



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



CARACTERIZACIÓN GEOECONÓMICA DEL PROYECTO
MINERO DORADO 298, VETASPATA, SINA, PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. DENNIS ERNESTO AGUILAR FUENTES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO - PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**CARACTERIZACIÓN GEOECONÓMICA DE
L PROYECTO MINERO DORADO 298, VET
ASPATA, SINA, PUNO**

AUTOR

DENNIS ERNESTO AGUILAR FUENTES

RECuento de PALABRAS

19479 Words

RECuento DE CARACTERES

115052 Characters

RECuento DE PÁGINAS

124 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.6MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 25, 2024 1:08 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 25, 2024 1:09 PM GMT-5

● 7% de similitud general

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

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


Jorge Florencio Clerena Peredo
ING. GEOLOGO
REG. CIP. N° 84580



Resumen



DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a dios, por haberme concedido la gracia de la vida, a mi madre Hilda Elena y mi padre Juan Ernesto, con todo mi amor y gratitud, por siempre estar a mi lado, por sus consejos que me forjaron como persona y darme siempre su amor y apoyo incondicional, a mi esposa Sonia Cristina y mi hijo Santiago Alonso, por todo su apoyo y amor, en los malos y buenos momentos, por siempre estar a mi lado.

Dennis Ernesto Aguilar Fuentes



AGRADECIMIENTOS

Le doy las gracias primeramente a Dios, por haberme acompañado con su gracia en toda mi existencia hasta el día de hoy, por brindarme la felicidad y poner en mi camino a personas tan maravillosas.

Le doy las gracias a mis padres Elena y Juan Ernesto, por haberme brindado el apoyo incondicional a lo largo de mi existencia, por los valores que me inculcaron y por hacer ese gran esfuerzo de darme la educación, comprensión, enseñanzas y recomendaciones que las llevaré conmigo el resto de mi vida.

Mi sincero agradecimiento a la Empresa Minera GRUPO VOL COMPANY UNION S.A.C., donde se pudo realizar el presente proyecto, un agradecimiento especial al Ingeniero Luis Alberto Aguilar Calla presidente del directorio y a todos los trabajadores de la Empresa Minera, gracias a ellos quienes permitieron mi residencia en esta Empresa

Mi sincero agradecimiento a mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, a mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, quienes con su experiencia, conocimiento y enseñanzas impartidas durante mis años formativos enriquecieron mi formación como profesional.

Dennis Ernesto Aguilar Fuentes



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	19
ABSTRACT.....	20
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.1.1. Problema general.....	21
1.1.2. Problemas específicos	21
1.2. JUSTIFICACIÓN	22
1.3. HIPÓTESIS	23
1.3.1. Hipótesis general	23
1.3.2. Hipótesis específicas	23
1.4. OBJETIVOS.....	23
1.4.1. Objetivo general	23
1.4.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LA LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	24



2.2. MARCO TEORICO	26
2.2.1. Yacimiento	26
2.2.2. Mineralogía	27
2.2.3. Mineral de mena.....	27
2.2.4. Mineral de ganga.....	27
2.2.5. Veta	27
2.2.6. Mina	27
2.2.7. Paragénesis	28
2.2.8. Zoneamiento.....	28
2.2.9. Muestra.....	29
2.2.10. Muestreo.....	29
2.2.10.1. Métodos de muestreo.....	29
2.2.11. Planos de muestreo.....	31
2.2.12. Ley de mineral	32
2.2.13. Control de calidad	32
2.2.14. Dilución.....	32
2.2.15. Recursos minerales	33
2.2.16. Estimación de recursos y reservas minerales	33
2.2.17. Criterios de clasificación.....	33
2.2.17.1. Código JORC.....	33
2.2.18. Clasificación de los recursos minerales	34
2.2.18.1. Por la certeza geológica	34
2.2.18.1.1. Recurso mineral medido	34
2.2.18.1.2. Recurso mineral indicado.....	35
2.2.18.1.3. Recurso mineral inferido.....	35



2.2.18.2. Por su valor o utilidad	36
2.2.18.2.1. Mineral de mena.....	36
2.2.18.3.1. Blocks eventualmente accesibles	36
2.2.19. Volumen y tonelaje de block.....	36
2.2.19.1. Cálculo del área	36
2.2.19.2. Cálculo del volumen	36
2.2.19.3. Peso específico.....	37
2.2.19.4. Cálculo del tonelaje	37
2.2.20. Ancho de minado y ancho promedio.....	37
2.2.21. Determinación de la ley promedio	37
2.2.22. Factores de dilución y castigo	38
2.2.23. Base de datos	38
2.2.24. Fallas	38
2.2.24.1. Fallas normales	39
2.2.24.2. Fallas inversas.....	39
2.2.24.3. Fallas de rumbo.....	39
2.2.24.4. Sistemas de fracturamiento y cizalla	40
2.2.24.4.1. Modelo de Riedel	40
2.2.25. Pliegues	42
2.2.25.1. Pliegues anticlinales.....	42
2.2.25.2. Pliegues sinclinales	42
2.2.26. Yacimientos orogénicos	43
2.2.27. Alteraciones hidrotermales.....	44
2.2.27.1. Tipos de alteraciones	45
2.2.27.1.1. Alteración supergena.....	45



2.2.27.1.2. Alteración hipógena	46
2.2.28. Geología regional	46
2.2.28.1. Grupo San José	47
2.2.28.1.1. Formación Iparo (Oi-I).....	47
2.2.28.1.2. Formación Purumpata (Oi-P).....	47
2.2.28.2. Formación Sandia (Os-S)	48
2.2.28.3. Formación Ananea (Os-A)	48
2.2.28.4. Depósitos cuaternarios.....	49
2.2.28.4.1. Depósitos morrénicos (Q-m).....	49
2.2.28.4.2. Depósitos aluviales (Q-al).....	49
2.2.29. Metalogenia.....	50
2.2.29.1. Franja de oro en rocas metasedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico.....	50
2.2.30. Geología estructural regional	52
2.2.30.1. Fallas regionales	52

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	54
3.1.1. Población y Muestra.....	54
3.1.2. Técnicas de la investigación.....	54
3.1.3. Instrumentos de recolección de datos	55
3.1.3.1. Recursos humanos	55
3.1.3.2. Materiales de trabajo.....	55
3.1.3.3. Materiales de escritorio.....	56
3.1.4. Procedimiento de trabajo.....	56



3.1.4.1.	Recopilación de la información y revisión bibliográfica.....	56
3.1.4.2.	Trabajos de campo.....	56
3.1.4.2.1.	Cartografiado geológico.....	56
3.1.4.2.2.	Muestreo.....	57
3.1.4.2.2.1.	Muestreo por canales.....	57
3.1.4.2.2.2.	Cantidad de la muestra.....	58
3.1.5.	Procesamiento de la información.....	59
3.1.5.1.	Estimación de recursos y reservas minerales.....	59
3.1.5.2.	Estudio mineragráfico.....	59

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DE LA AREA DE INVESTIGACIÓN

4.1.	UBICACIÓN.....	60
4.2.	ACCESIBILIDAD.....	60
4.3.	CLIMA.....	61
4.4.	HIDROLOGÍA.....	61
4.5.	VEGETACIÓN.....	61
4.6.	GEOMORFOLOGIA.....	61
4.6.1.	Unidades geomorfológicas.....	62
4.6.1.1.	Sistema montañoso.....	62
4.6.1.1.1.	Colinas altas (M-Ca).....	62
4.6.1.1.2.	Colinas medias (M-Cm).....	62
4.6.1.1.3.	Colinas bajas (M- Cb).....	62
4.6.1.1.4.	Escarpes (M-E).....	62
4.6.1.2.	Sistema fluvial.....	63
4.6.1.2.1.	Valles en V (F- Vv).....	63



4.6.1.2.2. Bofedales (F-B).....	63
4.6.1.2.3. Drenaje (F-D).....	63
4.6.1.3. Sistema glaciar.....	64
4.6.1.3.1. Valles en U (G-Vu).....	64
4.7. GEOLOGIA LOCAL	64
4.7.1. Formación Sandia (OS-S).....	65
4.7.2. Depósitos cuaternarios	67
4.7.2.1. Depósitos glaciofluviales (Qp-gf).....	67
4.7.2.2. Depósitos morrénicos (Qh-mo)	67
4.7.2.3. Depósitos aluviales (Qh-al)	67
4.7.3. Geología estructural local	67
4.7.3.1. Fallas.....	68
4.7.3.2. Pliegues.....	68
4.7.4. Alteraciones hidrotermales.....	69
4.7.4.1. Tipos de alteraciones	69
4.7.4.1.1. Alteración supergena.....	70
4.7.4.1.2. Alteración hipógena	70
4.7.4.1.2.1. Silicificación	70
4.7.4.1.2.2. Argilización.....	71

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS.....	72
5.1.1. Descripción de la veta Milagros.....	72
5.1.2. Descripción de la veta Altagracia.....	73
5.1.3. Descripción de la veta María.....	74



5.2. LITOLOGIA	76
5.2.1. Cuarcitas (Os-C).....	76
5.2.2. Pizarras (Os-P)	77
5.2.3. Pizarras rítmicas (Os-Pr).....	77
5.2.4. Filitas (Os-F)	78
5.2.5. Metareniscas.....	78
5.2.6. Cuaternarios reciente (Q -al).....	79
5.3. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA.....	79
5.3.1. Mineral de mena.....	80
5.3.2. Mineral de ganga.....	81
5.4. ESTUDIO MINERAGRAFICO	84
5.4.1. Descripción mineragrafica de la veta María	85
5.4.1.1. Muestra N° 1000.....	85
5.4.1.2. Muestra N° 1005.....	87
5.4.1.3. Muestra N° 1006.....	89
5.4.2. Descripción mineragrafica de la veta Altagracia	92
5.4.2.1. Muestra N° 634.....	92
5.4.2.2. Muestra N° 1001.....	94
5.4.3. Descripción mineragrafica de la veta Milagros	96
5.4.3.1. Muestra N° 1446.....	97
5.4.4. Paragénesis del yacimiento Dorado 298	99
5.4.4.1. Paragénesis de la veta María.....	100
5.4.4.2. Paragénesis de la veta Altagracia	101
5.4.4.3. Paragénesis de la veta Milagros.....	102



5.5. ESTIMACION DE RECURSOS Y RESERVAS MINERALES DEL YACIMIENTO DORADO 298	103
5.5.1. Cubicación de blocks minerales de la veta Milagros	104
5.5.2. Cubicación de blocks minerales de la veta Altagracia	105
5.5.3. Cubicación de blocks minerales de la veta María	106
5.5.4. Estimación de reservas y recursos minerales del yacimiento Dorado 298	107
5.5.4.1. Estimación de recursos y reservas de la veta Milagros	107
5.5.4.2. Estimación de recursos y reservas de la veta Altagracia	108
5.5.4.3. Estimación de recursos y reservas de la veta María	109
5.5.5. Resumen de recursos y reservas generales del yacimiento Dorado 298110	110
VI. CONCLUSIONES	112
VII. RECOMENDACIONES	113
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS.....	116

AREA: Geología de minas

TEMA: Caracterización geoeconómica

FECHA DE SUSTENTACION: 3 de octubre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Accesibilidad por vía terrestre.	60
Tabla 2 Descripción mineragráfica de la muestra N° 1000	86
Tabla 3 Descripción mineragráfica de la muestra N° 1000	89
Tabla 4 Descripción mineragráfica de la muestra N° 1006	91
Tabla 5 Descripción mineragráfica de la muestra N° 634	93
Tabla 6 Descripción mineragráfica de la muestra N° 1001	96
Tabla 7 Descripción mineragráfica de la muestra N° 1446	99
Tabla 8 Secuencia paragenética de la veta María.	100
Tabla 9 Secuencia paragenética de la veta Altagracia.	101
Tabla 10 Secuencia paragenetica de la veta Milagros.	102
Tabla 11 Reserva probada veta Milagros.....	104
Tabla 12 Reserva probable veta Milagros.....	104
Tabla 13 Recursos inferidos veta Milagros.....	104
Tabla 14 Reservas probada veta Altagracia	105
Tabla 15 Reserva probable veta Altagracia	105
Tabla 16 Recursos inferidos veta Altagracia	105
Tabla 17 Reservas probada veta María	106
Tabla 18 Reservas probable veta María	106
Tabla 19 Recursos inferidos veta María	107
Tabla 20 Reservas y recursos veta Milagros.....	107
Tabla 21 Recursos y reservas veta Altagracia	108
Tabla 22 Recursos y reservas veta María.....	109
Tabla 23 Resumen general de recursos y reservas del proyecto Dorado 298.....	110



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Secuencia paragenética de los yacimientos minerales	28
Figura 2 Espaciado de canales en labores inclinadas subterráneas.....	30
Figura 3 Diagrama de muestreo por canales.....	31
Figura 4 Clasificación y relaciones de los recursos y reservas minerales.	34
Figura 5 Cuadro de base de datos para muestreos sistemáticos.....	38
Figura 6 Tipos de fallas geológicas.	40
Figura 7 Modelo de fracturamientos de Riedel.....	41
Figura 8 Vista en planta y perfil de una superficie plegada.....	42
Figura 9 Modelo de postcolision y su implicancia en la génesis de oro orogénico..	44
Figura 10 Columna estratigráfica regional.	50
Figura 11 Franja I de Au en rocas meta-sedimentarias del ordovícico y silurico- devónico	51
Figura 12 Mapa estructural de los cuadrángulos de Sandia 29y y San Ignacio 29z...	52
Figura 13 Fallas regionales del sur del Perú.	53
Figura 14 Muestreo de horizontes por el método de canales realizado en la veta María	58
Figura 15 Muestras de mineral para enviar a laboratorio	58
Figura 16 Geomorfología local.....	64
Figura 17 Metareniscas con laminación masiva y presencia de óxidos de hierro	65
Figura 18 Metareniscas intercaladas con niveles delgados de pizarra y laminación ondulada	66
Figura 19 Metareniscas con rizaduras de corriente.....	66
Figura 20 Presencia de pliegues, evidenciando esfuerzos compresivos	69



Figura 21	Rompimiento de la veta Milagros	73
Figura 22	Muestreo de la veta Altagracia	74
Figura 23	Veta María en interior mina	75
Figura 24	Vista panorámica del proyecto Dorado 298.	75
Figura 25	Cuarcita gris oscura con silicificación intensa.	76
Figura 26	Pizarra Rítmica	77
Figura 27	Metareniscas de la veta María, con diseminación de piritas.	78
Figura 28	Metarenisca oxidada de la veta Altagracia	79
Figura 29	Venilla de cuarzo con presencia de oro	80
Figura 30	Metarenisca oxidada con presencia de pirita.	82
Figura 31	Metarenisca oxidada con contenido de pirita, limonita, hematita	83
Figura 32	Muestra macroscópica de metarenisca de la veta María.	85
Figura 33	Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1000	86
Figura 34	Muestra macroscópica de metarenisca de la veta María.	88
Figura 35	Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1005	88
Figura 36	Muestra macroscópica de metarenisca de la veta María.	90
Figura 37	Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1006.	90
Figura 38	Muestra macroscópica de metarenisca de la veta Altagracia	92
Figura 39	Microfotografías sección pulida de la muestra N° 634	93
Figura 40	Muestra macroscópica de metarenisca de la veta Altagracia	95
Figura 41	Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1001	95
Figura 42	Muestra macroscópica de metarenisca de la veta Milagros	97
Figura 43	Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1446	98



ACRÓNIMOS

GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
INGEMMET:	Instituto Geológico Minero Metalúrgico
M.S.N.M:	Metros sobre el nivel del mar
UTM:	Universal Transversal Mercator
WGS 84:	World Geodetic System 1984
Cm:	Centímetros
E:	Este
Gal:	Galería
Gr:	Gramos
Has:	Hectáreas
Km:	Kilómetros
Mts:	Metros
N:	Norte
NE:	Noreste
NW:	Noroeste
Pot:	Potencia
S:	Sur
SE:	Sureste
SW:	Suroeste
TM:	Toneladas métricas
TMS:	Toneladas métricas secas
W:	Oeste
GGs:	Gangas
OI:	Ordovícico Inferior



OS:	Ordovícico Superior
PL:	Plioceno
Q:	Cuaternario
Au:	Oro Nativo
Cp:	Calcopirita
Cc:	Calcosita
Cv:	Covelita
En:	Enargita
Ef:	Esfalerita
Gf:	Grafito
Hm:	Hematita
Ilm:	Ilmenita
Mt:	Magnetita
Mc:	Marcasita
Py:	Pirita
Rut:	Rutilo
Tmt:	Titanomagnetita



RESUMEN

El proyecto minero Dorado 298 se encuentra ubicado en el paraje Vetaspata, Distrito de Sina, Provincia de San Antonio de Putina, Región Puno, a una altitud promedio de 3600 m.s.n.m, pertenece a la empresa Vol Company S.A. El objetivo principal del presente trabajo de investigación es, determinar las características geoeconómicas del proyecto dorado 298, y estimar los recursos minerales del yacimiento. La metodología desarrollada en este estudio emplea un enfoque cualitativo y cuantitativo, mediante estas se busca definir las propiedades del yacimiento y además de ello cuantificar las reservas y recursos minerales, aplicando técnicas como el cartografiado geológico en superficie e interior mina, toma de muestras de las estructuras mineralizadas, descripción mineralógica y estudios de secciones pulidas, se estimó la cantidad de recursos minerales, utilizando los procedimientos del código internacional JORC, método de bloques. Se reconocieron 3 estructuras mineralizadas, Milagros, Altagracia y María, estas son vetas mantiformes, emplazadas en la metarenisca, son paralelas entre si con rumbos 8° NW, 10° NW, 9° NW, respectivamente, en profundidad tienden a mantearse manteniendo buzamientos de 35° NE con una potencia promedio de 0.98 m, los minerales de mena son: oro, calcopirita y esfalerita, minerales de ganga: pirita, marcasita, magnetita, hematita, rutilo y grafito. La alteración más predominante es la silicificación, presente en las vetas. La estimación de recursos y reservas minerales, da como resultado mineral probado un total de 43680.17 TMS, con una ley promedio de 4.20 gr/TM, obteniendo 6406.1 Oz de oro, el mineral probable es de 27178.06 TMS, con una ley promedio de 4.16 gr/TM obteniendo 4125.10 Oz de oro y el recurso mineral inferido es de 103735.26 TMS, con una ley inferida de 3.67 gr/TM.

Palabras clave: Estimación, Oro, Recursos, Veta.



ABSTRACT

The Dorado 298 mining project is located in Vetaspata, District of Sina, Province of San Antonio de Putina, Puno Region, at an average altitude of 3600 m.a.s.l., it belongs to Vol Company S.A. The main objective of this research work is to determine the geoeconomic characteristics of the Dorado 298 project and estimate the mineral resources of the deposit. The methodology developed in this study uses a qualitative and quantitative approach, through these we seek to define the properties of the deposit and also to quantify the mineral reserves and resources, applying techniques such as geological mapping on the surface and inside the mine, sampling of mineralized structures, mineralogical description and studies of polished sections, the amount of mineral resources was estimated, using the procedures of the international code JORC, block method. Three mineralized structures were recognized, Milagros, Altagracia and Maria, these are mantiform veins, located in the metarenisca, they are parallel to each other with 8° NW, 10° NW, 9° NW, respectively, at depth they tend to dip at 35° NE with an average power of 0.98 m, the ore minerals are: gold, chalcopyrite and sphalerite, gangue minerals: pyrite, marcasite, magnetite, hematite, rutile and graphite. The most predominant alteration is silicification, present in the veins. The estimation of mineral resources and reserves, gives as a result proven mineral a total of 43680.17 TMS, with an average grade of 4.20 gr/TM, obtaining 6406.1 Oz of gold, the probable mineral is 27178.06 TMS, with an average grade of 4.16 gr/TM obtaining 4125.10 Oz of gold and the inferred mineral resource is 103735.26 TMS, with an inferred grade of 3.67 gr/TM.

Keywords: Estimate, Gold, Resources, Vein.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El proyecto Dorado 298 le pertenece a la empresa minera Vol Company Unión S.A, esta posee un gran interés económico, debido al aumento del precio del oro en los últimos años es que se establecen nuevas zonas de interés económico para la empresa, así mismo el aumento de su producción mineral, para lo cual es fundamental la ejecución de la investigación, ya que la información geológica que se tiene actualmente del proyecto es escasa, por ende es necesario determinar las características geológicas y económicas, con ello poder orientar y proyectar zonas de futuras exploraciones y explotación de mineral económicamente rentable. En el yacimiento Vetaspata, dentro del proyecto Dorado 298 poseen 3 estructuras mineralizas, estas son: Milagros, Altagracia y María, las mismas que en profundidad van cambiando la inclinación, tendiendo a mantearse con buzamientos promedio de 30° NE. Los resultados favorables ayudarán a tomar mejores decisiones en cuanto a planeamiento minero operativo a corto, mediano y largo plazo, obteniendo una mejor producción y beneficio económico.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Problema general

¿Cuáles son las características geológicas del proyecto Dorado 298, Vetaspata, Sina, Puno?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es la litología, mineralogía, petrología y mineragrafía del proyecto Dorado 298?



¿Qué cantidad de recursos minerales posee el proyecto Dorado 298, del yacimiento Vetaspata??

1.2. JUSTIFICACIÓN

“En los últimos años, la evolución hacia un aumento en los precios internacionales de los minerales, específicamente el del oro, ha sido considerable. El aumento del precio del oro se debe a un incremento de la demanda y a que la oferta es relativamente rígida, ya que este metal precioso se ha convertido en un valor seguro en momentos de incertidumbre como el actual, en el cual hay muchas turbulencias financieras. Ello se debe a que los inversores consideran la posesión de este metal como una protección ante las tensiones inflacionistas que generan los elevados precios del combustible. Así, por ejemplo, durante el año 2007 el precio del oro creció un 31% (su máximo aumento anual desde 1979). Esta situación ha presionado para que las llamadas minería artesanal y pequeña minería crezcan como nunca antes en nuestra historia.” (Ipenza, 2012). “El precio del oro es un factor muy importante a la hora de decidir invertir en minería, ya que si retrocedemos unos años atrás, a principios del 2016, la cotización del precio del oro era muy bajo, 1046 dólares la onza, a inicios del 2016, los precios del oro, alcanzaron un incremento del 32%, a mediados del 2018, incrementa un 79.06 %, llegando a tener un precio de 2075 dólares la onza, en el año 2022 el precio del oro decayó, llegando a costar 1780 dólares la onza, se espera que en los años siguientes este metal precioso tenga una sólida resistencia de los 2075 dólares la onza.” (Cárdenas, 2022).

El interés por conocer la caracterización geológica del proyecto minero Dorado 298, es poder definir y orientar adecuadamente las futuras exploraciones por medio de labores subterráneas y perforaciones diamantinas, y así poder seleccionar zonas con



mineralización favorables. Con esto se busca cuantificar las reservas minerales favorables, teniendo en cuenta el modelo del yacimiento, la toma de muestras en superficie, así mismo la toma de muestras realizadas en galerías, piques, chimeneas e inclinados, que arrojaron resultados favorables.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

La caracterización Geoeconómica del proyecto dorado 298, influye en la estimación de recursos minerales para la empresa minera Vol Company S.A.

