	8302593.57	1954	0.5	0.7	0.7	1.748	1.748
14561	578316.49	8302593.14	1954	0	0.9	0.9	4.936	4.936
14562	578318.47	8302593.02	1954	0	0.9	0.9	9.016	9.016
14595	578320.49	8302593.00	1954	0	0.95	0.95	12.855	12.855
14626	578323.04	8302592.68	1954	0	0.35	0.35	33.149	33.149

14682	578327.05	8302592.83	1954	0	0.6	0.6	2.297	2.297
14683	578329.04	8302593.08	1954	0	0.8	0.8	48.061	32.000
14925	578331.01	8302593.10	1954	0	0.7	0.7	12.341	12.341
14926	578333.00	8302592.87	1954	0	0.65	0.65	8.913	8.913
14927	578334.97	8302592.90	1954	0	0.95	0.95	11.484	11.484
14928	578336.90	8302592.60	1954	0	1.4	1.4	2.262	2.262
14980	578339.18	8302592.41	1954	0	1	1	21.288	21.288
14995	578341.20	8302592.25	1954	0	1.2	1.2	17.483	17.483
15264	578266.88	8302589.27	1954	0	0.35	0.35	1.050	1.050
15268	578264.89	8302589.17	1954	0	0.2	0.2	0.600	0.600
15301	578268.88	8302589.47	1954	0	0.3	0.3	1.600	1.600
15309	578270.81	8302589.43	1954	0	0.1	0.1	2.450	2.450
15340	578272.69	8302589.57	1954	0	0.2	0.2	35.648	32.000
15374	578274.62	8302589.78	1954	0	0.28	0.28	39.148	32.000
15421	578276.70	8302590.12	1954	0	0.6	0.6	6.000	6.000
15422	578278.62	8302590.18	1954	0	0.45	0.45	5.600	5.600
15423	578280.62	8302590.43	1954	0	0.5	0.5	9.749	9.749
15525	578282.78	8302590.45	1954	0	0.35	0.35	5.750	5.750
15526	578284.77	8302590.50	1954	0	0.4	0.4	1.900	1.900
15527	578286.81	8302590.44	1954	0	0.3	0.3	4.750	4.750
15528	578288.66	8302590.26	1954	0	0.13	0.13	4.000	4.000
15536	578290.72	8302590.41	1954	0	0.27	0.27	3.737	3.737
15537	578292.74	8302590.43	1954	0	0.18	0.18	32.909	32.909
15538	578294.67	8302590.64	1954	0	0.15	0.15	6.993	6.993
15539	578296.69	8302591.01	1954	0	0.4	0.4	2.502	2.502
15540	578298.67	8302591.16	1954	0	0.18	0.18	1.543	1.543
15580	578300.62	8302591.29	1954	0	0.17	0.17	1.851	1.851
15581	578302.55	8302591.35	1954	0	0.19	0.19	1.611	1.611
15582	578304.55	8302591.89	1954	0	0.5	0.5	12.341	12.341
15583	578306.52	8302592.23	1954	0	0.4	0.4	2.605	2.605
15589	578308.54	8302592.36	1954	0	0.4	0.4	4.011	4.011
15672	578324.98	8302592.56	1954	0	0.35	0.35	11.689	11.689
15860	578343.21	8302592.22	1954	0	0.55	0.55	43.501	32.000
15881	578345.13	8302592.18	1954	0	1	1	120.460	32.000
15904	578347.11	8302591.92	1954	0	0.5	0.5	38.359	32.000
15927	578349.21	8302591.66	1954	0	0.75	0.75	41.993	32.000
15933	578351.20	8302591.42	1954	0	0.4	0.4	14.089	14.089
16024	578353.19	8302591.58	1954	0	0.4	0.4	64.104	32.000
16056	578355.19	8302591.44	1954	0	0.5	0.5	23.585	23.585
16057	578357.19	8302591.23	1954	0	0.5	0.5	40.588	32.000
16099	578358.98	8302591.08	1954	0	1.2	1.2	14.809	14.809
16102	578360.98	8302591.04	1954	0	0.65	0.65	3.257	3.257
16148	578363.48	8302591.10	1954	0	0.18	0.18	1.611	1.611
16191	578131.32	8302618.68	1916	0	0.3	0.3	4.936	4.936
16196	578134.08	8302618.25	1916	0	0.25	0.25	12.010	12.010
16647	578198.99	8302591.94	1954	0	0.4	0.4	0.400	0.400
16648	578200.98	8302591.73	1954	0	0.1	0.1	1.450	1.450
16649	578202.98	8302591.98	1954	0	0.43	0.43	2.000	2.000
16650	578204.98	8302592.18	1954	0	0.44	0.44	0.450	0.450
16651	578206.98	8302591.94	1954	0	0.5	0.5	0.650	0.650
16652	578208.98	8302591.73	1954	0	0.5	0.5	0.800	0.800
16664	578167.83	8302590.45	1954	0	0.8	0.8	0.450	0.450
16665	578169.82	8302590.70	1954	0	0.9	0.9	0.600	0.600
16666	578171.81	8302591.01	1954	0	0.8	0.8	0.300	0.300
16667	578173.80	8302591.58	1954	0	0.7	0.7	0.100	0.100
16668	578175.80	8302591.92	1954	0	0.6	0.6	0.100	0.100
16669	578177.83	8302592.13	1954	0	0.5	0.5	0.150	0.150
16670	578179.88	8302592.13	1954	0	0.7	0.7	0.100	0.100
16671	578181.89	8302591.92	1954	0	0.2	0.2	0.150	0.150
16672	578183.88	8302591.82	1954	0	0.2	0.2	0.150	0.150
16673	578185.84	8302591.69	1954	0	0.3	0.3	1.050	1.050
16674	578189.37	8302591.54	1954	0	0.25	0.25	117.044	32.000
16675	578191.36	8302591.56	1954	0	0.14	0.14	1.200	1.200

16676	578193.37	8302591.79	1954	0	0.05	0.05	0.250	0.250
16677	578195.37	8302591.82	1954	0	0.1	0.1	2.050	2.050
16678	578197.37	8302591.81	1954	0	0.15	0.15	0.500	0.500
17142	578211.04	8302591.73	1954	0	0.5	0.5	3.900	3.900
17143	578213.03	8302591.99	1954	0	0.5	0.5	0.250	0.250
17144	578215.03	8302591.99	1954	0	0.9	0.9	0.750	0.750
17149	578217.03	8302592.00	1954	0	0.96	0.96	0.250	0.250
17333	578221.04	8302592.54	1954	0	0.95	0.95	1.000	1.000
17334	578219.08	8302592.30	1954	0	0.75	0.75	0.000	0.000
17336	578223.04	8302592.45	1954	0	0.7	0.7	0.050	0.050
17380	578225.04	8302592.33	1954	0	0.65	0.65	0.800	0.800
17381	578227.07	8302592.45	1954	0	0.7	0.7	0.650	0.650
17382	578229.07	8302592.47	1954	0	0.65	0.65	1.450	1.450
17723	578231.64	8302592.56	1954	0	1.1	1.1	0.150	0.150
17724	578233.65	8302592.70	1954	0	1.3	1.3	0.250	0.250
17759	578235.68	8302592.46	1954	0	1.4	1.4	1.800	1.800
17789	578238.11	8302591.88	1954	0	0.2	0.2	8.250	8.250
17790	578240.08	8302591.69	1954	0	0.2	0.2	6.950	6.950
17791	578242.09	8302591.53	1954	0	1	1	3.500	3.500
18815	578244.09	8302591.55	1954	0	0.4	0.4	0.550	0.550
18816	578246.10	8302591.57	1954	0	0.5	0.5	9.150	9.150
18817	578248.12	8302591.40	1954	0	0.1	0.1	0.450	0.450
18840	578252.12	8302590.51	1954	0	0.1	0.1	15.149	15.149
18849	578250.11	8302591.13	1954	0	0.05	0.05	2.000	2.000
18892	578254.10	8302589.96	1954	0	0.03	0.03	3.000	3.000
18893	578256.12	8302589.50	1954	0	0.1	0.1	2.300	2.300
18894	578258.08	8302589.05	1954	0	0.04	0.04	2.000	2.000
19091	578365.40	8302591.24	1954	0	0.2	0.2	3.702	3.702
19092	578367.45	8302591.45	1954	0	0.32	0.32	2.742	2.742
19093	578369.46	8302592.02	1954	0	0.15	0.15	8.913	8.913
19094	578371.47	8302592.64	1954	0	0.52	0.52	3.017	3.017
19237	578373.44	8302592.72	1954	0	0.36	0.36	3.257	3.257
1929	578293.54	8302556.27	1990	0	0.9	0.9	52047.000	32.000
1947	578295.05	8302556.09	1990	0	1	1	67046.000	32.000
1948	578297.19	8302555.96	1990	0	0.9	0.9	44598.000	32.000
19518	578375.46	8302592.83	1954	0	0.3	0.3	47.581	32.000
19559	578377.45	8302593.19	1954	0	0.2	0.2	16.763	16.763
19569	578379.45	8302593.77	1954	0	0.3	0.3	121.557	32.000
19651	578383.51	8302594.47	1954	0	0.4	0.4	2.948	2.948
19652	578381.50	8302593.97	1954	0	0.3	0.3	3.154	3.154
19704	578385.52	8302594.53	1954	0	0.2	0.2	18.408	18.408
19705	578387.50	8302594.80	1954	0	0.5	0.5	2.297	2.297
19706	578389.32	8302594.97	1954	0	0.7	0.7	29.104	29.104
19746	578391.48	8302595.14	1954	0	0.76	0.76	5.862	5.862
19747	578393.52	8302595.34	1954	0	0.8	0.8	20.465	20.465
19772	577951.17	8302566.07	1954	0	0.3	0.3	10.113	10.113
19773	577953.17	8302566.31	1954	0	0.5	0.5	1.200	1.200
19780	577957.15	8302566.79	1954	0	0.25	0.25	4.251	4.251
19781	577955.17	8302566.57	1954	0	0.15	0.15	3.565	3.565
19784	578395.48	8302595.52	1954	0	0.72	0.72	4.045	4.045
19798	578397.76	8302595.02	1954	0	0.3	0.3	5.211	5.211
1983	578299.57	8302555.55	1990	0	0.3	0.3	148.242	32.000
1984	578299.57	8302556.10	1990	0.3	0.5	0.2	17.849	17.849
1985	578301.53	8302555.49	1990	0	0.4	0.4	42.348	32.000
1986	578301.53	8302556.19	1990	0.4	0.6	0.2	16.776	16.776
19915	578399.97	8302594.97	1954	0	0.3	0.3	7.096	7.096
19916	578401.97	8302594.96	1954	0	0.5	0.5	11.141	11.141
19920	578403.97	8302594.92	1954	0	0.7	0.7	10.010	10.010
19927	578405.99	8302594.77	1954	0	0.5	0.5	18.614	18.614
19944	578407.98	8302594.72	1954	0	0.8	0.8	9.564	9.564
19945	577948.61	8302565.58	1954	0	0.6	0.6	0.103	0.103
19946	577946.61	8302565.26	1954	0	0.3	0.3	3.188	3.188
19947	577944.61	8302564.91	1954	0	0.3	0.3	4.045	4.045