1.3.2. Hipótesis específicas

La caracterización geoeconómica del yacimiento, permitirá cuantificar la cantidad de recursos minerales.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar las características geológicas del proyecto Dorado 298, y con ello estimar los recursos minerales del yacimiento.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir las estructuras mineralizadas, la litología, mineralogía, y mineragrafía del proyecto Dorado 298.
- Cuantificar la cantidad de recursos y reservas minerales del proyecto Dorado 298.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Valencia (2009), en su publicación, mineralización y geoquímica de los depósitos de la cordillera oriental del sureste peruano, describe lo siguiente: Vetaspata se encuentra dentro de una faja de oro en rocas meta-sedimentarias del ordovícico y siluro-devonianos, hospedados en rocas pertenecientes al paleozoico inferior que incluyen mineralización en vetillas y mantos de cuarzo asociados al oro. Tiene fuerte silicificación y argilización, con una estructura al NO buzando suavemente al SO. El oro está diseminado en las areniscas. Este yacimiento es de tipo orogénico, con contenido de oro primario, el que migró por conductos estructurales mediante fluidos hidrotermales que interactuaron con las rocas encajonantes y depositó el oro durante el metamorfismo regional que influyó en la zona. Este oro singenético fue movilizado por los eventos tectónicos del devónico inferior (Castillo, 2001) y por el metamorfismo subsiguiente.

Valencia (2009), realizó el resumen del informe sobre la metalogenia de la cordillera oriental, sectores sureste y norte del Perú, describe lo siguiente: Vetaspata tiene como principal estructura mineralizada un manto de 1m de potencia, con un azimut de 165° buzando suavemente 15° al NO. El oro esta de forma diseminada dentro de la metarenisca de la formación Sandia. Una falla corta el manto principal teniendo un buzamiento casi vertical lo cual produjo un desplazamiento de 1.5 m.

Torres (2016), prefactibilidad del yacimiento Vetaspata Sina – Puno, es un trabajo de evaluación, dimensionamiento, planeamiento y costos realizado en el



yacimiento el Dorado, en el sector Vetaspata, de la empresa Vol Company Union S.A., se inició el 15 de julio de año 2016. Que tiene como objetivo principal el dimensionamiento de las estructuras mineralizadas, definir el método de explotación y evaluar la instalación de la futura planta concentradora de capacidad de 50 TMD ubicada en un área de 4 has, dando como resultado la cubicación aproximada de 147 256 Toneladas de mineral con una ley promedio de 2.80 g/tn, el método de explotación que aplica es cámaras y pilares “room and pillar” en las estructuras horizontales (mantos) y el método minado por corte y relleno “cut and fill” aplicable a depósitos verticales (vetas). La futura planta concentradora de capacidad 50 TMD estará ubicada en la parte superior del sector de las vetas en un área aproximada de 4 has. Donde se contempla chancado primario – secundario, molienda, concentradores, celdas de flotación planta de reactivos, así como para decantación, equipos de bombeo recirculación de agua. Así mismo está vinculado a la seguridad y al control de calidad en la ejecución de labores estándares y cuidado del medio ambiente.

Ramos (2018), en su tesis titulado, “Estudio de prefactibilidad para la explotación del proyecto dorado 298 sector Vetaspata” para la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa presenta como objetivo, determinar el estudio de prefactibilidad para la explotación del proyecto “el dorado 298” y una producción diaria de 100 TMD de mineral en mina; en concordancia a los recursos medidos y reservas cubicadas; rehabilitando y ampliando secciones del crucero en dirección a las tres vetas (3, 4 y 34) y desarrollando el manto principal. Y así mismo ejecutar la instalación de una planta de beneficio de mineral con capacidad de tratamiento de 100 TMD de minera aurífero. El tipo de investigación utilizada es de tipo experimental, el diseño de la investigación es experimental, utilizando una estimación de recursos medidos en el manto principal, teniendo como resultado la determinación dos métodos de explotación



para el yacimiento: cámaras y pilares, corte y relleno ascendente convencional selectivo.

Salcedo (2021), en su publicación, Geología de los cuadrángulos de Sandia (hojas 29y1, 29y2, 29y3, 29y4) y San Ignacio (hoja29y4), elaboro una columna litoestratigráfica entre Totora y Vetaspata, la cual presenta un espesor de 675 m, de base a tope, ha sido dividida en dos miembros y tres secuencias, el miembro inferior “a” está expuesta a una profundidad de aproximadamente 215 m y muestra un lecho de grano sedimentario que consiste en metarenisca de color gris blanquecino, de grano medio en su base, el miembro superior “b” representa un grano estrato creciente, de 245 m de espesor, compuesto principalmente por metareniscas grises claras a oscuras, de grano fino a medio, con lechos paralelos y presencia de convolutas. La serie “c” consta de tamaños de grano decreciente, estrato creciente, de 225 m de espesor consta de secuencias de metareniscas grises claras a oscuras y ripples, con pelitas negras dispersa, bioturbación y concreciones. Asi mismo se obtuvo dos muestras, que corresponden a mantos mineralizados con oro libre, que se emplazan en metareniscas de la formación Sandia, dando valores de 16.333 g/TM para la muestra GR45A-19-97D y de 5.690 g/TM para la muestra GR45A-19-97D.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Yacimiento

Lugar o terreno donde se ubican minerales de rendimiento económico. (Dávila, 2011), yacimiento mineral es definido como, acumulaciones y concentraciones de una o más sustancias útiles que en su mayoría están distribuidas escasamente en la corteza exterior de la tierra. (Bateman, 1982). Sector de la corteza terrestre en el cual, a raíz de unos procesos geológicos se produjo la acumulación de una sustancia mineral, que puede utilizarse



industrialmente, dadas su cantidad, calidad y condiciones del yacimiento.
(Smirnov).

2.2.2. Mineralogía

Ciencia que estudia la forma, la génesis, las propiedades físicas y químicas de los minerales, así mismo abarca el estudio de las propiedades de la materia cristalina. (Dávila, 2011).

2.2.3. Mineral de mena

Son los minerales que pueden utilizarse para obtener uno o más metales. (Bateman, 1982), mineral del cual se puede extraer un elemento o metal en condiciones económicas. (Dávila, 2011).

2.2.4. Mineral de ganga

Es el conjunto de rocas y/o minerales sin rendimiento económico que contiene minerales de buen valor económico o útiles. (Dávila, 2011).

2.2.5. Veta

Estructura tabular, casi siempre mineralizada, posee una potencia, un largo y un ancho. Las vetas mineralizadas componen los yacimientos de productividad económica, son generalmente el producto del relleno de fracturas o fallas por procesos hidrotermales. (Dávila, 2011).

2.2.6. Mina

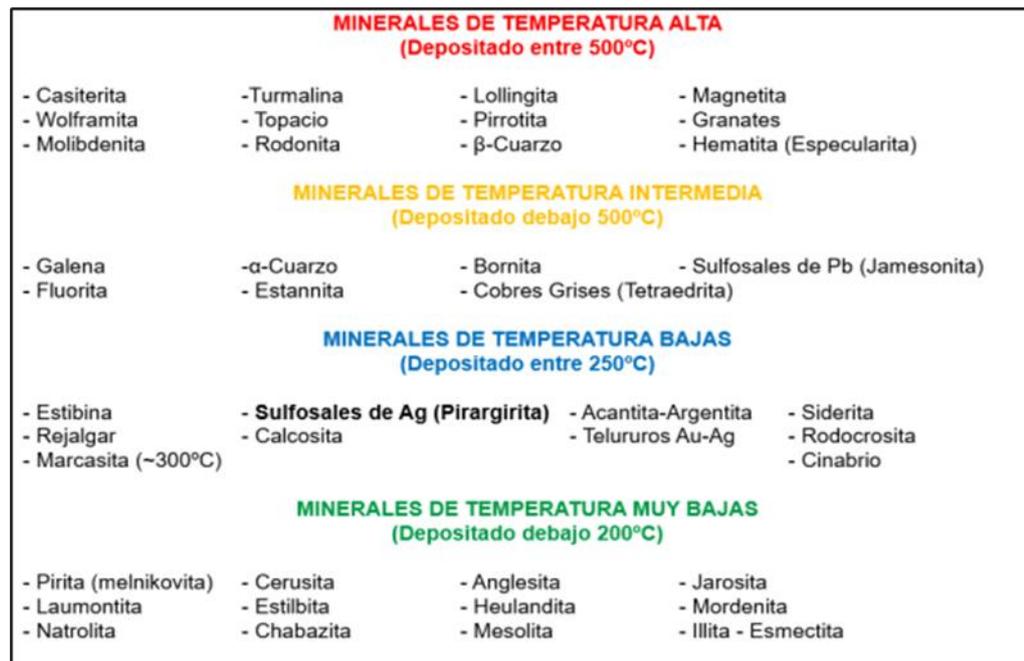
Es un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación.
(Dávila, 2011).

2.2.7. Paragénesis

Es la secuencia deposicional de minerales en el tiempo. El orden deposicional se deduce de las edades relativas de cada parte de los minerales, este estudio se realiza por medio de texturas y estructuras. (Ver figura 1).

Figura 1

Secuencia paragenética de los yacimientos minerales



Nota: Tomado de Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico (Bateman 1957)

2.2.8. Zonamiento

En la secuencia deposicional en el espacio. Es el cambio de la mineralización debido a la precipitación de los metales contenidos en la solución, esto ocurre en orden inverso a su solubilidad o al punto de cristalización de sus minerales. El zonamiento se manifiesta a través de un modelo regular de distribución de minerales o elementos en el espacio, evidenciándose los cambios mineralógicos en el área mineralizada.



2.2.9. Muestra

Es una parte o porción representativa de una roca, mineral o estructura, de un tamaño y peso adecuado que pueda servir de elemento y del cual se pueda obtener toda la información necesaria para realizar un estudio propuesto. Por lo tanto, la muestra debe ser obtenida mediante un método adecuado, pues de lo contrario, no dará los frutos para los cuales se ha propuesto. (Dávila, 2011)

2.2.10. Muestreo

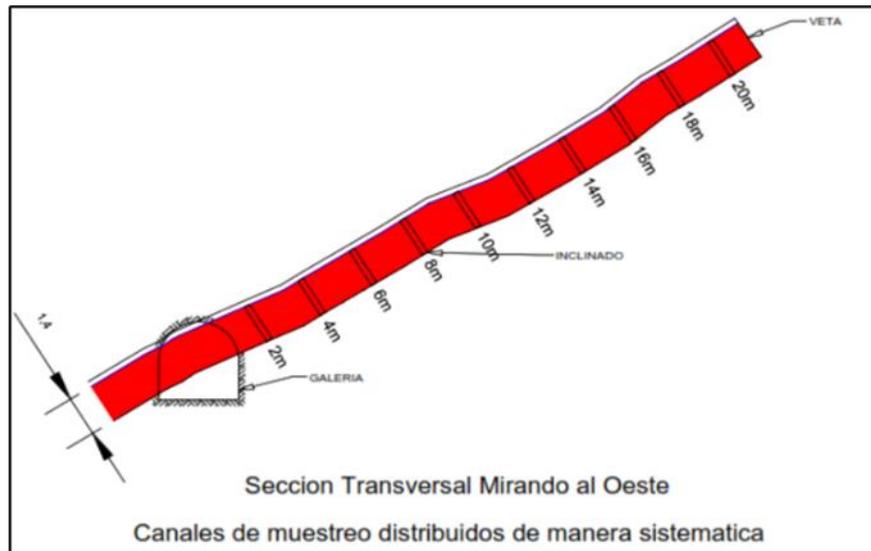
El muestreo es el procedimiento, mediante el cual se recolecta una pequeña cantidad de material de un volumen mayor, con la finalidad de poder obtener una representación cualitativa y cuantitativa. De tal forma que las características que se desea estudiar representen al lote y puedan ser utilizados de manera confiable, por ello esta extracción debe ser equi-probabilística, es decir que los fragmentos que constituyen el lote de mineral, tienen la misma probabilidad de ser elegidos para la constitución de la muestra. (Meza, 2017).

2.2.10.1. Métodos de muestreo

- **Muestreo sistemático:** Muestreo realizado mediante el método de canales cortando una ranura continua de sección homogénea, en la cual el espaciamiento de las muestras es determinado por una regla fija, manteniendo un espaciamiento regularmente preestablecido y que es practicado tanto en labores de desarrollo como de explotación. (Ver figura 2).

Figura 2

Espaciado de canales en labores inclinadas subterráneas

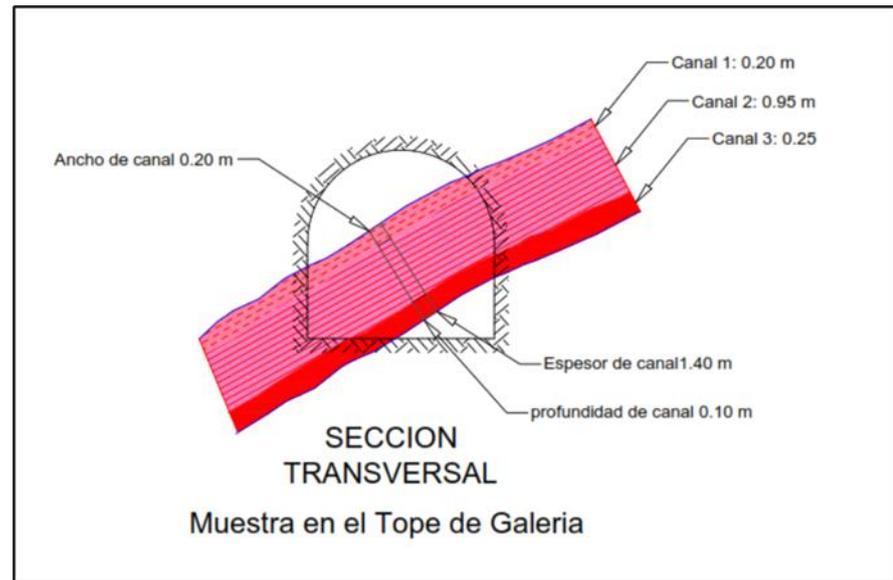


Nota: Espaciado entre muestras es de 3 metros

- **Muestreo por canales:** Consiste en la toma de material de un canal, ubicado perpendicularmente al cuerpo mineralizado tanto en afloramientos como en las labores mineras subterráneas. Generalmente el canal se realiza sobre la potencia visible de la estructura, esto facilitará los cálculos en la determinación de los contenidos promedios y estimación de recursos minerales, existen diversos métodos para la recolección de la muestra que son aplicables a los canales. (Ver figura 3).

Figura 3

Diagrama de muestreo por canales



Nota: Muestreo perpendicular a la dirección de la estructura

- **Muestreo rock chip:** Es una muestra compuesta por fragmentos de virutas de esquirlas de roca de un afloramiento. Consiste en obtener trozos de aproximadamente 1" de diámetro en forma irregular en una cierta longitud siguiendo una línea imaginaria, que al igual que los canales, siempre debe orientarse en forma perpendicular a cualquier posible control lineal.

2.2.11. Planos de muestreo

Estos planos constituyen el mejor método para registrar los resultados del muestreo y estudiar comparativamente dichos resultados entre sí y con respecto al total del depósito mineral. Son planos de la mina (horizontales, verticales o sobre veta) en los cuales se señala la ubicación exacta de la muestra y se anota la potencia y los resultados del análisis de la misma o los respectivos valores del mineral se grafican en los planos de muestreo con diversas coloraciones para su mejor y más rápida visualización. (Meza, 2016).



2.2.12. Ley de mineral

Es el contenido de un determinado metal en un mineral expresado en proporción de peso. Hay una ley para cada uno de los metales que contenga dicho mineral.

Como los ensayos se hacen sobre una muestra de mineral seco, las leyes se refieren también al contenido de mineral seco, se pueden expresar en gramos y/o onzas por tonelada.

2.2.13. Control de calidad

Debido a la gran importancia que tiene la exactitud del muestreo, siempre será necesaria una comprobación periódica para detectar los errores que los ocasionan.

El control de calidad tiene como objetivo verificar que se logre los parámetros de exactitud y precisión establecidos para el proceso de muestreo, desde la toma de muestras hasta el ensayo en el laboratorio.

2.2.14. Dilución

Es la combinación inevitable entre el material estéril(ganga) con el mineral de mena, producto de la voladura durante la explotación de este último. La dilución varía de acuerdo a varios factores, como son: anchos de las estructuras mineralizadas, naturaleza de las cajas, alteraciones, así como de la clase de explotación que se realice. (Ramos, 2018).



2.2.15. Recursos minerales

Se refiere a una concentración o aparición de una sustancia de interés económico intrínseco en o sobre la corteza terrestre en una forma y cantidad que tiene una probabilidad razonable de ser finalmente extraída económicamente. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de los recursos minerales se conocen, estiman o interpretan con base en evidencia y conocimiento geológicos específicos. Los recursos minerales se clasifican en categorías inferidas, indicados y medidos en orden de confiabilidad geológica. (JORC, 2012).

2.2.16. Estimación de recursos y reservas minerales

El propósito de estimar los recursos y reservas minerales es determinar la cantidad y calidad de los recursos y reservas de una mina o depósito mineral; al mismo tiempo, es posible definir su distribución, forma y valor económico, planificar niveles de producción y estimar la vida útil de las operaciones mineras. Las estimaciones de recursos deben realizarse lo más cerca posible de la distribución lógica real de los minerales en la roca, basándose en los criterios del mecanismo de formación.

2.2.17. Criterios de clasificación

2.2.17.1. Código JORC

El “Código JORC”, establece estándares mínimos, recomendaciones y guías para el Reporte Público de Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas de Mena. (JORC, 2012).

Cuanto más completa sea la información geológica, mayor será la confianza tanto en los recursos como en las reservas. Por otro lado, los cambios en los factores modificadores (minería, metalurgia, economía de mercado, leyes, medio ambiente, sociedad, gobierno) pueden hacer que los recursos se conviertan en reservas y viceversa. (Ver figura 4).

Figura 4

Clasificación y relaciones de los recursos y reservas minerales.



Nota: Tomado de Código JORC

2.2.18. Clasificación de los recursos minerales

En función a la calidad y cantidad de información geológica se ha considerado las siguientes clases de mineral:

2.2.18.1. Por la certeza geológica

2.2.18.1.1. Recurso mineral medido

Es aquel donde la continuidad de la mineralización es bastante confiable, así mismo el cálculo de tonelaje y leyes es un valor real en la que la cantidad y la calidad se estima sobre la base de evidencia geológica y muestreo sistemático. El recurso mineral medido tiene un



nivel más alto de confiabilidad que el disponible para la fuente mineral verificada y la fuente mineral extraída. (JORC, 2012).

2.2.18.1.2. Recurso mineral indicado

Es aquel con un menor nivel de confianza que un recurso mineral medido, pero que tiene suficientes evidencias geológicas para suponer la continuidad del mineral, la cantidad, las leyes, la calidad, la densidad, la forma y las propiedades físicas, se calcula con suficiente confiabilidad para respaldar la planificación y evaluar la viabilidad económica del yacimiento. Dicho recurso mineral tiene un nivel de confianza menor que el recurso mineral medido y solo puede transferirse al stock probable, (JORC, 2012).

2.2.18.1.3. Recurso mineral inferido

Es aquel cuyo tonelaje y leyes se obtienen en base a controles, analogía de evidencias de la mineralización y al conocimiento geológico del yacimiento, existiendo el riesgo de encontrar o no mineral económicamente explotable. Se basa en información de exploración, muestreo y pruebas recogidas a través de técnicas apropiadas de ubicaciones tales como afloramientos, trincheras, excavaciones, labores y sondajes. (JORC, 2012).



2.2.18.2. Por su valor o utilidad

2.2.18.2.1. Mineral de mena

Es el mineral económicamente explotable de donde se pueden obtener productos aceptados en el mercado, bajo las condiciones vigentes y porque su valor excede todos los gastos directos e indirectos, generando utilidades.

2.2.18.3. Por su accesibilidad

2.2.18.3.1. Blocks eventualmente accesibles

Son aquellos blocks que no cuentan con accesos para el minado inmediato, se hace necesaria la realización de labores de desarrollo y preparación para la extracción del mineral.

2.2.19. Volumen y tonelaje de block

2.2.19.1. Cálculo del área

El área de un block de forma simple se determina por procedimientos geométricos y para formas irregulares se utiliza planímetro o en todo caso métodos computarizados (CAD).

$$\text{Área} = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

2.2.19.2. Cálculo del volumen

Este se obtiene multiplicando el área calculada del block, por la potencia promedio del mineral, teniendo en cuenta el ancho de minado.

$$\text{Volumen} = \text{Área} \times \text{Pot. Promedio}$$

2.2.19.3. Peso específico

De acuerdo al mineral de mena, se ha establecido un peso específico de 2.65 Kg/m³ para la cubicación del mineral in situ.

2.2.19.4. Cálculo del tonelaje

El tonelaje de un block, se obtiene del producto del volumen por el peso específico. Este tonelaje fue reducido en un -10% como factor de seguridad y por probables puentes que tendría que dejarse durante la explotación de la estructura mineralizada.

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \text{Peso específico}$$

2.2.20. Ancho de minado y ancho promedio

El ancho de minado es el ancho mínimo de fractura en el que se debe desarrollar o cortar una veta. El ancho mínimo de minado es 1.20 m, considerando que el minado implica corte y relleno ascendente aplicando el sircado del mineral.

Para determinar el ancho promedio, sumamos todos los valores de ancho registrados en una muestra y dividimos por el número de muestras.

$$\text{Ancho promedio} = \frac{\sum N^{\circ} \text{ de Anchos}}{\sum \text{Anchos}}$$

2.2.21. Determinación de la ley promedio

La ley promedio se obtiene, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ley promedio} = \frac{\sum N^{\circ} \text{ de Anchos} \times \text{ley}}{\sum \text{Anchos}}$$

La Ley Promedio del Block, se obtiene de multiplicando el factor de dilución (F.D.) por la ley promedio. El factor de dilución se encuentra dividiendo el ancho promedio del block entre el ancho de minado.

2.2.22. Factores de dilución y castigo

La dilución se refiere a la inevitable mezcla material estéril y minerales durante la fase de explotación.

La dilución depende de varios factores como el ancho de la estructura mineralizada, la naturaleza de las cajas, las alteraciones y el tipo de desarrollo realizado. De manera similar, los errores potenciales en el muestreo y/o las pruebas, resultan en un castigo del 10% en la puntuación promedio del bloque.

2.2.23. Base de datos

Para la estimación de recursos y reservas se tomó los resultados de muestreos superficiales y de labores subterráneas, analizados en laboratorio químico-metalúrgico. (Ver figura 5).

Figura 5

Cuadro de base de datos para muestreos sistemáticos.

 MUESTREO - CH 629 CANALES SISTEMATICOS											
MES	ITEM	FECHA DE MUESTREO	CODIGO	ZONA	LABOR	REFERENCIA UBICACIÓN	POT metros	TIPO DE ESTRUCTURA	TIPO DE MUESTREO	LEYES	DESCRIPCION
										Au gr/TM	

Nota: Tomado del Área de Geología Voi Company

2.2.24. Fallas

Es una discontinuidad, con desplazamiento paralelo a las paredes, denominado por mecanismos de deformación frágil y que se forma en teoría,

mediante la unión de pequeñas fracturas de tensión que se expanden a lo largo de su propio plano de discontinuidad (Van der Plujim, 2004). (Ver figura 6).

2.2.24.1. Fallas normales

Son aquellas en las que el bloque del techo se mueve hacia abajo, con respecto al bloque del piso. En este movimiento hace que ocurra pérdida de secuencias estratigráficas y que rocas más jóvenes se posicionen junto a rocas más antiguas (Twiss, 2007). (Ver figura 6)

2.2.24.2. Fallas inversas

Son aquellas en las que el bloque del techo sube con respecto al bloque del piso. Este movimiento hace que ocurra repetición de las secuencias estratigráficas y rocas más antiguas se posicionan sobre rocas más jóvenes (Twiss, 2007). Los sistemas de fallas inversas son arreglos de fallas que acomodan el acortamiento regional generado en márgenes convergentes de límites de placa y en orógenos colisionales, formando cinturones de plegamiento y cabalgamiento. (Van der Plujim, 2004). (Ver figura 6)

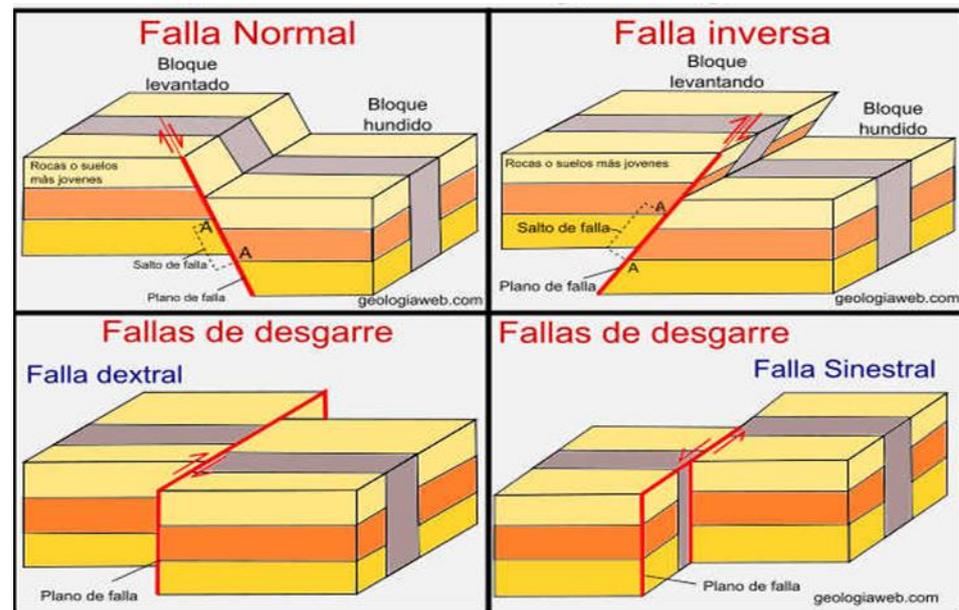
2.2.24.3. Fallas de rumbo

Las fallas de rumbo son aquellas en las que un bloque de falla se mueve horizontalmente con respecto al otro. Según la teoría de fallamiento de Anderson, bajo condiciones ideales, las fallas de rumbo tienen a poseer un ángulo de buzamiento cercano a los 90° (Twiss, 2007). Los sistemas de fallas de rumbo son arreglos de fallas que ocurren generalmente como límite de placas o dentro de ellas en orógenos

convergentes, usualmente caracterizados por la presencia de múltiples fallas de rumbo conectadas a través de fallas de segundo y tercer orden (Van der Pluijm, 2004); si el movimiento del bloque de referencia es hacia la derecha, la falla es dextral, si el movimiento del bloque de referencia es hacia la izquierda, la falla es siniestral. (Ver figura 6).

Figura 6

Tipos de fallas geológicas.



Nota: Tomado de Geologiaweb.com.

2.2.24.4. Sistemas de fracturamiento y cizalla

2.2.24.4.1. Modelo de Riedel

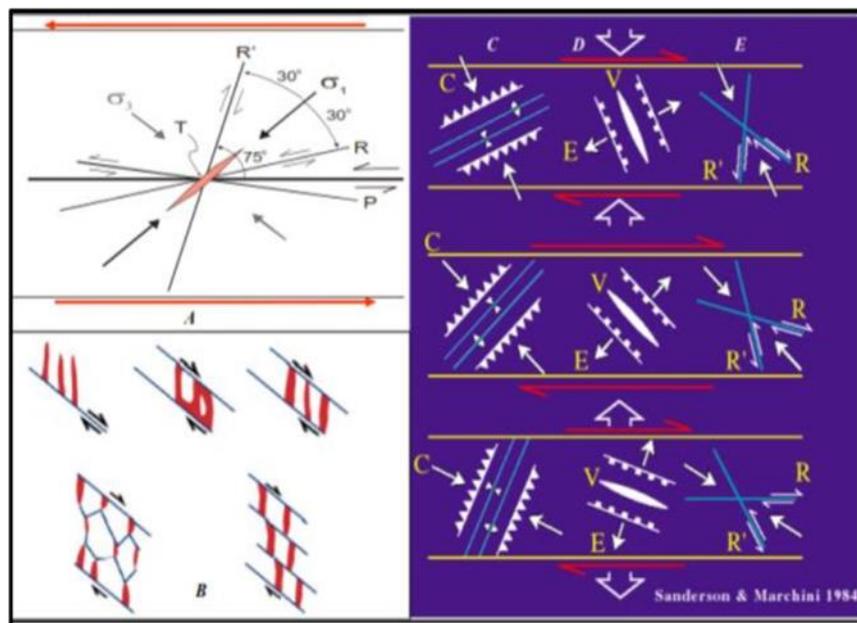
Closs y Riedel (1928-1929) fueron pioneros en realizar experimentos de cizallamiento e identificaron dos tipos de fallas, a las que llamaron R1 y R2.

- Fallas conjugadas R1 y R2, hacen ángulos aproximados de $\Phi/2$ con las direcciones teóricas de máximo cizallamiento.

- Fracturas tensionales T desarrolladas por tracción indirecta, aproximadamente forman un ángulo de 45° con la dirección de cizallamiento principal. (Closs,1955).
- Fracturas tipo P, simétricas a las fallas o R1; en zonas de cizallamiento natural. (Skempton, 1966)
- Pliegues en echelón, formando un ángulo de 45° con el cizallamiento principal y perpendiculares a las fracturas de tracción T.
- Por lo expuesto en el modelo descrito las fracturas tensionales asociadas a cizallamiento son muy importantes, debido a que son las más favorables para albergar mineralización, ocurren a diferentes escalas y pueden adoptar geometrías complejas. (Ver figura 7).

Figura 7

Modelo de fracturamientos de RIEDEL



Nota: Tomado de Quispe, 2006.

2.2.25. Pliegues

Un pliegue es una ondulación que ocurre durante la deformación dúctil de las rocas (Twiss, 2007).

2.2.25.1. Pliegues anticlinales

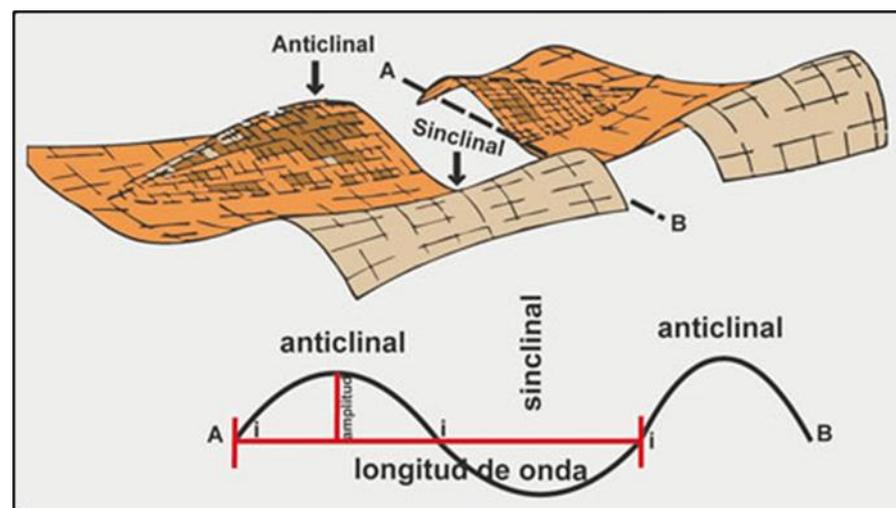
Se trata de una formación geológica en la que las capas que forman el pliegue están dobladas hacia abajo y, además, rocas más jóvenes se encuentran encima de rocas más antiguas. (Van der Plujim, 2004). (Ver figura 8).

2.2.25.2. Pliegues sinclinales

Se trata de una formación geológica en la que las capas que forman el pliegue se doblan hacia arriba y, además, las rocas más jóvenes se encuentran encima de rocas más antiguas. (Van der Plujim, 2004). (Ver figura 8).

Figura 8

Vista en planta y perfil de una superficie plegada



Nota: Tomado de Insugeo.org.

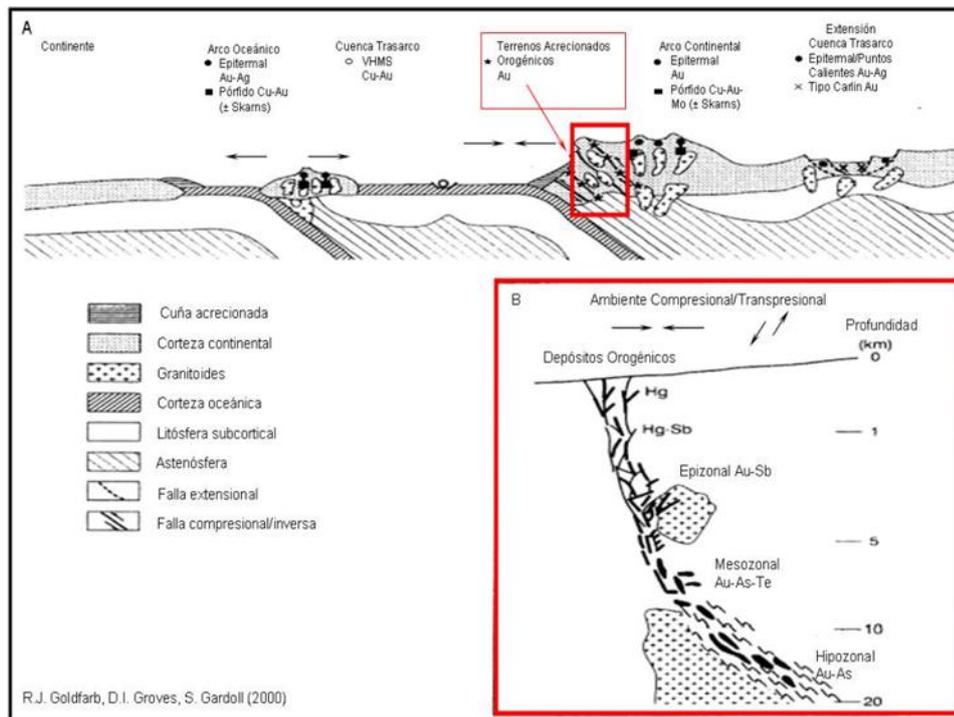


2.2.26. Yacimientos orogénicos

Los yacimientos de Au orogénico, también conocidos como depósitos en zonas de cizalla, oro mesotermal y oro metamórfico, generalmente, se encuentran asociados a cinturones metamórficos profundamente deformados, se caracterizan por sistemas de vetas de cuarzo dominantes con menos del 3-5 % de sulfuros de hierro, el sistema de vetas se encuentra bajo zonas compresionales y dentro de regímenes dúctil y frágil. También tiene un continuo sentido vertical, que varía entre 1-2 km, presentan pocos cambios en su mineralogía y contenido de oro. Se caracterizan por sistemas hidrotermales que presentan un fluido regional relacionado a un tectonismo a lo largo de márgenes convergentes. Se propone un origen metamórfico a partir de fluidos a gran profundidad que interactuaron con la roca encajonante y extrajeron el oro presente en ella. Este fluido asciende a la superficie a través de zonas de permeabilidad relacionadas a fallas y fracturas preexistentes, donde se presentan condiciones de disminución de la presión del fluido y favoreciendo así la deposición del oro en condiciones específicas de presión y temperatura. (Goldfarb, 1998). (Ver figura 9).

Figura 9

Modelo de postcolisión y su implicancia en la génesis de oro orogénico.



Nota: Tomado de Goldfarb, 2000.

2.2.27. Alteraciones hidrotermales

Son procesos muy complejos que implica cambios químicos, mineralógicos y texturales, producto de la interacción de fluidos hidrotermales con rocas circundantes que les permite el paso, bajo determinadas condiciones físicas y químicas. La característica esencial de la alteración hidrotermal es que, bajo condiciones hidrotermales de temperatura, presión y, sobre todo, composición del fluido, el conjunto mineral inicial sufre una transformación mineralógica muy rápida en una nueva combinación de minerales más estables, este es un proceso complejo. La textura original de una roca puede verse alterada leve o completamente por la alteración hidrotermal.



2.2.27.1. Tipos de alteraciones

Se confirmó la presencia de dos tipos de alteraciones en el área del proyecto: Supergena e Hipógena, la primera producidas por la acción de aguas pluviales, que originan óxidos de fierro (hematita, limonita, jarosita), producto de la lixiviación de algunos minerales que contienen Fe, también existe alteraciones hipogenas las principales son la silificación, producida por la circulación de fluidos hidrotermales y una serie de procesos que aumentaron la dureza y resistencia de las rocas, también esta la argilización presente en la roca encajonante de las estructuras mineralizada y presenta un ensamble de illita-sericita.

2.2.27.1.1. Alteración supergena

Este tipo de alteración es causada por la filtración de aguas meteóricas y subterráneas, por las fracturas, fallas y estructuras mineralizadas, las zonas de oxidación están relacionados con presencia de óxidos de hierro (limonita, jarosita, hematita), las cuales son producto de la oxidación de los sulfuros, lo cual libera las partículas de oro que están asociadas a estos sulfuros, por ende, en las zonas de oxidación se presenta la mayor cantidad de ley de oro, así mismo las aguas acidas producto de la lixiviación de los sulfuros, ocasionan el intenso fracturamiento y desintegración, tanto de las estructuras mineralizadas como de las rocas encajonantes.

- **Oxidación (zonas de oxidación)**

La zona de oxidación está asociada directamente a los procesos de lixiviación por la acción natural de las aguas percolantes, que

ocurren en las zonas mineralizadas y quebradas del área de Vetaspata.

2.2.27.1.2. Alteración hipógena

Este cambio se produce debido a la interacción de las rocas hidrotermales en sus respectivos ambientes. Se distinguen los siguientes tipos principales de alteración:

- **Silicificación**

Esta alteración conduce a un aumento del contenido de sílice en la roca, la sílice proviene de las soluciones mineralizantes y residuales de la misma roca esto hace que la roca sea muy resistente y le da un color ligeramente blanquecino. Esta alteración se detecta principalmente en la caja techo de la estructura principal y también se observa parcialmente como brecha silicificada.

- **Argilización**

Esta alteración ocurre dentro de la caja de la estructura mineralizada. Esta alteración representa un ensamble illita-sericita, y el rango de temperatura para esta alteración está entre 150 a 200 °C (teórico). La mineralización se localiza en zonas arcillosas, y los valores de Au están asociados a cuerpos de sílice, brechas de síliceas y óxidos de hierro como hematita, limonita y jarosita.

2.2.28. Geología regional

Este sector se caracteriza por presentar afloramientos de metareniscas y metapelitas de la formación Sandía (ordovícico superior); pizarras, pelitas y delgados niveles de metareniscas de la formación Ananea (Siluro-Devoniano),

los cuales son afectados por pliegues y fallas principalmente inversas de carácter regional, que ponen en contacto rocas antiguas sobre rocas más recientes. (Salcedo, 2021). En zonas más alejadas existe la presencia de pizarras limolíticas y metalutitas fosilíferas pertenecientes a la formación Purumpata (ordovícico inferior), además de pizarras grises carbonosas con alto contenido de pirita, de la formación Iparo (ordovícico inferior), ambas formaciones pertenecen al grupo San José. (Ver Anexo N° 02 - Mapa Geológico Regional y Figura10).

2.2.28.1. Grupo San José

2.2.28.1.1. Formación Iparo (Oi-I)

Esta se caracteriza por ser casi monótona, comprende pizarras con una coloración ligeramente variable entre gris a negra y de granulometría fina, es por lo general muy piritosa y limosa, su coloración negra en algunos casos indica la presencia de materia orgánica en los estratos. La característica de estos afloramientos es la intensa oxidación color rojiza que presentan las superficies de estos afloramientos. (De la Cruz, 1996).

2.2.28.1.2. Formación Purumpata (Oi-P)

Definida por De La Cruz (1996), está compuesta por intercalaciones de pizarras y filitas de color gris a beige con abundante presencia de graptolites con planos de esquistosidad paralelos a la estratificación y delgados niveles centimétricos de metareniscas con laminación horizontal y masivas, que contienen también pirita diseminada estos presentan superficies suaves producto de la intensa foliación y posterior erosión. (De la Cruz, 1996).



2.2.28.2. Formación Sandia (Os-S)

Definido por LAUBACHER G. en 1974 como una serie de cuarcitas y rocas pelíticas que recubren la formación San José en el valle de Sandia. Esta unidad se encuentra en sucesión sobre la limolita micácea de la formación Purumpata y representa las facies silíceas del ordovícico superior. La mejor manifestación es entre el caserío de Huancaluque y quebrada Garita es una sección completa y continúa parcialmente influenciada por fallas que contactan con la Formación Iparo. La Formación Sandia consta de una serie de cuarcitas y areniscas grises intercaladas con limoarcillitas de color gris oscuro, el grosor de la formación Sandia es de 1641 m. aproximadamente. (De la Cruz, 1996).

2.2.28.3. Formación Ananea (Os-A)

Su nombre proviene del poblado de Ananea en el departamento de Puno y es descrito por LAUBACHER G. 1978 como una espesa secuencia de esquistos y pizarras expuestos a lo largo de la ruta entre Ananea y Cuyo cuyo. Esta unidad se ajusta y se superpone sobre los niveles rítmicos de la formación Sandia. Esta región forma el centro de un sinclinal a lo largo de los valles de Sandia y Tambopata. Está formado por esquistos de color gris oscuro afectadas por una "esquistosidad de flujo", que a menudo impide la observación de estructuras en capas y está fuertemente plegada en varios sectores. La capa inferior conserva capas de arenisca fina con estructuras en forma de lentes. Después de este punto, la formación pierde gradualmente su metamorfismo, por lo que esta región al norte de Camarón y río Lanza tiene una apariencia de



limoarcillitas micaseas y lutitas limosas que conserva la foliación temprana. (De la Cruz, 1996). (Ver Anexo N° 02 - Mapa Geológico Regional).

2.2.28.4. Depósitos cuaternarios

2.2.28.4.1. Depósitos morrénicos (Q-m)

Son depósitos de origen glaciar constituidos principalmente por sedimentos heterogéneos de bloques angulosos a subangulosos de pizarras y cuarcitas, acumulados al pie de antiguos glaciares, que han sido originados por la remoción de morrenas y antiguos glaciares, se presentan en forma de conos, colinas alargadas, laderas bajas y pequeñas depresiones.

2.2.28.4.2. Depósitos aluviales (Q-al)

Son depósitos muy recientes constituidos por gravas y arenas de pizarras y cuarcitas, envueltas en una matriz de limos y arenas arcillosas con clastos redondeados a subredondeados, estos son producto de la intensa erosión en planicies, bajas depresiones y terrenos relativamente llanos constituyendo suelos pantanosos y/o arenosos, formando pequeñas terrazas.

Figura 10

Columna estratigráfica regional

COLUMNA ESTRATIGRAFICA							
ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	GROSOR mts.	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	DEPOSITOS GLACIO-FLUVIALES	60		Bloques angulosos a sub angulosos	
			DEPOSITOS MORRENICOS			Morrenas y gravas sub angulosas, litologicamente heterogeneas	
		PLEISTOCENO	DEPOSITOS GLACIO-FLUVIALES	30		Gravas sub redondeadas y subangulosas.	
PALEOZOICO	DEVONIANO		FORMACIÓN ANAÑA	800		Pizarras gris oscuras con características laminares, niveles pelíticos micaceos y delgados, abundantes juntas desordenadas. Capas de areniscas cuarzosas	
						SILURIANO	
	SUPERIOR	FORMACION SANDIA	1500	Pizarras negras con secuencias de cuarcitas silicificadas, las secuencias de pizarra y cuarcita silicificadas son de grano fino a medio, en capas gruesas a delgadas de color gris a blanquesino con presencia de micropliegues y ondulaciones de varios kilometros.			
				ORDOVICICO		GRUPO SAN JOSE	FORMACIÓN PURUMPATA
	FORMACIÓN IPARO	1800	Pizarras grises con alto contenido de pirta y intercalaciones de metapelitas, pizarras filitas y delgados niveles de metareniscas de colores gris oscuro.				

Nota: Tomado del Área de Geología Vol Company S.A.C.

2.2.29. Metalogenia

2.2.29.1. Franja de oro en rocas metasedimentarias del Ordovícico y

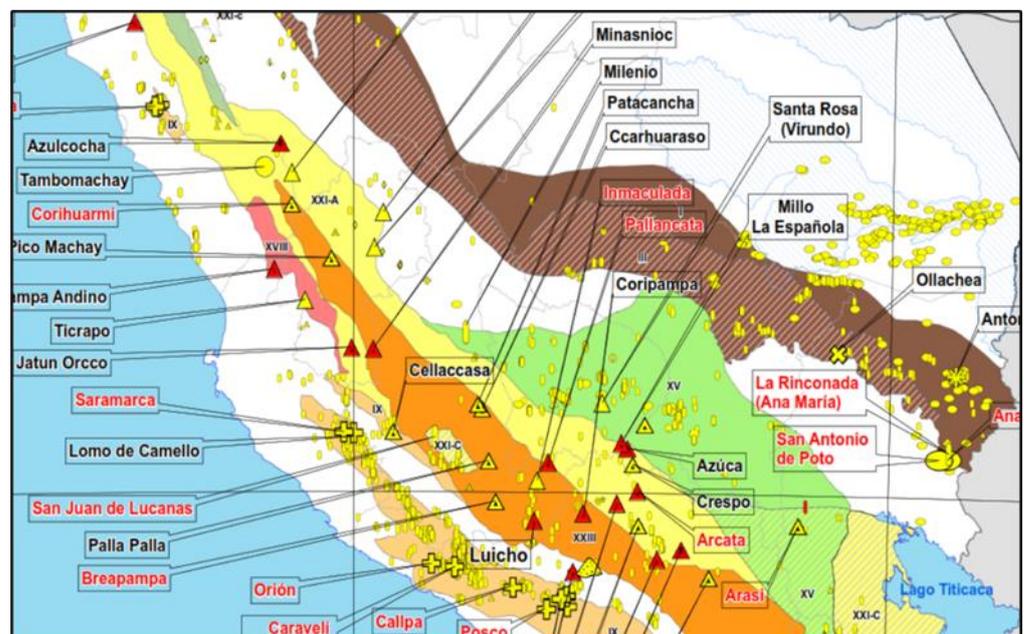
Siluro-Devónico

Esta franja aurífera se localiza a lo largo de la cordillera oriental y parte de la zona subandina del territorio peruano. Las rocas hospedantes están conformadas por varios miles de metros de espesor de rocas meta

sedimentarias del paleozoico inferior y medio, resaltando las pizarras, esquistos y cuarcitas de la formación San José del ordovícico (Dalmayrac, 1980). Esta franja está caracterizada por la presencia de oro hospedado en las rocas del ordovícico y siluro-devónico, distribuido en mantos y vetas de cuarzo, pero también en lentes con arsenopirita y pirrotita paralelas a la esquistosidad de los metasedimentos. Los dos tipos de mineralización están genéticamente ligados y se interpretan como resultado de la circulación de fluidos hidrotermales submarinos relacionados con actividad magmática desarrollada entre el ordovícico y devónico, que atravesaron una columna sedimentaria en proceso de compactación. (Carlotto, 2009). (Ver figura 11).