19961	578409.98	8302594.62	1954	0	0.7	0.7	39.798	32.000
19989	578411.92	8302594.61	1954	0	0.6	0.6	283.393	32.000
19990	578413.83	8302594.55	1954	0	0.5	0.5	16.350	16.350
20006	578415.77	8302594.47	1954	0	0.9	0.9	1.890	1.890
20007	578417.78	8302594.37	1954	0	0.3	0.3	3.460	3.460
20016	577942.68	8302564.24	1954	0	0.25	0.25	447.390	32.000
20039	578421.79	8302593.51	1954	0	0.75	0.75	51.760	32.000
20041	578419.77	8302594.05	1954	0	0.45	0.45	3.600	3.600
20051	577940.74	8302563.68	1954	0	1	1	24.650	24.650
20206	578427.28	8302590.85	1954	0	0.9	0.9	3.190	3.190
20207	578423.73	8302592.74	1954	0	0.99	0.99	1.950	1.950
20209	578425.52	8302591.70	1954	0	0.9	0.9	4.390	4.390
20226	578428.98	8302590.30	1954	0	0.85	0.85	0.960	0.960
20252	577938.55	8302563.22	1954	0	0.36	0.36	1.850	1.850
20253	577936.58	8302563.29	1954	0	0.3	0.3	75.250	32.000
20254	577934.56	8302563.87	1954	0	1.3	1.3	45.800	32.000
20255	577928.67	8302564.21	1954	0	0.5	0.5	40.140	32.000
20256	577926.66	8302564.07	1954	0	0.3	0.3	83.510	32.000
20274	577932.58	8302564.19	1954	0	0.4	0.4	39.660	32.000
20275	577930.57	8302564.61	1954	0	0.6	0.6	42.950	32.000
20372	577924.68	8302564.20	1954	0	0.18	0.18	8.360	8.360
20373	577922.88	8302564.23	1954	0	0.2	0.2	227.140	32.000
20374	577920.90	8302564.37	1954	0	0.26	0.26	314.830	32.000
20375	577918.90	8302564.26	1954	0	0.25	0.25	272.490	32.000
20376	577917.11	8302564.00	1954	0	0.15	0.15	6.890	6.890
20377	577915.17	8302563.28	1954	0	0.1	0.1	2.710	2.710
21103	578430.86	8302589.71	1954	0	0.6	0.6	22.800	22.800
21115	577912.01	8302562.11	1954	0	0.25	0.25	16.280	16.280
21116	577909.96	8302561.59	1954	0	0.14	0.14	7.230	7.230
21117	577908.01	8302561.20	1954	0	0.13	0.13	10.800	10.800
21118	577906.04	8302560.79	1954	0	0.2	0.2	1.750	1.750
21119	577904.07	8302560.43	1954	0	0.15	0.15	9.050	9.050
21340	578433.25	8302588.72	1954	0	0.8	0.8	4.662	4.662
21341	578435.07	8302588.55	1954	0	0.8	0.8	7.747	7.747
21342	578436.99	8302588.37	1954	0	0.3	0.3	8.741	8.741
21343	578438.99	8302588.39	1954	0	0.5	0.5	2.914	2.914
21344	578440.93	8302588.47	1954	0	0.4	0.4	27.184	27.184
21345	578442.93	8302588.48	1954	0	0.4	0.4	1.200	1.200
21347	578446.89	8302588.44	1954	0	0.35	0.35	3.497	3.497
21364	578448.89	8302588.22	1954	0	0.4	0.4	12.855	12.855
21396	578450.83	8302587.65	1954	0	0.4	0.4	15.837	15.837
21637	578452.82	8302586.81	1954	0	0.75	0.75	77.301	32.000
21773	578482.01	8302582.99	1954	0	0.3	0.3	26.944	26.944
21774	578483.99	8302583.04	1954	0	0.35	0.35	80.558	32.000
21918	578454.61	8302586.03	1954	0	0.6	0.6	99.035	32.000
21919	578456.26	8302585.06	1954	0	0.6	0.6	43.844	32.000
21920	578458.26	8302583.98	1954	0	0.6	0.6	123.305	32.000
21950	578460.16	8302583.18	1954	0	0.5	0.5	59.990	32.000
21951	578462.02	8302582.41	1954	0	0.5	0.5	409.543	32.000
21952	578462.02	8302583.24	1954	0.5	0.65	0.15	93.996	32.000
21954	578464.02	8302582.20	1954	0	0.7	0.7	24.990	24.990
21955	578464.02	8302583.35	1954	0.7	0.9	0.2	0.000	0.000
22165	578466.02	8302582.29	1954	0.1	0.35	0.25	49.706	32.000
22166	578466.02	8302582.22	1954	0	0.1	0.1	21.254	21.254
22194	578468.04	8302582.25	1954	0	0.25	0.25	39.491	32.000
22195	578468.04	8302582.70	1954	0.25	0.5	0.25	16.660	16.660
22196	578470.02	8302582.18	1954	0	0.3	0.3	16.797	16.797
22197	578470.02	8302582.77	1954	0.3	0.6	0.3	3.497	3.497
22198	578472.04	8302582.64	1954	0	0.3	0.3	7.644	7.644
22199	578472.04	8302583.09	1954	0.3	0.5	0.2	0.788	0.788
22200	578474.17	8302583.00	1954	0	0.3	0.3	28.452	28.452
22201	578474.17	8302583.50	1954	0.3	0.4	0.1	-	-
22202	578474.17	8302583.70	1954	0.4	0.55	0.15	-	-

22968	578486.00	8302583.11	1954	0	0.3	0.3	34.040	34.040
22969	578488.04	8302583.32	1954	0	0.4	0.4	21.185	21.185
22972	578490.05	8302583.41	1954	0	0.4	0.4	18.545	18.545
23016	578491.99	8302583.57	1954	0.2	0.8	0.6	16.009	16.009
23017	578491.99	8302582.97	1954	0	0.2	0.2	19.745	19.745
23205	578476.04	8302583.06	1954	0	0.28	0.28	21.014	21.014
23206	578478.03	8302583.13	1954	0	0.35	0.35	14.055	14.055
23207	578480.09	8302583.10	1954	0	0.2	0.2	11.998	11.998
23227	578036.81	8302607.07	1916	0.9	1.5	0.6	1.645	1.645
23228	578038.76	8302606.26	1916	0	0.5	0.5	0.754	0.754
23229	578040.80	8302606.44	1916	0	0.25	0.25	0.617	0.617
23230	578042.69	8302606.99	1916	0	0.25	0.25	5.485	5.485
23232	578044.71	8302607.23	1916	0	0.25	0.25	75.142	32.000
23233	578046.64	8302607.10	1916	0	0.25	0.25	100.029	32.000
23234	578048.61	8302606.87	1916	0	0.25	0.25	204.789	32.000
23242	578493.92	8302582.95	1954	0	0.3	0.3	20.088	20.088
23243	578495.09	8302582.75	1954	0	0.25	0.25	2.262	2.262
23245	578497.20	8302582.25	1954	0	0.55	0.55	156.625	32.000
23246	578499.02	8302581.24	1954	0	0.25	0.25	22.865	22.865
23247	578499.02	8302581.90	1954	0.25	0.82	0.57	217.541	32.000
23265	578500.94	8302580.51	1954	0	0.4	0.4	2.502	2.502
23266	578500.94	8302581.36	1954	0.4	0.9	0.5	2.914	2.914
23276	578051.94	8302606.27	1916	0	0.25	0.25	20.842	20.842
23277	578053.88	8302606.67	1915	0	0.3	0.3	5.211	5.211
23278	578055.89	8302606.69	1915	0	0.45	0.45	16.934	16.934
23401	578057.89	8302606.72	1915	0	0.4	0.4	14.638	14.638
23452	578502.55	8302579.91	1954	0	0.4	0.4	2.605	2.605
23453	578504.47	8302579.33	1954	0	0.5	0.5	2.914	2.914
23454	578506.42	8302578.77	1954	0	0.5	0.5	2.708	2.708
23456	578508.35	8302578.50	1954	0	0.7	0.7	5.759	5.759
23461	578059.88	8302606.58	1915	0	0.25	0.25	23.859	23.859
23462	578061.90	8302606.64	1915	0	0.6	0.6	17.003	17.003
23463	578063.90	8302606.30	1915	0	0.45	0.45	6.787	6.787
23465	578065.85	8302606.23	1915	0	0.2	0.2	3.291	3.291
23466	578068.07	8302606.84	1915	0	0.3	0.3	15.666	15.666
23467	578070.42	8302607.87	1915	0	0.4	0.4	9.461	9.461
23468	578072.17	8302608.42	1915	0	0.5	0.5	40.999	32.000
23469	578074.11	8302608.98	1915	0	0.6	0.6	10.695	10.695
23483	578075.97	8302610.12	1916	0	0.53	0.53	20.362	20.362
23484	578077.87	8302610.80	1916	0	0.7	0.7	33.697	33.697
23485	578079.93	8302611.45	1916	0	0.9	0.9	35.857	32.000
23486	578081.73	8302612.23	1916	0	1	1	24.613	24.613
23801	578083.55	8302612.89	1916	0	1	1	131.704	32.000
23806	578085.17	8302613.24	1916	0	0.6	0.6	44.495	32.000
23807	578086.96	8302613.58	1916	0	0.3	0.3	289.529	32.000
23812	578088.74	8302613.62	1916	0	0.22	0.22	8.364	8.364
23847	578510.34	8302578.86	1954	0	0.4	0.4	1.508	1.508
23883	578512.33	8302578.96	1954	0	0.45	0.45	22.865	22.865
23895	578514.26	8302578.68	1954	0	0.85	0.85	11.312	11.312
23902	578516.38	8302578.96	1954	0	0.3	0.3	29.138	29.138
23937	578518.44	8302579.05	1954	0	0.3	0.3	6.033	6.033
24146	578097.03	8302615.64	1916	0	0.25	0.25	1.508	1.508
24147	578098.93	8302615.86	1916	0	0.35	0.35	1.166	1.166
24148	578100.90	8302616.67	1916	0	0.28	0.28	2.742	2.742
24149	578102.87	8302617.56	1916	0	0.3	0.3	2.400	2.400
24150	578104.99	8302617.97	1916	0	0.25	0.25	4.354	4.354
24847	578119.14	8302618.21	1916	0	0.25	0.25	5.416	5.416
25101	578544.53	8302575.76	1954	0	0.7	0.7	1.097	1.097
25102	578546.52	8302575.19	1954	0	0.6	0.6	0.103	0.103
25103	578548.43	8302574.82	1954	0	0.5	0.5	8.159	8.159
25104	578550.35	8302574.56	1954	0	0.5	0.5	16.592	16.592
25105	578552.33	8302574.37	1954	0	0.5	0.5	1.337	1.337
25106	578554.30	8302574.06	1954	0	0.5	0.5	2.708	2.708

25107	578556.31	8302574.10	1954	0	0.45	0.45	9.907	9.907
25108	578558.30	8302574.23	1954	0	0.4	0.4	9.016	9.016
25109	578560.27	8302574.13	1954	0	0.5	0.5	6.033	6.033
25110	578562.26	8302573.27	1954	0	0.3	0.3	24.750	24.750
25111	578564.27	8302572.32	1954	0	0.3	0.3	0.206	0.206
25113	578534.50	8302576.33	1954	0	0.5	0.5	36.063	32.000
25114	578536.48	8302576.57	1954	0	0.3	0.3	2.434	2.434
25115	578538.38	8302576.88	1954	0	0.2	0.2	3.839	3.839
25116	578540.35	8302577.01	1954	0	0.4	0.4	1.063	1.063
25117	578542.36	8302576.57	1954	0	0.5	0.5	10.490	10.490
25162	578107.03	8302618.42	1916	0	0.25	0.25	0.617	0.617
25163	578109.16	8302618.23	1916	0	0.5	0.5	3.497	3.497
25164	578111.16	8302618.22	1916	0	0.7	0.7	5.896	5.896
25165	578113.16	8302617.99	1916	0	0.7	0.7	2.194	2.194
25166	578115.15	8302617.71	1916	0	0.6	0.6	19.608	19.608
25167	578117.14	8302618.05	1916	0	0.4	0.4	8.090	8.090
25172	578565.73	8302571.51	1954	0	0.2	0.2	7.713	7.713
25173	578567.36	8302570.31	1954	0	0.2	0.2	0.548	0.548
25174	578569.11	8302568.91	1954	0	0.2	0.2	2.194	2.194
25209	578628.00	8302548.38	1954	0	0.25	0.25	61.440	32.000
25210	578630.07	8302548.27	1954	0	0.2	0.2	10.183	10.183
25603	578520.48	8302579.12	1954	0	0.4	0.4	93.310	32.000
25604	578521.60	8302578.92	1954	0	0.3	0.3	5.348	5.348
25605	578523.57	8302578.44	1954	0	0.4	0.4	113.844	32.000
25606	578525.53	8302578.03	1954	0	0.5	0.5	9.564	9.564
25863	578090.77	8302614.03	1916	0	0.4	0.4	0.034	0.034
25864	578092.85	8302614.36	1916	0	0.18	0.18	0.103	0.103
25884	578094.88	8302614.88	1916	0	0.25	0.25	30.749	30.749
25895	578529.44	8302578.41	1954	0.25	1.25	1	4.491	4.491
25896	578529.44	8302578.03	1954	0	0.25	0.25	5.245	5.245
25897	578531.42	8302578.32	1954	0.4	0.68	0.28	11.415	11.415
25899	578531.42	8302577.58	1954	0	0.4	0.4	31.298	31.298
26155	578121.14	8302618.78	1916	0	0.62	0.62	3.291	3.291
26156	578123.14	8302618.61	1916	0	0.25	0.25	2.914	2.914
26157	578125.14	8302618.45	1916	0	0.15	0.15	1.337	1.337
26158	578127.14	8302618.69	1916	0	0.57	0.57	2.194	2.194
26177	578129.28	8302618.64	1916	0	0.25	0.25	21.665	21.665
26198	578136.04	8302617.86	1916	0	0.8	0.8	94.750	32.000
26305	578137.97	8302617.61	1916	0	0.4	0.4	11.895	11.895
26370	578154.32	8302620.39	1917	0	0.5	0.5	45.189	32.000
26371	578156.46	8302620.69	1917	0	0.4	0.4	7.200	7.200
26372	578158.43	8302620.71	1917	0	0.4	0.4	50.400	32.000
26399	578160.64	8302621.00	1917	0	0.4	0.4	5.383	5.383
26400	578162.67	8302621.32	1917	0	0.7	0.7	4.903	4.903
26502	578164.64	8302621.50	1917	0	0.45	0.45	7.062	7.062
26503	578166.76	8302621.64	1917	0	0.5	0.5	30.201	30.201
26587	578168.78	8302622.24	1917	0	1	1	52.243	32.000
26594	578170.80	8302622.83	1917	0	0.92	0.92	22.149	22.149
26597	578172.57	8302623.06	1917	0	0.8	0.8	8.160	8.160
26721	578174.52	8302623.90	1917	0	1.5	1.5	4.286	4.286
26734	578176.50	8302623.65	1917	0	1	1	16.149	16.149
26735	578178.50	8302623.82	1917	0	0.7	0.7	0.583	0.583
26736	578180.49	8302624.22	1917	0	0.75	0.75	0.754	0.754
26737	578182.50	8302624.35	1917	0	0.5	0.5	13.234	13.234
26738	578184.50	8302624.50	1917	0	0.4	0.4	0.994	0.994
26953	577898.60	8302559.33	1954	0	0.27	0.27	1.954	1.954
26954	577894.71	8302558.53	1954	0	0.5	0.5	1.509	1.509
26955	577890.77	8302557.53	1954	0	0.6	0.6	27.909	27.909
26956	577886.86	8302556.89	1954	0	0.65	0.65	27.497	27.497
26957	577882.76	8302556.52	1954	0	0.5	0.5	8.537	8.537
26958	577879.57	8302556.05	1954	0	0.5	0.5	2.983	2.983
26975	577875.91	8302555.20	1954	0	0.6	0.6	4.114	4.114
26976	577871.66	8302554.08	1954	0	0.7	0.7	3.909	3.909

26977	577867.34	8302553.69	1954	0	0.7	0.7	4.251	4.251
26978	577863.45	8302552.76	1954	0	0.7	0.7	1.954	1.954
26979	577859.67	8302551.81	1954	0	0.65	0.65	3.909	3.909
26980	577855.66	8302551.03	1954	0	0.4	0.4	2.434	2.434
26981	577853.35	8302551.13	1954	0	0.45	0.45	2.537	2.537
26982	577851.02	8302551.44	1954	0	0.45	0.45	14.434	14.434
27106	578571.58	8302567.36	1954	0	0.1	0.1	1.405	1.405
27107	578573.08	8302566.27	1954	0	0.1	0.1	3.599	3.599
27108	578574.64	8302565.18	1954	0	0.15	0.15	4.491	4.491
27109	578576.49	8302564.31	1954	0	0.2	0.2	6.753	6.753
27110	578578.62	8302563.62	1954	0	0.2	0.2	19.848	19.848
27124	577849.21	8302551.51	1954	0	0.4	0.4	3.565	3.565
27125	577847.22	8302551.49	1954	0	0.4	0.4	3.394	3.394
27134	578580.62	8302563.27	1954	0	0.4	0.4	103.697	32.000
27157	577845.23	8302551.66	1954	0	0.28	0.28	2.091	2.091
27158	577843.23	8302552.66	1954	0	0.35	0.35	1.989	1.989
27159	577841.23	8302552.57	1954	0	0.17	0.17	1.543	1.543
27160	577839.64	8302552.09	1954	0	0.33	0.33	1.440	1.440
27161	577837.74	8302551.11	1954	0	0.3	0.3	1.886	1.886
27162	577835.97	8302550.22	1954	0	0.23	0.23	2.057	2.057
27163	577833.93	8302549.80	1954	0	0.15	0.15	1.851	1.851
27164	577831.82	8302548.96	1954	0	0.25	0.25	1.543	1.543
27165	577830.35	8302548.40	1954	0	0.15	0.15	1.783	1.783
27166	577828.36	8302547.38	1954	0	0.5	0.5	2.366	2.366
27167	577826.61	8302546.51	1954	0	0.1	0.1	1.234	1.234
27244	578582.72	8302562.91	1954	0	0.25	0.25	19.851	19.851
27245	578584.42	8302562.25	1954	0	0.25	0.25	3.257	3.257
27246	578586.27	8302561.58	1954	0	0.26	0.26	5.109	5.109
27252	577824.60	8302545.77	1954	0	0.2	0.2	0.514	0.514
27253	577822.60	8302545.32	1954	0	0.1	0.1	0.446	0.446
27255	578588.45	8302561.36	1954	0	0.32	0.32	2.091	2.091
27291	578590.40	8302561.07	1954	0	0.4	0.4	3.737	3.737
27292	578592.20	8302560.81	1954	0	0.4	0.4	1.783	1.783
27293	578594.12	8302560.16	1954	0	0.3	0.3	20.400	20.400
27294	578596.07	8302559.67	1954	0	0.35	0.35	9.840	9.840
27307	578609.19	8302554.87	1954	0	0.1	0.1	98.983	32.000
27308	578609.23	8302555.36	1954	0.1	0.8	0.7	31.543	31.543
27340	578611.03	8302554.58	1954	0	0.7	0.7	98.829	32.000
27348	578612.81	8302553.51	1954	0	0.5	0.5	4.045	4.045
27349	578614.82	8302553.01	1954	0	0.5	0.5	52.003	32.000
27362	578616.46	8302552.09	1954	0	0.7	0.7	34.280	34.280
27363	578618.30	8302551.25	1954	0	0.7	0.7	34.280	34.280
27385	578620.21	8302550.51	1954	0	0.5	0.5	5.416	5.416
27518	578598.04	8302559.12	1954	0	0.3	0.3	28.555	28.555
27519	578600.17	8302558.95	1954	0	0.5	0.5	71.028	32.000
27554	578602.23	8302558.87	1954	0	0.7	0.7	3.599	3.599
27555	578604.32	8302558.70	1954	0	0.6	0.6	88.477	32.000
27584	578605.92	8302557.70	1954	0	1	1	15.806	15.806
27585	578606.30	8302559.08	1954	1	1.2	0.2	16.183	16.183
27593	578607.50	8302555.94	1954	0	0.1	0.1	129.086	32.000
27594	578607.55	8302556.38	1954	0.1	0.7	0.6	41.787	32.000
27701	578622.11	8302549.85	1954	0	0.5	0.5	25.916	25.916
27738	578624.05	8302549.23	1954	0	0.4	0.4	12.000	12.000
27739	578626.03	8302548.65	1954	0	0.15	0.15	1.886	1.886
28380	578187.44	8302625.14	1917	0	1	1	1.166	1.166
28381	578189.36	8302625.33	1917	0	0.8	0.8	1.749	1.749
28506	578191.25	8302625.71	1917	0	0.85	0.85	19.234	19.234
28519	578193.20	8302625.82	1917	0	0.75	0.75	1.303	1.303
28523	578195.16	8302625.68	1917	0	0.6	0.6	0.651	0.651
28537	578197.11	8302625.60	1917	0	0.5	0.5	0.309	0.309
28660	578199.11	8302625.65	1917	0	0.3	0.3	22.560	22.560
28661	578201.11	8302625.62	1917	0	0.25	0.25	31.851	31.851
28662	578202.92	8302625.59	1917	0	0.2	0.2	14.606	14.606