Figura 11

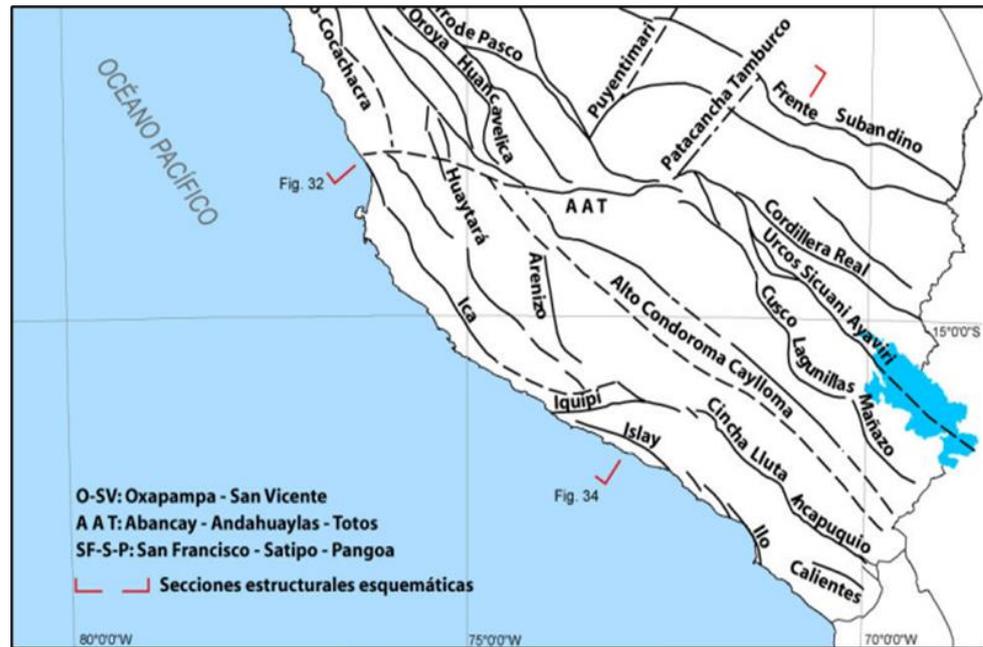
Franja I de Au en rocas meta-sedimentarias del ordovícico y siluro-devónico



Nota: Mapa Metalogénico del sur del Perú, tomado de Acosta, 2019.

Figura 13

Fallas regionales del sur del Perú



Nota: Tomado de Carlotto, 2009.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología desarrollada en este estudio emplea un enfoque cualitativo y cuantitativo, ya que mediante estas se busca definir las propiedades del yacimiento y además de ello cuantificar las reservas y recursos minerales, utilizando el método de bloques. El tipo de investigación es no experimental, con un alcance descriptivo, ya que mediante la observación y toma de datos se busca describir y caracterizar las estructuras mineralizadas, litología, mineralogía, mineragrafia y demás propiedades del yacimiento minero.

3.1.1. Población y Muestra

Población: Para el estudio se tomaron 74 muestras de superficie, 202 muestras en interior mina, haciendo un total de 276 muestras.

Muestra: Estas fueron tomadas de las estructuras mineralizadas expuestas en superficie e interior mina, como fragmentos de roca destinadas al análisis químico - metalúrgico.

3.1.2. Técnicas de la investigación

La obtención de información se realizó utilizando técnicas como el cartografiado geológico, toma de muestras en interior mina y en superficie, secciones geológicas ya obtenida la información obtenida se conceptualiza las características geológicas y la evaluación de recursos y reservas minerales.



3.1.3. Instrumentos de recolección de datos

3.1.3.1. Recursos humanos

- 1 Geólogo
- 1 Geólogo asistente
- 2 Muestreros
- 1 chofer

3.1.3.2. Materiales de trabajo

- Brújula Brunton
- 01 GPS (Garmin)
- 02 picotas de Geólogo
- Lupas de 20X
- Lápiz de Dureza
- Combo de 4 y 6 libras
- Cincel de punta de acero
- Bolsas de Muestreo
- Librete de Campo
- Sacos Mineros
- Precintos de Seguridad
- Cámara Fotográfica Profesional
- Protactor
- Tablero A4
- EPP's en General



3.1.3.3. Materiales de escritorio

- Mesas
- Laptop i5
- Impresora
- Hojas Bond
- Tableros
- Lápices de colores

3.1.4. Procedimiento de trabajo

3.1.4.1. Recopilación de la información y revisión bibliográfica

Para poder iniciar el presente trabajo de investigación, se recopiló la información ya existente relacionada al tema de investigación, analizando los conceptos teóricos. Se consultó los boletines N° 82 del INGEMMET, Geología de los cuadrángulos de Sandía y San Ignacio, hoja 29-y, 29-z y el Boletín N° 055 Geología del Perú (INGEMMET). Para la fase de pre campo se emplearon imágenes satelitales realizando una interpretación previa así mismo se recolectó informes anteriores de trabajos realizados por la empresa Vol Company Union S.A.

3.1.4.2. Trabajos de campo

3.1.4.2.1. Cartografiado geológico

Se realiza mapas de ubicación a escala 1/40000, mapa regional en escala 1/50000, mapa geológico local a escala 1/2000, mapa estructural a escala 1/7500, secciones y mapa de muestreos de las diferentes vetas y mantos a escala 1/500 y por último se realiza una sección geológica a

escala 1/1500.

3.1.4.2.2. Muestreo

El muestreo se realizó en superficie a lo largo de los afloramientos (500m) de las vetas Milagros, Altagracia y María, a través de canales perpendiculares al rumbo de las estructuras mineralizadas con un ancho promedio de 0.30 m, espaciados sistemáticamente según los afloramientos. La profundidad del canal también correspondió al comportamiento de la mineralización; en otras palabras, se profundizó tanto como fue necesario, para no muestrear la parte oxidada y/o intemperizada.

3.1.4.2.2.1. Muestreo por canales

Este método consiste en obtener la muestra de canales rectangulares, previamente realizado el marcado y limpieza de la estructura mineralizada. El largo del canal dependerá de la potencia del mineral, así mismo el ancho debe de ser aproximadamente 0.30 m, la profundidad de limpieza 0.01, y la profundidad del canal como mínimo se tomó 0.02 m. El espaciado entre canal y canal de muestreo establecido por la empresa Vol Company es de 2 metros en inclinados y tajos, así mismo de 3 metros en galerías, las estructuras bandeadas o de varios horizontes, se subdividen en varios canales, según cuantos horizontes de interés existan en la veta mineralizada. (Ver figura 14).

Figura 14

Muestreo de horizontes por el método de canales realizado en la veta María



Nota: Fotografía tomada en el nivel 3515

3.1.4.2.2. Cantidad de la muestra

Las muestras tomadas como mínimo son de 2 kg, por muestra con el objetivo de ser analizados en el laboratorio, las muestras deben de estar bien selladas y rotuladas. (Ver figura 15).

Figura 15

Muestras de mineral para enviar a laboratorio



Nota: Muestras selladas y rotuladas



3.1.5. Procesamiento de la información

3.1.5.1. Estimación de recursos y reservas minerales

Se usó el método clásico de estimación por bloques, basado en el análisis de la información disponible, como ubicación espacial de las leyes de los muestreos de avance y sistemáticos, así mismo analizando la distribución geométrica de las estructuras mineralizadas, terminando en la elaboración de los mapas, planos y secciones de cubicación y geológicas.

3.1.5.2. Estudio mineragráfico

Se enviaron 6 muestras para sección pulida, para los respectivos análisis, utilizando microscopio óptico binocular de luz polarizada, además de una cámara fotográfica para la toma de imágenes.

El estudio mineragráfico fue realizado en el laboratorio MINEMETALLURGY SA.C.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DE LA AREA DE INVESTIGACIÓN

4.1. UBICACIÓN

El área de estudio está ubicada en el flanco este de la cordillera oriental sur del Perú, en la concesión Minera “Dorado 298”, con una extensión de 600 hectáreas, a una distancia de 237 Kms de la ciudad de Juliaca, en el paraje de Vetaspata, distrito de Sina, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno, a una altura promedio de 3400 a 3600 m.s.n.m. (Ver Anexo N° 01 - Mapa de Ubicación).

4.2. ACCESIBILIDAD

El acceso al proyecto desde la ciudad de Juliaca, es por la carretera asfaltada de la salida a Huancané, pasando por Cojata, hasta llegar al centro poblado de Perlas, para proseguir por la trocha carrozable, pasando por, Sina, Saqui, Totorá y finalmente al paraje Vetaspata, donde inicia el proyecto Dorado 298, haciendo un total de 237 kilómetros. (Ver tabla 1).

Tabla 1

Accesibilidad por vía terrestre.

ACCESO AL PROYECTO DORADO 298				
TRAMO		DISTANCIA (Km)	TIEMPO (HORAS)	TIPO DE VIA
Juliaca	Huancané	57.9	01:05	Asfaltado
Huancané	Cojata	64.5	01:10	Asfaltado
Cojata	Perlas	25.4	00:25	Asfaltado
Perlas	Sina	44.0	01:10	Afirmada
Sina	Saqui	55.1	01:20	Afirmada
Saqui	Vetaspata	62.3	02:10	Trocha Carrozable
TOTAL			07:20 horas	

Nota: Elaboración propia



4.3. CLIMA

El clima de la zona es muy variado, seco en los meses de abril-setiembre y húmedo y lluvioso entre setiembre - abril. Esto se debe a la diferencia de cotas la cual se relaciona con la cercanía a la ceja de selva de donde provienen los vientos fuertes que juega un papel importante en las estaciones del año.

4.4. HIDROLOGÍA

En el noroeste se encuentra el río principal Palcamayo, de donde conjugan varias quebradas que forman los ríos de Yanahuaya - Inambari constituyendo un drenaje sub-paralelo y dendrítico. El caudal es variable, disminuyendo hasta sus valores más bajos en invierno, pero aumentando bruscamente en septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril.

4.5. VEGETACIÓN

Esta es variada debido a la diferencia de altitudes, por encima de los 3500 m.s.n.m, debido al clima frío y húmedo la vegetación que predomina más es la paja, el ichu, arbustos, por debajo de los 3500 m.s.n.m., la vegetación es densa, predominante son árboles y arbustos.

4.6. GEOMORFOLOGIA

El relieve local es el resultado de efectos geodinámicos externos debido a procesos de meteorización, erosión, transporte y deposición. La erosión laminar se observa en la superficie y los sedimentos son transportados en dirección perpendicular al eje del río y luego hacia el sureste, para finalmente depositarse en la llanura aluvial. El proceso de transporte de material clástico también provoca desgaste en las laderas de los valles, formándose los valles en forma de “v” que son habituales en esta zona.

El principal accidente geográfico es flanco oriente de la cordillera oriental con dirección sureste-noroeste, dentro de la cual se pueden distinguir las siguientes subunidades geomorfológicas: colinas altas, zonas muy diseccionadas, valles profundos, zonas de pendientes abruptas, desarrolladas en suelos de naturaleza cuarcítica y pizarrosa. Localmente se identificaron 3 sistemas geomorfológicos; montañoso, fluvial y glaciar, así mismo estas están divididas en subunidades geomorfológicas. (Ver figura 16).

4.6.1. Unidades geomorfológicas

4.6.1.1. Sistema montañoso

4.6.1.1.1. Colinas altas (M-Ca)

Estas presentan altitudes que van desde los 3800 a los 4100 m.s.n.m., la pendiente que presentan es algo abrupta en la zona, cerca de Vetaspata las pendientes se suavizan debido a la actividad glaciar.

4.6.1.1.2. Colinas medias (M-Cm)

Esta unidad está caracterizada por presentar altitudes que están entre los 3600 a 3800 m.s.n.m, estas presentan un relieve suave y redondeado, distribuidas en los alrededores de Vetaspata.

4.6.1.1.3. Colinas bajas (M- Cb)

Estas presentan altitudes que varían desde los 3400 a 3600 m.s.n.m., estas son de relieve muy suave y poca altura en su mayor parte.

4.6.1.1.4. Escarpes (M-E)

Es una discontinuidad que corta el terreno abruptamente, la

pendiente es mayor de 40° , son causadas por la erosión del terreno.

4.6.1.2. Sistema fluvial

Este sistema está directamente relacionado con el flujo superficial de escorrentía, el cual es uno de los elementos modeladores más importantes del sector, especialmente en la época de lluvias, y está representado principalmente por el tipo de drenaje presente en la región, es decir, de tipo dendrítico, es con el tiempo que la roca fue erosionada, y hoy tenemos el modelado actual.

4.6.1.2.1. Valles en V (F- Vv)

Estos valles se han formado principalmente en toda la zona debido al alto nivel de precipitaciones fluviales que se presentan a lo largo del año, los valles son de tipo juveniles y están a lo largo de toda la zona de Sina-Yanahuaya hasta llegar al paraje Vetaspata sus pendientes son algo abruptas, superando el 25%.

4.6.1.2.2. Bofedales (F-B)

Son pequeñas zonas caracterizadas por tener una vegetación intensa, y estas sobresaturadas con agua. Se presenta en los valles de tipo glacial y laderas de los cerros, estas son producto de las fallas que almacenan agua en forma de acuíferos libres están presentes en los valles de la zona las vetas y en la zona las marys.

4.6.1.2.3. Drenaje (F-D)

El tipo de drenaje de la zona en su totalidad es de tipo dendrítico

que, que va en dirección NE – SW, formando un drenaje de tipo dendrítico.

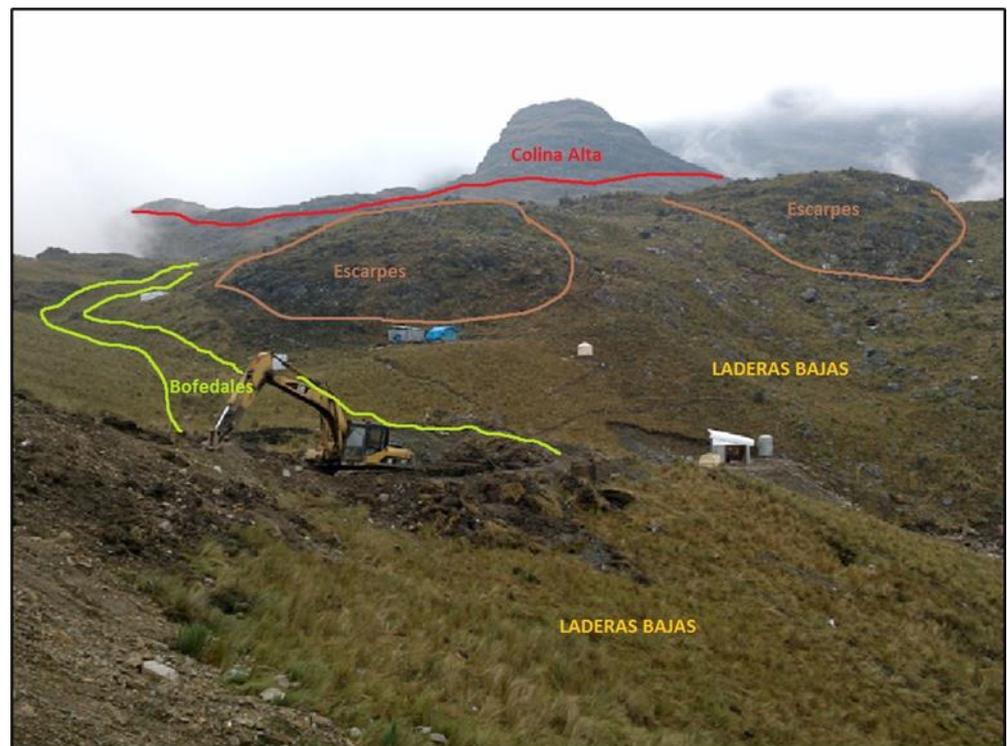
4.6.1.3. Sistema glaciar

4.6.1.3.1. Valles en U (G-Vu)

Estos valles son el producto del retroceso de los glaciares, que dejaron como resultado valles con pendientes muy suaves y depósitos morrénicos rellenando las laderas

Figura 16

Geomorfología local



Nota: Fotografía tomada cerca a la bocamina Milagros

4.7. GEOLOGIA LOCAL

La geología local del proyecto comprende a una secuencia de rocas metasedimentarias, que corresponden a la formación Sandia, la litología está compuesta por secuencias de cuarcitas grises blanquecinas (Ver figura 17), filitas, pizarras negras,

secuencias finas de pizarra y cuarcita, denominadas pizarras rítmicas (Ver figura 18), así mismo existen texturas de ripples a lo largo de los planos de estratificación (Ver figura 19), la cobertura cuaternaria está compuesta de depósitos glaciofluviales y coluviales de cuarcitas, pizarras, lodolitas, limolitas y arcillas, estos son transportados por los diferentes factores de sedimentación.

4.7.1. Formación Sandia (OS-S)

Esta formación aflora en todo el proyecto y es donde están emplazadas las vetas Milagros, Altagracia y María, está compuesta por secuencias de rocas metasedimentarias principalmente, cuarcitas grises blanquecinas, en algunos tramos esta se encuentra plegada, pizarras, pizarras rítmicas ligeramente foliada y filitas, presentan rumbos promedio de 10° NW. (Ver figura 17).

Figura 17

Metareniscas con laminación masiva y presencia de óxidos de hierro



Nota: Fotografía tomada en un corte de carretera

Figura 18

Metareniscas intercaladas con niveles delgados de pizarra y laminación ondulada



Nota: Fotografía tomada en superficie de la veta Maria

Figura 19

Metareniscas con rizaduras de corriente



Nota: Fotografía tomada en superficie de la veta Maria



4.7.2. Depósitos cuaternarios

4.7.2.1. Depósitos glaciofluviales (Qp-gf)

Se componen principalmente por clastos y bloques de variadas dimensiones, adicionalmente están mezclados con limos, arenas y gravas sin consolidar, sedimentadas principalmente en laderas de las colinas.

4.7.2.2. Depósitos morrénicos (Qh-mo)

Este material comprende sedimentos heterogéneos de bloques y fragmentos de roca subangulos, transportados por el movimiento de los glaciares y depositados en los márgenes de las laderas, en el área de estudio se encuentran en las laderas suaves.

4.7.2.3. Depósitos aluviales (Qh-al)

Estos depósitos están compuestos por detritos subredondeados, arenas, limos y arcillas, transportado por los ríos o riachuelos, sedimentándose en llanuras de inundación o en zonas de bofedales.

4.7.3. Geología estructural local

Los rasgos estructurales que representan mayor importancia en la zona de estudio, son los sistemas de cizalla, fallas inversas, pliegues y fracturamientos intensos. (Ver anexo N° 4 – Mapa Estructural Local).

El fallamiento inverso y los plegamientos están relacionados a los eventos tectónicos de la orogenia andina, dando como resultado zonas de debilidad, dando como resultado, el escenario perfecto para que se puedan emplazar los fluidos mineralizantes en la coja encajonante.



4.7.3.1. Fallas

Las fallas locales identificadas en el área de estudio, comprenden un sistema de fallas principalmente inversas, con dirección NW buzando al SW, estas son producto de los esfuerzos compresivos, la falla principal tiene una dirección 48° NW – 42° SE, buzando 54° SW, existe un sistema posterior que tiene un rumbo promedio de 65° SW con un buzamiento de 70° SW, estos representan ambientes importantes para el emplazamiento de la mineralización, existen pequeñas fallas normales con rumbos NW-SE, buzando al SW, no muy comunes en la zona.

4.7.3.2. Pliegues

Localmente existen pliegues sinclinales, pliegues recostados, cabalgamientos y micropliegues, que están relacionados intensamente con la mineralización, estos presentan rumbos de NW-SE, las estructuras mineralizadas están emplazadas en un sinclinorio, el nivel 3515 fue desarrollado dentro de un cabalgamiento, en superficie se pueden observar pequeños plegamientos, evidenciando la dirección de los esfuerzos compresivos con dirección SW-NE. (Ver figura 20).

Figura 20

Presencia de pliegues, evidenciando esfuerzos compresivos



Nota: Fotografía tomada en superficie de la veta Altagracia

4.7.4. Alteraciones hidrotermales

La principal característica de la alteración hidrotermal es el proceso altamente complejo que involucra cambios mineralógicos que transforman el conjunto mineral original en un conjunto mineral nuevo y más estable bajo condiciones hidrotermales de temperatura, presión y, lo más importante, composición del fluido. La estructura rocosa original pudo haber sido alterada leve o completamente por alteración hidrotermal.

4.7.4.1. Tipos de alteraciones

En el proyecto Dorado 298 se identificaron alteraciones de origen supergeno e hipógeno, el primero es producto de una condición oxidante debido a la filtración de aguas pluviales, la alteración hipógena es relacionada a la actividad hidrotermal, lo que ocasionan cambios texturales y mineralógicos.



4.7.4.1.1. Alteración supergena

Esto es causado por procesos de oxidación y lixiviación de minerales en superficie. La presencia de limonita, jarosita y hematita se extienden hasta el nivel 3515 y a veces incluso más profundamente debido a la infiltración de aguas meteóricas en fracturas y estructuras mineralizadas, en esta zona oxidada existen interesantes concentraciones de Au (12 g/ TM promedio). La meteorización física descompone la matriz de la roca y cambia su volumen debido a las fluctuaciones de humedad y temperatura, mientras que la meteorización química implica la disolución de minerales solubles y la formación de nuevos minerales mediante procesos como oxidación, reducción e hidratación.

4.7.4.1.2. Alteración hipógena

Este tipo de alteración es el resultado de la interacción de los fluidos hidrotermales con las rocas hospedantes.

4.7.4.1.2.1. Silicificación

La sílice proveniente del fluido mineralizante y del fluido residual de la misma roca, ocasiona un aumento en la resistencia de la roca, además de proporcionar una coloración más blanquecina, la veta Altagracia es donde más influyo este tipo de alteración ya que la dureza de la estructura es muy fuerte, en las otras estructuras afecto principalmente a las rocas encajonantes.



4.7.4.1.2.2. Argilización

Este tipo de alteración está presente en la roca encajonante de las estructuras mineralizada y presenta un ensamble de illita-sericita, se encuentra con mayor intensidad en la caja techo de la Veta María y en menor intensidad en las cajas de las vetas Milagros y Altagracia.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

En la zona de estudio se presentan 3 estructuras mineralizadas, en forma tabular, presentes como vetas mantiformes, emplazada en una roca llamada metarenisca (arenisca metamórfica), con metamorfismo de bajo grado, que sigue la orientación NW-SE. Se caracteriza por presentar oro como mineral económico principal este se halla como oro libre en el cuarzo, de manera diseminada en la metareniscas, incluida en las pirritas auríferas. Los buzamientos oscilan de entre los 85° a 75° SW, a medida que se va profundizando se mantienen hasta llegar a buzamientos de 30° SW; la litología corresponde a la formación Sandia perteneciente al ordovícico superior, del paleozoico inferior a medio. (Chui, 2013). (Ver anexo N° 3-Mapa geológico local y anexo N° 8- Sección geológica A-A’).