28663	578204.91	8302626.26	1917	0	1	1	4.766	4.766
28814	578207.23	8302626.29	1917	0	0.5	0.5	4.011	4.011
28815	578209.23	8302626.36	1917	0	0.28	0.28	10.594	10.594
28816	578211.23	8302626.78	1917	0	0.36	0.36	8.366	8.366
28832	578213.23	8302626.48	1917	0	0.2	0.2	2.400	2.400
28833	578215.23	8302627.06	1917	0	1.2	1.2	3.669	3.669
28834	578217.23	8302626.20	1917	0	0.6	0.6	0.651	0.651
28905	578219.65	8302626.63	1917	0	1.2	1.2	3.806	3.806
28906	578221.74	8302626.08	1917	0	1.1	1.1	0.651	0.651
28907	578223.74	8302625.24	1917	0	0.6	0.6	1.097	1.097
28908	578223.74	8302625.79	1917	0	0.5	0.5	0.514	0.514
28909	578225.74	8302625.46	0	0	1	1	17.109	17.109
28910	578227.68	8302625.34	1917	0	1	1	55.337	32.000
28911	578228.73	8302625.19	1917	0	1	1	1.337	1.337
29033	578230.71	8302625.42	1917	0	0.9	0.9	0.549	0.549
29109	578232.69	8302625.75	1917	0	0.4	0.4	0.514	0.514
29110	578234.69	8302625.83	1917	0	0.4	0.4	0.411	0.411
29111	578236.70	8302625.95	1917	0	0.3	0.3	0.343	0.343
29112	578238.70	8302625.92	1917	0	0.3	0.3	0.549	0.549
29113	578238.70	8302626.47	1917	0.3	0.5	0.2	0.651	0.651
29118	578240.68	8302625.62	1917	0	0.35	0.35	1.543	1.543
29119	578240.68	8302626.39	1917	0.35	0.75	0.4	1.406	1.406
29143	578242.70	8302625.28	1917	0	0.25	0.25	25.543	25.543
29144	578242.70	8302626.11	1917	0.25	1.15	0.9	19.851	19.851
29181	578244.69	8302625.62	1917	0	0.8	0.8	5.760	5.760
29188	578246.68	8302625.51	1917	0	1	1	1.714	1.714
29189	578248.68	8302625.51	1917	0	1	1	3.840	3.840
29344	578250.70	8302625.27	1917	0	0.3	0.3	22.286	22.286
29345	578250.70	8302626.02	1917	0.3	0.9	0.6	3.703	3.703
29346	578252.68	8302626.00	1917	0	0.35	0.35	23.691	23.691
29347	578252.68	8302626.77	1917	0.35	0.85	0.5	19.851	19.851
29348	578254.69	8302626.56	1917	0	0.15	0.15	43.166	32.000
29349	578254.69	8302626.93	1917	0.15	0.45	0.3	55.509	32.000
29370	578257.31	8302626.96	1917	0	0.8	0.8	4.594	4.594
29371	578259.31	8302627.19	1917	0	0.5	0.5	4.560	4.560
29372	578261.30	8302627.17	1917	0	0.8	0.8	3.086	3.086
29373	578263.30	8302627.11	1917	0	0.8	0.8	5.966	5.966
29383	578265.28	8302627.29	1917	0	0.8	0.8	10.457	10.457
29384	578267.28	8302627.38	1917	0	0.9	0.9	6.651	6.651
29385	578269.26	8302627.42	1917	0	1	1	16.697	16.697
29394	578271.08	8302627.76	1917	0	0.8	0.8	2.503	2.503
29407	578272.87	8302627.62	1917	0	0.7	0.7	21.943	21.943
29408	578274.87	8302627.89	1917	0	0.8	0.8	20.366	20.366
29434	578276.87	8302628.35	1917	0	0.5	0.5	3.634	3.634
29459	578278.86	8302628.78	1917	0	0.5	0.5	1.234	1.234
29462	578280.86	8302628.85	1917	0	0.35	0.35	9.737	9.737
29490	578282.86	8302628.70	1917	0	0.7	0.7	7.166	7.166
29492	578284.87	8302628.22	1917	0	0.3	0.3	19.166	19.166
29493	578284.87	8302628.87	1917	0.3	0.7	0.4	7.097	7.097
29638	578286.88	8302628.11	1917	0	0.2	0.2	20.709	20.709
29639	578286.88	8302628.56	1917	0.2	0.5	0.3	30.000	30.000
29640	578288.88	8302628.00	1917	0	0.4	0.4	19.337	19.337
29641	578288.88	8302628.95	1917	0.4	1.1	0.7	11.966	11.966
29642	578288.88	8302629.90	1917	1.1	1.3	0.2	3.394	3.394
29694	578290.87	8302628.37	1917	0	0.7	0.7	2.091	2.091
29695	578292.62	8302628.19	1917	0	0.68	0.68	183.634	32.000
29696	578294.35	8302628.09	1917	0	1	1	30.446	30.446
29697	578294.35	8302629.91	1917	1	1.65	0.65	1.063	1.063
29830	578295.95	8302628.09	1917	0	0.8	0.8	3.703	3.703
29831	578295.95	8302629.58	1917	0.8	1.42	0.62	71.486	32.000
29832	578297.94	8302628.11	1917	0	0.56	0.56	79.783	32.000
29833	578297.94	8302628.59	1917	0	0.4	0.4	81.566	32.000
29856	578299.97	8302628.47	1917	0	0.36	0.36	18.411	18.411

29857	578299.97	8302629.16	1917	0.36	0.66	0.3	22.046	22.046
29898	578301.94	8302628.84	1917	0	0.43	0.43	7.200	7.200
29899	578303.94	8302629.00	1917	0	0.36	0.36	56.949	32.000
30215	578604.10	8302609.90	1918	0	1.1	1.1	6.206	6.206
30291	578609.02	8302609.66	1918	0	0.4	0.4	5.451	5.451
30302	577946.44	8302535.80	1989	0	0.3	0.3	87.257	32.000
30316	578305.90	8302629.21	1917	0	0.33	0.33	2.949	2.949
30319	577944.50	8302535.02	1989	0	0.2	0.2	37.783	32.000
30320	577944.49	8302536.36	1989	0.2	0.62	0.42	8.263	8.263
30321	577942.69	8302534.60	1989	0	0.4	0.4	0.446	0.446
30322	577942.71	8302535.51	1989	0.4	0.7	0.3	3.600	3.600
30357	578307.82	8302629.63	1917	0	0.3	0.3	1.303	1.303
30511	577940.75	8302534.07	1989	0	0.8	0.8	0.240	0.240
30512	577938.84	8302533.43	1989	0	1.1	1.1	10.560	10.560
30513	577936.78	8302532.88	1989	0	0.7	0.7	3.703	3.703
30514	578309.75	8302629.84	1917	0	0.6	0.6	19.954	19.954
30515	578311.75	8302630.02	1917	0	0.6	0.6	55.097	32.000
30516	578313.67	8302630.25	1917	0	0.45	0.45	68.297	32.000
30845	577934.96	8302532.45	1989	0	0.5	0.5	1.543	1.543
30846	577932.99	8302532.35	1989	0	0.35	0.35	0.789	0.789
30847	577930.90	8302532.40	1989	0	0.6	0.6	0.206	0.206
30848	577928.85	8302531.99	1989	0	0.65	0.65	0.754	0.754
30849	577926.78	8302532.27	1989	0	0.25	0.25	7.509	7.509
30850	577924.59	8302532.60	1989	0	0.22	0.22	103.646	32.000
30851	577922.12	8302531.85	1989	0	0.5	0.5	83.383	32.000
30852	577922.13	8302533.32	1989	0.5	1.1	0.6	7.063	7.063
30853	577920.12	8302532.00	1989	0	0.5	0.5	182.743	32.000
30854	577920.13	8302533.88	1989	0.5	1.2	0.7	0.103	0.103
30855	577918.05	8302533.55	1989	0	0.7	0.7	56.400	32.000
30856	577916.13	8302534.20	1989	0	0.7	0.7	6.137	6.137
30857	578315.65	8302630.43	1917	0	0.4	0.4	5.383	5.383
30858	578317.62	8302630.55	1917	0	0.5	0.5	1.749	1.749
31166	578319.33	8302630.77	1917	0	0.53	0.53	0.583	0.583
31167	578321.33	8302630.97	1917	0	0.5	0.5	12.754	12.754
31168	578323.33	8302630.58	1917	0	0.55	0.55	0.994	0.994
31169	578325.31	8302630.40	1917	0	0.2	0.2	0.411	0.411
31170	578327.30	8302630.01	1917	0	0.6	0.6	1.543	1.543
31171	578329.29	8302629.76	1917	0	0.5	0.5	79.234	32.000
31172	578331.28	8302629.69	1917	0	0.64	0.64	7.543	7.543
31173	578333.28	8302629.40	1917	0	0.5	0.5	39.566	32.000
31174	578335.28	8302629.16	1917	0	0.28	0.28	19.406	19.406
31175	578337.29	8302628.96	1917	0	0.3	0.3	60.651	32.000
31177	577914.06	8302534.71	1989	0	0.8	0.8	111.086	32.000
31178	577911.94	8302534.94	1989	0	0.2	0.2	14.743	14.743
31179	577909.94	8302534.63	1989	0	0.22	0.22	138.000	32.000
31180	577907.94	8302534.00	1989	0	0.2	0.2	7.646	7.646
31181	577905.94	8302533.01	1989	0	0.2	0.2	108.994	32.000
31182	577903.94	8302532.47	1989	0	0.2	0.2	22.251	22.251
31183	577901.94	8302531.81	1989	0	0.2	0.2	28.011	28.011
31184	577899.94	8302531.32	1989	0	0.3	0.3	17.486	17.486
31326	578338.00	8302628.83	1917	0	0.5	0.5	50.640	32.000
31327	578339.99	8302628.36	1917	0	0.46	0.46	32.811	32.811
31380	578341.88	8302628.11	1917	0	0.4	0.4	37.234	32.000
31472	577899.28	8302531.33	1989	0	0.6	0.6	44.846	32.000
31473	577897.28	8302531.20	1989	0	0.7	0.7	7.406	7.406
31474	577895.28	8302531.15	1989	0	0.3	0.3	23.246	23.246
31635	578343.80	8302627.81	1917	0	0.6	0.6	0.034	0.034
31636	578345.73	8302627.38	1917	0	0.6	0.6	12.103	12.103
31637	578347.72	8302626.53	1917	0	0.5	0.5	9.497	9.497
31655	578349.49	8302626.19	1917	0	0.45	0.45	16.011	16.011
31680	578351.46	8302625.57	1917	0	0.4	0.4	21.394	21.394
31913	578353.48	8302625.12	1917	0	0.25	0.25	68.400	32.000
31933	578355.44	8302624.82	1917	0	0.45	0.45	0.034	0.034

31934	578357.54	8302624.70	1917	0	0.5	0.5	7.303	7.303
31997	578359.54	8302624.06	1917	0	0.4	0.4	11.383	11.383
32023	578361.54	8302623.86	1917	0	0.43	0.43	33.497	33.497
32024	578363.54	8302623.93	1917	0	0.4	0.4	24.994	24.994
32511	578365.54	8302624.14	1917	0	0.3	0.3	65.349	32.000
3301	578278.92	8302556.43	1990	0	0.3	0.3	4.950	4.950
3302	578278.92	8302557.13	1990	0.3	0.8	0.5	120.894	32.000
3303	578281.73	8302556.61	1990	0	0.5	0.5	0.950	0.950
3383	578284.28	8302556.52	1990	0	0.3	0.3	7750.000	32.000
3384	578284.28	8302557.12	1990	0.3	0.6	0.3	17049.000	32.000
3385	578286.48	8302556.32	1990	0	0.45	0.45	4700.000	32.000
3386	578286.48	8302557.14	1990	0.45	0.75	0.3	32998.000	32.000
34660	578389.74	8302618.49	1918	0	0.6	0.6	8.640	8.640
34661	578387.70	8302619.48	1918	0	0.66	0.66	0.206	0.206
34666	578391.75	8302617.25	1918	0	0.5	0.5	5.451	5.451
34667	578391.75	8302618.19	1918	0.5	0.88	0.38	6.583	6.583
34704	578395.63	8302616.36	1918	0	0.5	0.5	2.160	2.160
35683	578383.60	8302619.85	1918	0	0.4	0.4	1159.302	32.000
35684	578385.63	8302620.02	1918	0	0.6	0.6	0.514	0.514
35685	578393.64	8302616.46	1918	0	0.35	0.35	0.514	0.514
36084	577898.87	8302597.47	1916	0	0.6	0.6	1.050	1.050
3836	578288.26	8302556.47	1990	0	0.8	0.8	16099.000	32.000
3837	578289.90	8302556.43	1990	0	0.8	0.8	10349.000	32.000
3993	578604.59	8302525.58	1992	0	0.6	0.6	15.049	15.049
4136	578303.59	8302555.54	1990	0	1.2	1.2	6850.000	32.000
4154	578305.65	8302555.27	1990	0	0.4	0.4	58.947	32.000
4155	578305.65	8302556.07	1990	0.4	0.8	0.4	62.947	32.000
44910	578403.11	8302616.57	1918	0	0.25	0.25	7.749	7.749
44911	578405.10	8302616.97	1918	0	0.25	0.25	0.583	0.583
44912	578406.99	8302617.37	1918	0	0.25	0.25	0.034	0.034
44913	578406.99	8302617.77	1918	0.25	0.5	0.25	0.343	0.343
44914	578408.98	8302617.66	1918	0	0.25	0.25	2.160	2.160
44915	578408.98	8302618.06	1918	0.25	0.5	0.25	4.354	4.354
44916	578408.98	8302618.48	1918	0.5	0.75	0.25	0.891	0.891
4498	578606.41	8302524.84	1992	0	0.6	0.6	37.598	32.000
44991	578437.45	8302620.58	1917	0	0.28	0.28	14.366	14.366
44992	578437.45	8302621.25	1917	0.28	0.78	0.5	0.789	0.789
44993	578439.42	8302620.78	1917	0	0.4	0.4	16.800	16.800
44994	578440.51	8302620.51	1917	0	0.25	0.25	59.451	32.000
44995	578441.49	8302620.41	1917	0	0.18	0.18	0.069	0.069
44996	578443.25	8302620.40	1917	0	0.2	0.2	7.166	7.166
44997	578445.21	8302620.00	1917	0	0.18	0.18	2.194	2.194
45141	578411.03	8302618.34	1918	0	0.25	0.25	1.886	1.886
45142	578411.03	8302618.79	1918	0.25	0.5	0.25	0.789	0.789
45143	578412.78	8302618.74	1918	0	0.5	0.5	0.103	0.103
45144	578414.92	8302618.86	1918	0	0.25	0.25	0.034	0.034
45145	578414.92	8302619.38	1918	0.25	0.75	0.5	0.960	0.960
45146	578416.63	8302618.71	1918	0	0.2	0.2	2.503	2.503
45147	578416.63	8302619.16	1918	0.2	0.5	0.3	0.411	0.411
45148	578418.44	8302619.33	1918	0	0.25	0.25	8.091	8.091
45149	578418.44	8302619.65	1918	0.25	0.45	0.2	0.034	0.034
45150	578418.44	8302620.05	1918	0.45	0.65	0.2	0.034	0.034
45151	578420.41	8302619.26	1918	0	0.15	0.15	38.914	32.000
45152	578420.41	8302619.57	1918	0.15	0.37	0.22	0.034	0.034
45153	578420.41	8302620.01	1918	0.37	0.58	0.21	6.857	6.857
45154	578422.37	8302619.37	1918	0	0.23	0.23	0.034	0.034
45155	578422.37	8302619.80	1918	0.23	0.4	0.17	9.600	9.600
45156	578422.37	8302620.16	1918	0.4	0.6	0.2	0.309	0.309
45157	578422.37	8302620.53	1918	0.6	0.75	0.15	5.794	5.794
45158	578424.40	8302619.39	1918	0	0.2	0.2	0.103	0.103
45159	578424.40	8302619.84	1918	0.2	0.5	0.3	39.394	32.000
45160	578424.40	8302620.47	1918	0.5	0.85	0.35	3.463	3.463
45161	578426.41	8302619.29	1918	0	0.24	0.24	0.034	0.034

45162	578426.41	8302619.81	1918	0.24	0.56	0.32	7.166	7.166
45163	578426.41	8302620.33	1918	0.56	0.64	0.18	0.411	0.411
45164	578428.35	8302619.02	1918	0	0.4	0.4	0.103	0.103
45165	578428.35	8302619.69	1918	0.4	0.55	0.15	4.663	4.663
45166	578428.35	8302620.24	1918	0.55	1.2	0.65	1.989	1.989
45167	578430.47	8302618.78	1918	0	0.85	0.85	0.034	0.034
45168	578430.47	8302620.21	1918	0.85	1.15	0.3	2.057	2.057
45169	578430.47	8302620.88	1918	1.15	1.6	0.45	0.034	0.034
45170	578430.47	8302621.63	1918	1.6	1.75	0.15	0.034	0.034
45171	578432.32	8302618.63	1918	0	0.1	0.1	25.646	25.646
45172	578432.32	8302619.03	1918	0.1	0.6	0.5	0.137	0.137
45173	578432.32	8302619.93	1918	0.6	0.9	0.3	3.806	3.806
45174	578432.32	8302620.78	1918	0.9	1.7	0.8	0.034	0.034
45175	578432.32	8302622.26	1918	1.7	1.9	0.2	1.063	1.063
45176	578433.63	8302618.92	1918	0	0.5	0.5	0.034	0.034
45177	578433.63	8302619.82	1918	0.5	0.8	0.3	8.297	8.297
45178	578433.63	8302620.77	1918	0.8	1.8	1	0.103	0.103
45179	578433.63	8302622.42	1918	1.8	2.1	0.3	0.103	0.103
45180	578435.66	8302618.84	1918	0	0.15	0.15	2.091	2.091
45181	578435.66	8302619.12	1918	0.15	0.25	0.1	0.754	0.754
45182	578435.66	8302620.68	1918	0	0.4	0.4	0.034	0.034
45432	578447.16	8302619.12	1917	0	0.3	0.3	26.263	26.263
45433	578447.16	8302619.74	1917	0.3	0.62	0.32	0.583	0.583
45434	578449.12	8302618.57	1917	0	0.3	0.3	10.663	10.663
45435	578449.12	8302619.12	1917	0.3	0.5	0.2	0.309	0.309
45465	578451.13	8302618.40	1917	0	0.4	0.4	5.349	5.349
45466	578453.08	8302617.90	1917	0	0.15	0.15	2.949	2.949
45495	578454.28	8302617.90	1917	0	0.2	0.2	15.497	15.497
45720	578456.33	8302617.89	1917	0	0.35	0.35	4.149	4.149
45721	578456.33	8302618.56	1917	0.35	0.63	0.28	3.737	3.737
45722	578458.16	8302617.07	1917	0	0.1	0.1	27.943	27.943
45723	578460.16	8302617.17	1917	0	0.13	0.13	15.463	15.463
45724	578462.27	8302617.16	1917	0	0.05	0.05	3.497	3.497
45837	578463.90	8302619.80	1918	0	0.25	0.25	0.514	0.514
45838	578463.90	8302620.30	1918	0.25	0.5	0.25	0.960	0.960
45839	578465.88	8302619.99	1918	0	0.4	0.4	14.846	14.846
45840	578465.88	8302620.77	1918	0.4	0.8	0.4	16.183	16.183
45841	578467.76	8302619.92	1918	0	0.2	0.2	64.389	32.000
45842	578467.76	8302620.39	1918	0.2	0.55	0.35	3.634	3.634
45843	578469.67	8302619.47	1918	0	0.6	0.6	23.349	23.349
45844	578469.67	8302620.50	1918	0.6	0.85	0.25	4.560	4.560
45845	578471.34	8302619.04	1918	0	0.5	0.5	32.949	32.949
45846	578471.34	8302619.91	1918	0.5	0.75	0.25	5.589	5.589
45847	578471.43	8302621.71	1918	0	0.3	0.3	1.097	1.097
46372	578473.05	8302619.12	1918	0	0.7	0.7	28.697	28.697
46373	578473.06	8302621.83	1918	0	0.45	0.45	0.514	0.514
46374	578474.85	8302619.74	1918	0.23	0.68	0.45	59.589	32.000
46375	578474.85	8302618.95	1918	0	0.23	0.23	1.097	1.097
46376	578474.86	8302621.70	1918	0	0.3	0.3	7.954	7.954
46377	578476.63	8302619.17	1918	0	0.45	0.45	56.606	32.000
46378	578476.62	8302621.76	1918	0.45	0.9	0.45	0.583	0.583
46379	578478.58	8302619.23	1918	0	0.35	0.35	36.446	32.000
46380	578478.58	8302621.34	1918	0	0.35	0.35	1.783	1.783
46381	578480.08	8302618.67	1918	0	0.45	0.45	1.303	1.303
46382	578480.08	8302619.57	1918	0.45	0.9	0.45	31.234	31.234
46401	578482.02	8302618.85	1918	0	0.4	0.4	45.634	32.000
46402	578482.02	8302619.65	1918	0.4	0.8	0.4	10.354	10.354
4767	578343.59	8302557.31	1990	0	0.5	0.5	22.599	22.599
47670	578490.06	8302619.47	1918	0	0.4	0.4	8.400	8.400
47671	578490.06	8302620.19	1918	0.4	0.65	0.25	1.166	1.166
4768	578343.59	8302558.23	1990	0.5	0.85	0.35	0.700	0.700
47687	577975.85	8302598.20	1915	0.35	0.8	0.45	3.291	3.291
47688	577975.85	8302597.45	1915	0	0.35	0.35	2.160	2.160

47689	577973.70	8302597.10	1915	0	0.5	0.5	6.857	6.857
47692	578517.07	8302614.73	1918	0	0.55	0.55	23.314	23.314
47693	578519.04	8302614.74	1918	0	0.4	0.4	5.486	5.486
47694	578521.04	8302614.59	1918	0	0.12	0.12	1.749	1.749
47695	578523.03	8302614.81	1918	0	0.53	0.53	12.891	12.891
47696	578525.02	8302615.05	1918	0	0.75	0.75	25.406	25.406
47736	578492.03	8302619.55	1918	0	0.25	0.25	42.103	32.000
47737	578494.04	8302619.57	1918	0	0.2	0.2	15.257	15.257
4777	578345.61	8302557.39	1990	0	0.45	0.45	36.698	32.000
47783	578495.95	8302619.31	1918	0	0.25	0.25	7.851	7.851
47784	578495.95	8302619.79	1918	0.25	0.5	0.25	6.446	6.446
47785	578498.35	8302619.02	1918	0	0.3	0.3	24.446	24.446
47786	578500.18	8302618.71	1918	0	0.35	0.35	13.989	13.989
47787	578502.13	8302618.31	1918	0	0.3	0.3	18.789	18.789
47788	578503.97	8302618.00	1917	0	0.26	0.26	5.143	5.143
47881	578484.09	8302619.15	1918	0	0.4	0.4	41.554	32.000
47882	578486.00	8302619.42	1918	0	0.3	0.3	3.566	3.566
47883	578486.00	8302620.08	1918	0.3	0.72	0.42	1.543	1.543
47884	578487.99	8302619.49	1918	0	0.4	0.4	5.040	5.040
4803	578324.27	8302555.77	1990	0	0.4	0.4	4.550	4.550
4805	578326.41	8302555.88	1990	0	0.5	0.5	10.149	10.149
4812	578328.40	8302556.02	1990	0	0.4	0.4	194.540	32.000
4813	578328.40	8302556.72	1990	0.4	0.6	0.2	11.949	11.949
48240	577937.61	8302596.13	1916	0	0.6	0.6	11.897	11.897
48241	577935.34	8302595.62	1916	0	0.85	0.85	14.503	14.503
48242	577933.51	8302595.66	1916	0	0.8	0.8	21.737	21.737
48243	577931.49	8302595.48	1915	0	0.85	0.85	50.400	32.000
48244	577929.48	8302595.24	1915	0	0.87	0.87	5.554	5.554
48245	577927.43	8302594.94	1915	0	1.1	1.1	7.989	7.989
48246	578536.20	8302613.98	1918	0	0.37	0.37	5.109	5.109
48247	578538.19	8302614.31	1918	0	0.45	0.45	31.749	31.749
48248	578540.14	8302614.47	1918	0	0.45	0.45	39.086	32.000
48249	578542.14	8302614.20	1918	0	0.5	0.5	2.160	2.160
48250	578544.16	8302613.87	1918	0	0.7	0.7	0.240	0.240
48251	578546.14	8302613.52	1918	0	0.35	0.35	3.909	3.909
48252	578548.14	8302613.31	1918	0	0.36	0.36	18.960	18.960
48253	578550.13	8302613.23	1918	0	0.35	0.35	2.434	2.434
4828	578330.32	8302556.28	1990	0	0.8	0.8	34.948	32.000
4832	578332.23	8302556.69	1990	0	0.9	0.9	8.200	8.200
48403	578558.33	8302610.83	1918	0	1.4	1.4	26.434	26.434
48404	578560.29	8302610.48	1918	0	1.35	1.35	0.103	0.103
48405	578562.28	8302610.33	1918	0	1.3	1.3	842.811	32.000
4844	578334.29	8302556.98	1990	0	0.7	0.7	24.249	24.249
4851	578336.21	8302557.26	1990	0	0.5	0.5	43.448	32.000
4861	578337.93	8302557.52	1990	0	0.4	0.4	23.999	23.999
4874	578339.60	8302557.68	1990	0	0.45	0.45	6.000	6.000
4888	578341.58	8302557.58	1990	0	0.65	0.65	6.550	6.550
48911	577925.50	8302594.69	1915	0	1.2	1.2	0.103	0.103
48912	577923.43	8302594.74	1915	0	0.75	0.75	0.309	0.309
48913	577923.44	8302596.06	1915	0.75	1.15	0.4	0.034	0.034
48915	577920.90	8302595.83	1915	0	0.5	0.5	0.137	0.137
48916	577918.93	8302596.14	1915	0	0.37	0.37	0.034	0.034
48917	577916.93	8302596.37	1916	0	0.22	0.22	0.000	0.000
48918	577915.00	8302596.49	1916	0	0.32	0.32	0.754	0.754
48919	577912.94	8302596.51	1916	0	0.4	0.4	0.206	0.206
48920	577910.93	8302596.65	1916	0	0.5	0.5	0.309	0.309
48967	577909.05	8302596.61	1916	0	0.45	0.45	0.994	0.994
48968	577906.93	8302596.75	1916	0	0.26	0.26	1.886	1.886
48969	577904.89	8302596.89	1916	0	0.32	0.32	0.549	0.549
48970	577902.82	8302597.15	1916	0	0.4	0.4	0.103	0.103
48971	577900.91	8302597.37	1916	0	0.44	0.44	0.206	0.206
49069	578550.92	8302613.28	1918	0	0.7	0.7	17.383	17.383
49070	578552.87	8302612.98	1918	0	0.65	0.65	34.183	34.183