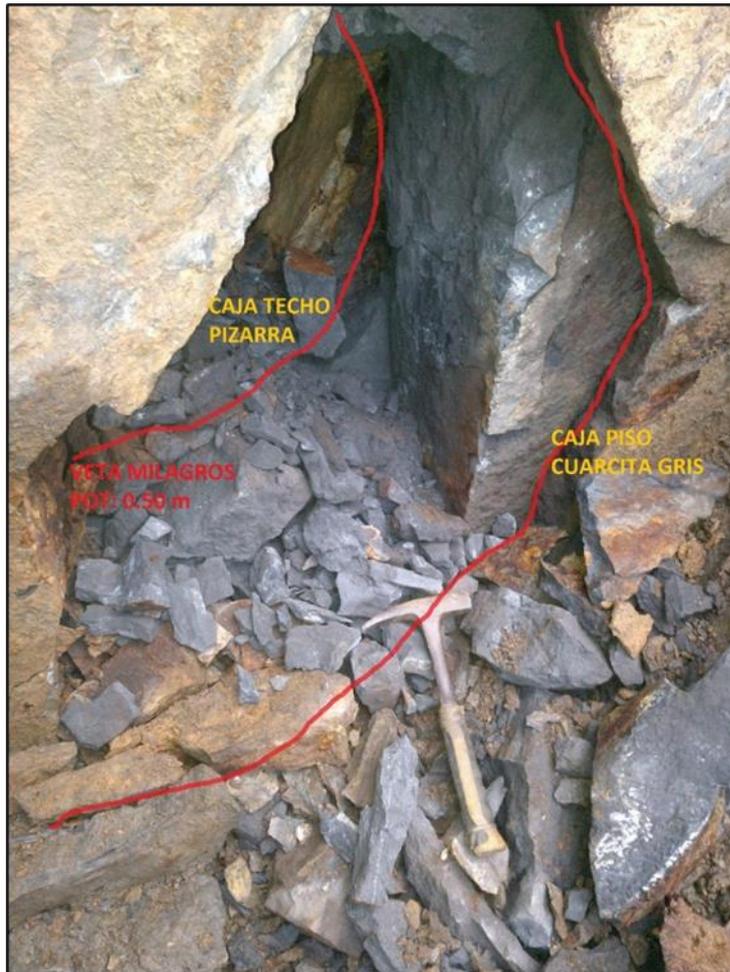
Las estructuras mineralizadas se encuentran paralelas entre sí y se describen a continuación:

5.1.1. Descripción de la veta Milagros

Esta veta presenta un afloramiento de 400 metros de longitud, emplazada en cuarcitas-metareniscas metamorfozadas de bajo grado, presenta un rumbo promedio de 8° NW y un buzamiento de 78° SW, con espesor promedio de 0.50 m, con leyes promedio de 3.4 gr. Au/TM. La roca es una metarenisca, de textura granoblástica, de coloración gris oscura, con gran cantidad de pirita primaria diseminada, la caja piso son pizarras grises con bajos niveles de cuarcita gris y la caja techo son cuarcitas gris oscuras con intensa silicificación. (Ver figura 21).

Figura 21

Rompimiento de la veta Milagros



Nota: Fotografía tomada en la bocamina Milagros

5.1.2. Descripción de la veta Altagracia

Esta veta presenta un afloramiento de 800 metros de longitud, con rumbo promedio de 10° NW, un buzamiento promedio de 81° NE, con un espesor promedio de 0.68 m, con leyes que varían de 1.0 a 3.50 gr. Au/TM. La roca es una metarenisca con alto contenido de cuarzo, bajo contenido de piritas y alto contenido de óxidos de fierro, como limonitas y hematitas, presenta silicificación intensa, la caja techo son cuarcitas grises y la caja piso son cuarcitas grises con bajos niveles de pizarra. (Ver figura 22).

Figura 22

Muestreo de la veta Altagracia



Nota: Fotografía tomada en superficie de la veta Altagracia

5.1.3. Descripción de la veta María

Esta veta aflora en superficie, por 800 metros de longitud, emplazada en metareniscas con metamorfismo de bajo grado, con un rumbo promedio en superficie de 9° NW y un buzamiento promedio de 80° SW, presenta un espesor promedio de 1.20 metros, la mineralización se encuentra en paralelo con la roca encajonante, con leyes promedio de 5.8 gr. Au/TM. La roca es una metarenisca, con alto contenido de pirritas diseminadas y cuarzo, el oro (Au) se encuentra diseminado a lo largo de la estructura además presenta pequeñas venillas de cuarzo con presencia de oro nativo. (Ver figura 23 y 24).

Figura 23

Veta María en interior mina



Nota: Fotografía tomada en interior mina de la estructura María

Figura 24

Vista panorámica del proyecto Dorado 298



Nota: Fotografía tomada en la zona de la planta de beneficio

5.2. LITOLOGIA

El afloramiento rocoso está conformado por secuencias de cuarcitas, pizarras grises, pizarras rítmicas, filitas y metareniscas pertenecientes a la formación Sandia del paleozoico inferior; el cuaternario se compone principalmente por acumulaciones de morrenas y materiales coluviales. (Ver anexo N° 3 – Mapa geológico local)

5.2.1. Cuarcitas (Os-C)

Son rocas metasedimentarias con una textura granoblástica, compuesta de un 95% de cuarzo y tiene presencia de piritas y óxidos de hierro aproximadamente 5%, de coloración gris oscuro a gris claro, esto debido a la presencia de la pirita, presentan una alta dureza y resistencia a la meteorización, afloran de forma paralela a las estructuras mineralizadas en contacto con las pizarras y metareniscas. (Ver figura 25).

Figura 25

Cuarcita gris oscura con silicificación intensa



Nota: Fotografía tomada de superficie

5.2.2. Pizarras (Os-P)

Se caracterizan por ser rocas de coloración gris oscuras, de grano fino y foliación bien definida, estas son de media a baja potencia presentan algunos rastros de oxidación, se encuentran fuertemente plegadas y falladas aflorando de manera paralela intercalándose con las cuarcitas como roca encajonante.

5.2.3. Pizarras rítmicas (Os-Pr)

Este tipo de litología está formada por bandas milimétricas de pizarra gris oscuras intercaladas por secuencias milimétricas de cuarcita gris blanquecina a oscura, presentan bandeamientos bien definidos, producto del metamorfismo regional. Afloran principalmente de manera paralela como roca encajonante techo de la veta María. (Ver figura 26).

Figura 26

Pizarra Rítmica



Nota: Fotografía tomada de superficie de la estructura María

5.2.4. Filitas (Os-F)

Estas rocas afloran en las laderas y parte del acceso principal, son de coloración gris claras a oscuras estas presentan una estructura foliada con textura de grano muy fino, posee un aspecto sedoso al contacto con la mano, contiene minerales como micas y sericita, producto del metamorfismo regional de bajo grado.

5.2.5. Metareniscas

Son rocas de color gris oscuro, de textura granoblástica, con alto contenido de cuarzo, piratas y otros sulfuros de hierro que le da el característico color oscuro (Ver figura 28), así mismo se tornan de color amarillo rojizo cuando ocurre la oxidación de los sulfuros de hierro, presentan ligeros bandeamientos producto del metamorfismo regional, está roca es la que alberga la mineralización de oro, esta se encuentra de forma diseminada o incluida en las piratas. (Ver figura 27 y 28).

Figura 27

Metareniscas de la veta María, con diseminación de piratas



Nota: Muestra tomada de la estructura María

Figura 28

Metarenisca oxidada de la veta Altagracia



Nota: Muestra tomada de la veta Altagracia

5.2.6. Cuaternarios reciente (Q -al)

Son sedimentos poco consolidados compuesto por clastos y fragmentos subangulosos a angulosos polilicticos, conformado por cuarcitas, pizarras y filitas, envueltas en matriz de limos y arcillas, depositados en las laderas, quebradas, faldas de los cerros, bofedales y planicies, producto del transporte originadas por corrientes de aguas pluviales y aluviales.

5.3. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA

Se identificada en las muestras de mano de las diferentes estructuras mineralizadas, minerales de mena como: oro, calcopirita además de minerales de ganga como lo son el cuarzo, la pirita, limonita, y se identificaron al microscopio minerales como lo son la hematita, magnetita, marcasita, rutilo, pirrotita, arsenopirita y grafito.

5.3.1. Mineral de mena

Estos minerales son aquellos que tienen algún valor económico, el objetivo es la búsqueda el principal mineral de mena que es el oro, en la zona mineralizada la concentración de este mineral es errática, la continuidad de la explotación dependerá de valor del contenido de este mineral en las estructuras mineralizadas.

a) Oro (Au)

Este es el mineral más importante del yacimiento Vetaspata, se encuentra asociado a los sulfuros de fierro como la pirita y calcopirita en algunos casos, así mismo se encuentra asociado a algunos óxidos de fierro como la limonita, la mayor parte de este mineral se encuentra de manera diseminada, el oro nativo se encuentra en venillas de cuarzo que cortan las vetas y los mantos, en las cuales se encuentran las mayores concentraciones de ley de este mineral. (Ver figura 29).

Figura 29

Venilla de cuarzo con presencia de oro



Nota: Muestra tomada de la estructura María en el nivel 3515



b) Calcopirita (CuFeS_2)

Este mineral se encuentra en menor medida como traza, acompañando a la pirita, su coloración es de amarillo latón verdoso, con un brillo metálico, presentan forma anhedral, se encuentran como relleno de aberturas

c) Esfalerita (ZnS)

Presente como formas anhedrales e irregulares que rellenan espacios en gangas, intercrecidos con las piritas o marcasitas, con tamaños menores a 0.30 mm presentes como traza.

5.3.2. Mineral de ganga

Este tipo de mineral carece de valor económico, por este motivo se excluye su recuperación o por ser muy costoso su aprovechamiento, generalmente se encuentran relacionados a los minerales de mena.

a) Cuarzo (SiO_2)

Este mineral se encuentra de manera granular dentro de las estructuras mineralizadas, de coloración gris con elevada silicificación así mismo estas se encuentran de forma hialina y en forma de vetillas delgadas, relleno de fracturas y aberturas que entrecortan las vetas, de los últimos eventos.

b) Pirita (FeS_2)

Este es un sulfuro de hierro, es mineral más abundante después del oro, es de coloración amarillo latón, con brillo metálico (Ver figura

30), esta se encuentra en vetillas rellenas de las fracturas y aberturas, así mismo se encuentra diseminada en las vetas, está estrechamente relacionada con el oro.

Figura 30

Metarenisca oxidada con presencia de pirita



Nota: Piritas diseminadas en la estructura Maria, en el nivel 3500

c) Limonita ($\text{FeO}[\text{OH}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Este es un mineral de origen secundario, producto de la lixiviación y alteración de los sulfuros de hierro, se presentan con una coloración amarillenta, con una textura terrosa en la cual altera las rocas de caja desestabilizando las rocas. (Ver figura 31).

d) Hematita (Fe_2O_3)

Estas son producto de la oxidación de las piritas con coloración rojiza, se encuentran en menor medida, con textura terrosa, así mismo se encuentra reemplazando a las magnetitas. (Ver figura 31).

Figura 31

Metarenisca oxidada con contenido de pirita, limonita, hematita



Nota: Fotografía tomada en el tajo 460, veta María, galería 305

e) Magnetita (Fe_3O_4)

Se encuentra algunas veces reemplazadas parcialmente por la hematita, relleno de pequeñas fracturas, presentan tamaños variables que van de $20\mu\text{m}$ a mayores a $50\mu\text{m}$, se exponen de formas subhedrales con bordes rectos a sub redondeados, tiene una presencia en forma de traza.

f) Marcasita (FeS_2)

Este mineral se encuentra intercrecidos con la pirita, relleno de pequeñas fracturas, presentan cristales subhedrales con hábitos prismáticos, se encuentra como traza.

g) Rutilo (TiO_2)

Se presenta dispersos en las estructuras mineralizadas, como cristales subhedrales presentándose de formas alargadas, con tamaños



menores a 0.15 mm, con una presencia de traza.

h) Pirrotita (Fe_7S_8)

Se encuentra como cristales subhedrales asociado a la calcopirita con tamaños menores a $0.3\mu\text{m}$, como traza.

i) Arsenopirita (FeAsS)

Esta se encuentra, en menor cantidad como cristales subhedrales, traza en tamaños menores a $50\mu\text{m}$.

j) Grafito (C)

Este mineral se encuentra como cristales tabulares asociado al mineral rutilo, con un tamaño de 0.5 mm.

5.4. ESTUDIO MINERAGRAFICO

Se tienen los resultados de 6 muestras de metarenisca, de las diferentes vetas mantiformes del proyecto dorado 298, para poder identificar los minerales formadores de rocas se emplean secciones pulidas, se identificaron los tipos de minerales, el tamaño de los minerales, las texturas y su probable secuencia paragenética. Se tomaron 3 muestras de la veta María para sección pulida, la muestra N° 1000 tomada de superficie, la muestra N° 1005 tomada del nivel 3515, la muestra N° 1006 tomada del pique 01. Se tomaron 2 muestras de la veta Altagracia para sección pulida, la muestra N° 634 tomada de superficie y la muestra N° 1001 tomado del nivel 3510 y se tomó 1 muestra de veta Milagros, la muestra N° 1446 tomada de la bocamina. Las descripciones y microfotografías de sección pulida se presentan a continuación:

5.4.1. Descripción mineragráfica de la veta María

5.4.1.1. Muestra N° 1000

Esta fue tomada de superficie en las coordenadas:

Este: 485759

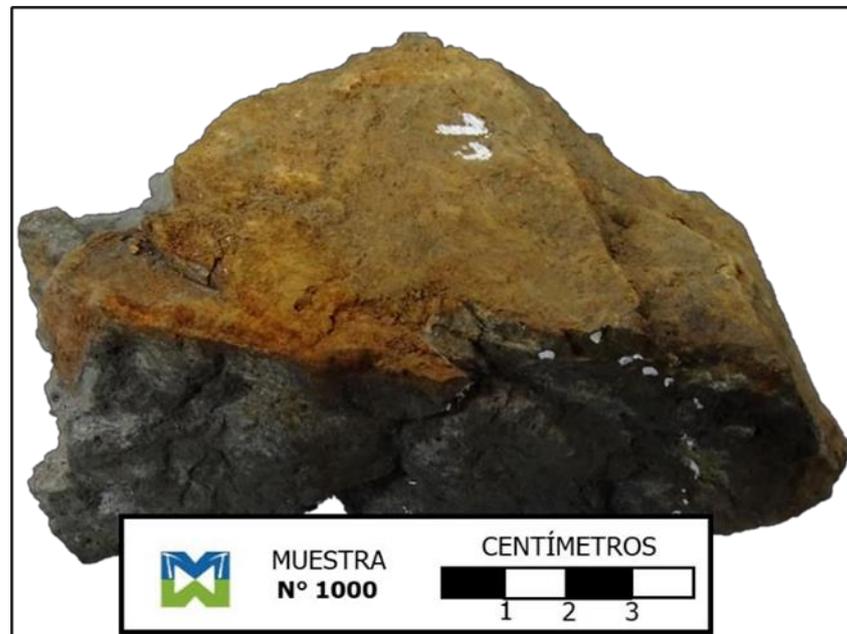
Norte: 8402244

Cota: 3596

Corresponde a una metarenisca con textura granoblástica, de coloración gris oscura y patinas de óxidos de fierro, a simple vista solo se observa cuarzo y marcasita, en tamaños microscópicos se observa rutilo, titanio magnetita, esfalerita y oro. (Ver figura 32 y 33).

Figura 32

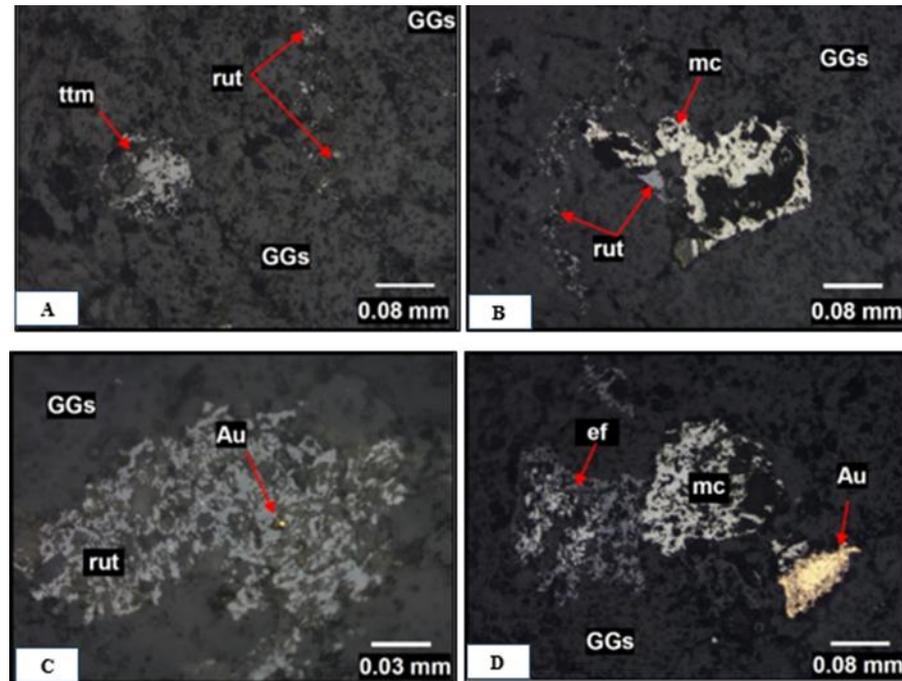
Muestra macroscópica de metarenisca de la veta María



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Figura 33

Microfotografías sección pulida de la muestra N° 10



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Descripción: **A)** Cristal de titanomagnetita (**ttm**) y relictos de rutilo (**rut**) en la roca; **B)** Cristales de marcasita (**mc**) con relicto de rutilo (**rut**) y zonas relícticas dispersas en la muestra; **C)** Formas relícticas de rutilo (**rut**) con grano de oro nativo (**Au**) incluido y **D)** Intercrecimiento de marcasita (**mc**) con esfalerita (**ef**) formando amarres ameboides (1bII) y granos libres de oro nativo (**Au**) incluido en mineral no metálico (**GGs**). Para la descripción de cada mineral (Ver tabla 2).

Tabla 2

Descripción minerográfica de la muestra N° 1000

Mineral	Mineralogía	Presencia
Rutilo (rut)	Presentan formas relícticas irregulares desarrollado en los bordes de la titanomagnetita, forman agregados reticulares, incluidas en los bordes de fracturas discontinuas que cortan la roca. (Ver figura 33 C).	1 %



Mineral	Mineralogía	Presencia
Marcasita (mc)	Cristales subhedrales con hábitos prismáticos, además de formas anhedrales irregulares y reticulares, intercrecidos con pirita, dispersos y rellenando pequeñas fracturas en las gangas. (Ver figura 33 B-D).	7%
Esfalerita (ef)	Presente como formas anhedrales que rellenan espacios en gangas, acompañado con marcasita	traza
Oro nativo (Au)	Granos irregulares en contacto con pirita-marcasita. También se encuentra contenido en formas reticulares de rutilo (Ver figura 33 D).	traza
Gangas (GGS)	Corresponde a la parte no metálica, la cual presenta espacios vacíos que han sido rellenadas por los minerales metálicos.	89 %

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.4.1.2. Muestra N° 1005

Esta fue tomada en el cruce del nivel 3515 con el inclinado 608, ubicado en las coordenadas:

Este: 485774

Norte: 8402301

Cota: 3515.1

Corresponde a una metarenisca con textura granoblástica, de coloración gris oscura y patinas de óxidos de limonita, a simple vista se observa cuarzo, pirita, hematitas y limonitas, en sección pulida se observa magnetita, pirita porosa, calcopirita, pirita y hematita. (Ver figura 34 y 35).

Figura 34

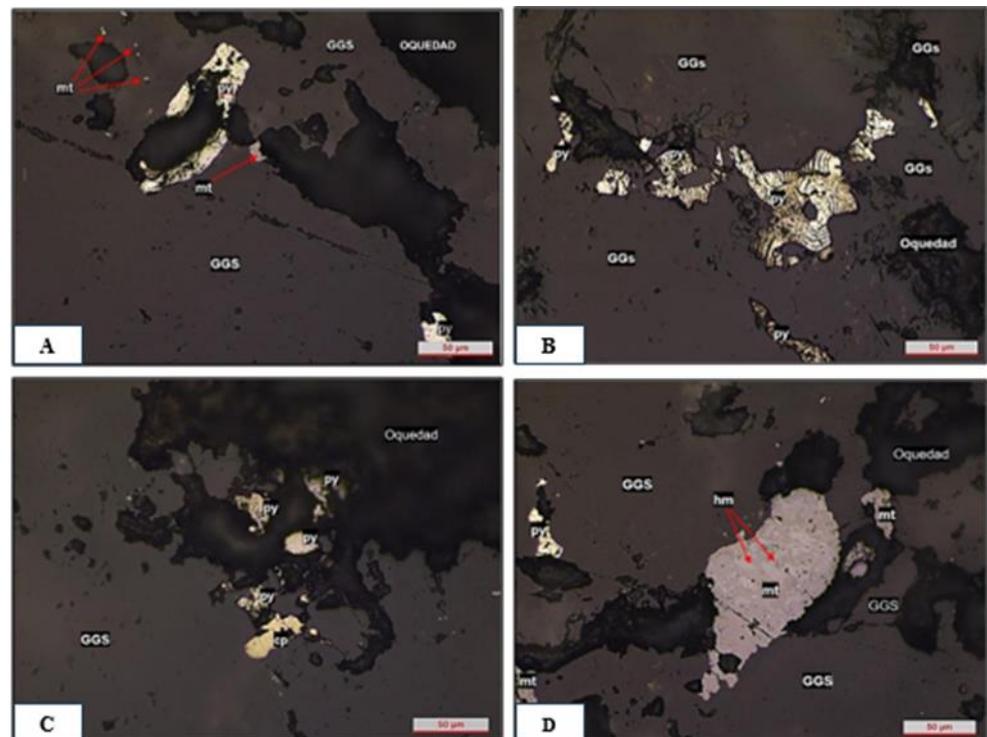
Muestra macroscópica de metarenisca de la veta María



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Figura 35

Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1005



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Descripción: **A)** mayor cantidad de pirita (py) con cristales anhedrales y magnetita (mt) incluida en las gangas (GGs) y otras en los bordes de las oquedades. **B)** mayor cantidad de pirita (py) tipo ondas (py) asociadas a las gangas (GGs) y otras en los bordes de las oquedades. **C)** mayor cantidad de pirita (py), calcopirita (cp) asociada a las gangas (GGs) y otras en los bordes de las oquedades. **D)** mayor cantidad hematita (hm) esta se encuentra reemplazando parcialmente a la magnetita (mt), pirita (py) dentro de las gangas (GGs) y dentro de las oquedades. Para la descripción de cada mineral (Ver tabla 3).

Tabla 3

Descripción minerográfica de la muestra N° 1000

Minerales	Mineralogía	Presencia
Pirita (py)	Dispersa por toda la muestra en tamaños que varían de 20 a 50µm, se observan 2 etapas, una porosa, con pequeñas ondulaciones, la que está asociada a la mineralización de oro y la otra que es más homogénea. (Ver figura 35 B).	1 %
Magnetita (mt)	Se encuentra algunas veces reemplazadas parcialmente por la hematita. (Ver figura 35 D).	1 %
Calcopirita (cpy)	Se observa asociada a las gangas (GGs) y a la pirita en tamaños menores a 40µm. (Ver figura 35 C).	traza
Hematita (hm)	Se observa como trazas reemplazando alguna magnetita (mt) menor cantidad rutilo (rt). (Ver figura 35 D).	traza
Gangas (GGS)	Corresponde a la parte no metálica, la cual presenta oquedades que han sido rellenadas por los minerales metálicos.	98 %

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.4.1.3. Muestra N° 1006

Esta fue tomada a 2 m del punto topográfico P6 en el pique 01:

Este: 485772

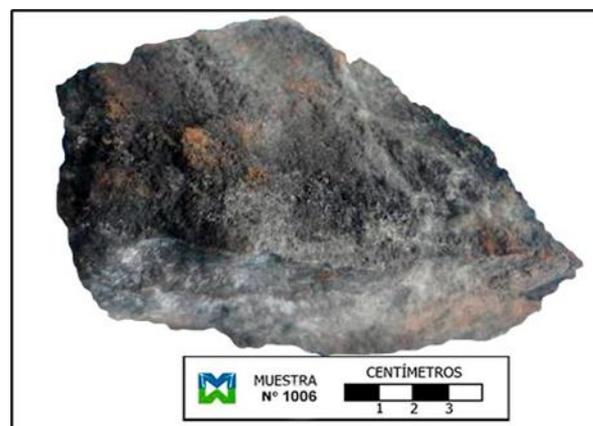
Norte: 8402501

Cota: 3460

Corresponde a una metarenisca con textura granoblástica, de coloración gris clara, a simple vista se observa cuarzo, pirita, en tamaños microscópicos se observa hematita, pirita, magnetita, arsenopirita y calcopirita. (Ver figura 36 y 37).

Figura 36

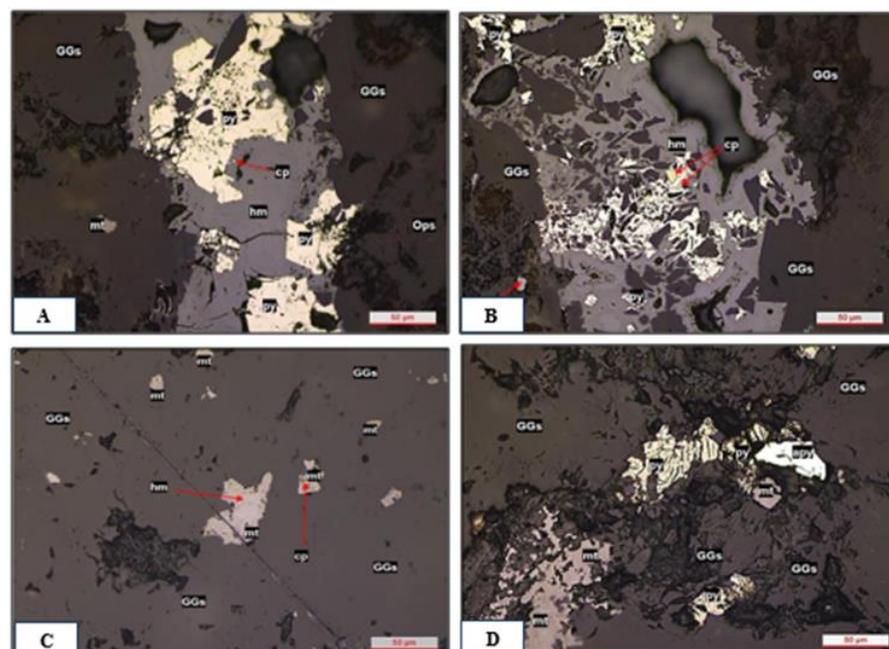
Muestra macroscópica de metarenisca de la veta María.



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Figura 37

Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1006.



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Descripcion: **A)** venilla con mayor cantidad de hematita (hm) asociada a la pirita (py) e inclusion de calcopirita (cp), menor cantidad traza de magnetita (mt). **B)** venilla con mayor cantidad de hematita (hm) asociada a pirita (py) e inclusion de calcopirita (cp), menor cantidad traza de magnetita (mt). **C)** mayor cantidad de hematita (hm) asociada a la pirita (py) e inclusion de calcopirita (cp) , menor cantidad de magnetita (mt). **D)** mayor cantidad de magnetita (mt) ligeramente reemplazada por la hematita (hm) asociada a la pirita (py) dentro de las gangas (GGs). Para la descripción de cada mineral (Ver tabla 4).

Tabla 4

Descripción minerográfica de la muestra N° 1006

Minerales	Mineralogía	Presencia
Hematita (hm)	Se encuentra rellenando microfracturas, dentro de estas se observan a la pirita y calcopirita. Se encuentra algunas veces parcialmente limonitizadas. (Ver figura 37 A-B).	1 %
Pirita (py)	Se observa asociada a la venilla de hematita y asociada a las gangas (GGs). Se observa en 2 eventos, un 1er evento de pirita homogénea y un 2do evento pirita (py) tipo ondas que probablemente este asociado a la presencia de oro. (Ver figura 37 D).	1 %
Magnetita (mt)	En menor cantidad se observa traza de arsenopirita en tamaño menor a 50µm. (Ver figura 37 C-D).	traza
Arsenopirita (apy)	Se observa como trazas reemplazando alguna magnetita (mt) menor cantidad rutilo (rt). (Ver figura 37 D).	traza
Calcopirita (cpy)	Se encuentra como inclusiones en las gangas (GGs) y magnetita en tamaños menores a 10µm. (Ver figura 37 A-B).	traza
Gangas (GGs)	Corresponde a la parte no metálica, la cual presenta feldespatos y el relleno de cuarzo.	98 %

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.4.2. Descripción mineragrafica de la veta Altagracia

5.4.2.1. Muestra N° 634

Esta fue tomada en superficie en las siguientes coordenadas:

Este: 485739

Norte: 8402429

Cota: 3570

Corresponde a una metarenisca con textura granoblástica, de coloración gris oscura, a simple vista se observa cuarzo, pirita, en tamaños microscópicos se observa titanomagnetita, marcasita calcopirita, covelina, y rutilo. (Ver figura 38 y 39).

Figura 38

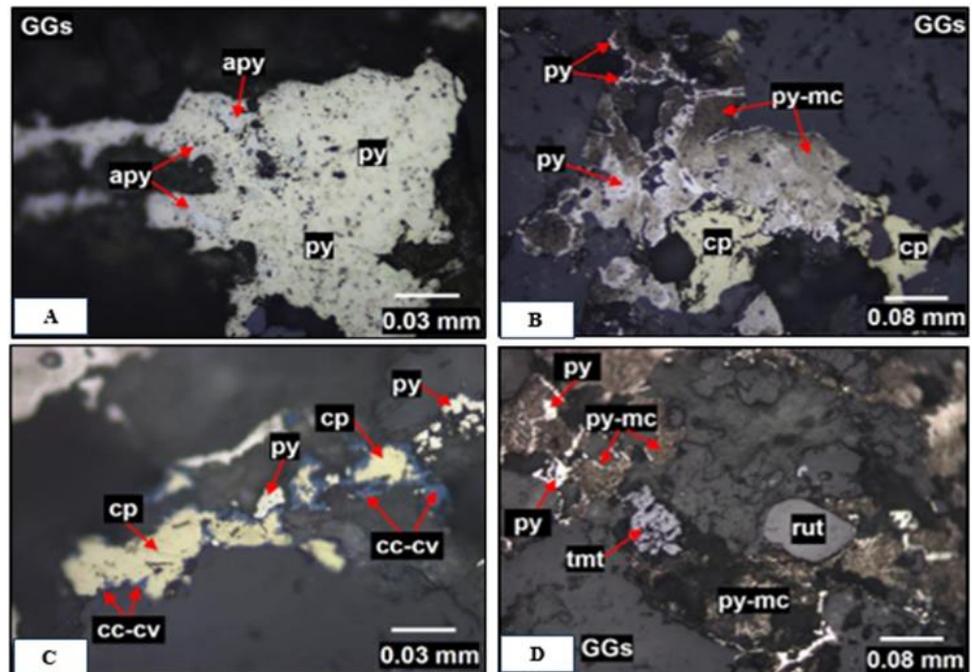
Muestra macroscópica de metarenisca de la veta Altagracia



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Figura 39

Microfotografías sección pulida de la muestra N° 634



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Descripción: **A)** Agregado masivo de pirita (py) que se encuentra en intercrecimiento con la marcasita (mc) desde los bordes; **B)** Calcopirita (cp) anhedral asociada a la pirita (py); **C)** Cristales anhedrales de calcopirita (cp) siendo reemplazado por calcosina-covelina (cc-cv) desde los bordes, también se observa pirita (py) y **D)** Se tiene pirita-marcasita (py-mc) alteradas, también se presenta la titanomagnetita (tmt) y cristal subhedral de rutilo (rut). Para la descripción de cada mineral (Ver tabla 5).

Tabla 5

Descripción minerográfica de la muestra N° 634

Minerales	Mineralogía	Presencia
Pirita (py)	Formas subhedrales con hábitos cubicos y bordes rectos, de formas masivas e irregulares que rellenan espacios, intercrecimiento con marcasita, alteradas desde el centro de mineral, observándose pirita en los bordes, alteración py-mc.	7 %



Minerales	Mineralogía	Presencia
Marcasita (mc)	Se exponen de forma anhedral e irregular, se encuentra en intercrecimiento con la pirita. (Ver figura 39 B-D).	18 %
Calcopirita (cpy)	Formas anhedrales en asociación con la pirita, rellena aberturas, se pueden observar islas de mineral en la pirita y es reemplazada desde los bordes por covelina. (Ver figura 39 C).	1%
Covelina (cv)	Se exponen de formas anhedrales reemplazando desde los bordes a la calcopirita. (Ver figura 39 C).	traza
Rutilo (rut)	Expuesto como cristales subhedrales, presentándose de formas alargadas con secciones cuadradas. (Ver figura 39 D).	1.5 %
Gangas (GGs)	Corresponde a la parte no metálica, la cual presenta feldespatos y el relleno de cuarzo.	70.5 %

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.4.2.2. Muestra N° 1001

Esta fue tomada en el nivel 3510, en el punto topográfico X6, en las siguientes coordenadas:

Este: 485722

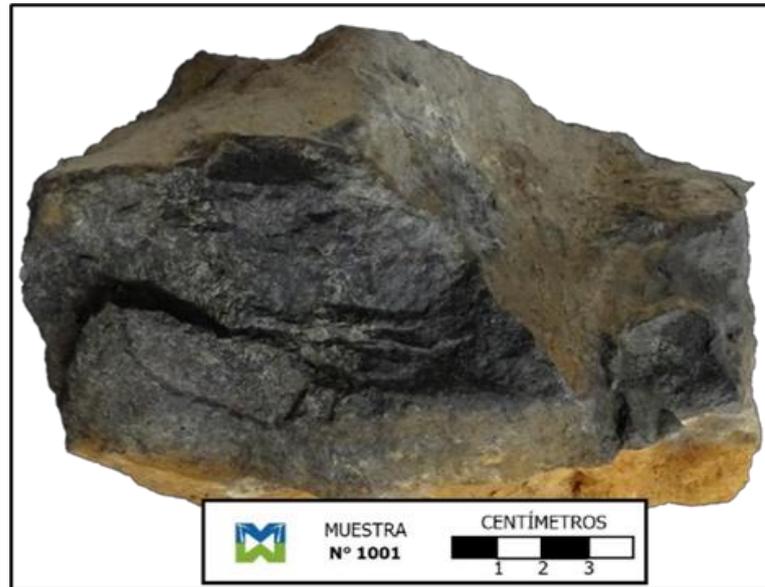
Norte: 8402503

Cota: 3511.1

Corresponde a una metarenisca con silicificación intensa, de coloración gris oscura, a simple vista se observa cuarzo de textura granoblástica, en tamaños microscópicos se observa rutilo, pirita, titanomagnetita, calcopirita, esfalerita y covelina. (Ver figura 40 y 41).

Figura 40

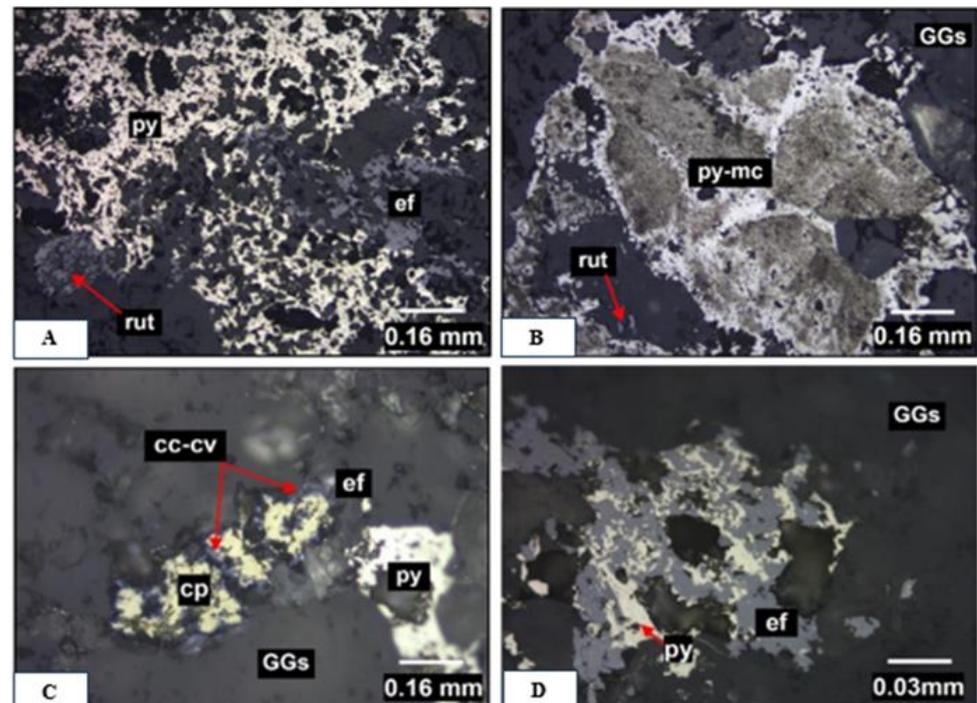
Muestra macroscópica de metarenisca de la veta Altagracia



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Figura 41

Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1001



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Descripción: **A)** Formas reticulares de pirita (py) intercrecidas con esfalerita (ef) y cristal subhedral de rutilo (rut); **B)** Extensiones de masas de pirita (py) y marcasita (mc) con texturas sucias y terrosas; **C)** Cristal

subhedral de pirita (py) y formas anhedrales de calcopirita (cp) siendo reemplazado por calcosita-covelita- (cc-cv); (GGs) **D**) Esfalerita (ef) reemplazando a cristales de pirita (py). están contenidos en minerales no metálicos (GGs). Para la descripción de cada mineral (Ver tabla 6).

Tabla 6

Descripción minerográfica de la muestra N° 1001

Minerales	Mineralogía	Presencia
Rutilo (rut)	Presente como agregados reticulares incluidos y dispersos en la muestra. También se encuentran en los bordes de cristales de titanomagnetita. (Ver figura 41 A).	3 %
Titano-magnetita (tmt)	Presente como cristales subhedrales con hábitos cúbicos y formas anhedrales incluidos en la muestra. Localmente están reemplazando a pirita.	3 %
Pirita (py)	Presente como agregados masivos y formas anhedrales, está relleno intersticios y/o espacios en la muestra, asociados con la ganga. (Ver figura 41 A-C).	16 %
Calcopirita (cpy)	Presente como cristales anhedrales de formas irregulares, está en asociación con la pirita. Se encuentran siendo reemplazados por la covelita. (Ver figura 41 C).	traza
Covelina (cv)	Se exponen como agregados masivos y se encuentra reemplazando calcopirita desde los bordes. (Ver figura 41 C).	traza
Esfalerita (ef)	Presente como formas anhedrales e irregulares incluidos en las gangas. Están intercrecidos con pirita. (Ver figura 41 D).	2 %
Gangas (GGs)	Corresponde a la parte no metálica, compuesta por cuarzo y feldespatos.	76 %

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.4.3. Descripción minerográfica de la veta Milagros

Esta fue tomada en la bocamina Milagros, en las siguientes coordenadas:

Este: 485763

Norte: 8402488

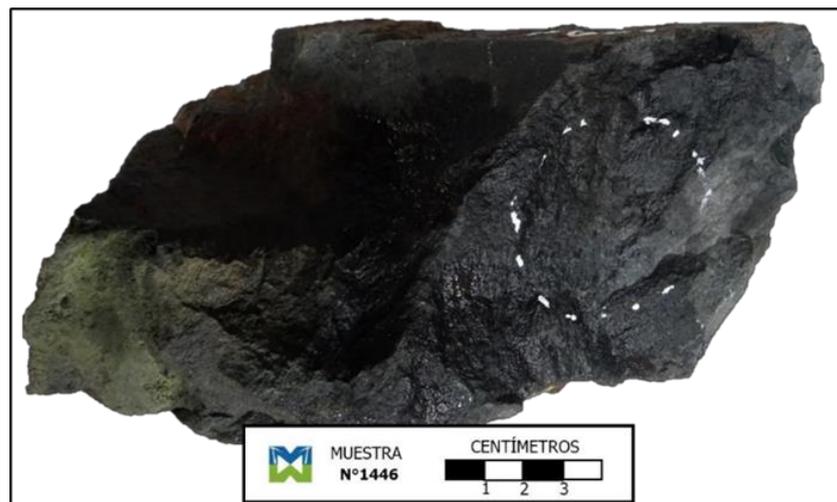
Cota: 3537

Corresponde a una metarenisca, de coloración gris oscura a verdosa, a simple vista se observa cuarzo, en tamaños microscópicos se observa grafito, rutilo, magnetita, pirita, pirrotita, calcopirita, enargita y oro. (Ver figura 42 y 43).

5.4.3.1. Muestra N° 1446

Figura 42

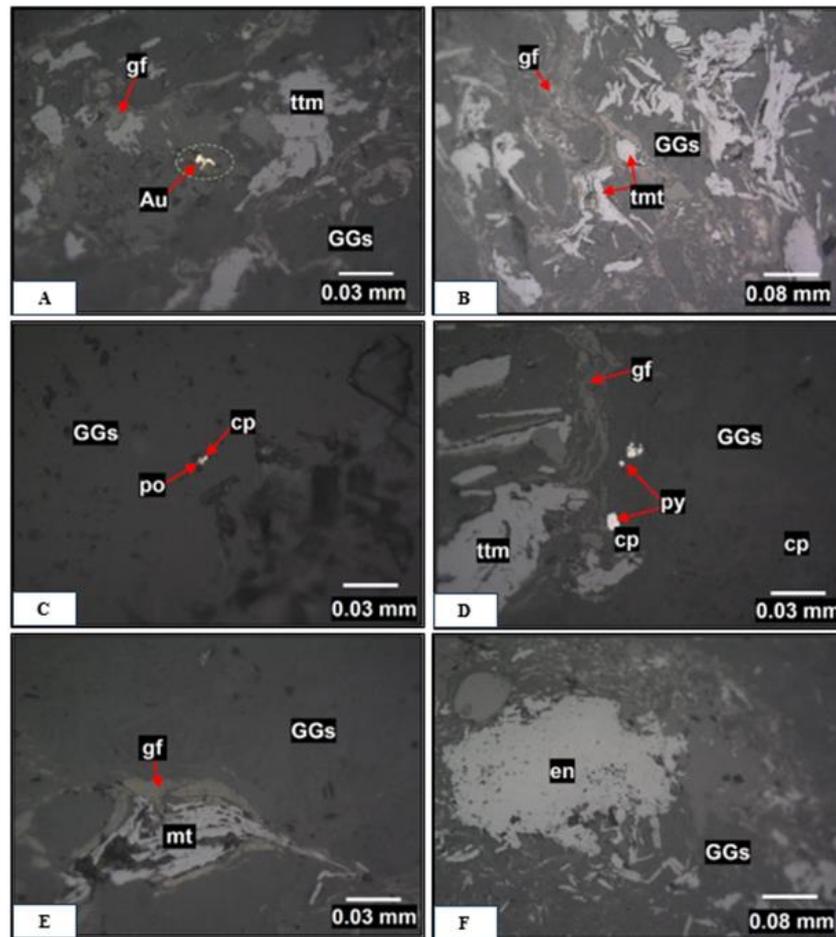
Muestra macroscópica de metarenisca de la veta Milagros



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Figura 43

Microfotografías sección pulida de la muestra N° 1446



Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Descripción: **A)** Se observa oro nativo (Au) que se encuentra en inclusión en la ganga (GGs); **B)** Titanomagnetita (tmt) se encuentra con el grafito (gf); **C)** Amarre simple entre los minerales de calcopirita (cp) y pirrotita (po); **D)** Cristal subhedral de pirita (py) de hábito cúbico que se encuentra diseminada en la ganga (GGs); **E)** Cristal subhedral de magnetita (mt) con el grafito (gf) y **F)** Se presenta un cristal subhedral de enargita (en) que se encuentra en la ganga (GGs). Para la descripción de cada mineral.

Tabla 7*Descripción mineragráfica de la muestra N° 1446*

Minerales	Mineralogía	Presen cia
Grafito (gf)	Se expone como cristales tabulares que se encuentra siendo flexurados y a la vez asociado a la titanomagnetita. (Ver figura 43 A-B).	18 %
Rutilo (rut)	Se presenta como cristales subhedrales a anhedrales con bordes rectos a sinuosos.	3 %
Magnetit a (mt)	Se exponen de formas subhedrales con bordes rectos a subredondeados que se encuentra asociado con el grafito. (Ver figura 43 E).	6 %
Titano- magnetita (tmt)	Se exponen como cristales anhedrales de formas irregulares y también como cristales subhedrales presentando bordes rectos. (Ver figura 43 A-B).	13 %
Pirita (py)	Se presentan como cristales subhedrales de hábito cúbico que tiene bordes rectos se encuentra asociado con el grafito y a la vez se encuentra diseminado en la muestra. (Ver figura 43 D).	2 %
Pirrotita (po)	Se encuentra como cristal subhedral con la calcopirita. (Ver figura 43 C).	2 %
Calcopiri ta (cpy)	Se encuentra como cristal subhedral con la pirrotita. (Ver figura 43 C).	traza
Enargita (en)	Se presenta como cristales subhedrales a anhedrales con bordes rectos a sinuosos que se encuentra asociado en el grafito. (Ver figura 43 F).	3 %
Oro Nativo (Au)	Se encuentra como agregados subhedrales con bordes sinuosos que se encuentra como inclusión en la ganga. (Ver figura 43 A).	traza
Gangas (GGs)	Corresponde a la parte no metálica, compuesta por cuarzo y feldespatos.	53 %

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.4.4. Paragénesis del yacimiento Dorado 298

En base al estudio mineragráfico y relaciones entre los minerales identificados en las muestras de la veta María, Altagracia y Milagros, se definió las secuencias paragenéticas en la cuales fueron identificadas 3 eventos mineralizantes, temprano, intermedio, tardío y un evento supergenico.