49071	578554.82	8302612.32	1918	0	0.45	0.45	102.206	32.000
49072	578554.82	8302612.79	1918	0	0.5	0.5	50.811	32.000
49073	578556.57	8302611.41	1918	0	0.38	0.38	23.314	23.314
49074	578556.57	8302612.21	1918	0.38	0.88	0.5	21.257	21.257
49428	578569.96	8302609.24	1918	0	0.44	0.44	20.983	20.983
49429	578571.94	8302609.12	1918	0	0.9	0.9	260.708	32.000
49608	578567.90	8302609.36	1918	0	0.35	0.35	12.343	12.343
50078	578534.25	8302613.82	1918	0	0.25	0.25	4.800	4.800
5008	578307.69	8302555.39	1990	0	0.4	0.4	9.200	9.200
5009	578309.71	8302555.41	1990	0	0.3	0.3	109.644	32.000
5012	578311.74	8302555.02	1990	0	0.5	0.5	2.000	2.000
5013	578311.74	8302555.97	1990	0.5	0.9	0.4	79.346	32.000
50544	577961.82	8302598.29	1915	0	0.5	0.5	0.754	0.754
50545	577959.78	8302598.16	1915	0	0.45	0.45	4.149	4.149
50546	577957.85	8302598.11	1915	0	0.7	0.7	0.137	0.137
50547	577957.84	8302599.36	1915	0.7	1.2	0.5	0.034	0.034
50548	577955.90	8302598.11	1915	0	0.6	0.6	0.206	0.206
50549	577955.90	8302599.31	1915	0.6	1.2	0.6	0.549	0.549
50579	577953.82	8302598.01	1915	0	0.2	0.2	0.857	0.857
50580	577953.82	8302598.36	1915	0	0.5	0.5	1.611	1.611
50581	577951.51	8302598.10	1915	0	0.5	0.5	2.091	2.091
50582	577949.83	8302597.69	1915	0	0.5	0.5	13.200	13.200
50660	577947.46	8302597.33	1915	0.2	0.7	0.5	1.097	1.097
50661	577947.46	8302596.78	1915	0	0.2	0.2	49.200	32.000
50662	577945.44	8302597.05	1915	0.32	0.72	0.4	0.891	0.891
50663	577945.44	8302596.37	1915	0	0.32	0.32	24.754	24.754
50664	577943.42	8302596.52	1915	0	0.55	0.55	8.400	8.400
50665	577941.37	8302596.32	1915	0	0.44	0.44	3.051	3.051
50666	577939.38	8302596.34	1915	0	0.47	0.47	3.291	3.291
50987	578527.72	8302615.09	1918	0	0.82	0.82	24.000	24.000
50988	578529.73	8302614.52	1918	0	0.77	0.77	106.457	32.000
50989	578531.65	8302614.18	1918	0	0.7	0.7	37.097	32.000
50993	577965.70	8302597.97	1915	0	0.37	0.37	3.840	3.840
50994	577963.66	8302598.24	1915	0	0.45	0.45	3.291	3.291
51016	577971.85	8302596.96	1915	0	0.37	0.37	2.434	2.434
51017	577971.85	8302597.87	1915	0.37	1.07	0.7	2.263	2.263
51018	577971.85	8302599.11	1915	1.07	1.47	0.4	81.908	32.000
51019	577969.73	8302597.03	1915	0	0.5	0.5	1.543	1.543
51020	577969.73	8302598.13	1915	0.5	1.2	0.7	0.411	0.411
51021	577969.73	8302599.39	1915	1.2	1.6	0.4	2.400	2.400
51039	577967.71	8302596.34	1915	0	0.5	0.5	0.891	0.891
51040	577967.71	8302597.34	1915	0.5	1	0.5	0.343	0.343
51041	577967.71	8302598.74	1915	1	2.3	1.3	32.640	32.640
51162	577982.04	8302598.70	1915	0	0.5	0.5	1.543	1.543
51163	577982.04	8302599.62	1915	0.5	0.85	0.35	0.240	0.240
51164	577982.04	8302600.30	1915	0.85	1.15	0.3	5.897	5.897
51165	577979.97	8302598.31	1915	0	0.2	0.2	31.337	31.337
51166	577977.98	8302597.96	1915	0	0.27	0.27	0.034	0.034
51167	577977.98	8302598.45	1915	0.27	0.44	0.17	15.274	15.274
51255	578564.21	8302609.83	1918	0	0.6	0.6	1.611	1.611
51256	578566.22	8302609.55	1918	0	0.22	0.22	133.337	32.000
51363	577985.94	8302599.56	1915	0	0.5	0.5	0.994	0.994
51364	577985.94	8302600.51	1915	0.5	0.9	0.4	1.886	1.886
51365	577983.86	8302598.91	1915	0	0.4	0.4	1.543	1.543
51366	577983.86	8302599.77	1915	0.4	0.9	0.5	2.263	2.263
51496	578515.30	8302614.49	1918	0	0.4	0.4	43.097	32.000
51623	578506.15	8302617.26	1917	0	0.25	0.25	4.903	4.903
51624	578507.91	8302616.66	1917	0	0.4	0.4	4.251	4.251
51625	578509.81	8302615.93	1917	0	0.45	0.45	171.634	32.000
51626	578511.61	8302615.15	1919	0	0.35	0.35	3.086	3.086
51627	578513.45	8302614.73	1918	0	0.4	0.4	2.537	2.537
5173	578313.73	8302555.04	1990	0	0.6	0.6	9.949	9.949
5174	578315.72	8302555.01	1990	0	0.55	0.55	10.749	10.749

5175	578317.70	8302554.90	1990	0	0.6	0.6	18.349	18.349
5189	578319.74	8302554.97	1990	0	0.55	0.55	2.600	2.600
52171	578583.72	8302607.31	1918	0	0.38	0.38	2.983	2.983
52173	578585.76	8302607.25	1918	0	0.35	0.35	0.994	0.994
52666	578587.68	8302607.54	1918	0	0.3	0.3	3.909	3.909
52693	578591.53	8302608.14	1919	0	0.22	0.22	20.400	20.400
52694	578591.53	8302608.60	1919	0.22	0.46	0.24	1.063	1.063
52842	578589.66	8302608.04	1918	0	0.27	0.27	61.611	32.000
53191	578595.52	8302609.32	1919	0	0.3	0.3	3.394	3.394
53271	578593.54	8302608.84	1919	0	0.56	0.56	13.646	13.646
53364	578597.45	8302609.56	1918	0	0.33	0.33	38.846	32.000
53459	578600.05	8302609.80	1918	0	0.4	0.4	44.949	32.000
53491	578602.07	8302610.04	1918	0	1.1	1.1	0.720	0.720
53631	578606.06	8302609.74	1918	0	1.05	1.05	18.240	18.240
5434	578347.65	8302557.27	1990	0	0.4	0.4	31.198	31.198
5435	578349.59	8302557.03	1990	0	0.5	0.5	13.449	13.449
54428	578612.91	8302609.62	1918	0	0.5	0.5	0.583	0.583
54456	578614.59	8302608.30	1918	0	0.6	0.6	0.514	0.514
54514	578610.96	8302609.91	1918	0	0.45	0.45	1.234	1.234
5452	578351.73	8302556.55	1990	0	0.3	0.3	7.400	7.400
5467	578353.68	8302556.17	1990	0	0.8	0.8	6.900	6.900
5478	578356.10	8302555.88	1990	0	0.85	0.85	4.500	4.500
56838	577831.38	8302575.53	1916	0	0.3	0.3	3.050	3.050
56839	577831.38	8302576.10	1916	0.3	0.5	0.2	1.750	1.750
56840	577829.44	8302575.09	1916	0	0.4	0.4	105.000	32.000
56841	577827.18	8302573.92	1916	0	0.35	0.35	128.000	32.000
56842	577825.49	8302573.14	1916	0	0.3	0.3	8.500	8.500
56843	577823.56	8302572.53	1916	0	0.5	0.5	46.500	32.000
56844	577821.53	8302572.31	1916	0	0.25	0.25	2.350	2.350
56845	577819.49	8302572.85	1916	0	0.25	0.25	1.900	1.900
56846	577817.53	8302573.11	1916	0	0.25	0.25	31.250	31.250
57014	577870.94	8302585.12	1916	0	0.5	0.5	0.103	0.103
57015	577869.03	8302584.92	1916	0	0.4	0.4	0.034	0.034
57016	577866.48	8302584.51	1916	0	0.25	0.25	0.000	0.000
57017	577865.41	8302584.16	1916	0	0.25	0.25	0.000	0.000
57018	577863.53	8302583.49	1916	0	0.25	0.25	0.103	0.103
57019	577861.63	8302582.69	1916	0	0.25	0.25	0.034	0.034
57020	577859.75	8302582.16	1916	0	0.3	0.3	0.789	0.789
57021	577858.62	8302581.68	1916	0	0.5	0.5	0.858	0.858
57022	577856.73	8302581.01	1916	0	0.25	0.25	0.103	0.103
57023	577854.85	8302580.34	1916	0	0.6	0.6	5.420	5.420
57024	577852.92	8302579.84	1916	0	0.25	0.25	4.802	4.802
57025	577850.97	8302579.31	1916	0	0.25	0.25	3.293	3.293
5708	578358.47	8302555.87	1990	0	0.7	0.7	9.749	9.749
57093	577849.02	8302578.81	1916	0	0.25	0.25	2.800	2.800
57094	577847.05	8302578.35	1916	0	0.33	0.33	42.150	32.000
57138	577841.15	8302577.45	1916	0	0.25	0.25	136.000	32.000
57139	577839.13	8302577.20	1916	0	0.25	0.25	6.950	6.950
57140	577837.21	8302576.85	1916	0	0.25	0.25	1.200	1.200
57141	577833.28	8302576.06	1916	0	0.25	0.25	17.100	17.100
57142	577833.28	8302576.56	1916	0.25	0.5	0.25	2.700	2.700
57223	577845.07	8302578.10	1916	0	0.35	0.35	1.800	1.800
57224	577843.11	8302577.77	1916	0	0.2	0.2	2.700	2.700
5729	577999.46	8302536.03	1989	0	0.35	0.35	1.300	1.300
5730	578003.51	8302535.78	1989	0	0.25	0.25	0.650	0.650
5731	578011.75	8302536.08	1989	0	0.4	0.4	0.050	0.050
5732	578015.69	8302536.86	1989	0	0.35	0.35	34.098	34.098
5733	578019.64	8302537.35	1989	0	0.4	0.4	9.999	9.999
5734	578023.55	8302537.97	1988	0	0.2	0.2	4.850	4.850
5735	578027.56	8302538.91	1988	0	0.4	0.4	28.698	28.698
5736	578027.56	8302539.66	1988	0.4	0.7	0.3	7.900	7.900
5737	578031.53	8302539.54	1988	0	0.4	0.4	83.896	32.000
5738	578035.51	8302539.76	1989	0	0.3	0.3	54.497	32.000



5739	578039.43	8302540.26	1989	0	0.25	0.25	0.450	0.450
5740	578043.38	8302541.43	1989	0	0.4	0.4	0.200	0.200
5741	578047.33	8302541.80	1989	0	0.3	0.3	1.050	1.050
5742	578047.33	8302542.35	1989	0.3	0.5	0.2	18.949	18.949
5743	578055.20	8302543.77	1989	0	0.3	0.3	24.949	24.949
5744	578063.18	8302545.18	1989	0	0.4	0.4	11.149	11.149
5745	578067.08	8302545.42	1989	0	0.6	0.6	156.442	32.000
5746	578071.05	8302545.50	1989	0	0.5	0.5	38.998	32.000
5747	578075.16	8302545.75	1989	0	0.4	0.4	51.997	32.000
5748	578090.85	8302548.11	1989	0	0.25	0.25	10.099	10.099
5749	578094.91	8302549.33	1989	0	0.2	0.2	3.150	3.150
5750	578098.55	8302550.37	1989	0	0.3	0.3	0.250	0.250
5751	578102.41	8302551.29	1989	0	0.35	0.35	5.300	5.300
5752	578106.25	8302552.39	1989	0	0.4	0.4	15.899	15.899
5753	578110.20	8302552.66	1989	0	0.5	0.5	1.950	1.950
5754	578114.23	8302553.31	1989	0	0.3	0.3	0.200	0.200
5755	578118.12	8302554.00	1989	0	0.4	0.4	0.150	0.150
5756	578122.04	8302555.00	1989	0	0.6	0.6	0.750	0.750
5757	578126.01	8302555.86	1990	0	0.5	0.5	0.650	0.650
5758	578129.98	8302555.71	1990	0	0.2	0.2	1.000	1.000
5759	578133.96	8302556.28	1990	0	0.2	0.2	0.850	0.850
5760	578142.00	8302557.12	1990	0	0.6	0.6	54.947	32.000
5761	578145.88	8302557.44	1990	0	0.5	0.5	3.950	3.950
5762	578149.92	8302557.56	1990	0	0.5	0.5	1.450	1.450
5763	578153.91	8302557.73	1989	0	0.35	0.35	1.200	1.200
5764	578157.90	8302557.82	1989	0	0.3	0.3	1.550	1.550
5765	578165.89	8302557.53	1989	0	0.4	0.4	0.100	0.100
5766	578169.87	8302557.38	1989	0	0.3	0.3	0.100	0.100
5767	578173.86	8302557.07	1989	0	0.3	0.3	37.998	32.000
5768	578185.86	8302557.25	1990	0	0.45	0.45	24.299	24.299
5769	578189.87	8302557.65	1990	0	0.3	0.3	6.300	6.300
5770	578193.80	8302558.44	1990	0	0.2	0.2	0.050	0.050
5771	578197.83	8302558.71	1990	0	0.3	0.3	1.250	1.250
5772	578201.80	8302559.08	1990	0	0.25	0.25	2.150	2.150
5773	578205.82	8302559.10	1990	0	0.5	0.5	2.050	2.050
5774	578209.81	8302559.33	1990	0	0.6	0.6	2.500	2.500
5775	578213.76	8302559.82	1990	0	0.65	0.65	2.200	2.200
5776	578217.78	8302560.04	1990	0	0.6	0.6	1.000	1.000
5777	578221.81	8302559.79	1990	0	0.6	0.6	0.450	0.450
5860	578240.74	8302558.33	1990	0	0.2	0.2	24.299	24.299
5861	578244.73	8302558.16	1990	0	0.55	0.55	46.198	32.000
5862	578252.71	8302558.04	1990	0	0.3	0.3	17.599	17.599
5863	578256.81	8302558.00	1990	0	0.4	0.4	128.993	32.000
5864	578264.73	8302557.78	1990	0	0.5	0.5	27.199	27.199
5865	578268.65	8302557.53	1990	0	0.4	0.4	41.098	32.000
5866	578272.66	8302557.16	1990	0	0.4	0.4	2.400	2.400
5867	578276.60	8302556.85	1990	0	0.5	0.5	11.799	11.799
6401	578030.45	8302573.67	1954	0	0.3	0.3	1.400	1.400
6402	578030.45	8302574.57	1954	0.3	0.8	0.5	4.200	4.200
6403	578032.46	8302573.36	1954	0	0.75	0.75	9.100	9.100
6404	578032.46	8302574.56	1954	0.75	0.9	0.15	0.000	0.000
6413	578034.47	8302572.74	1954	0	0.6	0.6	192.790	32.000
6429	578036.47	8302572.81	1954	0	0.6	0.6	123.044	32.000
6466	578038.47	8302572.55	1954	0	0.6	0.6	107.344	32.000
6491	578040.47	8302572.90	1954	0	0.35	0.35	19.899	19.899
6513	578042.47	8302573.04	1954	0	0.3	0.3	2.100	2.100
6514	578044.45	8302573.61	1954	0.3	0.65	0.35	9.649	9.649
6515	578046.41	8302573.98	1954	0	0.8	0.8	5.000	5.000
6520	578471.75	8302548.75	1991	0	0.4	0.4	10.949	10.949
6521	578473.69	8302548.80	1991	0	0.4	0.4	1.750	1.750
6522	578475.85	8302548.75	1991	0	0.35	0.35	2.400	2.400
6523	578477.78	8302548.64	1991	0	0.4	0.4	80.646	32.000
6524	578479.83	8302548.45	1991	0	0.3	0.3	4.650	4.650

6525	578479.83	8302549.10	1991	0.3	0.7	0.4	9.549	9.549
6526	578481.83	8302548.21	1991	0	0.5	0.5	57.247	32.000
6527	578483.83	8302547.88	1991	0	0.6	0.6	25.199	25.199
6535	578048.70	8302575.03	1954	0	0.5	0.5	2.650	2.650
6536	578048.70	8302575.88	1954	0.5	0.7	0.2	10.849	10.849
6537	578485.83	8302547.81	1991	0	0.45	0.45	14.149	14.149
6560	578050.67	8302574.98	1954	0	0.7	0.7	0.300	0.300
6561	578050.67	8302576.30	1954	0.7	1.1	0.4	24.749	24.749
6564	578487.83	8302547.74	1991	0	0.6	0.6	47.298	32.000
6565	578489.83	8302547.34	1991	0	0.8	0.8	10.599	10.599
6569	578052.79	8302575.50	1954	0	0.4	0.4	13.799	13.799
6570	578052.79	8302576.22	1954	0.4	0.65	0.25	1.150	1.150
6575	578054.99	8302575.99	1954	0	0.4	0.4	33.698	33.698
6576	578491.83	8302546.71	1991	0	1	1	9.350	9.350
6577	578493.83	8302546.00	1991	0	1	1	23.699	23.699
6578	578495.83	8302544.77	1991	0	0.8	0.8	300.634	32.000
6580	578056.94	8302576.31	1954	0	0.4	0.4	57.797	32.000
6583	578497.83	8302543.14	1991	0	0.9	0.9	22.349	22.349
6589	578499.83	8302542.20	1991	0	1.2	1.2	29.998	29.998
6590	578059.61	8302577.07	1954	0	0.6	0.6	25.449	25.449
6591	578061.60	8302576.79	1954	0	0.5	0.5	42.248	32.000
6592	578061.60	8302577.84	1954	0.5	1.1	0.6	1.450	1.450
6593	578063.58	8302576.78	1954	0	0.9	0.9	19.349	19.349
6594	578063.58	8302578.33	1954	0.9	1.3	0.4	1.600	1.600
6598	578501.83	8302541.80	1991	0	0.8	0.8	66.647	32.000
6610	578538.00	8302543.14	1991	0	0.75	0.75	13.549	13.549
6611	578539.96	8302543.10	1991	0	0.55	0.55	17.849	17.849
6632	578541.37	8302542.88	1991	0	0.45	0.45	23.499	23.499
6633	578543.34	8302542.64	1991	0	0.6	0.6	11.699	11.699
6634	577978.54	8302567.14	1954	0	0.5	0.5	14.799	14.799
6635	577980.55	8302567.24	1954	0	0.7	0.7	120.294	32.000
6638	578545.28	8302542.30	1991	0	0.85	0.85	19.049	19.049
6639	578547.27	8302542.08	1991	0	0.95	0.95	38.548	32.000
6640	577976.53	8302567.10	1954	0	0.6	0.6	28.399	28.399
6642	578549.25	8302541.81	1991	0	0.8	0.8	34.948	32.000
6655	578551.23	8302541.43	1991	0	0.65	0.65	74.546	32.000
6656	578553.15	8302541.26	1991	0	0.75	0.75	55.847	32.000
6657	577974.56	8302567.18	1954	0	0.4	0.4	123.794	32.000
6659	577972.71	8302567.01	1954	0	0.42	0.42	62.047	32.000
6660	578555.13	8302541.21	1991	0	0.8	0.8	21.749	21.749
6669	578557.09	8302540.27	1991	0	0.45	0.45	12.249	12.249
6676	578559.14	8302539.33	1991	0	0.35	0.35	32.248	32.248
6679	578561.26	8302538.52	1991	0	0.5	0.5	90.995	32.000
6680	578561.26	8302539.37	1991	0.5	0.7	0.2	3.850	3.850
6683	578562.93	8302537.37	1991	0	0.45	0.45	41.348	32.000
6686	577970.58	8302567.30	1954	0	0.25	0.25	734.312	32.000
6687	577968.59	8302567.53	1954	0	0.25	0.25	88.145	32.000
6695	578564.44	8302536.40	1991	0	0.75	0.75	168.291	32.000
6696	578565.96	8302535.21	1991	0	0.5	0.5	14.799	14.799
7156	578386.86	8302554.27	1991	0	0.4	0.4	11.149	11.149
7160	578389.41	8302553.93	1990	0	0.2	0.2	9.450	9.450
7161	578389.41	8302554.43	1990	0.2	0.6	0.4	0.750	0.750
7162	578391.36	8302554.14	1990	0	1.4	1.4	3.400	3.400
7174	578393.32	8302553.73	1990	0	0.2	0.2	34.798	32.000
7175	578393.32	8302554.23	1990	0.2	0.6	0.4	36.848	32.000
7252	578382.88	8302554.53	1991	0	0.3	0.3	16.699	16.699
7253	578382.88	8302555.06	1991	0.3	0.45	0.15	28.299	28.299
7254	578382.88	8302555.43	1991	0.45	0.75	0.3	0.150	0.150
7292	578384.88	8302554.20	1991	0	0.25	0.25	2.400	2.400
7293	578384.88	8302554.70	1991	0.25	0.5	0.25	1.150	1.150
7294	578384.88	8302555.18	1991	0.5	0.7	0.2	0.150	0.150
7478	578368.93	8302555.14	1991	0	0.5	0.5	1.150	1.150
7479	578370.94	8302555.18	1991	0	0.55	0.55	0.550	0.550