5.4.4.1. Paragénesis de la veta María

En base a los estudios mineragráficos e identificación de minerales de la veta María, se definieron 3 eventos de formación de minerales. (Ver tabla 8).

Tabla 8

Secuencia paragenética de la veta María.

MINERALOGÍA	HIPOGENICA			SUPERGENICA
	Temprano	Intermedio	Tardío	
Magnetita	-----			
Rutilo	-----			
Arsenopirita		-----		
Titanomagnetita	-----			
Pirita	-----			
Calcopirita		---		
Esfalerita			-----	
Marcasita			---	
Hematita			-----	
Cuarzo hidr.			-----	
Oro nativo			---	
	<u>Escaso</u>	<u>Moderado</u>		<u>Abundante</u>

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Evento Temprano: Formada por pirita (py), titanomagnetita (tmt), rutilo (rut) y magnetita (mt), la py presente con pequeñas ondulaciones con tamaños mayores a 50µm presenta intercrecimiento con marcasita, la tmt presenta cristales subhedrales, algunos intercrecidos con rutilo, el rut presente en formas relicticas irregulares, la mt se encuentra reemplazada por la hematita relleno las aberturas en las gangas. (Ver tabla 8).

Evento Intermedio: Formada por calcopirita (cpy) y arsenopirita, la cpy presenta formas anhedrales, asociada a la pirita se encuentra relleno aberturas, la arsenopirita presenta formas subhedrales asociado a la pirita tamaños menores a 50µm.

Evento Tardío: En este evento se depositó la esfalerita, marcasita, hematita, cuarzo y oro, rellenando espacios y aberturas, la hematita se encuentra rellenando fracturas, así mismo en este evento se deposita oro nativo, asociado a la pirita y marcasita.

5.4.4.2. Paragénesis de la veta Altagracia

En base a los estudios mineragráficos e identificación de minerales de la veta Altagracia, se definieron 3 eventos mineralizantes.

Tabla 9

Secuencia paragenética de la veta Altagracia.

MINERALOGÍA	HIPOGENICA			SUPERGENICA
	Temprano	Intermedio	Tardío	
Rutilo	-----			
Titanomagnetita	----			
Pirita	----			
Marcasita			———	
Arsenopirita		----		
Esfalerita	-----			
Calcopirita		----		
Calcosita-covelita				----
	Escaso -----	Moderado ———		Abundante ———

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Evento Temprano: Formado por pirita (py), esfalerita (ef), titanomagnetita (tmt) y rutilo (rut), la titanomagnetita se encuentra reemplazando a la pirita, presente como cristales subhedrales y anhedrales, la esfalerita presente con formas anhedrales incluidas en las gangas, el rutilo se encuentra en los bordes de la titanomagnetita. (Ver tabla 9).

Evento Intermedio: Formada por calcopirita (cpy) y arsenopirita, la cpy presenta formas anhedrales, la arsenopirita presenta formas anhedrales asociado a la pirita.

Evento Tardío: En este evento se depositó la marcasita (mc) que se expone de forma anhedral e irregular, se encuentra en intercrecimiento con la pirita. (Ver tabla 9).

Enriquecimiento Secundario: La covelina (cv) se expone de formas anhedrales se encuentra reemplazando desde los bordes a la calcopirita.

5.4.4.3. Paragénesis de la veta Milagros

En base a los estudios mineragráficos e identificación de minerales de la veta Milagros, se definieron 3 eventos mineralizantes. (Ver tabla 10).

Tabla 10

Secuencia paragenética de la veta Milagros

MINERALOGÍA	HIPOGENICA			SUPERGENICA
	Temprano	Intermedio	Tardío	
Grafito	————			
Rutilo	-----			
Ilmenita	-----			
Magnetita	-----			
Titanomagnetita	-----			
Pirita	-----			
Pirrotita	-----			
Calcopirita		-----		
Enargita			-----	
Oro Nativo				-----
	Escaso -----	Moderado -----		Abundante -----

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.



Evento Temprano: Este evento se caracteriza por pirrotita (po), pirita (py), titanomagnetita (tmt), magnetita (mt), ilmenita (ilm), rutilo (rut) y grafito (gf), este se presentan como cristales tabulares que se encuentran asociados a la titanomagnetita, la ilmenita se encuentra de formas subhedrales que está asociada a la magnetita, la pirita se presenta como cristales subhedrales, se encuentran asociados al grafito y a la vez se encuentra de manera diseminada, la pirrotita se encuentra asociada a la pirita, la pirrotita, esta se encuentra como cristal subhedral. (Ver tabla 10).

Evento Intermedio: Esta asociada a la calcopirita (cpy), esta se encuentra como cristales subhedrales, asociado a la pirrotita.

Evento Tardío: Se caracteriza por la enargita (en), se encuentran como cristales subhedrales con bordes sinuosos, asociados al grafito, este evento es el que trae consigo el oro nativo que se encuentra como inclusión en la ganga.

5.5. ESTIMACION DE RECURSOS Y RESERVAS MINERALES DEL YACIMIENTO DORADO 298

Para la estimación de recursos minerales de mena se empleó la información de los muestreos realizados en superficie y subterránea de cada estructura mineralizada, la forma y dimensión de los bloques se delimitaron empleando el método geométrico clásico, definido por el cálculo de áreas y volúmenes, considerando el peso específico del mineral: 2.65 kg/m^3 , la cubicación se realizó teniendo en cuenta el código JORC y conforme a la información geológica darle un nivel de confianza correlacional.

5.5.1. Cubicación de blocks minerales de la veta Milagros

Se cubico 10202.53 TMS de mineral como reserva probada con una ley promedio de 3.42 gr/TM, como reserva probable se cubico 6324.39 TMS de mineral, con una ley de 3.43 gr/TM y finalmente se cubico 15217.65 como recurso inferido. (Ver tabla 11, 12 y 13).

Tabla 11

Reserva probada veta Milagros

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Milagros	E101	0.67	2.11	0.05	685.2	1216.57
Milagros	E102	0.6	2.75	0.05	1010.52	1606.73
Milagros	E103	0.59	3.73	0.05	2450.12	3830.76
Milagros	E104	0.62	1.25	0.05	292.45	480.50
Milagros	E105	0.6	3.77	0.05	849.21	1350.24
Milagros	E106	0.6	3.85	0.05	392.01	623.30
Milagros	E107	0.64	6.42	0.05	645.3	1094.43
		0.62	3.42			10202.53

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Tabla 12

Reserva probable veta Milagros

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Milagros	E108	0.62	6.42	0.05	738.45	1213.27
Milagros	E109	0.62	3.79	0.05	391.12	642.61
Milagros	E110	0.62	3.77	0.05	804.12	1321.17
Milagros	E111	0.62	2.45	0.05	474.189	779.09
Milagros	E112	0.62	2.75	0.05	215.99	354.87
Milagros	E113	0.6	2.75	0.05	830.15	1319.94
Milagros	E114	0.6	2.11	0.05	436.12	693.43
		0.61	3.43			6324.39

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Tabla 13

Recursos inferidos veta Milagros

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Milagros	E115	0.62	2.11	0.05	852.112	1400.02
Milagros	E116	0.62	2.43	0.05	3063	5032.51

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Milagros	E117	0.62	2.75	0.05	2352	3864.34
Milagros	E118	0.62	4.68	0.05	2995	4920.79
		0.62	2.9925			15217.65

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.5.2. Cubicación de blocks minerales de la veta Altagracia

En esta estructura se cubicaron 12283.42 TMS de mineral como reserva probada, con una ley promedio de 3.42 gr/TM, como reserva mineral probable se cubico 5349.57 TMS con una ley promedio de 3.30 gr/TM, así mismo se cubico 20617.46

Tabla 14

Reservas probada veta Altagracia

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Altagracia	M202	0.84	2.55	0.07	685.2	1525.26
Altagracia	M203	0.83	1.77	0.07	1010.52	2222.64
Altagracia	M204	0.82	7.19	0.07	2450.12	5324.11
Altagracia	M205	0.84	4.67	0.07	292.45	650.99
Altagracia	M206	0.75	1.03	0.07	849.21	1687.80
Altagracia	M207	0.84	3.76	0.07	392.01	872.61
		0.62	3.42			12283.42

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C

Tabla 15

Reserva probable veta Altagracia

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Altagracia	M210	0.84	2.85	0.07	738.45	1643.79
Altagracia	M211	0.83	1.8	0.07	391.12	860.27
Altagracia	M212	0.84	4.67	0.07	804.12	1789.97
Altagracia	M213	0.84	3.86	0.07	474.189	1055.54
		0.84	3.30			5349.57

Tabla 16

Recursos inferidos veta Altagracia

VETA	BLOQUE	POT	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Altagracia	M201	0.84	2.55	0.07	852.112	1896.80
Altagracia	M214	0.84	3.86	0.07	3063	6818.24
Altagracia	M215	0.84	2.75	0.07	2352	5235.55



VETA	BLOQUE	POT	Ley gr/TM	Pot Dil.	AREA CORREGIDA	TMS
Altagracia	M216	0.84	2.55	0.07	2995	6666.87
		0.84	2.9275			20617.46

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.5.3. Cubicación de blocks minerales de la veta María

Se cubicaron 21194.22 TMS de mineral como reserva probada, con una ley promedio de 5.78 gr/TM, reserva mineral probable se cubico 15504.10 TMS con una ley promedio de 5.74 gr/TM, se cubico 67900.14 TMS de mineral como recurso inferido con una ley inferida de 2.93 gr/TM. (Ver tabla 17, 18 y 19).

Tabla 17

Reservas probada veta María

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	POT DIL.	AREA CORREGIDA	TMS
María	B01	1.39	2.18	0.1	642.12	2365.25
María	B02	1.42	2.54	0.1	1010.52	3802.59
María	B03	1.42	2.65	0.1	799.11	3007.05
María	B04	1.64	7.98	0.1	825.14	3586.06
María	B05	1.56	7.69	0.1	1755	7255.17
María	B06	1.35	10.25	0.1	329.31	1178.11
María	B07	1.11	6.1	0.1	781.2	2297.90
María	B08	0.61	6.2	0.1	853.49	1379.67
María	B09	0.57	7.73	0.1	663.89	1002.81
María	B10	0.65	4.42	0.1	911.23	1569.59
		1.172	5.774			21194.22

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Tabla 18

Reservas probable veta María

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	POT DIL.	AREA CORREGIDA	TMS
María	B050	1.4	2.18	0.1	828.31	3073.03
María	B051	1.42	2.54	0.1	1268.1	4771.86
María	B052	1.42	2.65	0.1	527.2	1983.85
María	B053	1.64	7.98	0.1	1305.88	5675.35
María	B054	1.56	7.69	0.1	894.09	3696.17
María	B055	1.35	10.25	0.1	951.01	3402.24
María	B056	0.61	6.2	0.1	919.22	1485.92
María	B057	0.57	7.73	0.1	1320.11	1994.03
María	B058	0.65	4.42	0.1	1329.15	2289.46
		1.18	5.74			15504.10

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

Tabla 19

Recursos inferidos veta María

VETA	BLOQUE	POT.	Ley gr/TM	POT DIL.	AREA CORREGIDA	TMS
María	B100	1.22	5.1	0.1	21002.21	67900.14
		1.22	5.1			67900.14

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.5.4. Estimación de reservas y recursos minerales del yacimiento Dorado

5.5.4.1. Estimación de recursos y reservas de la veta Milagros

El total de reserva probada más probable es de 16526.912 TMS, con un ancho diluido de 0.05 m, y con 1413.02 onzas finas de oro. El total estimado del recurso mineral inferido es de 15217.65 TMS con 2482.17 onzas finas de oro. (Ver tabla 20 y anexo N° 5 - Sección de Cubicación Veta Milagros).

Tabla 20

Reservas y recursos veta Milagros

TIPO	TMS	ANCHO DILUIDO	g/t Au Diluido	Oz Finas Au
MINERAL PROBADO				
RESERVA PROBADA	10202.526	0.05	1	870.92
RESERVA PROBABLE				
RECURSO INFERIDO				
Total Probado	10202.526			
MINERAL PROBABLE				
RESERVA PROBADA				
RESERVA PROBABLE	6324.38607	0.05	1	542.1
RECURSO INFERIDO				
Total Probable	6324.38607			
Total Probado y Probable	16526.912		1413.02	
TIPO	TMS	ANCHO	g/t Au	Oz Finas



	DILUIDO	Diluido	Au
MINERAL PROSPECTIVO			
RESERVA PROBADA			
RESERVA PROBABLE			
RECURSO INFERIDO	15217.65	0.05	1
Total Prospectivo	31744.5621		2482.57

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.5.4.2. Estimación de recursos y reservas de la veta Altagracia

El total de reserva probada más probable es de 17632.99 TMS, con un ancho diluido de 0.07 m, y con 1482.56 onzas finas de oro. El total estimado del recurso mineral inferido es de 20617.46 TMS con 1454.50 onzas finas de oro. (Ver tabla 21 y anexo N° 6 - Sección de Cubicación Veta Altagracia)

Tabla 21

Recursos y reservas veta Altagracia

TIPO	TMS	ANCHO DILUIDO	g/t Au Diluido	Oz Finas Au
MINERAL PROBADO				
RESERVA PROBADA	12283.42	0.07	1	1048.55
RESERVA PROBABLE				
RECURSO INFERIDO				
Total probable	12283.42			
MINERAL PROBABLE				
RESERVA PROBADA				
RESERVA PROBABLE	5349.574	0.07	1	434.01
INFERIDO				



TIPO	TMS	ANCHO DILUIDO	g/t Au Diluido	Oz Finas Au
Total Probado y Probable	17632.992			1482.56
MINERAL PROSPECTIVO				
RESERVA PROBADA RESERVA PROBABLE RECURSO INFERIDO	20617.461	0.07	1	1454.50
Total Prospectivo	38250.453			2937.0615

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.5.4.3. Estimación de recursos y reservas de la veta María

El total de reserva probada más probable es de 36698.3202 TMS, con un ancho diluido de 0.01 m, y con 7481.34 onzas finas de oro. El total estimado del recurso mineral inferido es de 67900.14 TMS con 19696.39 onzas finas de oro. (Ver tabla 22 y anexo N° 7 - Sección de Cubicación Veta María).

Tabla 22

Recursos y reservas veta María

TIPO	TMS	ANCHO DILUIDO	g/t Au Diluido	Oz Finas Au
MINERAL PROBADO				
RESERVA PROBADA RESERVA PROBABLE RECURSO INFERIDO Total Probado	21194.22 21194.22	0.1	1	4316.69
MINERAL PROBABLE				
RESERVA PROBADA				



TIPO	TMS	ANCHO DILUIDO	g/t Au Diluido	Oz Finas Au
RESERVA PROBABLE	15504.0985	0.1	1	3164.65
RECURSO INFERIDO				
TOTAL PROBABLE	15504.0985			
Total probado y probable	36698.3202			7481.34
MINERAL PROSPECTIVO				
RESERVA PROBADA				
RESERVA PROBADA				
RECURSO INFERIDO	67900.1449	0.1	1	12215.05
TOTAL PROSPECTIVO	104598.465			19696.39

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.

5.5.5. Resumen de recursos y reservas generales del yacimiento Dorado

298

Como mineral probado se cubico un total de 43680.17 TMS, con una ley promedio de 4.20 gr/TM, teniendo un estimado de 6406.91 onzas de oro, como mineral probable se cubico un total de 27178.06 TMS, con una ley promedio de 4.16 gr/TM, teniendo un estimado de 4125.12 onzas de oro, finalmente como recurso mineral inferido se cubico 103735.26 TMS, con una ley inferida de 3.67 gr/TM. (Ver tabla 23).

Tabla 23

Resumen general de recursos y reservas del proyecto Dorado 298

VETA	TMS	g/t Au Diluido	Ancho Diluido	Onzas/T M
MINERAL PROBADO POR VETA				
MILAGROS	10202.53	3.42	0.05	1121.82
ALTAGRACIA	12283.42	3.42	0.07	1350.63
MARIA	21194.22	5.774	0.1	3934.46



VETA	TMS	g/t Au Diluido	Ancho Diluido	Onzas/T M
	43680.17	4.20	0.07	6406.91
MINERAL PROBABLE POR VETA				
MILAGROS	6324.39	3.43	0.05	698.31
ALTAGRACI A	5349.57	3.30	0.07	566.72
MARIA	15504.10	5.74	0.1	2860.10
	27178.06	4.16	0.07	4125.12
MINERAL INFERIDO POR VETA				
MILAGROS	15217.65	2.99	0.05	1464.11
ALTAGRACI A	20617.46	2.93	0.07	1940.54
MARIA	67900.14	5.10	0.1	11133.50
	103735.26	3.67	0.07	14538.14

Nota: Tomado del área de geología Vol Company S.A.C.



VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la caracterización geológica, se reconocieron 3 estructuras mineralizadas, Milagros, Altagracia y María, estas se encuentran de forma tabular son vetas mantiformes, emplazadas en la metarenisca, estas son paralelas entre si con rumbos 8° NW, 10° NW, 9° NW, respectivamente, en profundidad tienden a mantearse manteniendo buzamientos de 35° NE con una potencia promedio de 0.98 m, la litología corresponde a la formación Sandia, incluyen cuarcitas gris blanquecinas, pizarras grises, pizarras rítmicas, filitas y metareniscas, el mineral de mena principal es el oro, además de la calcopirita y esfalerita, como minerales de ganga están el cuarzo, pirita, limonita, hematita, magnetita.
- La estimación de recursos y reservas minerales, obtuvo como resultado mineral probado un total de 43680.17 TMS, con una ley promedio de 4.20 gr/TM, obteniendo 6406.1 oz de oro, la estimación de reserva mineral probable es de 27178.06 TMS, con una ley promedio de 4.16 gr/TM obteniendo 4125.1 Oz de oro y como recurso mineral inferido se obtuvo un total de 103735.26 TMS, con una ley inferida de 3.67 gr/TM.



VII. RECOMENDACIONES

- Realizar campañas de perforación diamantina, tanto en superficie como en interior mina, con énfasis en el nivel 3515, ya que definirá el futuro de las operaciones mineras, y así mismo validar los estudios previos realizados.
- Realizar los mapeos geológicos, estructurales más a detalle para poder tener una mejor interpretación.
- Dar prioridad al desarrollo de nuevas labores subterráneas de exploración, y el desarrollo de nuevos tajos para el aumento de reservas.
- Implementar un diseño de mina, esto para poder plantear futuros proyectos, y aplicar la planificación minera.
- Realizar modelamientos 3d del yacimiento, así como la elaboración de secciones y con esto poder mejorar las interpretaciones geológicas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. (2020). *Memoria, Mapa Metalogénico del Perú 2020*, Lima: INGEMMET.
- Aguirre, C. (2017). *Caracterización y Exploración Geológica del Proyecto Crucero – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano – Tesis.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*.
- Bateman, A. (1982). *Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico*.
- Cárdenas, I. (2022). *Evolución histórica del oro 2015-2022*.
- Carlotto, V. (2009). *Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú*. Sociedad Geológica del Perú SGP.
- Chui, C. (2016). *Prospección Geológica del Proyecto Cunuyo 2003, Sina – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano – Tesis.
- Cid, A. (2011). *Investigación, Fundamentos y Metodología*.
- Cloos, H. (1928). *Experimente zur inneren Tektonik*. *Centralbl Mineral*.
- Dalmayrac, B. (1980). *Características Generales de la Evolución Geológica de los Andes Peruanos: INGEMMET-Boletín D 12*.
- Dávila, J. (2011). *Diccionario Geológico Callao – Perú: INGEMMET*.
- De la Cruz, N. (1996). *Boletín N° 82 Carta Geológica Nacional, Geología de los Cuadrángulos de Sandia y San Ignacio*. Lima: INGEMMET.
- Dorbath, C. (1993). *A teleseismic study of the Altiplano and the Eastern Cordillera in northern Bolivia: new constraints on a lithospheric model*.
- Gonzales, R. (2015). *Informe Final del Área de la Geología Región Puno*.
- Goldfarb, R. (1998). *Tectonic Setting of Synorogenic Gold Deposits of the Pacific Rim*.
- Hernández, R. (2006). *Metodología de la Investigación*.
- Ipenza, C. (2012). *Manual Para Entender La Pequeña Minería Y La Minería Artesanal Y Los Decretos Legislativos Vinculados A La Minería Ilegal*.



- JORC, (2012). *Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves.*
- Meza, J. (2016). *Manual de Muestreo – Compañía de Minas Buenaventura*
- McKinstry, H. (1970). *Geología de minas.*
- Ramos, J. (2018). *Estudio de Prefactibilidad para la Explotación del Proyecto Dorado 298 sector Vetaspata.* Arequipa. Universidad Nacional San Agustín-Tesis
- Riedel, W. (1929). *Zur mechanik geologischer Brucherscheinungen.* Zentralblatt Mineral Geol Paläont B:354-368.
- Rivera, H. (1995). *Geología del Perú. Lima: INGEMMET.*
- Salcedo, J. (2021). *Boletín N° 7, Actualización de la Carta geológica nacional, Geología de los cuadrángulos de Sandia (hojas 29y1, 29y2, 29y3; 29y4) y San Ignacio (hoja 29z4) – INGEMMET.*
- Smirnov, V. (1982). *Geología de Yacimientos Minerales.*
- Torres, A. (2016). *Prefactibilidad del yacimiento Vetaspata Saquí – Puno.* Informe Técnico Vol Company Union S.A.C.
- Tumialan, P. (1995). *Compendio de Yacimientos Minerales del Perú, Lima:INGEMMET*
- Tumialan, P. (1987). *Metalogenia de oro en el Perú, geología, minería, metalúrgica de oro. Lima.*
- Twiss, R. (2007). *Structural Geology.* England: W. H. Freeman and Company.
- Valencia, M. (2010). *Depósitos orogénicos y la faja estañífera en la cordillera oriental del sureste peruano.*
- Valencia, M. (2009). “*Geología Económica y Metalogenia del Perú*”, *Resumen del Informe Sobre la Metalogenia de la Cordillera Oriental – Sectores sureste y norte del Perú.*
- Van der Pluijm, B. (2004). *Earth Structure: An Introduction to structural geology and tectonics.* New York: W.W. Norton & Company, Inc.