7480	578372.93	8302555.33	1991	0	1	1	0.950	0.950
7496	578003.62	8302571.99	1954	0	0.1	0.1	13.699	13.699
7500	578386.86	8302554.89	1991	0.4	0.7	0.3	3.000	3.000
7513	578366.95	8302555.35	1991	0	0.6	0.6	65.497	32.000
7583	578380.89	8302555.05	1991	0	0.6	0.6	9.549	9.549
7584	578380.89	8302556.02	1991	0.6	0.74	0.14	62.197	32.000
7585	578378.90	8302555.16	1991	0	0.62	0.62	22.399	22.399
7586	578376.92	8302555.20	1991	0	0.75	0.75	58.097	32.000
7587	578374.89	8302555.39	1991	0	1.06	1.06	1.100	1.100
7724	578360.88	8302555.68	1991	0	0.4	0.4	31.048	31.048
7725	578362.88	8302555.45	1991	0	0.4	0.4	76.996	32.000
7789	578364.89	8302555.43	1990	0	0.6	0.6	14.449	14.449
8098	577966.59	8302567.28	1954	0	0.45	0.45	149.242	32.000
8099	577964.59	8302566.89	1954	0	0.35	0.35	215.989	32.000
8122	578395.37	8302553.79	1990	0	0.35	0.35	71.196	32.000
8123	578397.35	8302553.52	1990	0	0.3	0.3	27.199	27.199
8124	578399.35	8302553.47	1990	0	0.5	0.5	1.650	1.650
8125	578401.35	8302553.36	1990	0	0.45	0.45	11.399	11.399
8126	578403.33	8302553.50	1990	0	0.55	0.55	7.500	7.500
8147	578405.35	8302553.28	1990	0	0.5	0.5	5.850	5.850
8148	578407.31	8302553.27	1990	0	0.3	0.3	7.400	7.400
8339	578409.30	8302553.18	1990	0	0.2	0.2	15.649	15.649
8379	578411.45	8302553.49	1990	0	0.5	0.5	7.050	7.050
8380	578413.38	8302553.19	1990	0	0.4	0.4	3.750	3.750
8381	578415.37	8302552.95	1990	0	0.4	0.4	29.598	29.598
8382	578417.41	8302553.06	1990	0	0.4	0.4	27.899	27.899
8383	578419.28	8302553.51	1990	0	0.9	0.9	289.935	32.000
8384	578421.43	8302553.34	1991	0	0.8	0.8	10.799	10.799
8607	578425.39	8302552.91	1991	0	0.5	0.5	18.799	18.799
8608	578425.39	8302553.91	1991	0.5	1	0.5	0.550	0.550
8610	578423.52	8302553.11	1991	0	1.1	1.1	3.080	3.080
8649	578427.06	8302552.76	1991	0	0.5	0.5	84.996	32.000
8650	578429.07	8302551.84	1991	0	0.45	0.45	60.450	32.000
8660	578430.95	8302551.02	1991	0	0.5	0.5	46.098	32.000
8682	578432.79	8302550.60	1991	0	0.75	0.75	14.199	14.199
8708	578434.82	8302550.41	1991	0	0.6	0.6	44.698	32.000
8715	578437.41	8302549.97	1991	0	0.3	0.3	2.700	2.700
8723	578439.41	8302550.10	1991	0	0.35	0.35	10.849	10.849
8724	578014.76	8302573.21	1954	0	0.35	0.35	4.650	4.650
8725	578441.37	8302550.04	1991	0	0.7	0.7	13.549	13.549
8734	578016.63	8302573.75	1954	0	0.2	0.2	49.697	32.000
8737	578443.52	8302549.55	1991	0	0.6	0.6	6.550	6.550
8738	578443.52	8302550.65	1991	0.6	1	0.4	5.400	5.400
8775	578445.53	8302549.40	1991	0	0.45	0.45	7.350	7.350
8776	578447.55	8302549.27	1991	0	0.5	0.5	0.854	0.854
8777	578018.56	8302574.15	1954	0	0.5	0.5	57.297	32.000
8784	578020.46	8302574.50	1954	0	0.45	0.45	104.245	32.000
8788	578449.50	8302549.21	1991	0	0.5	0.5	21.749	21.749
8792	578022.57	8302574.44	1954	0	0.6	0.6	5.750	5.750
8796	578024.55	8302574.13	1954	0	0.45	0.45	21.449	21.449
8910	578455.65	8302549.15	1991	0	0.5	0.5	93.395	32.000
8911	578453.54	8302549.12	1991	0	0.45	0.45	72.946	32.000
8912	578451.58	8302549.10	1991	0	0.4	0.4	32.598	32.598
8913	578026.47	8302574.10	1954	0	0.9	0.9	6.350	6.350
8949	578457.56	8302549.19	1991	0	0.65	0.65	6.350	6.350
8950	578459.59	8302548.96	1991	0	0.35	0.35	8.350	8.350
8957	578461.59	8302548.94	1991	0	0.45	0.45	12.449	12.449
8959	578463.64	8302548.77	1991	0	0.3	0.3	4.300	4.300
9199	578028.47	8302574.12	1954	0	0.15	0.15	0.300	0.300
9200	578028.47	8302574.47	1954	0.15	0.4	0.25	17.349	17.349
9302	578090.16	8302579.10	1954	0	1	1	11.849	11.849
9312	578092.15	8302579.34	1954	0	0.15	0.15	3.350	3.350
9380	578001.63	8302571.26	1954	0	0.4	0.4	0.200	0.200

9381	578001.63	8302572.31	1954	0.4	1.3	0.9	103.795	32.000
9382	578001.63	8302573.89	1954	1.3	1.45	0.15	7.000	7.000
9383	577999.73	8302571.25	1954	0	0.8	0.8	0.150	0.150
9385	577999.73	8302572.75	1954	0.8	1	0.2	170.191	32.000
9386	577997.86	8302571.07	1954	0	0.22	0.22	29.398	29.398
9387	577995.97	8302570.11	1954	0	0.1	0.1	8.600	8.600
9388	577994.12	8302569.35	1954	0	0.2	0.2	6.800	6.800
9389	577992.20	8302568.84	1954	0	0.4	0.4	24.999	24.999
9390	577990.19	8302567.99	1954	0	0.45	0.45	4.600	4.600
9391	577988.34	8302567.37	1954	0	0.2	0.2	6.050	6.050
9392	577988.34	8302568.04	1954	0.2	0.85	0.65	0.050	0.050
9393	577986.54	8302567.32	1954	0	0.85	0.85	6.800	6.800
9394	577984.52	8302567.10	1954	0	0.6	0.6	0.350	0.350
9395	577982.51	8302567.16	1954	0	0.75	0.75	14.399	14.399
9508	578503.83	8302541.36	1991	0	0.75	0.75	5.050	5.050
9510	578065.58	8302577.49	1954	0	0.75	0.75	27.449	27.449
9511	578065.58	8302578.74	1954	0.75	1	0.25	1.100	1.100
9512	578067.56	8302577.50	1954	0	0.8	0.8	2.850	2.850
9513	578067.56	8302578.85	1954	0.8	1.1	0.3	0.450	0.450
9515	578505.83	8302540.79	1991	0	0.9	0.9	15.699	15.699
9518	578071.56	8302577.33	1954	0	1.35	1.35	43.698	32.000
9519	578071.56	8302579.53	1954	1.35	1.7	0.35	12.049	12.049
9520	578073.49	8302576.87	1954	0	1.3	1.3	6.050	6.050
9521	578073.49	8302578.20	1954	1.3	1.75	0.45	96.595	32.000
9526	578507.83	8302540.26	1991	0	0.6	0.6	13.749	13.749
9527	578509.83	8302539.79	1991	0	0.5	0.5	4.250	4.250
9528	578075.46	8302576.36	1954	0	0.8	0.8	8.950	8.950
9529	578075.46	8302576.94	1954	0	0.35	0.35	208.739	32.000
9536	578077.45	8302576.11	1954	0	0.5	0.5	21.849	21.849
9537	578079.40	8302575.78	1954	0	0.7	0.7	34.248	34.248
9543	578081.42	8302575.92	1954	0	0.95	0.95	60.147	32.000
9544	578083.41	8302576.37	1954	0	1	1	28.848	28.848
9545	578085.38	8302576.72	1954	0	0.65	0.65	97.995	32.000
9546	578087.21	8302577.65	1954	0	0.4	0.4	54.597	32.000
9547	578087.21	8302578.33	1954	0.4	0.55	0.15	1.000	1.000
9548	578511.83	8302539.36	1991	0	0.6	0.6	3.600	3.600
9549	578513.83	8302539.04	1991	0	0.25	0.25	11.299	11.299
9550	578515.83	8302538.96	1991	0	0.3	0.3	3.500	3.500
9558	578517.83	8302538.83	1991	0	0.35	0.35	54.697	32.000
9559	578519.83	8302538.87	1991	0	0.25	0.25	26.949	26.949
9560	578521.83	8302539.52	1991	0	0.2	0.2	34.298	32.000
9561	578521.83	8302539.92	1991	0.2	0.4	0.2	53.047	32.000
9576	578523.83	8302539.24	1991	0	0.2	0.2	3.900	3.900
9577	578523.83	8302539.64	1991	0.2	0.4	0.2	22.899	22.899
9578	578525.83	8302538.83	1991	0	0.2	0.2	23.349	23.349
9579	578525.83	8302539.38	1991	0.2	0.7	0.5	5.750	5.750
9580	578088.58	8302578.10	1954	0	0.1	0.1	1.400	1.400
9592	578527.83	8302538.43	1991	0	0.3	0.3	52.997	32.000
9593	578529.82	8302537.83	1991	0	0.3	0.3	7.350	7.350
9822	578094.01	8302580.69	1954	0	0.3	0.3	5.700	5.700
9828	578096.01	8302581.79	1954	0	0.65	0.65	7.200	7.200
9829	578098.03	8302582.37	1954	0	0.35	0.35	12.249	12.249
9863	578099.97	8302582.67	1954	0	0.17	0.17	67.646	32.000
9866	578101.88	8302583.30	1954	0	0.68	0.68	49.697	32.000
9876	578105.80	8302584.31	1954	0	0.75	0.75	63.647	32.000
9877	578593.78	8302527.55	1991	0	0.75	0.75	47.997	32.000
9878	578595.78	8302527.34	1991	0	0.7	0.7	10.599	10.599
9879	578107.67	8302584.92	1954	0	0.2	0.2	191.190	32.000
9880	578597.61	8302526.58	1992	0	0.2	0.2	28.998	28.998
9887	578601.64	8302526.25	1992	0	0.25	0.25	11.799	11.799
9893	578602.80	8302526.27	1992	0	0.7	0.7	18.899	18.899
9895	578599.60	8302526.72	1992	0	1	1	1.750	1.750