ANEXOS

ANEXO 1: Mapa de ubicación

ANEXO 2: Mapa geológico regional

ANEXO 3: Mapa geológico local

ANEXO 4: Mapa estructural local

ANEXO 5: Sección de ubicación veta milagros

ANEXO 6: Sección de ubicación veta altagracia

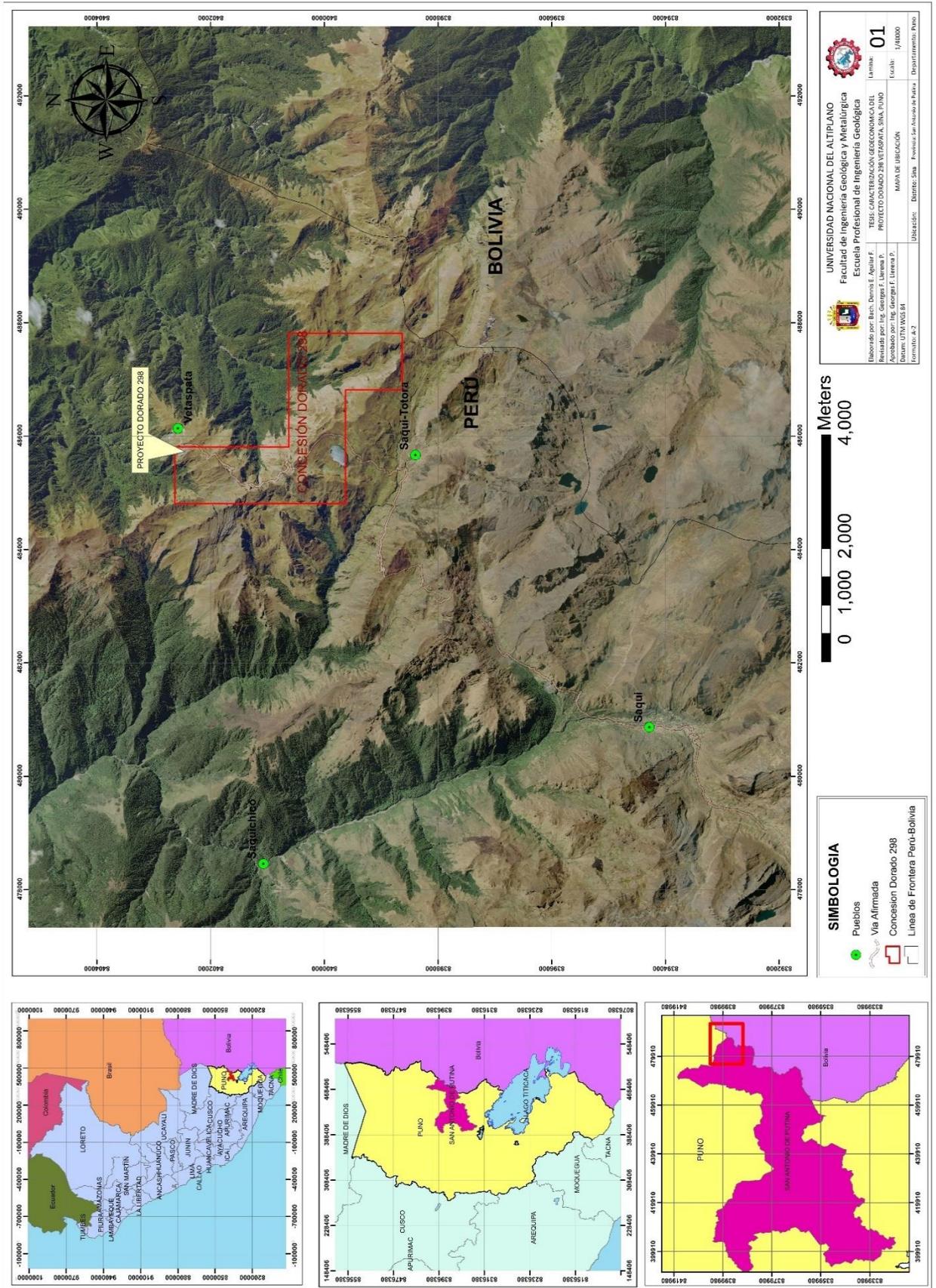
ANEXO 7: Sección de ubicación veta maría

ANEXO 8: Sección geológica A-A'

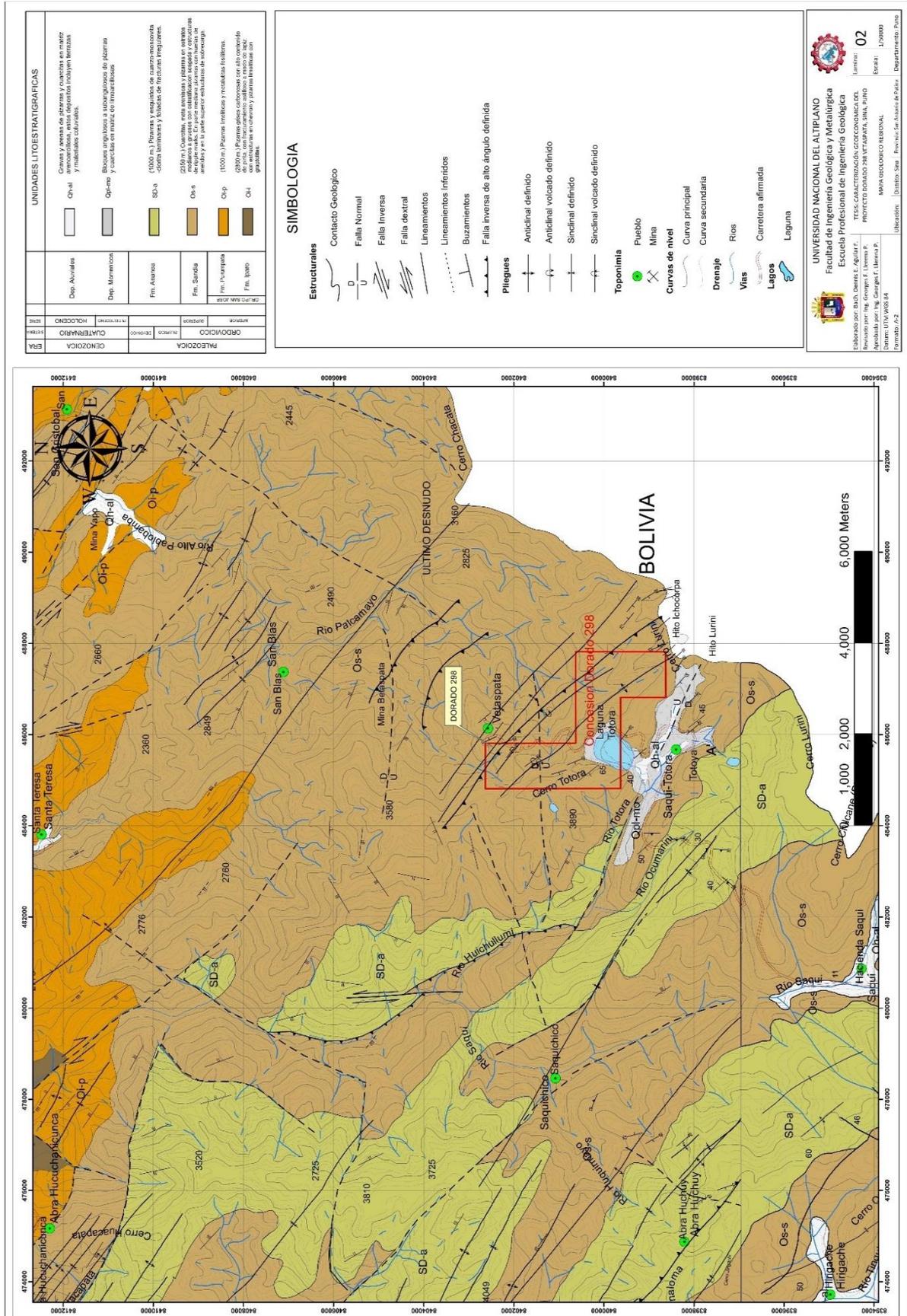
ANEXO 9: Declaración jurada de autenticidad de tesis

ANEXO 10: Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional

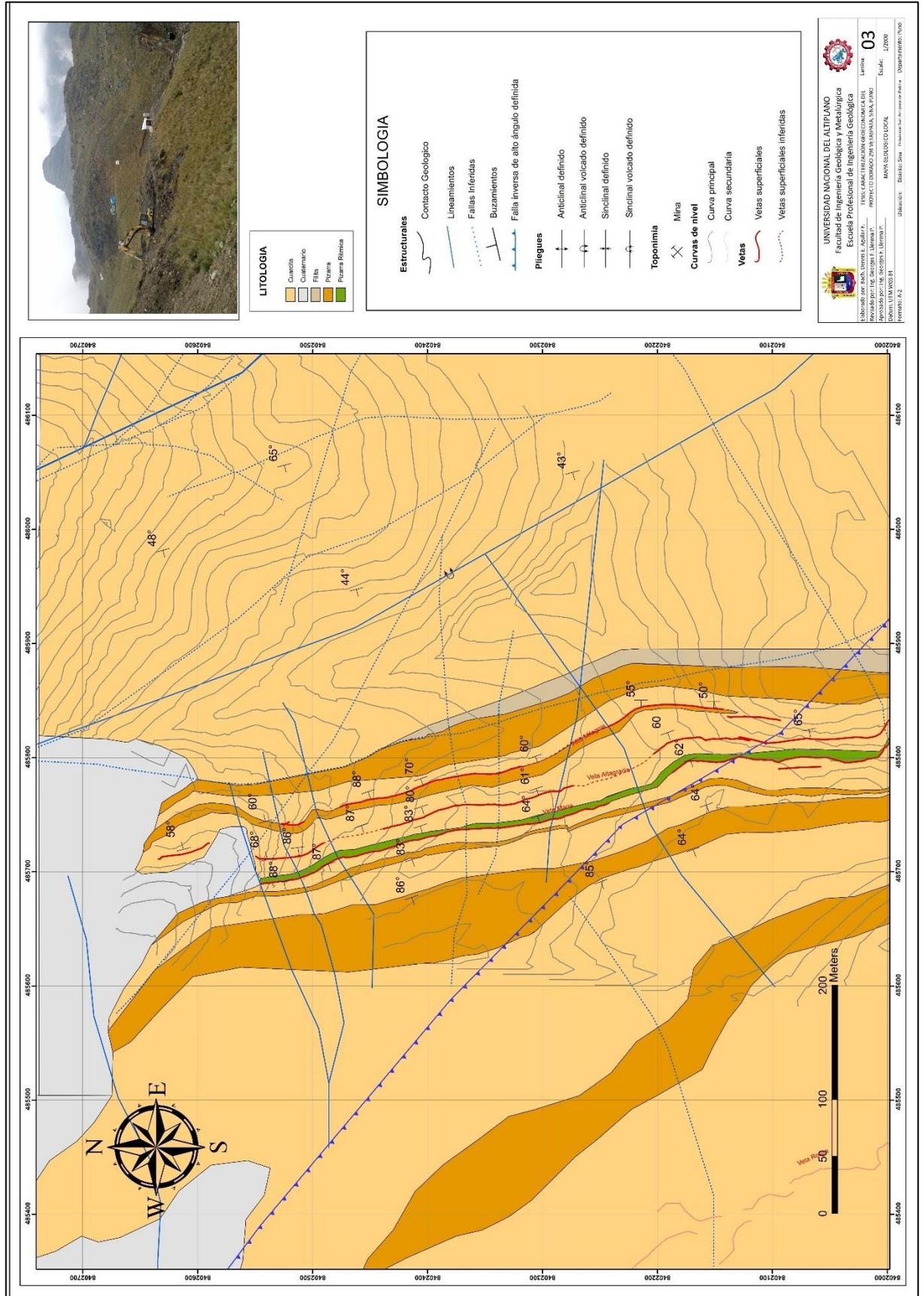
ANEXO 1: Mapa de ubicación



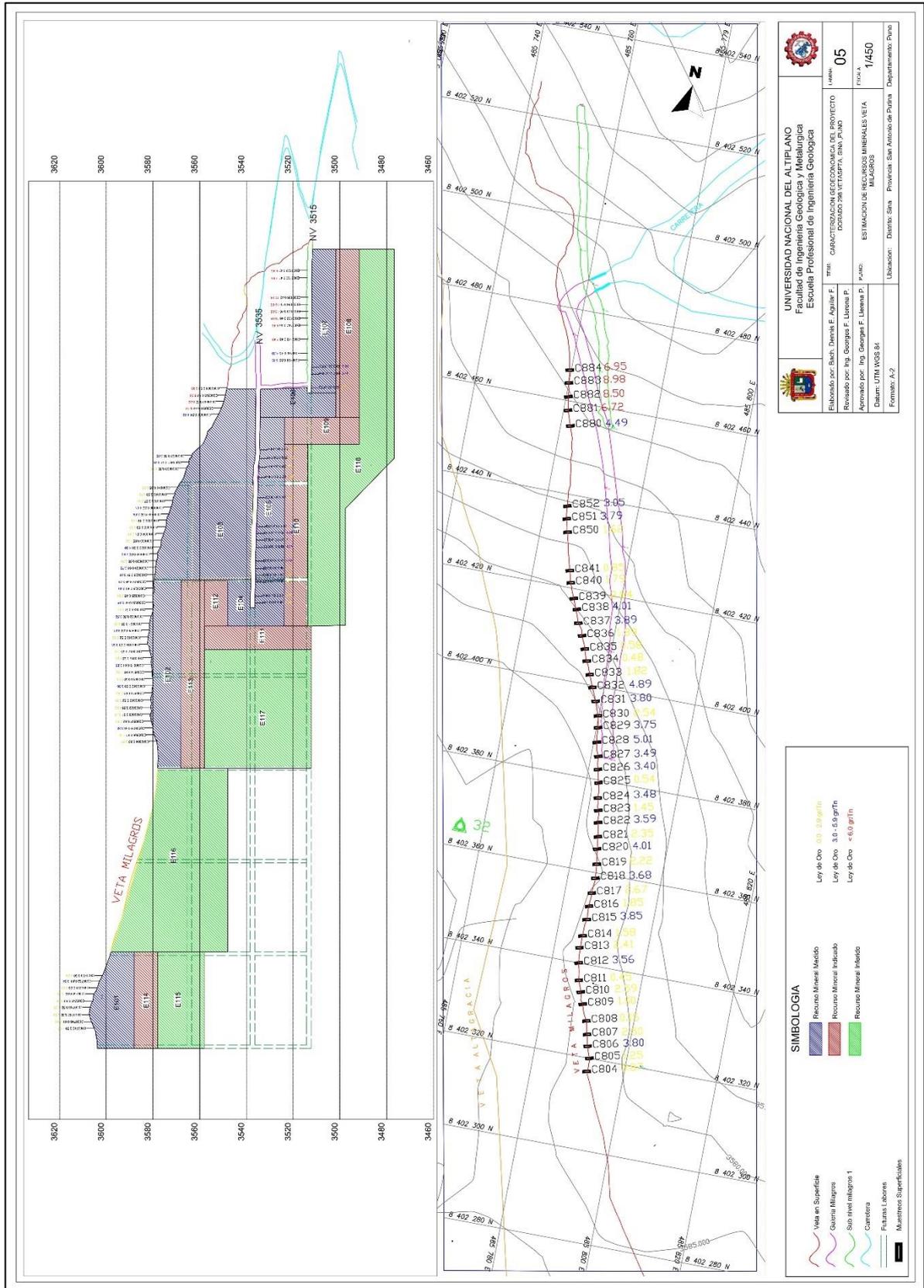
ANEXO 2: Mapa geológico regional



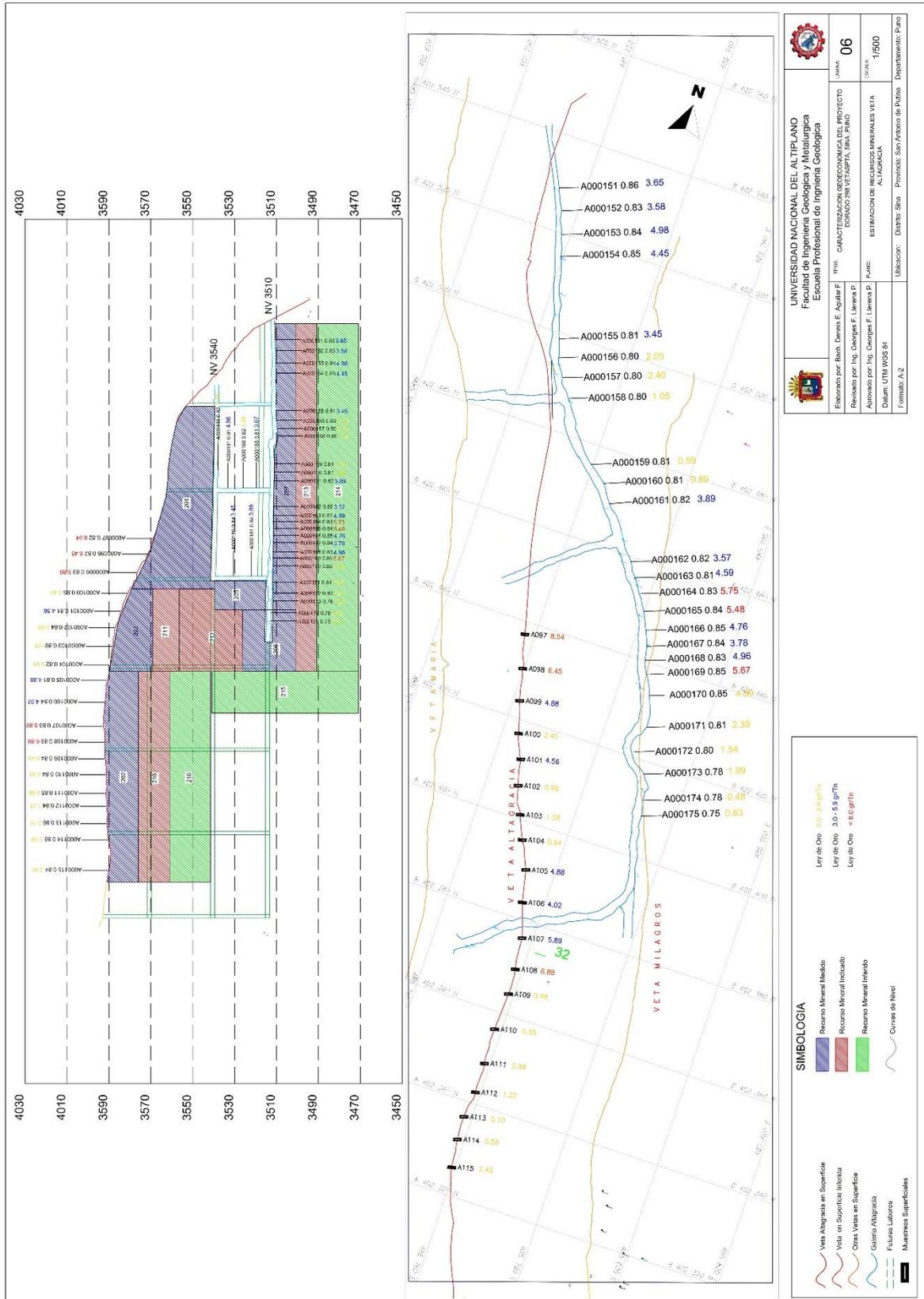
ANEXO 3: Mapa geológico local



ANEXO 5: Sección de cubicación veta milagros

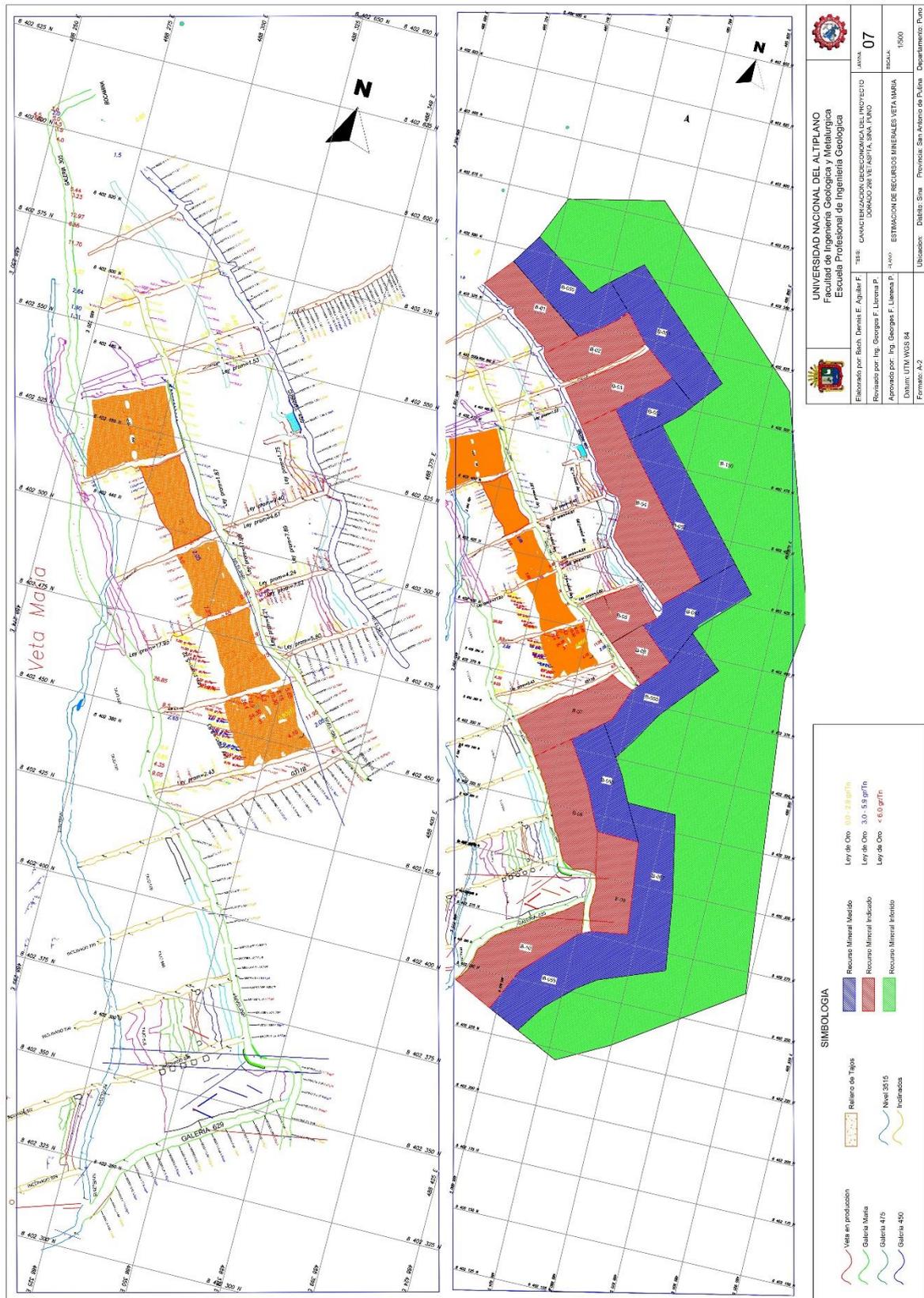


ANEXO 6: Sección de cubicación veta Altagracia



	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO Facultad de Ingeniería Geológica y Metalúrgica Escuela Profesional de Ingeniería Geológica	
	Elaborado por: Raúl Dennis E. Aguilar F. Revisado por: Ing. Georgetta F. Llerena P.	TÍTULO: CATEGORIZACIÓN GEOECONÓMICA DEL PROYECTO DORADO 288 VETA DE PISA, SINA, PINO ALTAGRACIA P.A.M.: ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES VETA ALTAGRACIA
Datum: UTM WGS 84 Formato: A2	Ubicación: Distrito: Sina, Provincia: San Andrés de Bata, Departamento: Puno	Hoja: 06 Escala: 1/500

ANEXO 7: Sección de cubicación veta maría





ANEXO 9: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Dennis Ernesto Aguilar Fuentes
identificado con DNI 76010487 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Geológica

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

“Caracterización Geoeconómica del Proyecto Minero

Dorado 298, Vetaspata, Sina, Puno”

” Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 26 de Setiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 10: Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

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

Por el presente documento, Yo Dennis Ernesto Aguilar Fuentes
identificado con DNI 76010487 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Geológica
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

"Caracterización Geoeconómica del Proyecto Minero
Dorado 298, Vetaspata, Sina, Puno"

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 26 de Setiembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella